B10 II 90,053/67

Beiträge zum Modus der Ossifikationsvorgänge in der Anlage des Extremitätenskelettes bei den Equiden

Der Verknöcherungsprozess in der Pferde- und Eselgliedmasse auf Grund röntgenologischer Untersuchungen

Von

MAX KÜPFER

Mit 31 Tiefdrucktafeln, 756 Figuren im Text,
19 Tabellen, Kurven- und mehrfarbigen Schemen-Einlagen

Ausgegeben am 31. Dezember 1931

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXVII.
Vol. LXVII.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Kommission für Veröffentlichungen (Prof. Dr. HANS SCHINZ, Botanischer Garten, Zürich) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Druck von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich
Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

1 9 3 1

Beiträge zum Modus der Ossifikationsvorgänge in der Anlage des Extremitätenskelettes bei den Equiden

Der Verknöcherungsprozess in der Pferde- und Eselgliedmasse auf Grund röntgenologischer Untersuchungen

Von

MAX KÜPFER

Mit 31 Tiefdrucktafeln, 756 Figuren im Text,
19 Tabellen, Kurven- und mehrfarbigen Schemen-Einlagen

Ausgegeben am 31. Dezember 1931

Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles

Band LXVII.
Vol. LXVII.

Herausgegeben mit Subvention der Eidgenossenschaft von der Kommission für Veröffentlichungen (Prof. Dr. HANS SCHINZ, Botanischer Garten, Zürich) der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.
Druck von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich
Kommissionsverlag von GEBRÜDER FRETZ A. G., Zürich

1 9 3 1

BIO II 90.053/67
OÖ. Landesmuseum
Biologiezentrum
Inv. 1997/1805

Inhaltsübersicht

Seite

Vorwort VII

Einleitung 1
Material 5
Das Alter der Embryonen 6
Anwendung der Untersuchungsmethode 6

Zur allgemeinen Disposition der Arbeit 8

A. Untersuchungen an den Pferdegliedmassen

I. Abschnitt:

Die vorliegenden untersuchten Stadien der Extremitätenverknöcherung (Kasuistik) 9

II. Abschnitt:

Die auf Grund des untersuchten Materials sich ergebenden Ossifikationsstufen 51
1. Die Stufen der Verknöcherung in der Vordergliedmasse 52
2. Die Stufen der Verknöcherung in der Hintergliedmasse 56

III. Abschnitt:

Die auf Grund der aufgestellten Ossifikationsstufen sich ergebende Elementenfolge im Ossifikationsgeschehen 61
1. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Vorderextremität 61
2. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Hinterextremität 62

IV. Abschnitt:

Der Modus im Einbezug der diaphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung . . . 65
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 65
2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 66

V. Abschnitt:

Der Modus im Einbezug der epiphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung . . . 68
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 68
2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 70

VI. Abschnitt:

Der Modus im Einbezug der übrigen (ausserdia- und ausserepiphysären) Anteile der Extremität in die Verknöcherung 73
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 73
2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 74

VII. Abschnitt:

Die einzelnen Zonen des Extremitätenskelettes in der Verknöcherung 76
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 76
a) Die Zonoskelett-Verknöcherung (Schultergürtel) 76
b) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberarm) 78
c) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterarm) 82
d) Die Basipodium-Verknöcherung (Carpus) 88
e) Die Metapodium-Verknöcherung (Vordermittelfuss) 95
f) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen) 101

Seite

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 107
a) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberschenkel) 107
b) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterschenkel) 112
c) Die Basipodium-Verknöcherung (Tarsus) 116
d) Die Metapodium-Verknöcherung (Hintermittelfuss) 123
e) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen) 126

VIII. Abschnitt:

Die vergleichsweise Betrachtung des Ossifikationsmodus in der Vorder- und Hinterextremität. Die sich ergebenden Verknöcherungsetappen 132
Die Beschaffenheit der aus der Verknöcherung sich ergebenden Stufenleiter in Vorder- und Hinterextremität 132
Die sich ergebenden «Etappen» der Verknöcherung in den beiden Extremitäten . . . 133
Zusammen- und Gegenüberstellung 137

B. Untersuchungen an den Eselgliedmassen

I. Abschnitt:

Die vorliegenden untersuchten Stadien der Extremitätenverknöcherung (Kasuistik) 149

II. Abschnitt:

Die auf Grund des untersuchten Materials sich ergebenden Ossifikationsstufen 206
1. Die Stufen der Verknöcherung in der Vordergliedmasse 206
2. Die Stufen der Verknöcherung in der Hintergliedmasse 211

III. Abschnitt:

Die auf Grund der aufgestellten Ossifikationsstufen sich ergebende Elementenfolge im Ossifikationsgeschehen 216
1. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Vorderextremität 216
2. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Hinterextremität 217

IV. Abschnitt:

Der Modus im Einbezug der diaphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung . . . 220
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 220
2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 221

V. Abschnitt:

Der Modus im Einbezug der epiphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung . . . 223
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 223
2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 225

VI. Abschnitt:

Der Modus im Einbezug der übrigen (ausserdia- und ausserepiphysären) Anteile der Extremität in die Verknöcherung 227
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 227
2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 228

VII. Abschnitt:

Die einzelnen Zonen des Extremitätenskelettes in der Verknöcherung 230
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität 230
a) Die Zonoskelett-Verknöcherung (Schultergürtel) 230
b) Die Stylopodium Verknöcherung (Oberarm) 232
c) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterarm) 236
d) Die Basipodium-Verknöcherung (Carpus) 241
e) Die Metapodium-Verknöcherung (Vordermittelfuss) 246
f) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen) 249

Seite

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität 254
a) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberschenkel) 254
b) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterschenkel) 259
c) Die Basipodium-Verknöcherung (Tarsus) 263
d) Die Metapodium-Verknöcherung (Hintermittelfuss) 268
e) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen) 272

VIII. Abschnitt:

Die vergleichsweise Betrachtung des Ossifikationsmodus in der Vorder- und Hinterextremität 278
Die sich ergebenden Verknöcherungsetappen 278
Die Beschaffenheit der aus der Verknöcherung sich ergebenden Stufenleiter in Vorder- und Hinterextremität 278
Die sich ergebenden «Etappen» der Verknöcherung in den beiden Extremitäten . . . 279
Zusammen- und Gegenüberstellung 284

C. Vergleichsweise Betrachtung

Die Ossifikation der Pferdegliedmasse verglichen mit der Ossifikation der Eselgliedmasse 295
1. Stufenskalen und Stufen 295
Formation der Stufenskalen 295
Die einzelnen Stufen der Verknöcherung 296

2. Rangmässige Elementenfolge 302
a) Mit Rücksicht auf sämtliche Elemente 303
b) Mit Rücksicht auf die Diaphysen 306
c) Mit Rücksicht auf die Epiphysen 306
d) Mit Rücksicht auf die ausserdia- und ausserepiphysären Elemente 314
e) Mit Rücksicht auf die einzelnen Zonen 316
Zonoskelett 316
Stylopodium 317
Zeugopodium 319
Basipodium 321
Metapodium 325
Acropodium 326

3. Untersuchungen über die Relation des Längenwachstums der einzelnen Elemente zum Längenwachstum der Gesamtextremität an den Vorder- und Hintergliedmassen der Pferde und Esel 328

Zusammenfassung und Untersuchungsergebnisse 335

Literatur 349

Tiefdruck-Tafeln samt Legenden, einschliesslich «Abkürzungen»
(Röntgenologischer Atlas) . . . . . Tafel I—XXXI

Vorwort

Die vorliegende Arbeit enthält den Niederschlag einer Anzahl von Untersuchungsergebnissen, deren Anfall die Frucht einer vorläufigen Aufarbeitung eines weitschichtigen embryologischen Materiales nach einer bestimmten Richtung hin ist. Die dem Autor während der Untersuchungen gebotene Gelegenheit, sich in eine neue analytische Methode selbständig einzuarbeiten, von deren Anwendung er auf Grund des Erfolges noch manches für eine bescheidene Förderung seines Forschungsgebietes erwartet, gab in erster Linie Anlass zur Aufnahme und Durchführung dieser Studie.

Die vorliegende Publikation steht aber auch in einem gewissen Zusammenhang mit unseren früheren Arbeiten, die der Eruierung des Ovarialzyklus bei den Haustieren gewidmet sind und zu deren Weiterführung und Ausbau vor einigen Jahren eine Studienreise nach Südafrika unternommen wurde, die, wie auch in der «Einleitung» bemerkt, nicht nur eine reiche Ausbeute von Material für das Hauptthema, die Erforschung der cyklischen Veränderungserscheinungen an den Ovarien der Pferde und Esel ergab, sondern darüber hinaus Material geliefert hat, das zu einer Reihe anderer morphologischer und anatomischer Untersuchungen wertvolle Unterlagen bildet.

Die Nebenarbeit hat zwar das Interesse für die Hauptaufgaben, deren Fortsetzung durch die weitere Verarbeitung dieses Materiales gesichert ist und nur durch die Unzulänglichkeit der eigenen Leistungskraft eine Verzögerung erfährt, in keiner Weise geschmälert. Ein akademischer Lehrer, der willens ist, die beiden ihm anvertrauten und einmal in Obhut übernommenen Kinder, Forschung und Lehre, in gleicher Weise mit Pflege und Wartung zu betreuen, wird, sofern er nicht zu den Auserkorenen gehört, naturgemäss von Zeit zu Zeit die Bitternis des Augenblicks erleben, wo er das eine seiner Pfleglinge gegenüber dem andern vernachlässigt zu treffen empfindet. An redlichen Versuchen, das Versäumte nachzuholen, hat es freilich nicht gefehlt, doch ist auf dem Wege der Kompensation, mangelnde Tagzeit durch Nachtstundenzulagen einzudecken, nicht Vieles, nur Weniges erreichbar.

Aber es sind zum Glück auch fördernde Einflüsse gewesen, die trotz der sich entgegenstellenden Schwierigkeiten die vorliegenden «Beiträge» vollenden liessen, und deren helfenden Kraft der Autor heute dankbar eingedenk ist.

Wir gedenken an erster Stelle der tatkräftigen direkten und indirekten Unterstützung des Hauptes unserer Behörde, Herrn Schulratspräsidenten Professor Dr. A. Rohn, durch dessen sicheres und wohlwollendes Eingreifen in Amt und Institut Bedingungen allmählich geschaffen werden konnten, die einem freien wissenschaftlichen Arbeiten nun doch weit eher förderlich sind.

Die Arbeit ist Professor Dr. Sir Arnold Theiler, dem damaligen Chef des Veterinärwesens in Südafrika und seinem derzeitigen Nachfolger im Amt, Professor Dr. P. J. du Toit, dem ehemaligen Vizedirektor der Veterinär-Medizinischen Versuchsanstalten in Onderstepoort bei Pretoria, deren Leiter er heute ist, gewidmet.

Sir Arnold Theiler darf für sich in Anspruch nehmen, uns den Aufenthalt in Südafrika ermöglicht zu haben. Ihm kommt das hohe Verdienst um die Zustellung eines wertvollen Materiales zu, das auch für diese Arbeit die Basis der Untersuchung abgegeben hat. Der Name dieses prominenten Forschers und Gelehrten steht mit der Entstehung auch dieser Arbeit im engsten Zusammenhang.

Professor Dr. du Toit hat durch Aufmerksamkeiten aller Art, die er uns und unserem Begleiter im fremden Erdteil ebenfalls erwies, in feiner Weise die treue Gesinnung und Wertschätzung zum Ausdruck gebracht, mit der er sich seiner Studienzeit in Europa erinnert, und die ihm und dem Autor durch die Weihe der gemeinsamen Arbeit, die Verfolgung des gleichen

Zieles und den Kontakt zu denselben verehrten Lehrern an unseren Hochschulen zu einer unvergesslichen Episode des Lebens geworden ist.

Wir sprechen diesen beiden hochgeschätzten Männern der Wissenschaft an dieser Stelle für ihre Güte unsern warmen Dank aus.

Es ist uns ferner eine angenehme Pflicht, dem Herrn Präsidenten der Kommission für Veröffentlichungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Herrn Professor Dr. HANS SCHINZ, unseren herzlichsten Dank abzustatten. Durch seinen Einfluss ist es erst möglich geworden, dass die für den Druck vorbereitete Abhandlung trotz ihrer kostspieligen Anlage und trotz der der Veröffentlichung infolge der gegenwärtigen Wirtschaftskrise abholden Zeitläufte dem Setzer und Reprodukteur übergeben werden konnte. Durch ein recht anerkennenswertes, von grossem Wohlwollen getragenes Entgegenkommen sorgten der Präsident und die Kommission für Veröffentlichungen dafür, dass dem Autor das Tragen der aus den Gestehungskosten der Untersuchungen und der Veröffentlichung resultierenden finanziellen Lasten wesentlich erleichtert worden ist. Durch die Aufnahme unserer Arbeit ist aber auch dem Redaktor der Denkschriften eine Summe von Arbeit und Mühe geworden, so dass wir auch in dieser Beziehung allen Grund haben, Professor SCHINZ angelegentlich zu danken.

Herr Professor Dr. K. HESCHELER, Direktor des Zoologisch-vergl. anatomischen Institutes beider Hochschulen auf hiesigem Platz hat uns wieder in der gewohnten liberalen Weise zur Konsultation der Fachliteratur die Bestände seiner reichen Instituts- und Privatbibliothek gütig zur Verfügung gestellt. Wir schulden ihm auch dafür unseren aufrichtigen und kollegialen Dank.

Beim Punkt der Drucklegung angelangt, möchten wir auch der steten Bereitschaft und Hingabe der Herren J. CATTANEO und M. FRETZ in Firma Gebrüder Fretz A. G. gedenken, mit der sie sich den Mühen einer einwandfreien Reproduktion der Bild-Tafeln in der Arbeit unterzogen haben. Die Wiedergabe der röntgenologischen Bilder in Tiefdruck verursachte anfänglich grosse Schwierigkeiten, zumal sämtliche Details auf den Originalaufnahmen in den Knochenanlagen auf das präziseste wiedergegeben werden mussten und die Weichteilpartien zugunsten der Deutlichkeit der Knochenelemente in den Hintergrund zu treten hatten, wobei trotz einzuhaltender Kontrastwirkung noch eine weiche Randkonturierung bei den Einzelfiguren zu berücksichtigen war. Die in der Mehrzahl auf die Hälfte ihrer Grösse zu reduzierenden Bilder, zu deren Wiedergabe direkt die Aufnahmefilme verwendet wurden, stellten an die Ausdauer und die Geschicklichkeit aller damit beteiligten Kräfte hohe und ungewöhnliche Ansprüche. Die Reproduktionen der Tafeln dürfen als gelungen bezeichnet werden.

Zu grösstem Danke verpflichtet sind wir auch der Verwaltung des Schlachthofes der Stadt Zürich, Herrn Direktor Bezirks- und Stadttierarzt Dr. V. ALLENSPACH. In überaus zuvorkommender Weise gewährte er uns vom ersten Tag seiner Amtsführung an volles Gastrecht, auch in betreff Einlagerung des umfangreichen südafrikanischen Materiales und stellte uns zur Durchführung damit im Zusammenhang stehender Arbeiten die geräumige gedeckte Lagerhalle seiner Anlage zur Verfügung. Nicht minderen Dank schulden wir unserem hochverehrten Dr. KASP. SCHELLENBERG, der jederzeit in Rat und Tat uns die treue freundschaftliche Verbundenheit und uneigennützige Kollegialität, sowie seine grosse nur beneidenswerte Sach- und Fachkenntnis zum Bewusstsein brachte.

Kunstzeichner Gustav ADOLF WELTI, unser getreuer Begleiter auf der Fahrt durch den dunkeln Erdteil und bestgeschätzter wissenschaftlicher Illustrator, hat sich mit der ihm eigenen Hingabe und seiner ausgesprochen künstlerischen Begabung der Text- und Pausenfiguren angenommen, Frau P. KÖRNER-STEIGER, durch unermüdliche hingebungsvolle Arbeit Verdienste um die maschinenschriftlichen und Revisionsarbeiten erworben; Herr Laboratoriumsassistent E. HAUEISEN arbeitete sich in relativ kurzer Zeit mit Geschick in die röntgenphotographische Technik ein und hat ebenfalls seine zuverlässige Arbeit in den Dienst der Sache gestellt.

Zürich, Ende November 1931.

MAX KÜPFER

Einleitung

Nicht ohne Vorbringung einer Entschuldigung und nicht ohne Unterdrückung eines gewissen Nichtigkeitsgefühles kann heute der Verfasser dieser Veröffentlichung seine «Beiträge zum Modus der Ossifikationsvorgänge in der Anlage des Extremitätenskelettes bei den Equiden» herausgeben.

Nachdem in den letzten Jahren in einigen recht beachtenswerten Arbeiten die Entwicklung der Extremität des Pferdes eine sehr aufschlussreiche und weitgehende Bearbeitung fand, schien naturgemäss nur wenig mehr für die weitere Erforschung und Aufklärung der Materie übrig zu bleiben; Resultate lagen bereits in der Niederschrift zahlreicher Abhandlungen vor.

Wir gedenken vor allem der tüchtigen, aus dem Veterinärmedizinischen Institut der Universität Giessen hervorgegangenen Dissertation von Ilmari Saarni (1921). «Die intrauterine Entwicklung der Extremitätenknochen des Pferdes», die nach vorgängigen Untersuchungen eines Rosenberg (1873), Ewart (1895), Retterer (1884 und 1902) und Martin (1912), der in seinem Lehrbuch der Anatomie der Haustiere verdienstliche Vorarbeit geleistet hatte, zum ersten Mal auf Grund eines umfangreichen Materiales eine zusammenfassende Darstellung von der Genese der knöchernen Anteile der Equidenextremität entwarf und dabei sich in betreff der Feststellung des Auftretens der Verknöcherungspunkte auf makroskopische Präparationen, Schnittserien von einzelnen Skeletteilen und auf einige Aufhellungspräparate beziehen konnte.

Wir haben uns speziell zu freuen über die Arbeit von Fritz Drahn (1927), «Die Extremitätenentwicklung und Polydaktylie beim Pferde», eine ausserordentlich gründliche und exakte, auf einem besonders reichen embryologischen Material aufgebaute Abhandlung, die neben einer morphologischen Betrachtung zur Bewertung einer entwicklungsbedingten Polydaktylie (zweiter Hauptteil der Arbeit) und einer monographischen kritischen Darstellung der in der Literatur aufgeführten Fälle von Mehrzehigkeit auch eine eingehende Schilderung von der ontogenetischen Entwicklung des Hand- und Fußskelettes beim Pferde enthält und dabei im besonderen noch einige in der Literatur angezweifelte oder umstrittene Fragen zur Abklärung bringt.

In jüngster Zeit hat Olof Carlens (1927) die Anzahl der früheren Arbeiten durch seinen «Beitrag zur Kenntnis der embryonalen Entwicklung des Extremitätenskelettes beim Pferd und Rind» um eine weitere, speziell auch die Verknöcherungsverhältnisse berücksichtigende verdienstliche Publikation vermehrt und Pferdeföten von 33, 37, 170 und 250 mm Kopfsteisslänge in die Untersuchung einbezogen.

Ueberdies wurden aber noch in andern schönen und aufschlussreichen Arbeiten die Ossifikationsvorgänge im embryonalen Körper weiterer landwirtschaftlicher Haussäugetiere geschildert und neben andern anatomischen Abschnitten auch die Extremitäten in die Untersuchung einbezogen.

Otto Zietzschmann (1924) hat in einem überaus klar angelegten und originell durchgeführten, von Sach- und Fachkenntnis durchdrungenen Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere in einem speziellen Kapitel zusammenfassend die Entwicklung des Säugetier-Gliedmassenskelettes zur Darstellung gebracht und dabei sorgfältig die auf Grund eigener Studien gewonnenen, sowie die als Ergebnis veranlasster Untersuchungen innerhalb seines Schülerkreises erhaltenen Resultate verwendet, was dazu beitrug, dass dieser erfolgreiche Forscher seinem Lehrmittel wiederum ein prägnantes persönliches Relief verleihen konnte.

Wenn dessenungeachtet wir es wagen, mit einer abermaligen neuen Schrift an die Öffentlichkeit zu treten, so sei mit Nachdruck vermerkt, dass in keiner Weise damit der Wert und die Anerkennung des von früheren Autoren Geschaffenen herabgemindert werden soll.

Eine Reihe anderer Gründe sind es gewesen, die uns in der Auffassung bestärkten, es dürfte nicht überflüssig und auch nicht unerwünscht sein, die vorliegende Abhandlung als weiterer Beitrag zur Klärung der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge in den Gliedmassenanlagen pferdeartiger Tiere im Drucke erscheinen zu lassen.

Vor allem schien es wertvoll Resultate bekannt zu geben, die auf Grund von Untersuchungen an einem einheitlichen, wohl kaum wieder so bald beschaffbaren Material gewonnen worden sind. SAARNI und DRAHN waren, wiewohl sie beide mit einem exceptionell reichen und schönen Material ihre Untersuchungen durchführen konnten, eben doch auf Embryonen und Föten angewiesen, deren Anfall mit dem Eingehen ganz verschiedenrassiger und unter allen möglichen Bedingungen gehaltener Muttertiere im Zusammenhange stund, und die, von verschiedenster Provenienz, eben der Zufall einer einheitlichen Bearbeitung überliess. So gibt z. B. SAARNI bekannt, dass sein Material zum grössten Teil aus Ungarn, zum andern Teil aus verschiedenen Gegenden Deutschlands stammt und seine Föten Pferden angehören, die verschiedenen Rassen zuzusprechen sind.

Die vorliegenden Untersuchungen aber basieren auf einem einheitlichen Material gleicher Herkunft. Es ist das Verdienst unseres Landsmannes Prof. Dr. Sir ARNOLD THEILER, wie im Vorwort bereits vermerkt, dieses Material der Wissenschaft zur Verfügung gestellt zu haben, indem er das Interesse der Unionsregierung für die Erforschung eines tierzüchterisch wichtigen Problemes am Geschlechtsapparat von Pferden zu gewinnen verstund, dessen Inangriffnahme die Beschaffung von über 160 weiblichen Pferden und gegen 300 Eselinnen zur Voraussetzung hatte, und aus welcher Materialquelle für unsere vorliegende Arbeit, welche ja nur einen dürftigen Nebenzweck erfüllt und, abgesehen vom Untersuchungsmaterial selber, in keiner Weise mit der Hauptaufgabe im Zusammenhange steht, zahlreiche Embryonen und Föten entnommen werden konnten.

Da nämlich unter den zur Bearbeitung jener Aufgabe vorgesehenen Jungtieren sich auch etliche in trächtigem Zustand befanden und diese während unseres südafrikanischen Aufenthaltes zur Feststellung der Funktionen am Keimdrüsenapparat getötet werden mussten, so fielen damals bei den vorgenommenen Schlachtungen und Sektionen eine Reihe von Embryonen und Föten an, die hernach in konserviertem Zustand zwecks anderweitiger wissenschaftlicher Verarbeitung in verlöteten Zinkkisten unter erheblichem Transportkosten-Aufwand nach Europa spediert worden sind. Diesem Umstande zufolge liessen sich deshalb die bis anhin nur an Pferden durchgeführten Untersuchungen über die Verknöcherungen der Gliedmassen auch beim Eselmaterial nachprüfen. Ausserdem war die Arbeit an einem einheitlichen Material zu bewältigen, indem die betreffenden Tiere unter Berücksichtigung des Alters, der Rasse und des Aufenthaltsgebietes ausgewählt und den Muttertieren von Natur aus die nämlichen klimatologischen und physiologischen Bedingungen geboten werden konnten.

Ein weiterer Grund, der uns bewog, mit dieser Arbeit die Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Equidenextremitäten zu vermehren, lag in der Gelegenheit, die Untersuchungen mit einer bis anhin am Gegenstand noch nicht in Anwendung gebrachten Methode durchzuführen. Die eigentliche Aufgabe der nachstehenden Mitteilungen bildet die Berichterstattung über Feststellungen von auch bei anderen Formen in Anwendung gelangenden, schon früher beobachteten Prinzipien, knorpelige Anlagen des Extremitätskelettes in knöcherne Bestände überzuführen, wobei die Resultate einer Untersuchung bekanntgegeben werden, die auf einer am vorliegenden Material bis anhin noch nicht in Anwendung gezogenen Methode basiert.

Bei aller Anerkennung der Vorzüge der Färbe- und Aufhellungstechnik bei der Darstellung der Anlagen des Skelettsystems muss doch die uneingeschränktere Anwendungsmöglichkeit unserer neueren Methode mit Röntgenstrahlen am Untersuchungsmaterial, die naturgemäss nicht nur jüngere Entwicklungsstadien zu umfassen hat, zugestanden werden, wiewohl wir auch dankbar anerkennen wollen, dass die Technik der Skelettfärbung und Aufhellung in den letzten Jahren vervollkommt worden ist. LUNDVALL's Rezepte zur isolierten Färbung der Knorpel- und Knochenskelette bei Verwendung von Alizarin und Methylgrün zur Nachfärbung haben anerkannterweise sehr befriedi-

gende Resultate ergeben. LUNDVALL (1912) hat sich aber nicht gescheut, selber auf die begrenzte Anwendbarkeit seiner Methode aufmerksam zu machen und auf die Schwierigkeiten hinzuweisen, welche bei der Durchführung dieser Technik beim Vorliegen von vorgerückten oder ausgewachsenen Stadien der Entwicklung sich einstellen können, sodass mitunter keine einheitliche Doppelfärbung zustande kommt und eine Abstufung der Aufhellungsflüssigkeit nach dem Brechungsindex des Objektes notwendig wird. SPALTEHOLZ (1914) ging insofern einen Schritt weiter, als er auf Grund seiner Untersuchungen durch Einführung von sauren Alizarin-Lösungen eine elektive Färbung des Knochensystems zustande bringt, wodurch die Differenzierung eingeschränkt oder überflüssig wird und eine Methode geschaffen ist, die bei Embryonen und jugendlichen Individuen erfolgreich zum Studium des Auftretens von Knochenkernen herangezogen werden kann. Diese Methode ist aber, so sehr sie zweifellos grosse Vorteile besitzt, doch nicht ohne Schranken durchführbar. SPALTEHOLZ selber ist sich dessen wohl bewusst und gibt auch unumwunden die Schwierigkeiten zu, die entstehen, wenn das Material gewisse Eigenschaften besitzt. So erwähnt SPALTEHOLZ das schlechte Eindringen der Farbstofflösung durch die dicke Haut. Er sieht sich veranlasst, bei grösseren Föten die Entfernung der Eingeweide vor der Färbung vorzunehmen oder das Skelett vor der Tinktion zu präparieren.

In erfreulicher Weise dringt die Röntgentechnik auch in das Gebiet der biologisch-anatomisch-veterinärmedizinischen Forschung ein und findet mannigfache Anwendung. Doch mag sie bis heute eher zu diagnostischen als zu entwicklungsgeschichtlich-morphologischen Zwecken ausgewertet worden sein. Untersuchungen unter Verwendung von Röntgenstrahlen zu analytischen Zwecken durchgeführt, dürften aber auch hier als Ergänzungen zur Abklärung noch offenstehender Fragen willkommen geheissen werden. Auf alle Fälle wird man es auch begrüssen, wenn inskünftighin von Forschern, die auf diesem Gebiet über reiche Erfahrungen verfügen, technische Winke abgegeben werden, die von weniger Bewanderten unter Umständen von grösstem Nutzen sind. Anfänge sind bereits gemacht (z. B. Arbeit von POMMER, A., 1928, aus dem Röntgeninstitut der Wiener tierärztlichen Hochschule «Das Schultergelenk des Pferdes und Hundes im Röntgenbild»).

Mit der Übernahme der Professur für Zoologie und Anatomie u. Physiologie der Haustiere an der Eidgenössischen Technischen Hochschule trat die Möglichkeit ein, das unserer Leitung unterstellte Institut mit Apparaten und Einrichtungen auszurüsten, welche speziell auch die Anwendung der modernen Röntgentechnik bei wissenschaftlichen Untersuchungen erlauben. Diese Rücksichtnahme in der Neuorganisation schien deswegen um so eher angezeigt, als vor einigen Jahren unter Mithilfe des Leiters des Röntgeninstitutes am Kantonsspital in Zürich eine gleichartige Arbeit, die sich mit der Abklärung der Verknöcherungsverhältnisse an der Rinderextremität befasste, in den Denkschriften der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft publiziert worden war (KÜPFER, MAX und SCHINZ, HANS R., 1923) und schon damals die Absicht bestand, jene Untersuchungen mit derselben erfolgreichen Methode an den Gliedmassen anderer Tiere und weiterer Körperteile fortzusetzen, in der Voraussicht, die erste Abhandlung bilde nur einen Auftakt zu einer ganzen Serie von späteren ähnlichen Abhandlungen. Verschiedene Umstände schoben dann aber leider in den folgenden Jahren diesen grosszügig entworfenen Plan immer mehr in den Wunschbereich. Deshalb liegt uns am Herzen, heute das Versäumte durch Herausgabe eines neuen Beitrages, quasi einer Fortsetzung des begonnenen Werkes, nachzuholen, womit weiterhin ein Grund angeführt ist, der uns zur Niederschrift dieser Publikation trotz bereits vorliegender Arbeiten über den Gegenstand bewogen hat. Die Bearbeitung des Extremitätenmaterials der Rinder hatte übrigens einen recht befriedigenden Einblick in die Verknöcherungsgeschehnisse der Hartteilanlagen des Bewegungsapparates der Ruminantier gewährt. Es war gegeben, jene früheren Untersuchungen bei den Rindern auch am vorliegenden Material der Pferde durchzuführen, um so mehr, als bei aller Anerkennung des Wertes der eingangs erwähnten Arbeiten ein völlig klares Bild von der Einbeziehung der einzelnen Gliedmassenteile in den Verknöcherungsprozess und speziell von der Sukzession der einzelnen Elemente in die Ossifikation bei den Pferden nicht

vorzuliegen schien. DRAHN und CARLENS soll damit in keiner Weise ein Vorwurf gemacht werden. DRAHNS Arbeit ist auf einer mehr allgemeinen entwicklungsgeschichtlichen Grundlage aufgebaut, wobei in erster Linie das Problem der Polydaktylie der Pferdegliedmasse vom Autor in den Vordergrund gerückt und das Gewicht daher hauptsächlich auf eine Darstellung der Ontogenese des Hand- und Fußskelettes, der am Carpus vorkommenden Variationen etc. gelegt wurde. Auch CARLENS Arbeit macht sicher nicht ein weiteres Studium der Materie überflüssig. Die früher erschienene Publikation von SAARNI nimmt ihrer Anlage nach eher auf den Modus der Verknöcherung Bezug, zumal sie das Hauptgewicht auf die intrauterine Entwicklung der Extremitätenknochen legt, doch fehlt einerseits hier, wiewohl die Arbeit eine Reihe von wertvollen Daten enthält und auch die Längen- und Dickenverhältnisse der jeweiligen Komponenten der Gliedmasse zueinander, durch zahlreiche Messungen der einzelnen Knochenteile festgelegt worden sind, ein übersichtliches Bild vom Einbezug der einzelnen Anlagen der Extremitätenknochen in den Calcinierungsprozess, andererseits lässt die Arbeit Belege zu den Resultaten vermissen, die speziell mit dem Verknöcherungsprozess zusammenhängen. Gewisse Phasen der Ossifikation aber auch bildlich wiederzugeben, ist unter anderm Aufgabe unserer Arbeit, die nach dieser Richtung hin eine kleine Lücke ausfüllen dürfte.

Ausser diesen angeführten subjektiven und sachlichen Gründen sind es aber noch eine ganze Reihe von Argumenten allgemeiner Natur, welche eine abermalige Bearbeitung der Materie und einen Weiterausbau des Gegenstandes rechtfertigen können.

In neuester Zeit wird immer mehr, sowohl vom Standpunkt des Chemikers wie des Physiologen, denjenigen Faktoren ein besonderes Augenmerk geschenkt, welche den Calcinierungsprozess im Stoffwechsel des Körpers in förderndem oder hemmendem Sinne beieinflussen und deshalb die Ausgestaltung der Einzelteile des Bewegungs- und Dislokationsapparates in weitgehendem Masse beherrschen. Aber erst wenn wir über die Art und Weise, nach welcher die knorpeligen Anlagen sich in die knöchernen Bestandteile transformieren, orientiert sind und ein klares Bild von der zeitlichen Regelung dieser Prozesse gewonnen haben, werden wir in der Lage sein, an einem Föten festzustellen, ob er zufolge veränderter Aussenbedingungen, unter denen sich das Leben des Muttertieres abgespielt hat, bezw. unter dem Einfluss gewisser die Skelettbildung beherrschender Faktoren von der Norm abgewichen ist oder ob direkte innere Einflüsse zur Schaffung differenter Verhältnisse Anlass gegeben haben.

Auch für die Beurteilung der am Muttertier selber feststellbaren Zustände und Veränderungen wird die genaue Kenntnis von der Entwicklung des Werdeprozesses im Bereich des Stützapparates von grösster Bedeutung sein, zumal Unterentwicklungen und Hemmungserscheinungen einerseits, anormal beschleunigte übermässige Entwicklung andererseits immer wieder am Maßstab einer normal sich abspielenden Onto- und Organogenese zu beurteilen sind.

Was SCHWEGEL (1858) in seiner «Entwicklungsgeschichte der Knochen des Stammes und der Extremitäten mit Rücksicht auf die Chirurgie, Geburtskunde und gerichtliche Medizin» vom menschlichen Material gesagt hat, dürfte heute noch in bezug auf die Verhältnisse beim Tier seine Gültigkeit haben. «Namentlich ist über den Einfluss äusserer Verhältnisse auf die Entwicklung der Knochen noch vieles zu erforschen, welche ausser dem Einfluss des Alters, des Geschlechts und einiger weniger physiologischer Funktionen in der Osteogenie immer noch nicht genügend berücksichtigt wurden.» «Die Wichtigkeit der Osteogenie im allgemeinen ist gleich jener der Osteologie, insofern die Osteogenie das Knochengerüst der Nichterwachsenen zum Gegenstand hat und hiermit ein wesentlicher Teil der Osteologie ist.»

SCHWEGEL weist sodann in seiner Arbeit — und auch dieser Hinweis darf für die tierischen Verhältnisse gemacht werden, und begründet im weiteren die Notwendigkeit, immer wieder durch neue Untersuchungen tiefer in den uns interessierenden Gegenstand einzudringen — auf die vielfältigen Beziehungen der Osteogenie zur pathologischen Anatomie hin. «Viele abnorme Erscheinungen der Teratologie können nur mit Zuhilfenahme der Osteogenie

Habitusbilder zur Charakterisierung des den Untersuchungen als Basis dienenden Tiermaterials

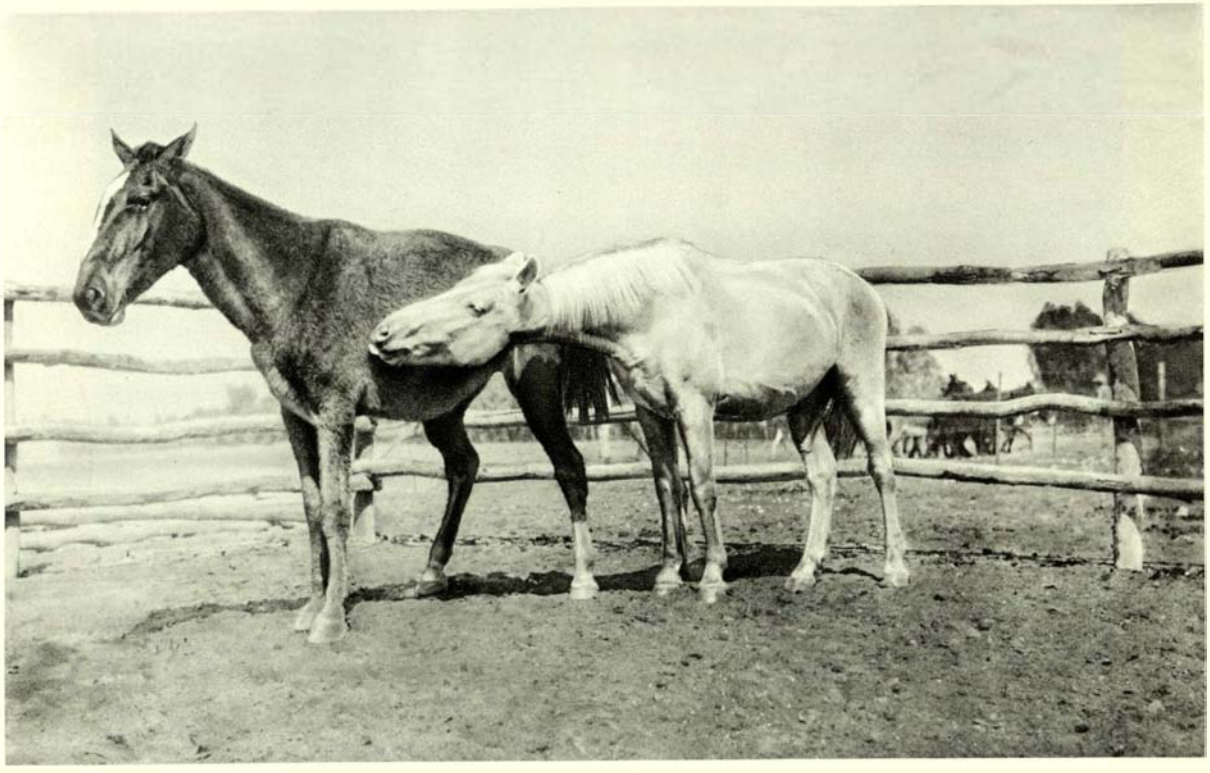


Fig. a



Fig. b

Fig. a 2½ jährige südafrikanische Pferdestute auf Farm «Bestersput» (Oranje-Freistaaten) im Stadium der Brunst mit Probierhengst «Nelson».

Fig. b Pferdestute mit 2 Tage altem Fohlen. Regierungsfarm «Bestersput». Habitus des in die Untersuchung einbezogenen Pferdetypus.

Habitusbilder zur Charakterisierung des den Untersuchungen als Basis dienenden Tiermaterials

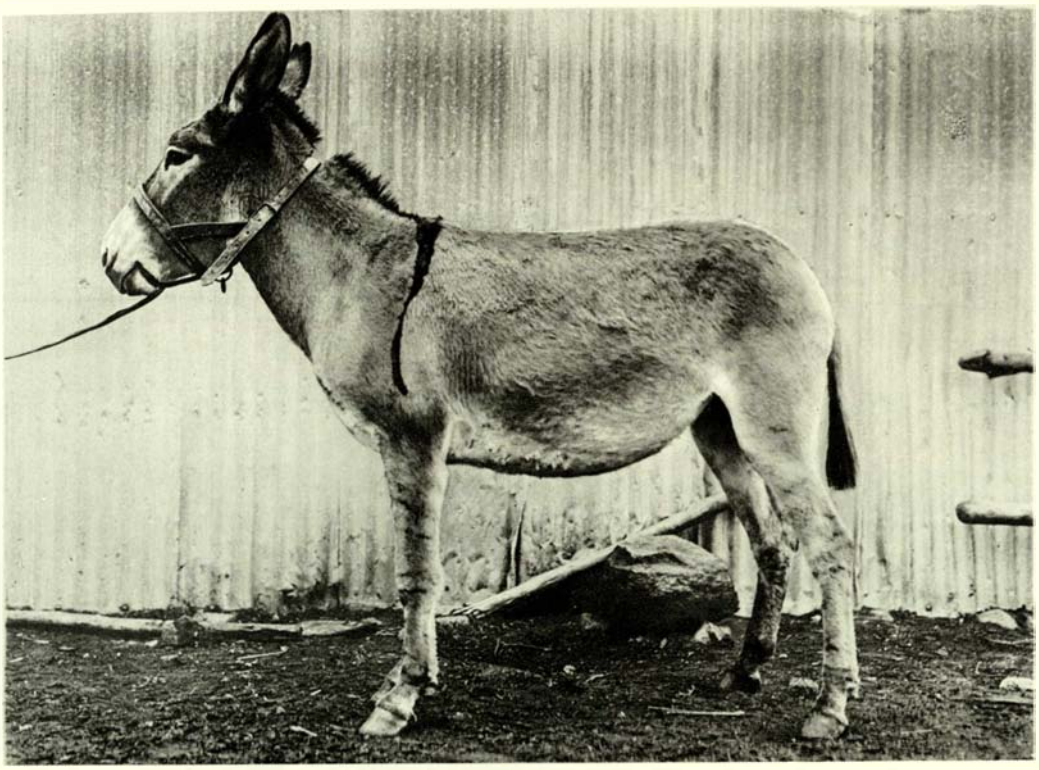


Fig. c



Fig. d

Fig. c Habitus des in die Untersuchung einbezogenen südafrikanischen Halbwildesels («donkey») mit typischer Bruststreifenzeichnung. 2 1/2 jährige Eselin.

Fig. d 3 jährige Eselin mit ca. halbjährigem weiblichem Fohlen. Regierungsfarm «Bestersput» (Oranje-Freistaaten).

Bilder von Esel- und Pferdeherden zur Veranschaulichung des den Untersuchungen zugrundegelegten Tiertypus

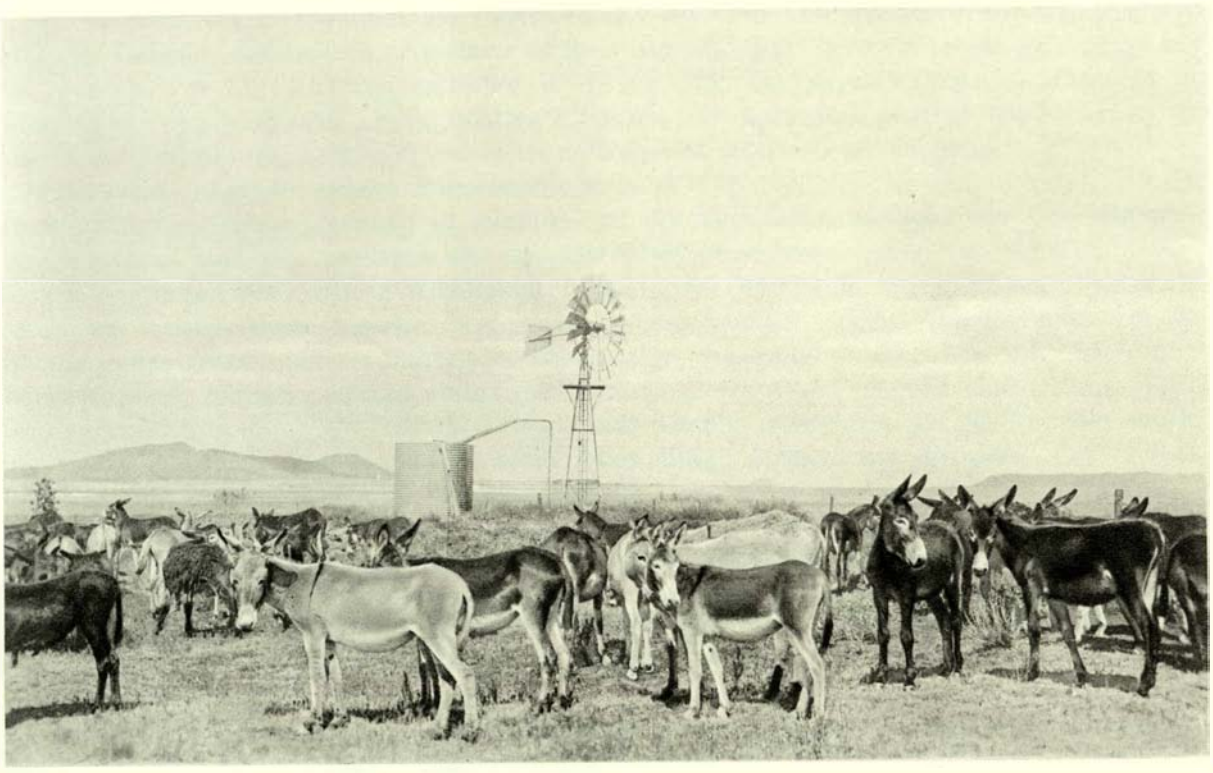


Fig. e



Fig. f

Fig. e Teil der in die Beobachtung, Untersuchung und Sektion einbezogenen Eselherde auf der Regierungsfarm «Bestersput» in den südafrikanischen Freistaaten. Im Vordergrund Eselinnen. Rechts Eselhengst. Im Hintergrund die zur Wasserversorgung vorgesehene Windmühleneinrichtung.

Fig. f Pferdeherde mit Vertretern des auf der Versuchsfarm «Bestersput» gehaltenen Beobachtungs- und Sektionstypus. Weibliche Tiere verschiedenen Alters.

erklärt werden. Die Synostosen, die Diastases der Knochen, die Exostoses, die Rauhigkeiten, Stacheln, Gruben, Furchen der Knochen können nur mit Hilfe der Osteogenie gehörig gewürdigt werden. Die Entwicklungsgeschichte ist sowohl für die physiologische als auch für die pathologische Anatomie der einzig richtige Maßstab, um diese oder jene an den Knochen vorkommende Erscheinung physiologisch oder pathologisch erklären zu können.»

SCHWEGEL macht in diesem Zusammenhang auch auf das Interesse aufmerksam, das den osteogenetischen Untersuchungen im Hinblick auf die Möglichkeit der relativen Alterseinschätzung zukommt und das natürlich für den tierischen Organismus gerade so gut wie für den Menschen gilt. «Ausser dieser Wichtigkeit kommt der Osteogenie ein ganz spezifisches Interesse zu, welches darin besteht, dass sie mehr oder weniger sichere Anhaltspunkte zur Bestimmung des intra- und extrauterinen Lebensalters beiläufig gewährt. Es gibt auch noch andere Organe, mittelst welchen einige Bestimmungen des Alters möglich sind (Zähne, Haut, Körpergrösse, Körpergewicht), allein letztere sind leichter zerstörbar als die Knochen selbst. Aus einem einzelnen Knochen kann, wenn alles übrige zerstört, mit Sicherheit das Lebensalter bestimmt werden.»

Auch auf rein veterinärmedizinischem Gebiet schafft die präzise Untersuchung des Knochensystems in seiner Entwicklung und speziell in seiner Verknöcherung manche wertvolle Klarheit. Man erhält dadurch, worauf ebenfalls schon SCHWEGEL aufmerksam gemacht hat, darüber eine Information, wann Frakturen in einem Verbindungsknorpel möglich sind, gewisse Anhaltspunkte über das Vorliegen intra-, bezw. extrakapsulärer Frakturen u. a. m.

Material. Das den Untersuchungen zugrunde gelegte Material wurde, sofern es sich um Embryonen und Föten handelt, bei Sektionen graviden Muttertieren entnommen, sofern es Fohlenmaterial betrifft, lebend auf der zum Aufenthalt zur Verfügung gestellten Regierungsfarm in Südafrika gehalten und dann zu geeigneter Zeit der Untersuchung nutzbar gemacht. Die der Untersuchung obgelegenen, in den Freistaaten uns zur Verfügung gestellten Pferde stellen Kreuzungsprodukte des südafrikanischen Pferdes mit deutschem Halbblut (Oldenburger Typ) dar. (Das südafrikanische Pferd führt seine Abstammung auf importierte Berber und Araber zurück, welchen Stammpferden sich in der Folge auch spanisches und englisches Blut beimischte.)

In betreff des Esels wurde zur Untersuchung der von den Farmern in den Freistaaten von Südafrika allgemein gehaltene «donkey» verwendet, der als halbdomestizierte Form des afrikanischen Wildesels (Equus asinus L.) bezeichnet werden darf.

Zwecks der Vermittlung des Habitusaspektes einzelner Tiere und von Tiergruppen haben wir entsprechende Bilder in den laufenden Text unserer Abhandlung aufgenommen (Tiefdrucktafeln Figg. a bis f).

Das gesamte Material stellt die embryonale und fötale Ausbeute der während unseres einjährigen Aufenthaltes in Südafrika von der dortigen Regierung zum Zwecke der Eruierung des Ovarialzyklus bei den Pferden und Eseln ermöglichten Tiersektionen dar und umschliesst, wie im vorigen bereits vermerkt, den Materialanfall von zahlreichen tragenden Tieren einer 160 Stück weibliche Pferde und ca. 300 Eselinnen umfassenden Herde, sowie eine grössere Anzahl von Fohlen aus beiden Gruppen. Von diesem reichen Material, das natürlich noch andern Zwecken zu dienen hat, konnten wir nur einen kleinen ausgewählten Teil direkt für die vorliegende Arbeit verwerten, indem nur von einem bestimmten embryonalen Entwicklungsstadium an das Material unserer Methode zugänglich war und ein grosser Teil von Fällen später, als die Untersuchung an den Pferde- und Eselgliedmassen bereits die Aufstellung einer Reihe von aufeinanderfolgenden Stadien der Verknöcherung ermöglicht hatte, nur noch zu röntgenologischen Probeaufnahmen verwendet wurde.

In der vorliegenden Arbeit berücksichtigt und in die nähere Untersuchung einbezogen wurden folgende in den beiden nachstehenden Tabellen aufgeführten Fälle (Tab. 1 u. 2, Materialübersicht!).

Das Alter der Embryonen. Leider sind wir nicht in der Lage, über das absolute Alter der Embryonen bestimmte Angaben zu machen. Da es im Interesse unserer der Eruierung des Ovarialzyklus gewidmeten Untersuchung gelegen war, die grosse Mehrzahl der zur Disposition gestellten Tiere in nicht gravidem Zustand einer täglichen Beobachtung zu unterziehen, um das Verhalten der eben in das geschlechtsreife Alter eintretenden Tiere in bezug auf Brunst und Geschlechtsäusserungen zu ermitteln, und da nur eine relativ geringe Anzahl trächtiger Tiere zur Feststellung des Verhaltens der weiblichen Keimdrüsen nach dem Austragen der Leibesfrucht mitangekauft wurde, von diesen Individuen aber wieder Angaben über die Dauer der Tragzeit nicht erhältlich waren, so müssen fast sämtliche Fälle, in denen eine Trächtigkeit vorgelegen hat, als solche bewertet werden, bei denen eigentlich eine Nichtgravidität hätte vorliegen sollen und nur zufolge einer Täuschung sich als gravid zufälligerweise erwiesen.

Nur in den allerwenigsten Fällen wurde von uns selber die Begattung der Tiere durch Zulassung des Hengstes veranlasst, sodass beim betreffenden Material eine exakte und zuverlässige Altersangabe möglich ist. Alle anderen Fälle sind in bezug auf die zeitliche Fixierung eingetretener Begattung als unkontrollierte und in bezug auf das Alter der Embryonen, Föten und Fohlen als unbestimmte Fälle zu betrachten. Von den Farmern, bei welchen die Tiere angekauft wurden, waren Angaben über den Zeitpunkt, zu welchem eine Begattung hätte möglich werden können, nicht erhältlich. Die uns zur Untersuchung gestellten Pferde und Esel, die als Nutztiere bis anhin noch nicht verwendet wurden, lebten eben in Südafrika in einer Art Wildzustand und wurden in Herden ohne Trennung des Geschlechtes auf grossen Weidecamps gehalten, so dass sie, einmal geschlechtsreif geworden, unbewacht sich paaren und mischen konnten. Zahlreiche Fälle, in denen Trächtigkeit vorlag, wurden wie gesagt als nicht gravid angekauft, was um so leichter möglich war, als der trächtige Zustand sich gewöhnlich über eine relativ kurze Zeit erstreckte und augenfällige Formveränderungen deshalb an den betreffenden Muttertieren nicht vorhanden waren.

Anwendung der Untersuchungsmethode. In unserer früheren Arbeit ist ein Kapitel eingeschaltet, das Auskunft über die Anwendung der röntgenologischen Untersuchungsmethode in Verbindung mit theoretischen Ausführungen zur Röntgentechnik enthält. Wir möchten auf jenes Kapitel in diesem Abschnitt verweisen. (KÜPFER, M. u. SCHINZ, H. R. 1923, pg. 6).

Frühe und ältere Stadien der Pferde- und Esel-Embryonalentwicklung wurden zunächst röntgenologisch in toto aufgenommen und untersucht, die Extremitäten hernach nach ihrer Abtrennung vom Rumpfe in Einzelaufnahmen der Untersuchung zugänglich gemacht, wobei stets die verschiedensten Lageorientierungen (Vorder-, Hinter-, Lateral- und Medialflächenlage) berücksichtigt worden sind.

Waren die Entwicklungsstadien noch weiter fortgeschritten, so musste die Abtrennung der Gliedmassen vom Rumpfe von vorneherein vollzogen werden, und zwar bei den Vordergliedmassen unter Einbezug der Scapula, bei den Hinterextremitäten unter Schonung und Zurücklassung der knorpeligen, bzw. knöchernen Bestandteile des Beckens. Wenn das Filmformat es zuliess, wurden Vorder- und Hintergliedmassen einer Seite zunächst unzerlegt und mit intakten Gelenken geröntgt, um auf diese Weise über die natürliche Entfernung der einzelnen Knochenanlagen, über die Länge der Gesamtextremität, die Länge der Einzelteile innerhalb dieser ein richtiges Bild zu erhalten. Fügte sich indessen wegen der starken Längenausdehnung das unzerlegte Material nicht mehr in den Röntgenbildrahmen hinein, so wurden die Extremitäten, wenn immer dies zufolge der Konservierung, Härtung und Steifung des Materiales leichthin möglich war, im Ellenbogen-, bzw. Kniegelenk, in der vordern, bzw. hintern Fusswurzel oder in den Metacarpo-, bzw. Metatarsophalangealgelenken durchschnitten und die jeweiligen Teilstücke für sich aufgenommen, um hernach die Zergliederung noch weiter zu treiben und um dann die ganze Extremität durch Zusammensetzung der Einzelteile wieder rekonstruieren zu können. Bei älteren Entwicklungsstadien, bei älteren Föten und Fohlen, musste zufolge des

Tabelle 1

Materialübersicht

Die auf die Extremitätenverknöcherung hin untersuchten Pferde (Embryonen, Föten; Fohlen) mit Angaben betreffend Materialbezeichnung, Geschlecht, Kopfsteisslänge, relatives Alter, erreichter Ossifikationsstufe und vorhandener figürlicher Wiedergabe in Textskizzen und Tafeln

Material-bezeich-nung «Pf.»	Ge-schlecht	Kopf-steiss-länge in cm	Angaben über das relative Alter der Embryonen, bezw. der Föten und Fohlen (schätzungsweises Alter)	Erreichte Ossifikationsstufe von der		Figürliche Wiedergaben in Textillustrationen, bezw. Tafeln	
				Vorder-extremität	Hinter-extremität	Textfiguren	Tafeln
602	weibl.	23,00	ca. 16 Wochen	1. Stufe	1. Stufe	Vo. Ex.: 1, 2; 102, 103, 128, 129, 148, 149, 179, 180, 197, 198 Hi. Ex.: 3, 4; 223, 224, 247, 248, 265, 266, 293, 294, 310, 311	I: Figg. 1—4, 9, 10 I: Figg. 1, 5—8, 11, 12
617	weibl.	39,50	ca. 22—23 Wochen	2. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 5, 6; 104, 105, 150, 151, 199, 200 Hi. Ex.: 7, 8; 225, 226, 267, 268, 312, 313	II: Fig. 1; III: Figg. 1—9 II: Fig. 1; III: Figg. 10—17
	männl.	38,50	ca. 22 Wochen (bedeckt im Februar, Schlachtung des Muttertieres am 31. Juli, ca. 5½ Monate)	2. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 9; 95 Hi. Ex.: 10	— —
600	männl.	51,00	zwischen 23 und 28 Wochen	3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 11, 12; 96, 106, 107, 152, 153, 181, 182 Hi. Ex.: 13, 14; 227, 228, 269, 270, 295, 296	IV: Figg. 1—6, 8, 16 IV: Figg. 7, 9—15, 17
543	männl.	ca. 50,00		3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 15; 201 Hi. Ex.: 16; 314	— —
563	weibl.	ca. 50,00		3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 17; 154 Hi. Ex.: 18; 271	— —
653	männl.	50,50		3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 19; 183 Hi. Ex.: 20; 297	V: Fig. 1 V: Fig. 2
610	männl.	62,00	zwischen 28 und 30 Wochen	3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 21, 22; 155, 156 Hi. Ex.: 23, 24	V: Figg. 3—5 V: Figg. 6—9
564	weibl.	66,00	zwischen 30 und 31 Wochen	3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 25 Hi. Ex.: 26	— —
604	männl.	71,00	etwas mehr als 31 Wochen	3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 27, 28; 130, 131, 184, 185, 202, 203 Hi. Ex.: 29, 30; 249, 250, 298, 299, 315, 316	— —
651	männl.	70,00	zwischen 31 und 34 Wochen	3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 31, 32 Hi. Ex.: 33, 34	— —
657	männl.	68,00	ca. 34 Wochen	3. Stufe	2. Stufe	Vo. Ex.: 35 Hi. Ex.: 36	— —
618	weibl.	72,00	ca. 35 Wochen	3. Stufe	3. Stufe	Vo. Ex.: 37, 38; 108, 109 Hi. Ex.: 39, 40; 229, 230	XXX: Fig. 29 XXX: Fig. 30
667	männl.	67,00	zwischen 35 und 37 Wochen	3. Stufe	3. Stufe	Vo. Ex.: 41, 42; 132, 133, 157, 158, 204, 205 Hi. Ex.: 43, 44; 251, 252, 272, 273, 317, 318	VI: Figg. 1—7 VI: Figg. 8—14
568	männl.	76,00	zwischen 37 und 40 Wochen	3. Stufe	4. Stufe	Vo. Ex.: 45; 97, 110, 159, 186, 206 Hi. Ex.: 46; 231, 274, 300, 319	— —
658	—	—	ca. 40 Wochen	3. Stufe	4. Stufe	Vo. Ex.: 47, 48; 160, 187, 188 Hi. Ex.: 49, 50; 275, 276, 301, 302	VII: Figg. 1—14 VII: Figg. 15—31
605	—	83,00	ca. 40 Wochen	4. Stufe	4. Stufe	Vo. Ex.: 51, 52; 134, 135, 161, 162 Hi. Ex.: 53, 54; 253, 254, 277, 278	— XXX: Figg. 31, 32
518	männl.	74,00	zwischen 40 und 45 Wochen	5. Stufe	5. Stufe	Vo. Ex.: 55; 136, 163, 189, 207 Hi. Ex.: 56; 255, 279, 303, 320	VIII: Figg. 1—3 VIII: Figg. 4—6
545	weibl.	81,00	zwischen 40 und 45 Wochen	6. Stufe	5. Stufe	Vo. Ex.: 57; 111, 137, 164, 190, 208 Hi. Ex.: 58; 232, 256, 280, 304, 321	— —
700	weibl.	84,00	ca. 45 Wochen alt (andere Rasse!)	7. Stufe	5. Stufe	Vo. Ex.: 59, 60; 112, 113, 138, 139, 165, 166, 191, 192, 209, 210 Hi. Ex.: 61; 257, 281, 305, 322	— XXX: Fig. 35
670	männl.	79,00	zwischen 45 und 52 Wochen	8. Stufe	6. Stufe	Vo. Ex.: 62, 63; 98, 114, 115, 140, 141, 167, 168, 211, 212 Hi. Ex.: 64, 65; 234, 235, 258, 259, 282, 283, 323, 324	IX: Figg. 1—15 IX: Figg. 16—28
661	männl.	84,00	zwischen 45 und 52 Wochen	9. Stufe	7. Stufe	Vo. Ex.: 66, 67; 116, 117, 213, 214 Hi. Ex.: 68, 69; 236, 237, 325, 326	X: Figg. 1—7 X: Figg. 8—14
666	weibl.	79,00	zwischen 45 und 52 Wochen	10. Stufe	7. Stufe	Vo. Ex.: 70, 71; 118, 119, 142, 143, 169, 170 Hi. Ex.: 72, 73; 238, 239, 260, 261, 284, 285	XI: Figg. 1—16 XI: Figg. 17—28
544	weibl.	86,00	zwischen 45 und 52 Wochen	11. Stufe	8. Stufe	Vo. Ex.: 74, 75; 120, 121, 171, 172, 193, 194, 215, 216 Hi. Ex.: 76, 77; 240, 241, 286, 287, 306, 307, 327, 328	XII: Figg. 1—4, 16—18 XII: Figg. 5, 19—27
660	weibl.	97,00	nahe beim Austragen	12. Stufe	9. Stufe	Vo. Ex.: 78, 79; 99, 122, 123, 173, 174, 217, 218 Hi. Ex.: 80, 81; 242, 243, 288, 289, 329, 330	XIII: Figg. 1—15 XIII: Figg. 16—28
559	weibl.	—	Fohlen, 26 Tage alt (über 3 Wochen)	13. Stufe	10. Stufe	Vo. Ex.: 82, 83; 100, 124, 125, 144, 145, 175, 176, 195, 196, 219, 220 Hi. Ex.: 84, 85; 244, 245, 262, 263, 290, 291, 308, 309, 331, 332	XXX: Fig. 37 XXX: Fig. 33
650	weibl.	—	Fohlen, 24 Tage post partum (2,5 Wo.)	13. Stufe	11. Stufe	Vo. Ex.: 86, 87; 104, 126, 127, 146, 147, 177, 178, 221, 222 Hi. Ex.: 88; 246, 264, 292, 333	XXX: Fig. 38 —
668	männl.	—	Fohlen, 50 Tage alt (ca. 7 Wochen)	13. Stufe	11. Stufe	Vo. Ex.: — Hi. Ex.: —	XXX: Figg. 36, 39 XXX: Figg. 34, 40
530	—	—	Fohlen, 7 Monate (ca. 30 Wochen)	13. Stufe	11. Stufe	Vo. Ex.: — Hi. Ex.: —	— —
536			Fohlen, 16 Monate (ca. 69 Wochen)	13. Stufe	11. Stufe	Vo. Ex.: — Hi. Ex.: —	— —
533			Fohlen, 18 Monate (78 Wochen)	13. Stufe	11. Stufe	Vo. Ex.: — Hi. Ex.: —	— —

Tabelle 2

Materialübersicht

Die auf die Extremitätenverknöcherung hin untersuchten Esel (Embryonen, Föten; Fohlen) mit Angaben betreffend Materialbezeichnung, Geschlecht, Kopfsteisslänge, relatives Alter, erreichter Ossifikationsstufe und vorhandener figürlicher Wiedergabe in Textskizzen und Tafeln

Materialbezeichnung «Do.»	Geschlecht	Kopfsteisslänge in cm	Angaben über das relative Alter der Embryonen, bezw. der Föten und Fohlen (schätzungsweises Alter)	Erreichte Ossifikationsstufe von der: Vorderextremität	Hinterextremität	Figürliche Wiedergaben in Textillustrationen, bezw. Tafeln: Textfiguren	Tafeln
113	—	8,50	zu Beginn des 3. Monats	Stufe a1	Stufe a1	Vo. Ex.: 334 Hi. Ex.: 335	XIV: Fig. 1 XIV: Fig. 1
55	—	14,20	ca. 12 Wochen	Stufe 1	Stufe a1	Vo. Ex.: 336, 337; 486, 497, 523, 547, 548, 578, 579, 594, 595 Hi. Ex.: 338, 339; 620, 645, 646, 699, 700, 715, 716	XIV: Figg. 2a, 2c XIV: Figg. 2b, 2c
0.24	—	14,00	ca. 15 Wochen	Stufe 1	Stufe 1	Vo. Ex.: 340; 498 Hi. Ex.: 341; 621, 668, 669	XIV: Fig. 3 XIV: Fig. 3
16742	—	17,80	um 17 Wochen	Stufe 1	Stufe 1	Vo. Ex.: 342, 343; 499, 524, 525 Hi. Ex.: 344, 345; 622, 647, 648	XIV: Figg. 4, 4a, 4c XIV: Figg. 4, 4b, 4d
16682	männl.	23,00	zwischen 19 und 20 Wochen	Stufe 1	Stufe 1	Vo. Ex.: 346, 347 Hi. Ex.: 348, 349	XIV: Figg. 1, 1a, 1c XIV: Figg. 1, 1b, 1d
81	weibl.	29,00	ca. 20 Wochen	Stufe 1	Stufe 1	Vo. Ex.: 350, 351; 549, 550 Hi. Ex.: 352, 353; 670, 671	XV: Figg. 2, 2′, 2b, 2b′ XV: Figg. 2a, 2a′ 2c, 2c′
0.76	weibl.	30,50	um 20 Wochen	Stufe 1	Stufe 1	Vo. Ex.: 354, 355; 500, 580, 581, 596, 597 Hi. Ex.: 356, 357; 623, 701, 702, 717, 718	— —
16710	weibl.	35,00	um 22 Wochen	Stufe 1	Stufe 2	Vo. Ex.: 358, 359; 598, 599 Hi. Ex.: 360, 361; 719, 720	XVI: Figg. 1, 1a, 1a′, 1b XVI: Figg. 1, 1c, 1d, 1e
16684	weibl.	36,00	zwischen 23 und 30 Wochen	Stufe 2	Stufe 2	Vo. Ex.: 362, 363; 501, 526, 527, 551, 552, 600, 601 Hi. Ex.: 364, 365; 624, 649, 650, 672, 673	XVII: Figg. 1, 6, 7 XVII: Figg. 2, 3, 4, 5
16734	männl.	49,50	ca. 30 Wochen	Stufe 2	Stufe 2	Vo. Ex.: 366, 367; 487 Hi. Ex.: 368, 369	— —
16720	weibl.	54,00	zwischen 30 und 33 Wochen	Stufe 3	Stufe 2	Vo. Ex.: 370, 371; 488, 502, 503, 553, 554, 582, 583 Hi. Ex.: 372, 373; 625, 626, 674, 675, 703, 704, 721, 722	— —
16696	männl.	57,50	zwischen 30 und 33 Wochen	Stufe 3	Stufe 2	Vo. Ex.: 374 Hi. Ex.: 375	— —
141	weibl.	52,00	zwischen 30 und 36 Wochen	Stufe 3	Stufe 2	Vo. Ex.: 376 Hi. Ex.: 377	— —
146	männl.	58,50	zwischen 30 und 36 Wochen	Stufe 3	Stufe 2	Vo. Ex.: 378, 379 Hi. Ex.: 380, 381	— —
16746	weibl.	54,00	ca. 33 Wochen	Stufe 3	Stufe 3	Vo. Ex.: 382; 555 Hi. Ex.: 383; 676	— —
16706	weibl.	48,00	zwischen 33 und 36 Wochen	Stufe 3	Stufe 3	Vo. Ex.: 384 Hi. Ex.: 385	XVIII: Fig. 1 XVIII: Fig. 2
16687	männl.	60,00	ca. 36 Wochen	Stufe 3	Stufe 4	Vo. Ex.: 386, 387 Hi. Ex.: 388, 389; 627, 628	— —
16698	weibl.	62,50	zwischen 36 und 40 Wochen	Stufe 4	Stufe 5	Vo. Ex.: 390, 391; 528, 529, 584, 585, 602, 603 Hi. Ex.: 392, 393; 651, 652, 705, 706, 723, 724	XIX: Figg. 1—5 XIX: Figg. 6—14
115	männl.	58,00		Stufe 5	Stufe 5	Vo. Ex.: 394; 504 Hi. Ex.: 395; 629	— —
135	weibl.	42,50		Stufe 6	Stufe 5	Vo. Ex.: 396, 397; 505, 506, 530, 531, 556, 557 Hi. Ex.: 398, 399; 677, 678	— —
77	männl.	67,50		Stufe 6	Stufe 5	Vo. Ex.: 400, 401 Hi. Ex.: 402, 403	— —
16676	weibl.	65,00	um 40 Wochen herum	Stufe 7	Stufe 6	Vo. Ex.: 404, 405; 507, 508, 532, 533, 558, 559, 604, 605 Hi. Ex.: 406, 407; 630, 653, 654, 679, 680, 725, 726	XX: Figg. 1—5, 5a, 8a, 8b XX: Figg. 6, 7, 9, 10, 11
0.20	männl.	65,00	um 40 Wochen herum	Stufe 8	Stufe 7	Vo. Ex.: 408, 409; 489, 509, 510, 534, 535, 560, 561, 586, 587, 606, 607 Hi. Ex.: 410, 411; 631, 632, 655, 656, 681, 682, 707, 708, 727, 728	XXI: Figg. 1, 1a, 2—16 XXI: Figg. 17—32
139	männl.	74,50	ca. 50 Wochen	Stufe 9	Stufe 8	Vo. Ex.: 412, 413; 511, 512, 536, 537, 562, 563, 608, 609 Hi. Ex.: 414, 415; 633, 634, 683, 684, 729, 730	XXX: Figg. 13, 16, 19, 21, 22 XXX: Fig. 20
66	weibl.	62,00	ca. 50 Wochen	Stufe 10	Stufe 9	Vo. Ex.: 416, 417; 513, 514, 564, 565, 588, 589, 610, 611 Hi. Ex.: 418, 419; 635, 636, 657, 658, 685, 686, 709, 710, 731, 732	XXII: Figg. 1—18 XXII: Figg. 19—36
134	weibl.	74,00	ca. 50 Wochen	Stufe 10	Stufe 9	Vo. Ex.: 420, 421; 566, 567, 612, 613 Hi. Ex.: 422, 423; 687, 688	XXX: Figg. 6, 11, 12 XXX: Figg. 5, 7, 8
143	weibl.	74,00	ca. 50 Wochen	Stufe 11	Stufe 10	Vo. Ex.: 424; 490, 515, 538, 568, 569, 614 Hi. Ex.: 425; 637, 659, 689, 733	XXIII: Figg. 1, 2, 11—14 XXIII: Figg. 3—10
92	weibl.	72,00	zwischen 50 und 52 Wochen	Stufe 12	Stufe 11	Vo. Ex.: 426; 491, 516, 539, 570, 615 Hi. Ex.: 427; 638, 660, 690, 691, 734	XXIV: Figg. 1, 4, 5 XXIV: Figg. 2, 3, 6
63	männl.	70,00	zwischen 50 und 52 Wochen	Stufe 13	Stufe 11	Vo. Ex.: 428; 492, 540, 571 Hi. Ex.: 429; 661, 692	XXIV: Figg. 7, 8, 9, 12, 13 XXIV: Figg. 10, 11, 14
86	weibl.	76,00	2 bis 3 Tage alt	Stufe 13	Stufe 11	Vo. Ex.: 430 Hi. Ex.: 431	XXX: Figg. 2, 3 XXX: Figg. 1, 4
140	weibl.		24 Tage alt	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 432, 433; 572, 573 Hi. Ex.: 434, 435; 693, 694	XXX: Fig. 14 XXX: Figg. 9, 10, 15
87	männl.	88,00	4 Tage post partum	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: ~~436, 437~~ Hi. Ex.: 438, 439	XXX: ~~Figg. 24, 25~~ XXX: Figg. 17, 18, 23
	weibl.	74,00	5 Tage alt	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 440, 441; 493, 517, 518, 541, 542, 616, 617 Hi. Ex.: 442, 443; 639, 640, 735, 736	XXX: Figg. 26, 27 XXXI: Figg. 4, 5, 6, 7 XXX: Figg. 28, 28a; XXXI: Figg. 3, 8
16749	weibl.	86,00	—	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 444, 445 Hi. Ex.: 446, 447	XXVII: Figg. 1—16 XXVIII: Figg. 1—18
16772	männl.	—	—	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 448, 449 Hi. Ex.: 450, 451	— —
16714	weibl.	—	6 Tage alt	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 452, 453; 574, 575 Hi. Ex.: 454, 455; 662, 663, 695, 696	XXV: Figg. 1–6, 10–15, 20, 22, 26 XXV: Figg. 7–9, 16–19, 21, 23, 24, 25, 27, 28
149	weibl.	—	127 Tage alt	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 456, 457 Hi. Ex.: 458, 459	— —
132	männl.	—	202 Tage post partum	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 460, 461; 494, 519, 520, 590, 591 Hi. Ex.: 462, 463; 641, 642, 711, 712	— —
131	weibl.	—	—	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 464, 465; 543, 544 Hi. Ex.: 466, 467; 664, 665	XXVI: Figg. 1—10, 12 XXVI: Figg. 11, 13—23
103	weibl.	—	gegen 2 Jahre	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 468, 469; 495, 521, 522, 576, 577, 592, 593, 618, 619 Hi. Ex.: 470, 471; 643, 644, 697, 698, 713, 714, 737, 738	— —
58	weibl.	—	1 Jahr, 7 Monate, 21 Tage	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 472, 473 Hi. Ex.: 474, 475	— —
90	weibl.	91,00	—	Stufe 13	Stufe 12	Vo. Ex.: 476, 477; 496, 545, 546 Hi. Ex.: 478, 479; 666, 667	XXIX: Figg. 1—8, 18 XXIX: Figg. 9—17

Materialbezeichnung Do. 55 in 3. Rubrik soll heissen 11,20 anstatt 14,20. M. K.

Ausmasses der einzelnen Knochen freilich von vorneherein die Extremität in eine möglichst grosse Anzahl von Teilabschnitten aufgeteilt werden, und ausserdem war es im Interesse der Gewinnung möglichst klarer Bilder geboten, die Körperdecke von der muskulösen Unterlage der Extremitäten zu entfernen und in einigen Fällen die Knochen selber von den Muskeln freizulegen.

Sämtliches Material, das zur Untersuchung gelangte, lag in einem einwandfrei konservierten Zustand vor. Als Konservierungsflüssigkeit wurde 5 und 10%iges Formol in Gebrauch gezogen. Um das zarte embryologische Material ohne Druckbeeinflussung freiliegend in der Härtungsflüssigkeit konservieren zu können, wurden auf der Farm für die Anhärtung weitlumige Fässer verwendet, die Embryonen zunächst ohne Überschichtung mit anderem Material frei in die Flüssigkeit dieser Standbehälter eingelegt und eine Zeitlang in diesen belassen. Erst bei grösseren Embryonen wurden zwecks gründlicher Durchdringung der tiefgelegenen Gewebe und Organteile mit Konservierungsflüssigkeit nachträglich noch an verschiedenen Körperstellen Formolinjektionen durchgeführt, was bei in der Entwicklung weit fortgeschrittenem Material um so eher angezeigt erschien, als wir absichtlich von den Föten die Körperdecke nicht abgezogen hatten, um dieselbe möglichst intakt für spätere Untersuchungen zur Verfügung zu haben; das Material, das in geräumigen Zinkkisten aufbewahrt werden konnte, wurde dann später bei reichlicher Verwendung von Watte als Füllmaterial für den Abtransport nach Europa bereitgestellt.

Um in bequemer Weise die wissenschaftlichen Röntgenaufnahmen befunden zu können, haben wir der Zürcher Vertretung der Firma Sireva A.-G., Berlin, einen Schautisch zur Konstruktion in Auftrag gegeben, der bei durchfallendem Licht die einzelnen Aufnahmen auf Milchglas zu überprüfen und vergleichend betrachten lässt und auf dem sich auch leicht die Pausenbilder der Originalfilme abnehmen liessen.

Wir haben nicht unterlassen, jeden einzelnen Fall für sich und vergleichend mit andern Fällen in bezug auf die Verknöcherung des Extremitätenskelettes zu studieren. Die Befunde hielten wir bildlich in der Weise fest, dass wir eine genaue Pause der Konturen der Gliedmassen und ihrer verknöcherten Anteile ausfertigten, dann, gleichviel, ob sie sich auf ganze Extremitäten bezogen, oder nur auf Teilstücke derselben, unter Verwendung eines einheitlichen Maßstabes photographierten und bei genauem Auszeichnen der Knochenkerne und der übrigen in die Verknöcherung getretenen Anteile in exakte, den röntgenologischen Originalaufnahmen entsprechende Textfiguren umzeichneten. Dass wir zur Illustration in unserer Abhandlung vielfach nur diese Pausenbilder benutzt und nicht immer gleichzeitig die Reproduktion der Originalröntgenbilder wiedergegeben haben, ist aus Gründen der Einschränkung der ohnehin ausserordentlich hohen Erstehungskosten, welche durch die in Tiefdruck reproduzierten Originalaufnahmebilder und die übrigen bildlichen Darstellungen hauptsächlich entstanden sind, geschehen.

Zur allgemeinen Disposition der Arbeit

Bevor wir an die Beschreibung der Befunde unserer Untersuchungen treten, möge uns zunächst gestattet sein, Klarheit über die Art der vorgenommenen Einteilung des vorliegenden Stoffes zu schaffen.

Wir gehen im folgenden einzeln auf die Untersuchungen an den Gliedmassen der Pferde und an den Gliedmassen der Esel ein, wobei wir erstere letzteren voranstellen. Dieses Vorgehen gibt Anlass, den gesamten Stoff *in* **zwei Hauptteile** zu zerlegen; **in den Teil A.**: Untersuchungen an den Pferdegliedmassen; **in den Teil B.**: Untersuchungen an den Eselgliedmassen. Jeder dieser beiden Hauptabschnitte teilt sich wiederum in acht Nebenabschnitte auf.

Der I. Abschnitt handelt von den untersuchten Stadien der Extremitätenentwicklung und gibt in Form einer Kasuistik Aufschluss über die Befunde im Auftreten von Verknöcherungsherden in den Extremitäten der einzelnen, vorliegenden, untersuchten und in die Arbeit einbezogenen Fälle.

Der II. Abschnitt schafft Ordnung innerhalb des untersuchten und befundeten Materials. Er bringt diejenigen Fälle unter einen gemeinsamen Hut, die in bezug auf das Fortschreiten der Verknöcherung die nämlichen Knochenkerne aufweisen. Der Abschnitt macht den Leser mit den einzelnen Ossifikationsstufen bekannt und teilt mit, wie sich die Einzelfälle auf diese verteilen.

Der III. Abschnitt geht auf die sukzessive Folge der einzelnen am Aufbau des Extremitätenskelettes beteiligten Elemente der Knochenanlagen beim Ossifikationsprozess ein. Er handelt von der Elementenfolge im Verknöcherungsgeschehen.

Der IV. Abschnitt wendet sich einer Sonderbetrachtung zu und greift die diaphysären Anteile für die Feststellung der Verknöcherungsfolge innerhalb der ganzen Elementengruppe heraus.

Der V. Abschnitt verfolgt einen ähnlichen Zweck. Diesmal sind es aber die Epiphysen, deren sukzessiver Einbezug in die Verknöcherung in den einzelnen Fällen interessiert.

Der VI. Abschnitt befasst sich mit der Folge der Verknöcherung von denjenigen Elementen, die im IV. und V. Abschnitt noch nicht Gegenstand einer näheren Besprechung geworden sind, d. h. mit der Folge der ausserdiaphysären und ausserepiphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung.

Der VII. Abschnitt tritt auf die einzelnen Zonen ein, die in der Extremität während der Ueberführung des Knorpelgewebes in die Knochensubstanz zur Ossifikation gelangen und berücksichtigt dabei die Verknöcherung des *Zonoskelettes* (Schultergürtel-Verknöcherung), des *Stylopodiums* (Oberarm- und Oberschenkelskelett-Verknöcherung), des *Zeugopodiums* (Unterarm- und Unterschenkel-Verknöcherung), des *Basipodiums* (Vorder- und Hinterfusswurzel-Verknöcherung), des *Metapodiums* (Vordermittelfuss- und Hintermittelfuss-Verknöcherung) und des *Acropodiums* (Vorderfusszehen- und Hinterfusszehen-Verknöcherung), zuerst die Vorderextremität, dann die Hinterextremität behandelnd.

Der VIII. Abschnitt ist in beiden Hauptteilen (**A** und **B**) der vergleichsweisen Betrachtung der Ergebnisse der Untersuchung des Verknöcherungsprozesses in den Anlagen der Vorder- und Hintergliedmasse gewidmet. Der Ossifikationsmodus in der Vorderextremität wird mit dem Ossifikationsmodus in der Hinterextremität verglichen, und es werden die sich ergebenden Verknöcherungsetappen einander gegenübergestellt.

Den anfangs erwähnten beiden Hauptabschnitten (**A** und **B**) wird ein **dritter Hauptabschnitt C** angegliedert. Er bleibt ausschliesslich für die vergleichende Betrachtung reserviert. Die Ossifikation der Pferdegliedmasse wird mit der Ossifikation der Eselgliedmasse verglichen. Es werden die Resultate in Abschnitt **A** den Resultaten in Abschnitt **B** gegenübergestellt.

A. Untersuchungen an den Pferdegliedmassen

I. ABSCHNITT

Die vorliegenden untersuchten Stadien der Extremitätenverknöcherung (Kasuistik)

Fall 1: Pferd, bez. Pf. 602

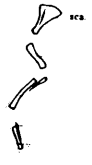
Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 1 u. 2; Taf. I: Figg. 1, 2, 3, 3a, 4, 9 und 10;

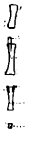
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 3 u. 4; Taf. I: Figg. 1, 5, 6, 7, 8, 11 und 12.

Die frühesten Stadien der Extremitätenverknöcherung, die uns bei Pferden für diese Untersuchung zur Verfügung stehen, beziehen sich auf das Pferd *Pf. 602.*

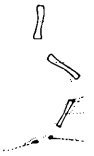
Betrachtet man Vorder- und Hintergliedmassen in der Seiten- und Frontansicht (Textfigg. 1 u. 2; Textfigg. 3 u. 4) — wir haben jeweils die Gliedmassen einer Seite in der Seitenflächen- bezw. Vorder- oder Hinterflächenlage aufgenommen — so fällt auf, dass auf diesem Stadium die



Textfig. 1 (Pf. 602) [1])



Textfig. 2 (Pf. 602)



Textfig. 3 (Pf. 602)



Textfig. 4 (Pf. 602)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 23 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 1 und 2, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 3 und 4, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

langen Röhrenknochen in den diaphysären Anteilen bereits alle vom Verknöcherungsprozess betroffen worden sind.

Alle im Zustand der Verknöcherung sich vorfindenden Elemente liegen durch knorpelige, noch nicht in die Verknöcherung einbezogene, deutliche Zwischenzonen voneinander getrennt. Die Extremitäten bieten zufolgedessen bei der Durchsicht des diesbezüglichen röntgenologischen Filmmaterials einen eigenartigen Aspekt: weisse, scharf umrandete Leistenstücke und kernartige Elemente (Röhrenknochen- und Phalangen-Diaphysen-Anlagen), die gegen die Spitze der Extremität hin gelegen sind, bilden einen mehrfach von «freien» Stellen durchbrochenen Achsenstab, der sich in einer zufolge der Weichteile schattierten Grundfläche, die von den Konturen der Extremität umgrenzt wird, abzeichnet.

[1]) Die in Abkürzungen angegebenen Knochenanlagenbezeichnungen finden sich auf Legende zu Taf. XXV und XXVI. Über Geschlecht und Alter gibt die Materialübersicht (Tabelle 1) Aufschluss.

In der *Vordergliedmasse* finden wir die Diaphysen des Humerus, des Unterarmskelettes (Ulna und Radius), die Strahlen III, IV und II des Mittelfusses in knöchernem Zustande vor, ferner die kernartigen Diaphysen der Grund- und Endphalanx, während die Mittelphalange als verknöchertes Element sich noch nicht nachweisen lässt. In der Vorderextremität zeichnet sich die Humerusdiaphyse durch ihre stärkere Massigkeit gegenüber den andern knöchern sich vorfindenden Elementen aus. Der Knochenmittelschaft zeigt in der Mittelzone bereits eine leichte Verschmälerung. Ulna-Radius treten als getrennte, voneinander völlig gesonderte Elemente auf. Ebenso sind die späteren Griffelbeine als dünne, feine Knochenstäbchen an der Hinterseite des verknöcherten Mittelfussknochenschaftes wahrzunehmen. Während in der Seitenansicht von der Vorderextremität der Radius bereits eine leichte Biegung im Mittelteil der Diaphyse erkennen lässt, so zeichnet sich der Hauptknochen des Mittelfusses durch einen ungebogenen, gestreckten Verlauf aus.

Die sich verknöchernde Basalphalange repräsentiert sich in der Diaphyse als kurzer, würfelförmiger Stab, während die Endphalange nach der Fußspitze hin bereits zu einer für die Hufknochenanlage typischen Spitze ausgezogen ist.

In der *Hintergliedmasse* sind im Diaphysenteil der spätere Femurknochen, die Tibia, der hintere Mittelfuss, vertreten durch die Strahlen III, IV und II, sodann die Grund- und Endphalange sichtbar, während auch hier, wie in der Vorderextremität, die Mittelphalangendiaphyse noch nicht knöchern angelegt ist. Bei Betrachtung der Hinterextremität fallen besonders die schmalen, in die Länge gezogenen, verknöcherten Diaphysen der langen Röhrenknochen auf, von welchen die Tibia auf diesem Stadium die grösste Länge besitzt. In bezug auf die Phalangenverknöcherung zeigt die Hinterextremität ganz ähnliche Verhältnisse wie die Vorderextremität. Die Basalphalange tritt auch hier als würfelförmiger, die Endphalange als konisch zugespitzter Knochenkern auf.

Fall 2: Pferd, bez. Pf. 617

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafeln:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 5 u. 6; Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Figg. 1 9;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 7 u. 8; Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Figg. 10 17.

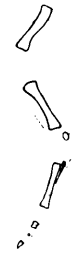
Das dem eben beschriebenen sich anschliessende nächste Stadium in der fortschreitenden Extremitäten-Verknöcherung wird durch die Reproduktion des obstehend angeführten Bildmaterials charakterisiert, das sich auf den Pferdeembryo *Pf. 617* bezieht.



Textfig. 5 (Pf. 617)



Textfig. 6 (Pf. 617)



Textfig. 7 (Pf. 617)



Textfig. 8 (Pf. 617)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 39,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 5 und 6, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 7 und 8, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Die vorderen und hinteren Gliedmassen haben sich gegenüber Fall 1 zu viel stärkeren Extremitäten entwickelt. Dies kommt nicht nur in der Grösse und Dicke der Gliedmassen selber, sondern vor allem auch in der bedeutenderen Stärke der bereits die Verknöcherung zeigenden Knochenanlagen zum Ausdruck. Sowohl in der Vorder- wie in der Hinterextremität haben sämtliche im vorigen Fall aufgeführten Knochen eine der definitiven Form schon näher kommende Gestalt erhalten. An den einzelnen Elementen machen sich Dicken- und Längenwachstum geltend.

Der vorliegende Fall unterscheidet sich aber nicht nur dadurch vom eben angeführten und beschriebenen. In zweifacher Beziehung hat der Bestand der bereits in Fall 1 in die Verknöcherung übergetretenen Knochenanlagen eine Komplettierung erhalten: durch das Auftreten eines Knochenelementes im knochengewebefreien Zwischenraum zwischen der Tibia und der Metatarsaldiaphyse in der Hinterextremität und ferner durch das Erscheinen eines Knochenpunktes in der zwischen der Grundphalange und der Endphalange gelegenen Gewebezone, der sowohl in der Schultergliedmasse wie in der Beckengliedmasse auftritt.

In der *Vorderextremität* muss — wie übrigens auch in der Hinterextremität — der zwischen Basal- und Endphalange auftretende Knochenpunkt (Textfig. 5 u. 6; Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Figg. 2, 6 u. 9, ph. sec. dia.) als Knochenkern für die nun neu in die *Verknöcherung tretende Mittelphalange* gedeutet werden. Der Kern ist noch klein und rundlich umgrenzt. Nicht unbedeutend haben dagegen die Basal- und Endphalangen-Diaphysenanlagen an Längen- und Dickenwachstum zugenommen.

In der *Hinterextremität* werden gleichfalls die neu zwischen den Basal- und Endphalangen auftretenden, als Verknöcherungspunkte für die Weiterentwicklung der Mittelphalangen anzusehenden Knochenkerne sowohl in den Seitenansichten von den Extremitäten wie auf den Frontalaufnahmen wahrgenommen. Auf dem vorliegenden Entwicklungsstadium des Pferdes unterscheidet sich der «Mittelphalangenkern» in der Hinterextremität nicht wesentlich vom «Mittelphalangenkern» in der Vorderextremität.

Der zweite neue Knochenkern in der Hinterextremität muss als *Verknöcherungskern der* in den Verknöcherungsprozess neu einbezogenen *Calcaneuskörper-Anlage* angesprochen werden. Er liegt im proximal gelegenen Teil des Spaltraumes zwischen der Tibia-Diaphysenanlage und den Metatarsalknochen-Diaphysenanlagen (Textfigg. 7 u. 8; Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Figg. 11, 14, 17, cal. co.) und besitzt, wie die Frontbilder zeigen (Textfig. 8; Taf. III: Figg. 14 u. 17), eine ausgesprochene laterale Lage. Er zeigt sich, von der Seite gesehen (Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Fig. 11), als ein ovalgestreckter Ossifikationspunkt, dessen Längsachse auf den Bildern mit der Extremität in der Frontlage parallel der Extremitätenlängsachse gerichtet ist.

Fall 3: Pferd, bez. Pf. 611

Hierzu die Textfiguren:

a) für die Vorderextremität:
   Textfig. 9;
b) für die Hinterextremität:
   Textfig. 10.

Der vorliegende Fall *Pf. 611*, unterscheidet sich mit Rücksicht auf die Verknöcherung der Elemente bezw. auf neu in Erscheinung tretende Ossifikationskerne vom eben beschriebenen nicht. Ein neues Element ist zum diaphysären Knochenanlagenbestand nicht hinzugetreten. Die bereits im vorigen Falle vorhandenen verknöcherten Elemente haben sich auch morphologisch nicht verändert. Der Fall stimmt also durchaus mit dem vorigen überein. Die Extremitäten, die ähnliche Längendimensionen zeigen wie diejenigen des Pferdes 617, müssen in bezug auf



Textfig. 9 (Pf. 611)



Textfig. 10 (Pf. 611)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 38,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. nat. Grösse.
Textfig. 9, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 10, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

den Fortschritt der Verknöcherung Fall 2 an die Seite gestellt werden; sie sind gleich entwickelt und gleich weit verknöchert.

Fall 4: Pferd, bez. Pf. 600

Fall 5: Pferd, bez. Pf. 543

Fall 6: Pferd, bez. Pf. 563

Fall 7: Pferd, bez. Pf. 653

Fall 8: Pferd, bez. Pf. 610

Fall 9: Pferd, bez. Pf. 564

Fall 10: Pferd, bez. Pf. 604

Fall 11: Pferd, bez. Pf. 651

Fall 12: Pferd, bez. Pf. 657

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafeln:

ad Fall 4 (Pf. 600):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 11 u. 12; Taf. IV: Figg. 1 6, 8 u. 16;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 13 u. 14; Taf. IV: Figg. 7, 9—15 u. 17.

ad Fall 5 (Pf. 543):

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 15;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 16.

ad Fall 6 (Pf. 563):

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 17;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 18.

ad Fall 7 (Pf. 653):
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 19; Taf. V: Fig. 1;
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 20; Taf. V: Fig. 2.

ad Fall 8 (Pf. 610):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 21 u. 22; Taf. V: Figg. 3, 4, 5;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 23 u. 24; Taf. V: Figg. 6, 7, 8 u. 9.

ad Fall 9 (Pf. 564):
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 25;
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 26.

ad Fall 10 (Pf. 604):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 27 u. 28;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 29 u. 30.

ad Fall 11 (Pf. 651):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 31 u. 32;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 33 u. 34.

ad Fall 12 (Pf. 657):
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 35;
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 36.

Auf das Stadium Pf. 611 (Fall 3) folgen nun eine Anzahl von Fällen, die sich von ihm, was die Zahl der bereits knöchern abgesetzten Elemente in den Extremitäten anbelangt, nicht unterscheiden.

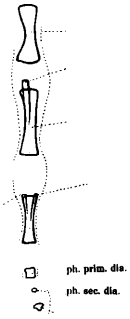
In den *Vorderextremitäten* sind die Anlagen der Humerusdiaphysen, der Ulna-Radiusdiaphysen, der Diaphysen des Metacarpus und der Basal-, Mittel- und Endphalangen nach wie vor verknöchert abgesetzt.

An den *Hinterextremitäten* ergibt die Befundung der Röntgenbilder die Anwesenheit sämtlicher in Fall 3 (Pf. 611) aufgeführten Diaphysenelemente, also der Femur- und Tibiadiaphysenanlagen, der Metatarsaldiaphysen-, Grund-, Mittel- und Endphalangen-Diaphysenanlagen. Von den Elementen im Sprunggelenk ist der Calcaneus wiederum verknöchert angelegt.

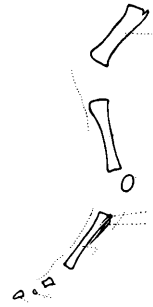
Sämtliche Elemente der Vorder- und Hinterextremität zeigen aber augenscheinlich ein vermehrtes Längen- und Dickenwachstum, wobei auch die zwischen den einzelnen verknöcherten Bestandteilen liegenden, knochengewebefreien Gebiete sich in entsprechender Weise vergrössern, so dass die verknöchernden Diaphysen der Röhrenknochen immer weiter auseinanderzuliegen



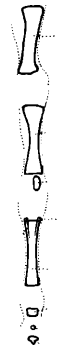
Textfig. 11 (Pf. 600)



Textfig. 12 (Pf. 600)

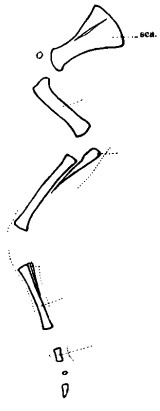


Textfig. 13 (Pf. 600)

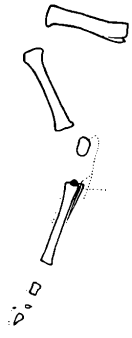


Textfig. 14 (Pf. 600)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 51 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 11 und 12, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 13 und 14, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

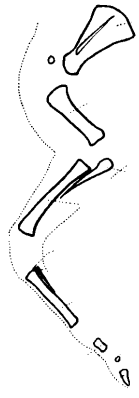


Textfig. 15 (Pf. 543)

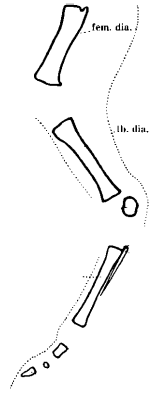


Textfig. 16 (Pf. 543)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 50 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 15, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 16, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.



Textfig. 17 (Pf. 563)



Textfig. 18 (Pf. 563)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 50 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 17, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 18, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

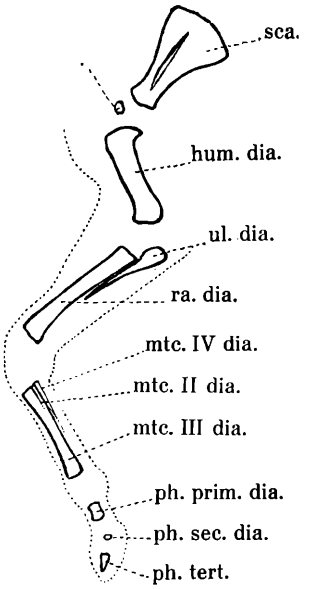


Textfig. 19 (Pf. 653)

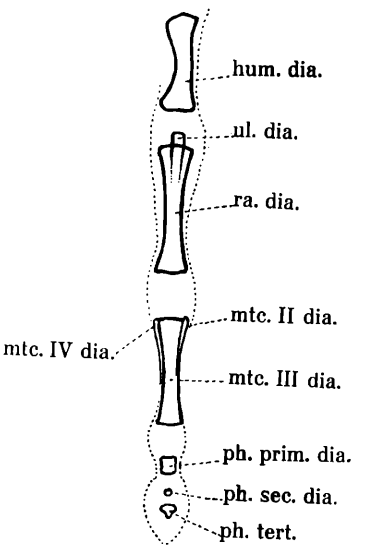


Textfig. 20 (Pf. 653)

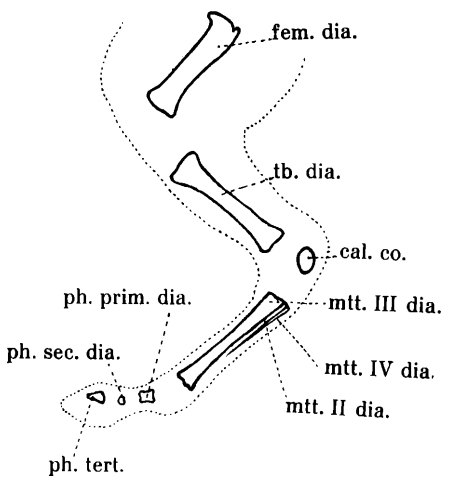
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 50,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 19, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 20, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.



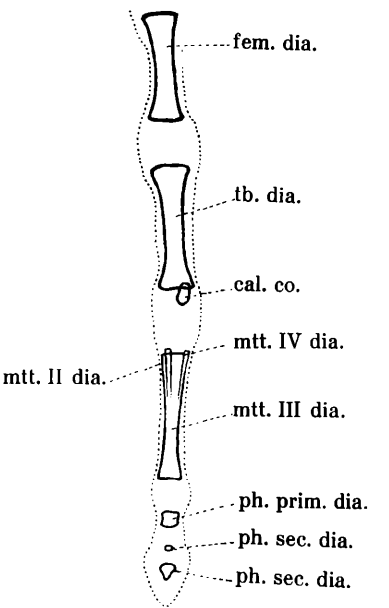
Textfig. 21 (Pf. 610)



Textfig. 22 (Pf. 610)



Textfig. 23 (Pf. 610)

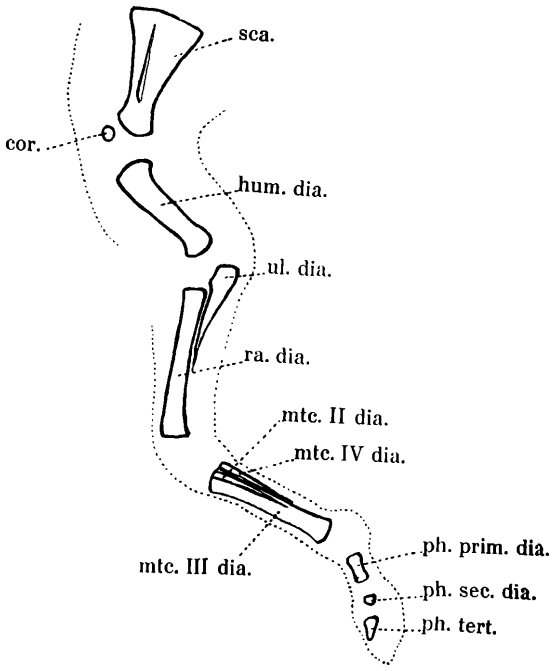


Textfig. 24 (Pf. 610)

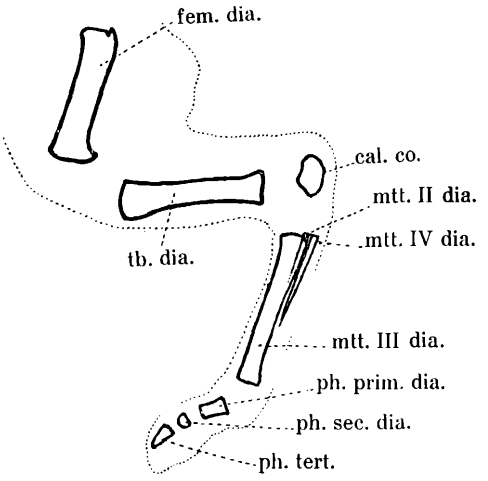
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 62 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 21 und 22, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 23 und 24, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

kommen. Unter der Längen- und Dickenzunahme der einzelnen diaphysären Bestandteile verstärkt und verfestigt sich die Achsensäule als Ganzes, wiewohl sie einen durch zahlreiche Zwischenräume unterbrochenen, von Einzelelementen aufgebauten Stab repräsentiert.

Was für die Diaphysen der Vorder- und Hinterextremität im allgemeinen gilt, das gilt im speziellen für den sich verknöchernden Calcaneus. Auch er wächst in die Länge und in die Breite (Textfigg. 13, 14, 16, 18, 20, 23, 24, 26, 29, 30, 33, 34 und 36, cal. co.). Zeigt sich die knöcherne Anlage des Calcaneuskörpers in ihrer oberen Randbegrenzung anfänglich bei Be-

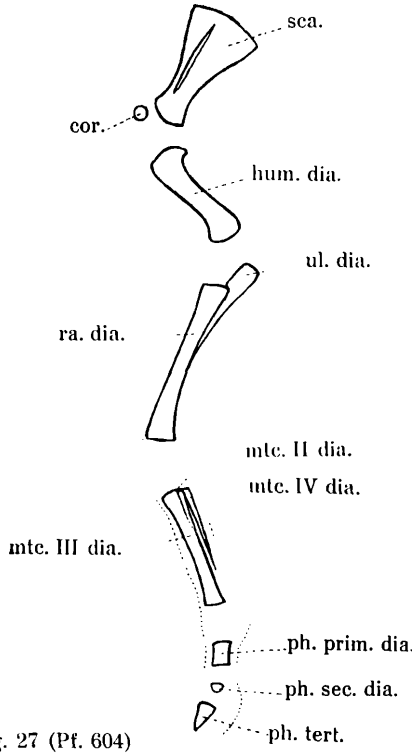


Textfig. 25 (Pf. 564)

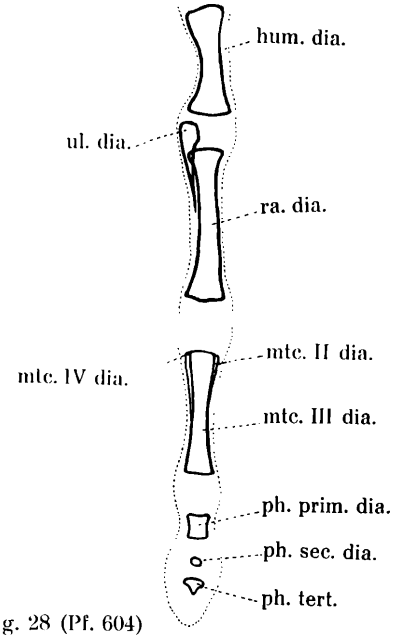


Textfig. 26 (Pf. 564)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 66 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse
Textfig. 25, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 26, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

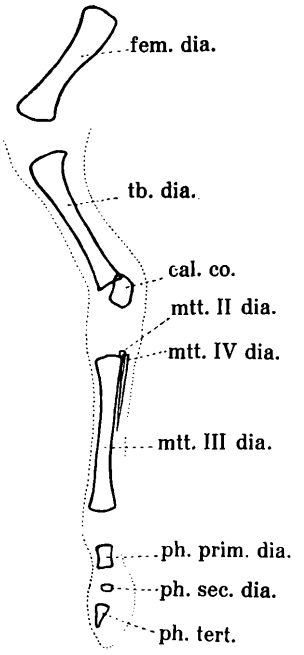


Textfig. 27 (Pf. 604)

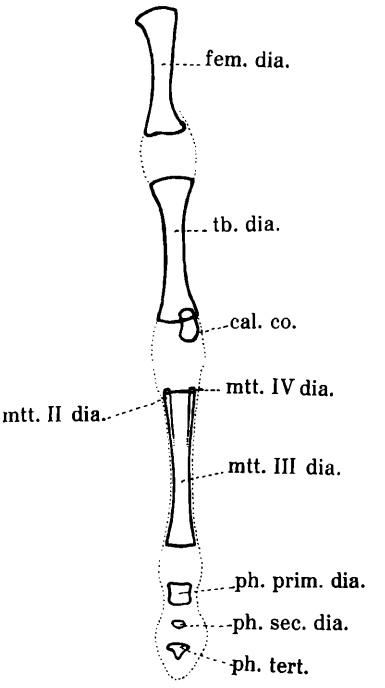


Textfig. 28 (Pf. 604)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 71 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 27 und 28, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

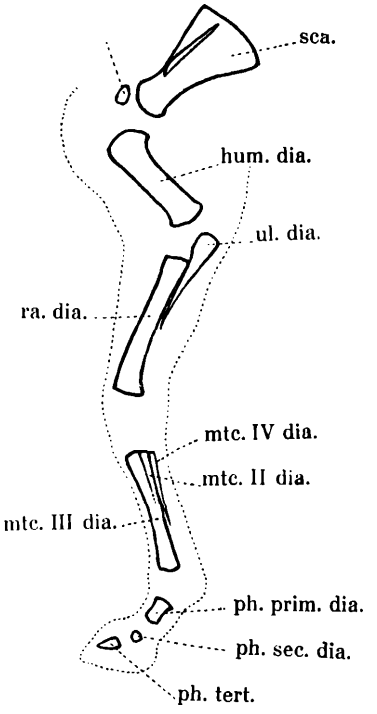


Textfig. 29 (Pf. 604)

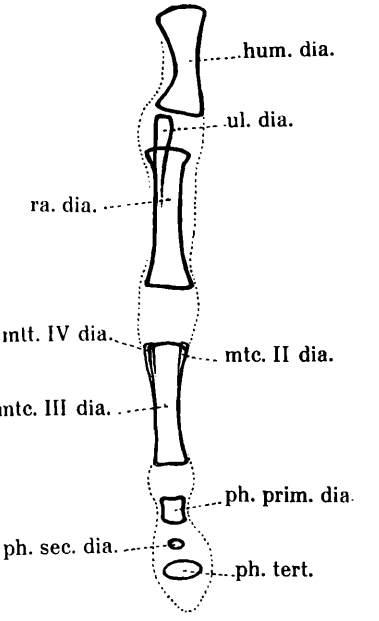


Textfig. 30 (Pf. 604)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 71 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 29 und 30, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

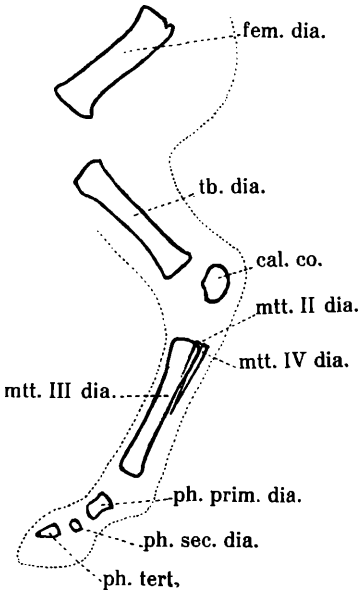


Textfig. 31 (Pf. 651)

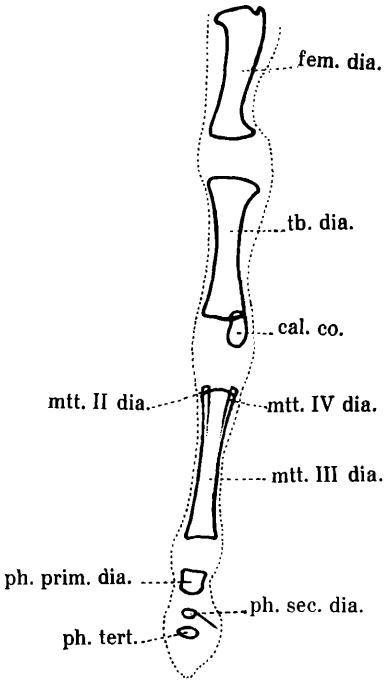


Textfig. 32 (Pf. 651)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 70 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 31 und 32, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

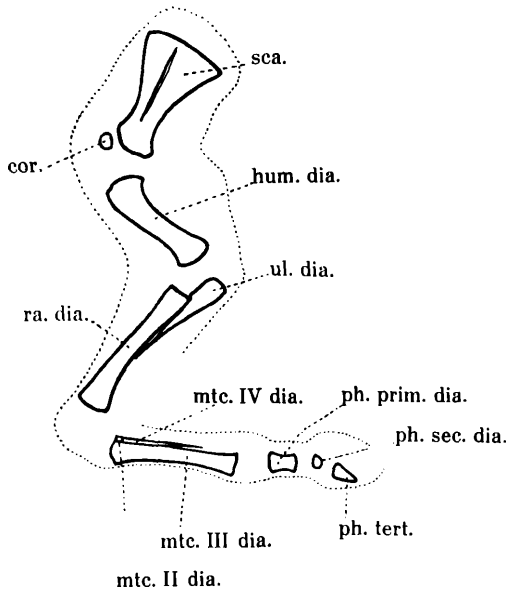


Textfig. 33 (Pf. 651)

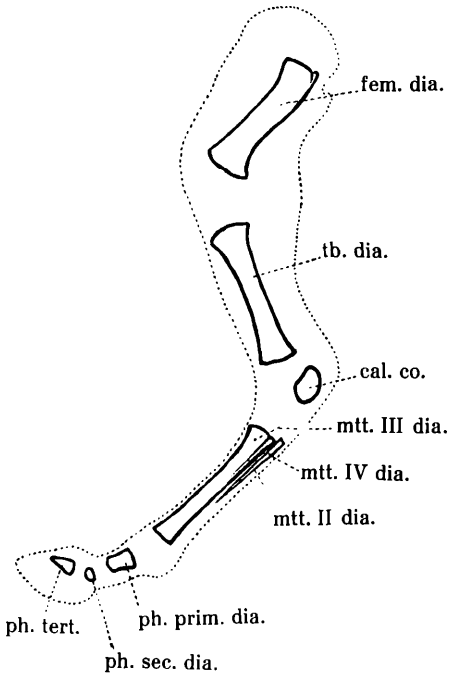


Textfig. 34 (Pf. 651)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 70 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 33 und 34, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 35 (Pf. 657)



Textfig. 36 (Pf. 657)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 68 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 35, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 36, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

trachtung der Aufnahmen von der Extremität in der Frontlage unterhalb der transversal gestellten distalen Randlinie der Tibia (Textfig. 30, Pf. 604), so sehen wir sie später auf Frontlagen-Bildern von der gestreckten Extremität mit ihrem oberen Rande die Randzone der Tibia überragen (Textfig. 34, Pf. 651).

Als einziger neuer Kern hat sich im Aufhängegürtel der hier in Betracht fallenden Vorderextremitäten (Textfigg. 11, 15, 17, 19, 21, 25, 27, 31 u. 35) unter den Gliedmassenverknöcherungen der *Coracoidkern* eingestellt, welcher erstmalig bei Pf. 600 (Taf. IV: Figg. 8 u. 16) in einiger Entfernung von der vorderen Ecke des Gelenkrandes der Scapula erscheint, sich in der Folge durch Wachstum vergrössert und dann immer mehr in nähere Beziehung zum vorderen Teil des Gelenkrandes des Schulterblattes tritt.

Fall 13: Pferd, bez. Pf. 618

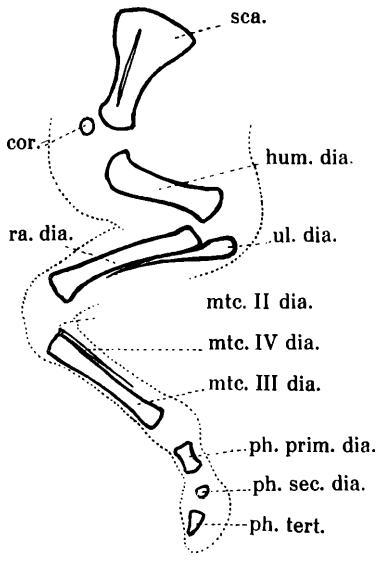
Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafeln:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 37 u. 38; Taf. XXX: Fig. 29;

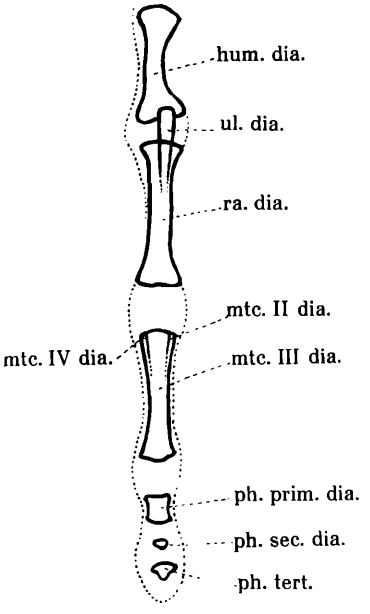
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 39 u. 40; Taf. XXX: Fig. 30.

Ein weiterer Fall, der zur Illustration der Gliedmassenverknöcherung herangezogen werden kann, der den bereits angeführten Fällen sich anschliesst, und die nächstfolgende Organisation in der Ossifikation bei unserem untersuchten Material darstellt, liegt in Fall *Pf. 618* vor; er wird durch die obgenannten Bilder illustriert.

In den *vorderen Gliedmassen* sind freilich keine neuen Elemente hinzugetreten. Die einzelnen verknöcherten Teile zeigen überdies ganz entsprechendes Verhalten wie in den Vorderextremitäten von Fall 11 (Textfigg. 31 u. 32) bezw. Fall 12 (Textfig. 35). In den Seiten- und

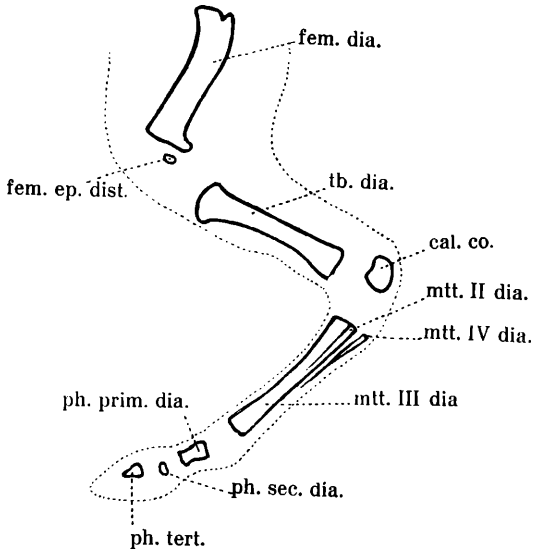


Textfig. 37 (Pf. 618)

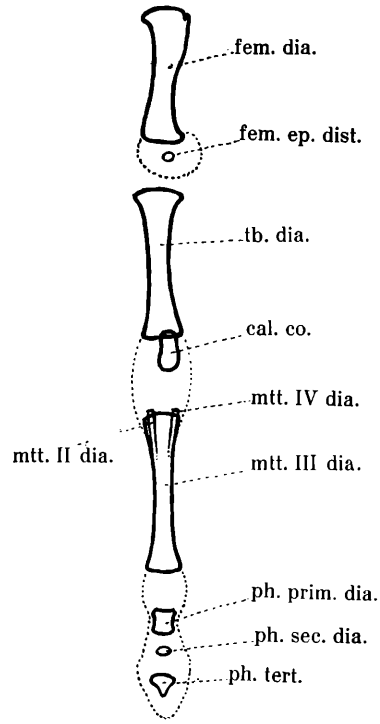


Textfig. 38 (Pf. 618)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 72 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 37 und 38, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 39 (Pf. 618)



Textfig. 40 (Pf. 618)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 72 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 39 und 40, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Frontansichten sind im Schultergürtel die Scapula mit dem Coracoidkern, in der übrigen Extremität die Humerusdiaphyse, die Ulna- und Radiusdiaphysen, die Diaphysen der zukünftigen Metacarpalknochen, der Basal-, Mittel- und Endphalangen in verknöchertem Zustand als Knochenanlagen deutlich wahrzunehmen.

Die *hinteren Extremitäten* überschreiten dagegen den bisherigen Rahmen der Verknöcherung und lassen einen weiteren Fortschritt in der Ossifikation erkennen. Neben den bereits in den vorigen Fällen (Fälle 4—12) aufgeführten Diaphysen des Femurknochens, der Tibia, der Metacarpalia, der Grund-, Mittel- und Endphalangen, und ausser dem knöchernen Calcaneuskern wird man in Fall 13 (Pf. 618) zum erstenmal einer *Epiphysenverknöcherung* gewahr (Textfigg. 39 u. 40, fem. ep. dist.). Dieselbe tritt als kleiner Knochenkern in einiger Entfernung vom distalen Querrand des Femurknochens auf. Der *Knochenkern* erscheint also *im distalen Epiphysenknorpel des Oberschenkelknochens.* Aufnahmen des Femurknochens in Seiten- und Frontbildern lassen den in Rede stehenden Knochenkern deutlich erkennen. *Die Femurepiphyse verknöchert demzufolge als erste Epiphyse* in der Hinterextremität und eilt in der Verknöcherung sämtlichen Epiphysen in der Vorderextremität voraus.

Fall 14: Pferd, bez. Pf. 667

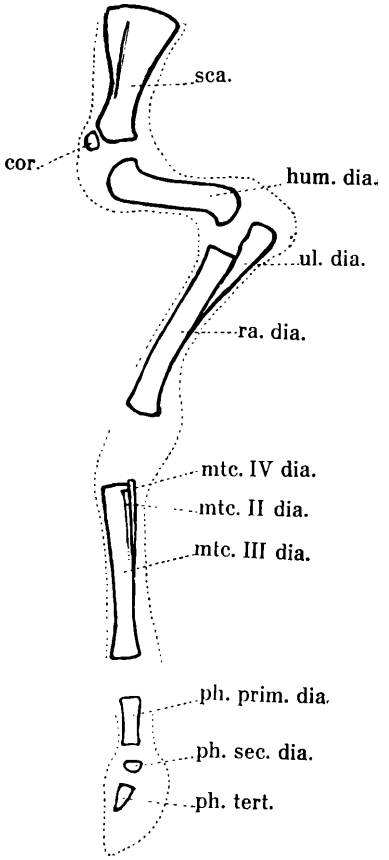
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 41 u. 42; Taf. VI: Figg. 1 7;

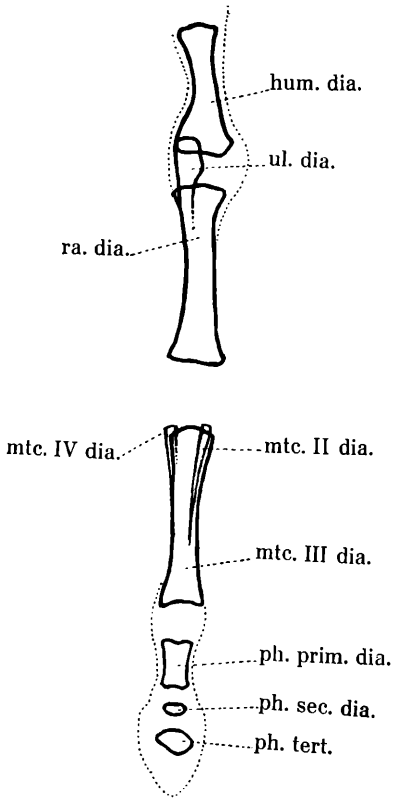
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 43 u. 44; Taf. VI: Figg. 8—14.

Ein ganz entsprechender Fall von Verknöcherung liegt bei *Pf. 667* vor. Abgesehen davon, dass die einzelnen verknöcherten Elemente in der Dicke und Länge durch perichondrales und enchondrales Wachstum zugenommen haben und in morphologischer Beziehung sich jetzt noch mehr den definitiven, entsprechenden Knochenformationen nähern, dass die proximalen und distalen Endteile der Humerus- und Radiusdiaphysen und des vorderen Hauptmittelfussknochens sowohl wie die betreffenden Knochendiaphysen der Femurknochenanlage, der Tibia und des hinteren Hauptmittelfussknochens sich, wie auf den Frontansichten wahrzunehmen ist, deutlich verbreitern und ein ausgesprochenes Dickenwachstum zeigen und sich unter den Phalangen die Grundphalangen zu relativ langen Knochensäulchen entwickeln, aber auch die Hufbeindiaphysen vorne und hinten zu stärkeren Elementen auswachsen, hat sich ein weiterer Fortschritt in der Verknöcherung nicht eingestellt.

Die stärkere Vergrösserung des Knochenkerns in der distalen Femurepiphyse dürfte freilich noch besonders erwähnt werden. Er tritt dergestalt auf, dass er den distalen Querdurchmesser der Femurdiaphyse in seiner Dickenausdehnung zu erreichen strebt, im übrigen von der Femurknochenschaftanlage noch abgerückt ist, wodurch es zwischen Diaphyse und verknöcherter Epiphyse zu einem deutlichen Einschub einer Knorpelzone kommt.

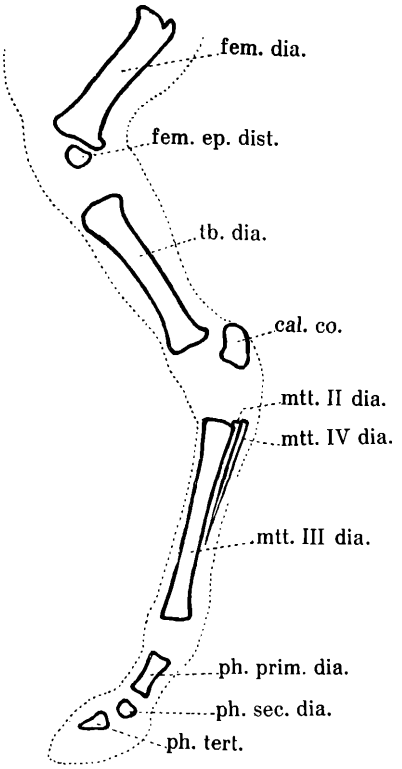


Textfig. 41 (Pf. 667)

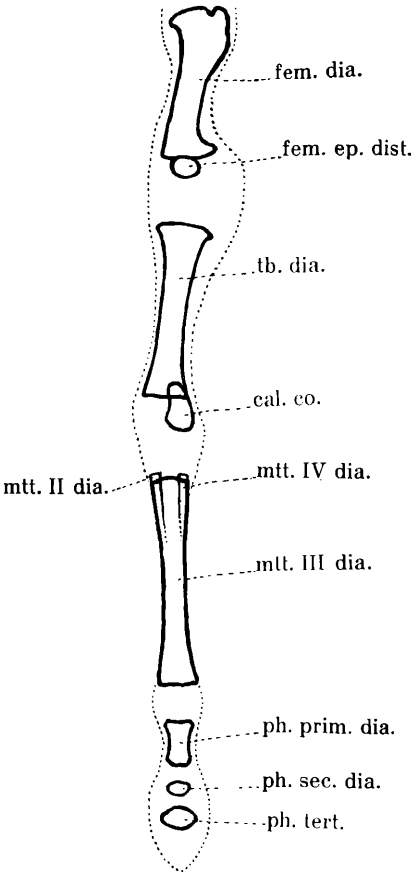


Textfig. 42 (Pf. 667)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 67 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 41 und 42, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 43 (Pf. 667)



Textfig. 44 (Pf. 667)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 67 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 43 und 44, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Fall 15: Pferd, bez. Pf. 568

Hierzu die Textfiguren:

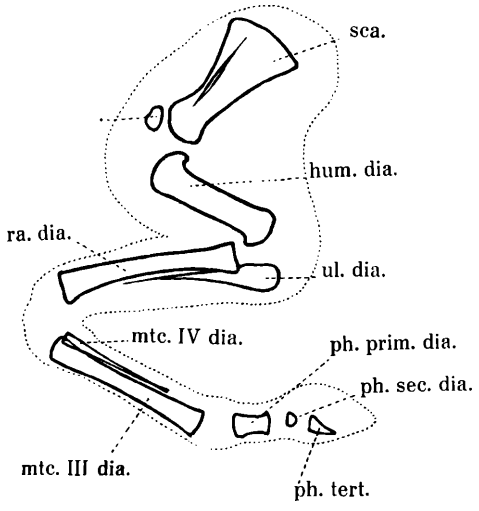
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 45;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 46.

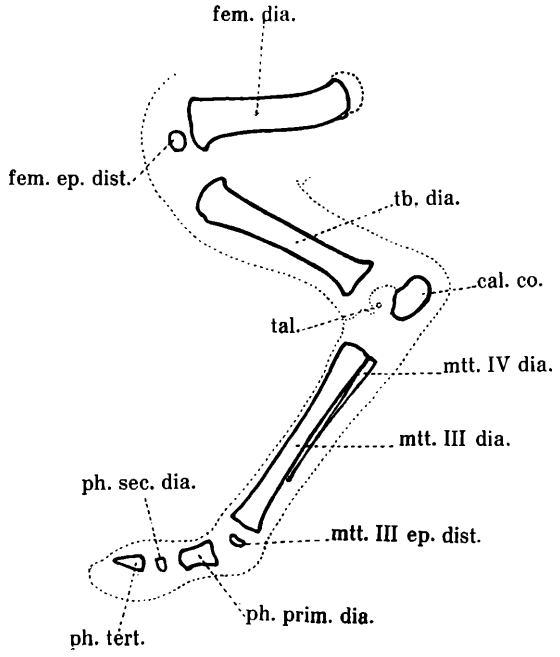
Als weiteres Glied der Reihe hat auf den eben beschriebenen Fall *Pf. 568* zu folgen.

Die *Vorderextremität* gibt freilich nicht Anlass zur Namhaftmachung eines weiteren Fortschrittes im Ossifikationsgeschehen. Die Verhältnisse sind solche, wie sie im vorigen Fall beschrieben worden sind.

Indessen ist es die *Hinterextremität*, welche in bezug auf weitere Verknöcherungen neue Vorkommnisse aufzuweisen hat. Die Fortschritte dokumentieren sich *im Auftreten eines weiteren Kernes im Sprunggelenk* (Textfig. 45, *tal.*) und *im Auftreten einer weiteren Epiphyse an den langen Röhrenknochen* (Textfig. 46, *mtt. III ep. dist.*).



Textfig. 45 (Pf. 568)



Textfig. 46 (Pf. 568)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 76 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 45, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 46, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

Im Sprunggelenk macht sich ein kleiner Knochenkern bemerkbar, der dem bereits erwähnten, verknöcherten und sich noch weiterhin verknöchernden Calcaneus vorgelagert ist. Der auftretende Knochenkern meldet den eben erfolgten *Beginn einer Ossifikation im Talus.* Der Verknöcherung des Fersen- oder Sprungbeins folgt die *Verknöcherung des Rollbeins.* Die Fersenbeinverknöcherung geht der Rollbeinverknöcherung voran.

In der Epiphysenverknöcherung folgt der an erster Stelle sich verknöchernden distalen Femurepiphyse *die distal gelegene Epiphyse des mittleren Metatarsalknochens* (distale Epiphyse des Hauptstrahls im Metatarsus). Das Stadium, auf welchem dies an unserem Material zum erstenmal zu sehen ist (Textfig. 46, mtt. III ep. dist.), zeigt den betreffenden Knochenkern allerdings nicht mehr in der ursprünglich gewöhnlich rundlich umgrenzten Form, sondern in Gestalt eines in proximo-distaler Richtung zusammengedrückten länglichen Schmalkerns, der den Querschnitt am distalen Diaphysenende gut zur Hälfte überdeckt.

Fall 16: Pferd, bez. Pf. 658

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafel:

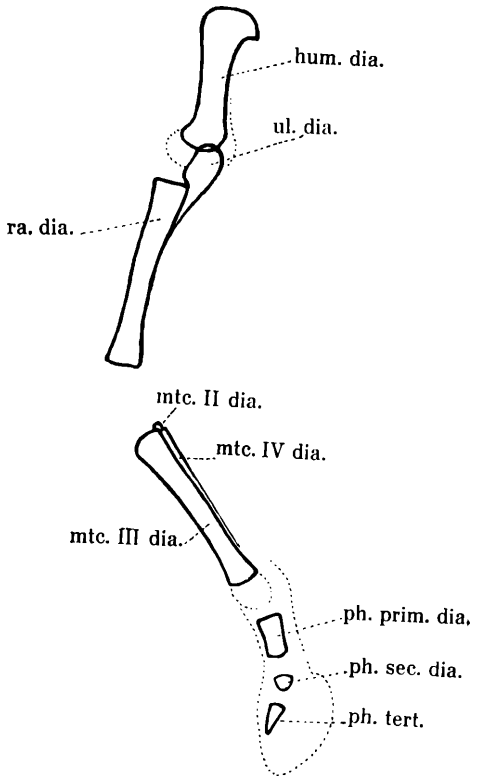
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 47 u. 48; Taf. VII: Figg. 1—14;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 49 u. 50; Taf. VII: Figg. 15—31.

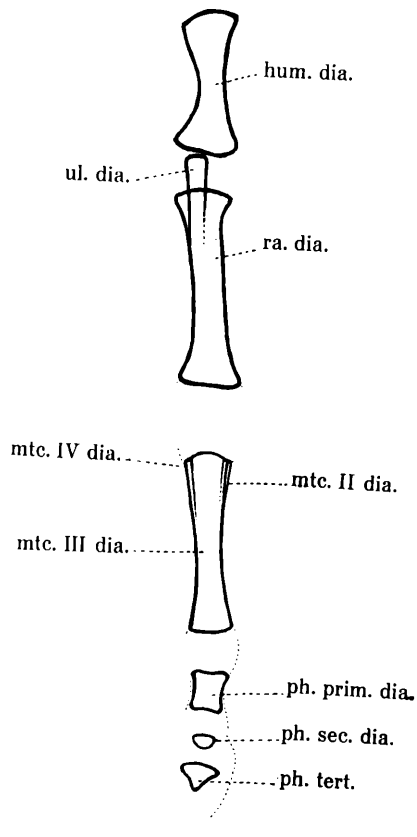
In der *Vorderextremität* sind gegenüber Fall 15 (Pf. 568) die Verhältnisse gleichgeblieben. Neue Knochenelemente sind keine hinzugetreten. Einen eigentlichen Fortschritt in der Verknöcherung zeigt auch die Hinterextremität nicht.

In der *Hinterextremität* tritt interessanterweise neben dem verknöcherten Calcaneus der Talus in Form einer doppelten verknöcherten Anlage auf. Es erscheinen zwei Ossifikationspunkte in der Rollbein-Knochenanlage (Textfigg. 49 u. 50, tal.; Taf. VII: Figg. 18, 24, 29, tal.). Der genaue Vergleich mit sämtlichen aufeinanderfolgenden Stadien in der Extremitätenverknöcherung lässt ohne Zweifel erkennen, dass beide Kerne als Kerne der knorpeligen Unterlage des Talus anzusprechen sind, der also demnach im vorliegenden Fall *zwei Verknöcherungszentren erkennen lässt* und seine Verknöcherung nicht, wie im vorigen Fall, aus einem einzigen Ossifikationszentrum heraus nimmt. Auf die nähere Deutung des Befundes soll anlässlich der Beschreibung der Tarsusverknöcherung näher eingetreten werden.

Die Epiphysen-Knochenkerne geben nicht Anlass zu weiterer Beschreibung. Der distale Epiphysenkern des Femurknochens hat sich inzwischen bedeutend vergrössert (Textfigg. 49 u. 50, Taf. VII: Figg. 15, 21 u. 27, fem. ep. dist.). Auch der distale Epiphysenkern des Hauptmetatarsalknochens, der schon im vorigen Fall deutlich wahrzunehmen war, tritt auf allen Front- und Seitenflächen-Ansichten deutlich auf (Textfigg. 49 u. 50, Taf. VII: Figg. 19, 25 u. 30, mtt. III ep. dist.).

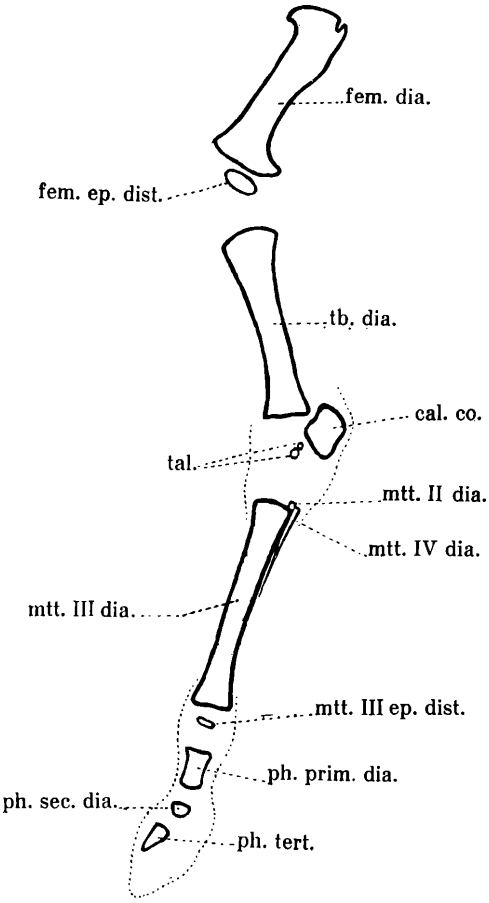


Textfig. 47 (Pf. 658)

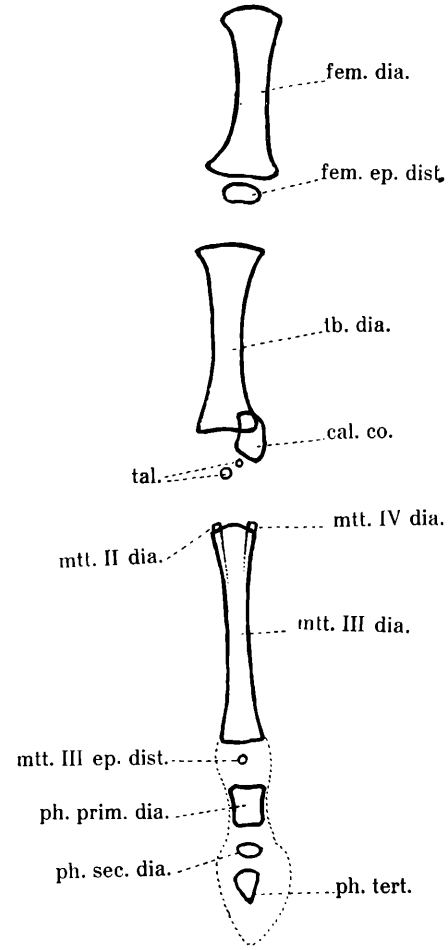


Textfig. 48 (Pf. 658)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo, ca. 40 Wochen alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 47 und 48, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 49 (Pf. 658)



Textfig. 50 (Pf. 658)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo, ca. 40 Wochen alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 49 und 50, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Fall 17: Pferd, bez. Pf. 605

Hierzu gehören die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 51 u. 52;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 53 u. 54; Taf. XXX: Figg. 31 u. 32.

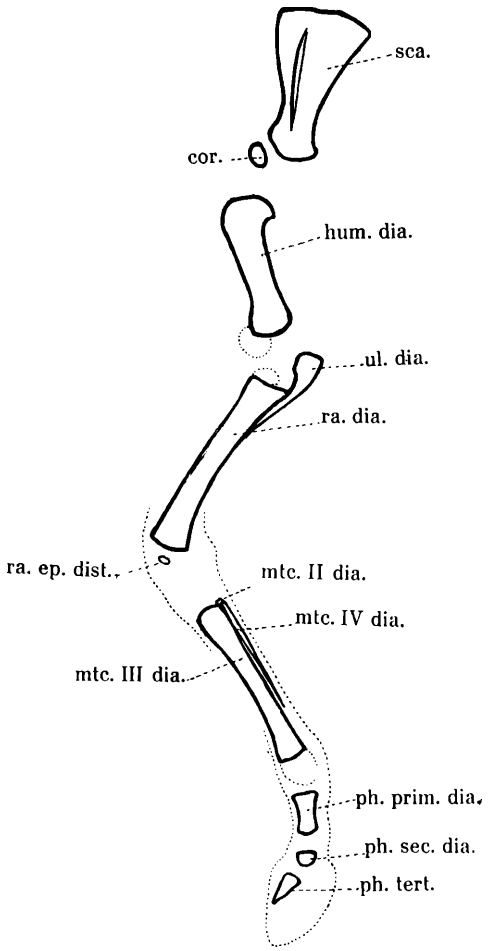
Fall 17, *Pf. 605* repräsentiert eine weitere Phase in der Komplettierung der Verknöcherung der beiden Gliedmassen.

Diesmal ist es die *Vorderextremität,* welche einen Fortschritt gegenüber Pf. 658 aufweist. Die Vorderextremität zeigt die erste Epiphysenverknöcherung im Auftreten eines *Knochenkernes in der knorpelig vorgebildeten distalen Radiusepiphyse* an. Der Knochenkern erscheint bei Betrachtung der Seiten- und Frontbilder noch klein und in einiger Entfernung von der Diaphyse.

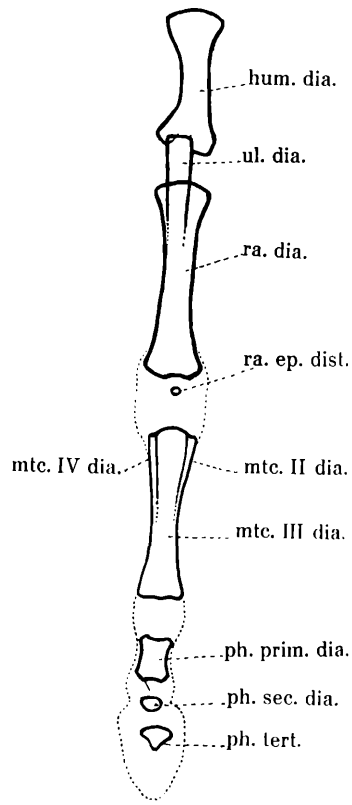
Die *Hinterextremität* von Fall 17 weist die nämlichen bereits in Ossifikation übergetretenen Gewebekerne für die Hartbestandteile der Gliedmasse auf wie die Hinterextremität des

Falles 16 (Pf. 658). In der Zone des Sprunggelenkes sieht man wieder in der Nähe des Calcaneus zwei Knochenelemente auftreten (Textfig. 54; Taf. XXX: Figg. 31 u. 32, tal.), die als Ossifikationspunkte für die Talusverknöcherung zu deuten sind.

Die Seitenansicht der Hinterextremität (Textfig. 53, mtt. III ep. dist.) verdient noch deswegen Beachtung, weil an ihr *zwei Verknöcherungspunkte* für die distale Metatarsal-Epiphyse vorzufinden sind. Es ist nicht ausgeschlossen, dass der in der Seitenansicht der Hinterextremität von Pf. 618 (Fall 16) sich zeigende Epiphysenkern bereits aus zwei derartigen Knochenkernen hervorgegangen ist, die sekundär bereits sich wieder vereinigt haben.

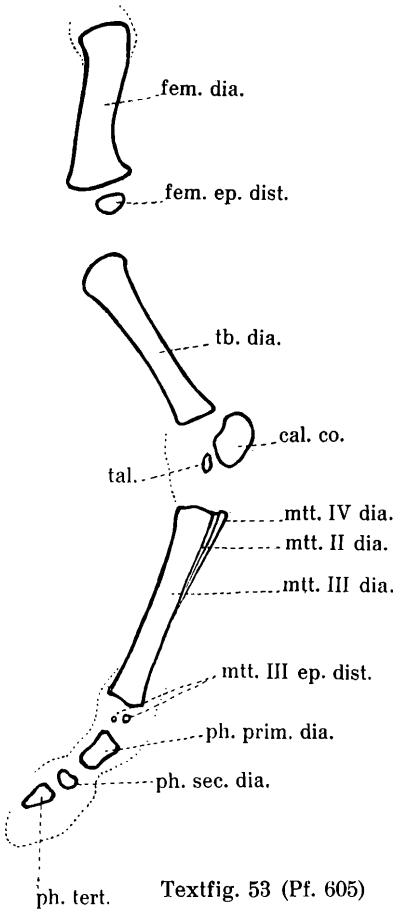


Textfig. 51 (Pf. 605)

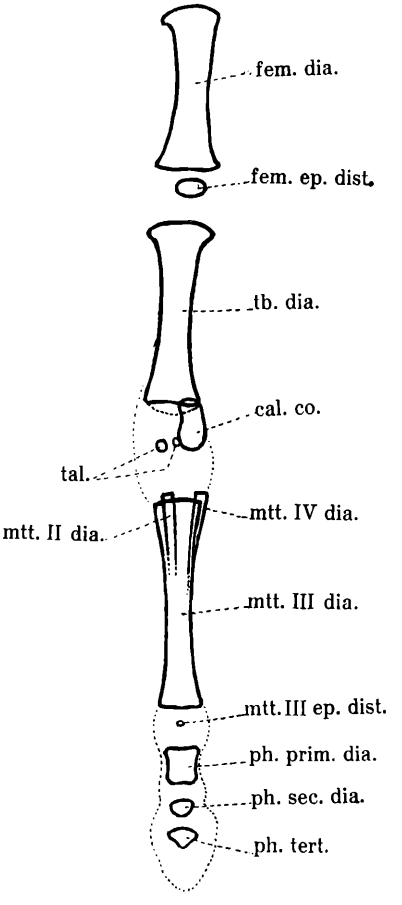


Textfig. 52 (Pf. 605)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 83 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. nat. Grösse.
Textfigg. 51 und 52, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 53 (Pf. 605)



Textfig. 54 (Pf. 605)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 83 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 53 und 54, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Fall 18: Pferd, bez. Pf. 518

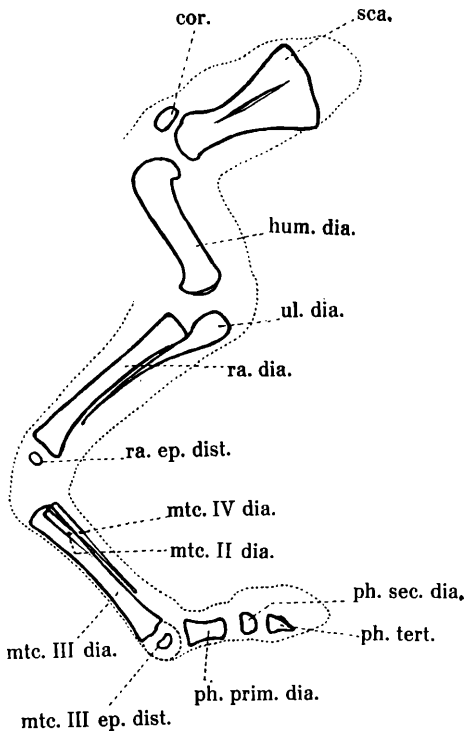
Hierzu gehören die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 55; Taf. VIII: Figg. 1, 2, 3;

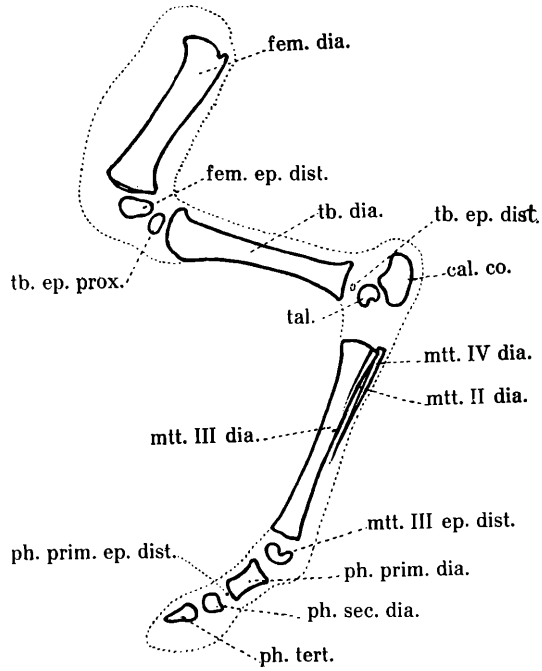
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 56; Taf. VIII: Figg. 4, 5, 6.

Fall 18, *Pf. 518,* bringt neue Fortschritte in der Extremitätenverknöcherung. Wir treffen sie in ihrer Auswirkung sowohl in der Vorder- wie in der Hinterextremität.

In der *Vorderextremität* ist es ein Knochenkern, der als Ossifikationspunkt für die *distale Epiphyse des Os metacarpale III* (Textfig. 55; Taf. VIII: Fig. 3, mtc. III ep. dist.) anzusprechen ist und der als kräftiger Ossifikationskern bereits in Erscheinung tritt, eine knorpelige Zone zwischen der Diaphyse des Hauptmittelfußstrahles und der verknöcherten Stelle in der Epiphyse freihaltend. Wir sehen also in der Vorderextremität verknöchert: die Scapula mit dem Coracoidkern, die Humerusdiaphyse, die Ulna-Radius-Diaphysen, den diaphysären Teil des Metacarpus und die Phalangen. Als Epiphysenkerne treten in Erscheinung der distale Epiphysenkern der Radiusdiaphyse und des Os metacarpale III.



Textfig. 55 (Pf. 518)



Textfig. 56 (Pf. 518)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 74 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 55, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 56, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

Die *Hinterextremität* geht in der Verknöcherung noch einen Schritt weiter als die Vorderextremität, indem sie gegenüber Pf. 605 (Fall 17) nicht weniger als drei neue Epiphysenkerne neben dem bisherigen Bestand an Hartteilen aufweist, nämlich einen *Knochenpunkt im Verknöcherungsgebiet der proximalen Tibiaepiphyse* (Textfig. 56; Taf. VIII: Fig. 5, tb. ep. prox.), einen *solchen im Verknöcherungsgebiet der distalen Tibiaepiphyse* (Textfig. 56: Taf. VIII: Fig. 5, tb. ep. dist.) und ausserdem einen Punkt, der den *Beginn der Verknöcherung in der distalen Epiphyse der Basalphalange* (Textfig. 56; Taf. VIII: Fig. 6, ph. prim. ep. dist.) anzeigt. Von diesen drei neuen Epiphysenkernen erweist sich der proximale Tibiaepiphysenkern als der älteste, der distale Grundphalangenkern als der jüngste. Wir sehen schon jetzt auf Grund der blossen Beschreibung von Einzelfällen, dass die Hinterextremität in bezug auf die Verknöcherung der vorderen Extremität in verschiedenen Teilen vorauseilt: in der Entwicklung eines Knochenkerns in der distalen Oberschenkelepiphyse (am Humerus ist es noch nicht zu einer Epiphysenverknöcherung gekommen) (Textfig. 55), im Auftreten eines Knochenkernes in der proximalen Epiphyse der Tibia des Unterschenkelskeletts (am Unterarmskelett ist nur eine distale Radiusepiphyse vorhanden; die proximale Radiusepiphyse ist noch nicht ausgebildet), im Auftreten von zwei Verknöcherungen im Sprunggelenk (das Radio-Metacarpalgelenk zeigt noch keine Verknöcherungen) und in der Ausbildung eines Verknöcherungspunktes in der distalen Epiphyse der Grundphalange (irgendwelche Verknöcherungen in den Epiphysen der Phalangen sind an der Vorderextremität noch nicht sichtbar).

Noch im besonderen ist zu beachten, dass es auf diesem Stadium zur Verschmelzung der beiden die Verknöcherung des Talus anzeigenden, im vorigen Fall aber noch getrennt auftretenden Knochenkerne im Sprunggelenk gekommen ist (Textfig. 56; Taf. VIII: Fig. 6, tal.).

Der Talus erscheint auf der Seitenansicht als ein einheitliches Knochenstück neben dem Calcaneus, zeigt aber noch am unteren Rande eine deutliche Einkerbung, die auf die ursprünglich getrennte knöcherne Anlage hinweist. Eine ähnliche Erscheinung lässt sich auch an der distalen Epiphyse des Metatarsale III wahrnehmen, die in unserem Fall ebenfalls die ursprünglich doppelte Kernanlage zu einem einheitlichen Ossifikationszentrum zusammengezogen hat. Der gegen das distale Ende des Os metatarsale III geöffnete Einschnitt (Textfig. 56; Taf. VIII: Fig. 6, mtt. III ep. dist.) an der Epiphyse deutet noch auf die doppelte Anlage hin.

Fall 19: Pferd, bez. Pf. 545

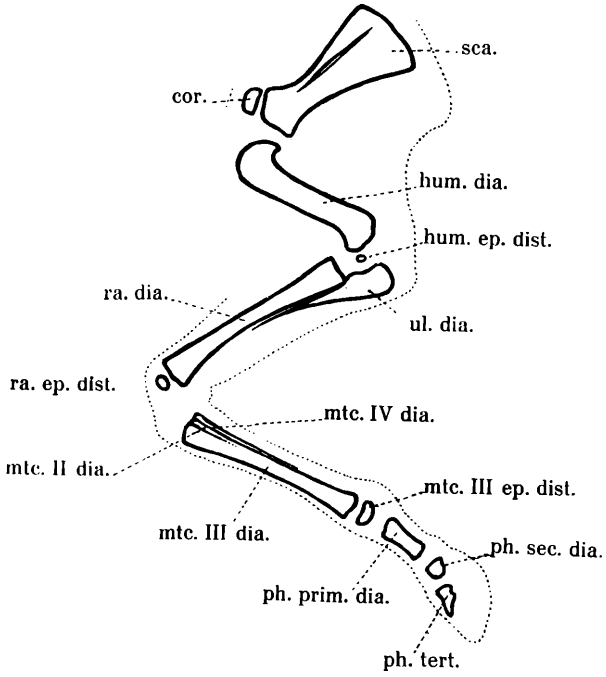
Hierzu gehören die Textfiguren:

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 57;

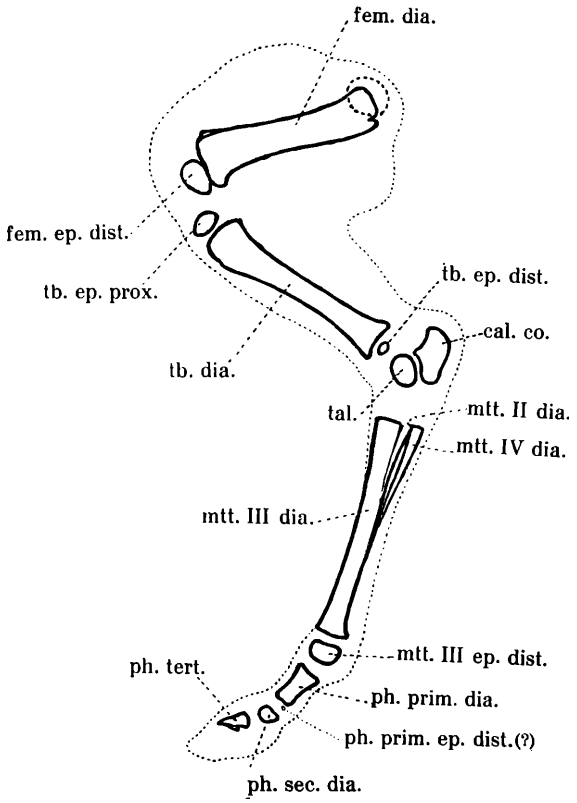
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 58.

Wenden wir uns dem nächstfolgenden Stadium in unserer Materialbesprechung zu. Es liegt in Fall 19, *Pf. 545* vor.

In der *Vorderextremität* ist gegenüber Fall 18 als weiterer Ossifikationsfortschritt das *Auftreten eines distalen Humerusepiphysenkerns* (Textfig. 57, hum. ep. dist.) zu vermerken.



Textfig. 57 (Pf. 545)



Textfig. 58 (Pf. 545)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 81 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 57, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 58, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

Abgesehen von diesem neuauftretenden Knochenkern in der Vorderextremität entspricht im übrigen der in Fall 19 festzustellende Ossifikationsgrad demjenigen in Fall 18.

In der *Hinterextremität* ist der Zustand der Verknöcherung gegenüber Fall 18 der gleiche geblieben. Kleine Differenzen, die sich beim Vergleich der beiden Hinterextremitäten von Pf. 545 und Pf. 518 ergeben, sind im Sinne der fortschrittlichen Ossifikation bezw. der Vergrösserung bereits in die Verknöcherung übergetretenen Elemente zu verstehen. Wahrzunehmen ist die stärkere Entwicklung der distalen Femurdiaphyse und der distalen Tibiadiaphyse, die Zunahme der Grösse des Taluskernes und des Verknöcherungspunktes in der distalen Epiphyse des Os metatarsale III.

Dass ein Verknöcherungspunkt für die distale Epiphyse der Grundphalange im vorliegenden Fall nicht (?) vorhanden oder wenigstens nicht zu sehen ist, während er bei Pf. 518 in Form eines winzigen Ossifikationspunktes bereits existiert, spricht durchaus nicht gegen die Richtigkeit der Aufführung des Falles an dieser Stelle, könnte vielmehr ein Beleg dafür sein, dass zu einer Zeit, zu welcher offenbar rasch Verknöcherungsprozesse aufeinanderfolgen und einzelne noch nicht ossifizierte Elemente ergreifen, kleine Variationen in Erscheinung treten können, *die aber durchaus nicht gegen die allgemeine Regel einer gesetzmässigen Aufeinanderfolge der einzelnen Elemente sprechen.* Für uns war entscheidend die Tatsache, dass der distale Humerusepiphysenkern als neues Element zu den bereits vorhandenen Verknöcherungen hinzutrat, wodurch ein Fortschritt im Verknöcherungsgeschehen gegeben ist.

Fall 20: Pferd, bez. Pf. 700

Hierzu gehören die Textfiguren und die Bild-Tafel:

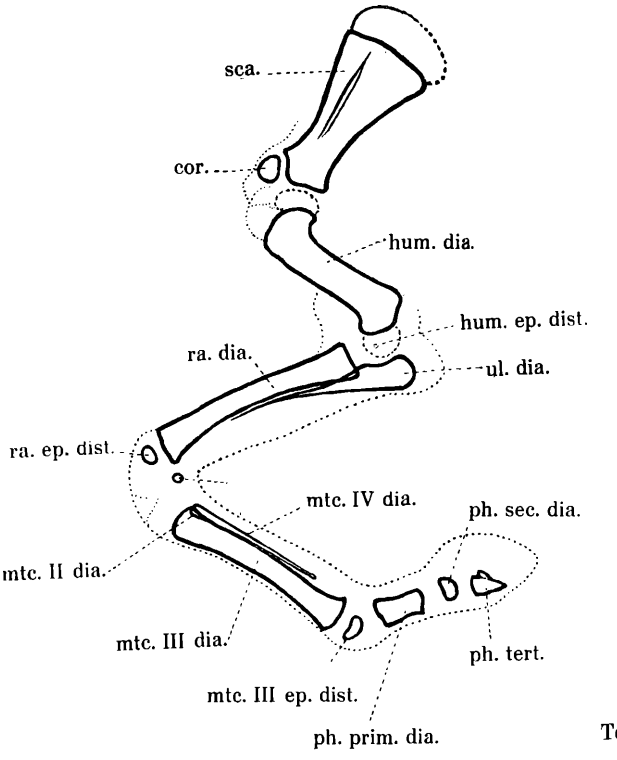
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 59 u. 60;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 61; Taf. XXX: Fig. 35.

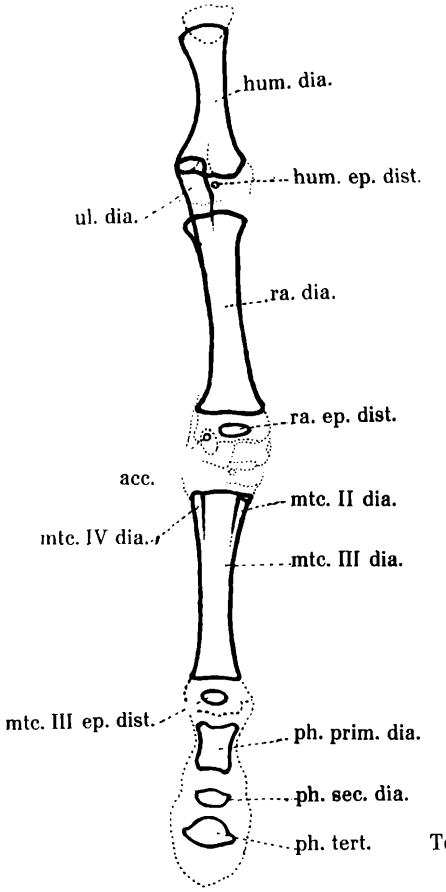
Wir kommen zur Beschreibung der in Fall 20, *Pf. 700* vorliegenden Extremitäten.

Der Fortschritt der Verknöcherung gegenüber dem Vorstadium findet sich in der *Vorderextremität.* Der Humerus zeigt im Gebiet der proximalen und distalen Epiphyse und des Tuberculum majus auf den Röntgenaufnahmen wolkenartige Verdichtungen in der geweblichen Unterlage, die mit Ausnahme der Verdichtung in der distalen Oberarmknochenepiphyse (Textfigg. 59 u. 60, hum. ep. dist.) noch nicht als scharf abgegrenzte Ossifikationspunkte in Erscheinung treten, wohl aber schon auf die Umwandlungen im Knorpelgewebe im Sinn einer beginnenden Ossifikation dieser Teile hindeuten dürften. Im Radio-Metacarpalgelenk hat sich als erstes neu auftretendes Element der *Knochenkern für das Accessorium* (Textfigg. 59 u. 60, acc.) eingestellt, der auf den Seiten- und Frontbildern mit dem viel stärker entwickelten Kern der distalen Radiusepiphyse und auf Frontbildern neben diesem mit einer punktartigen Verdichtung im Knorpelgewebe der Carpale 3-Anlage anzutreffen ist.

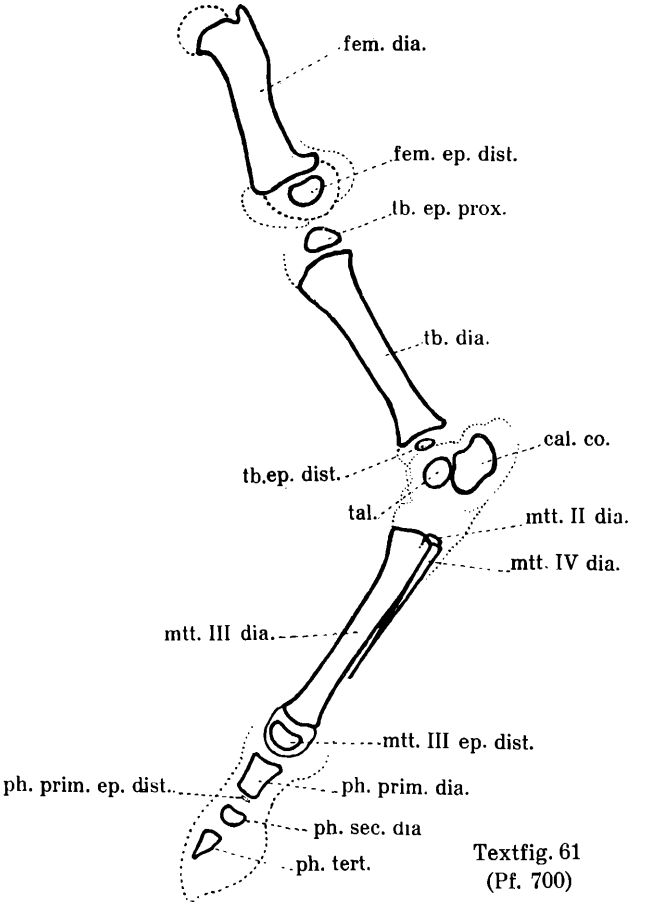
Ausser der viel kräftigeren Entwicklung der einzelnen Knochenteile gegenüber dem vorigen Fall, die eine Demonstration für das fortschreitende Längen- und Dickenwachstum der Einzelelemente während dieser Verknöcherungsperiode liefern, zeigt überdies die Vorderextremität die nämlichen Verhältnisse wie die Vordergliedmasse in Fall 19. Dass wir hier ausser der verknöcherten Scapula und dem Coracoidkern, der distalen Humerus- und Radiusepiphyse, dem Accessorium und dem Knochenkern in der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens, der Humerus-, Ulna- und Radiusdiaphyse, der Diaphyse des Metacarpale III und den Phalangen-Diaphysen noch Andeutungen für den Beginn einer einsetzenden Verknöcherung in der proxi-



Textfig. 59 (Pf. 700)



Textfig. 60 (Pf. 700)



Textfig. 61 (Pf. 700)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 84 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 59 und 60, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.
Textfig. 61, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

malen Humerusepiphyse und in der knorpeligen Anlage für das Carpale III zu verzeichnen haben, die wir dann, wie wir sehen werden, im nachstehenden Fall nicht zu beobachten in der Lage sind, dürfte in erster Linie wohl damit in Zusammenhang stehen, dass die Extremitäten des Pferdes Pf. 700 nicht dem einheitlichen, südafrikanischen Pferdematerial entnommen worden sind, sondern sich auf einen bei einer hiesigen Sektion anfallenden Pferdeföten beziehen, dessen Mutter einer anderen Rasse angehört. Wir haben aber diesen Fall deswegen in unsere Materialreihe einbezogen, weil er im übrigen sehr gut in den Rahmen der Fälle mit progressiver Vervollkommnung des Extremitätenskelettes und dessen Verknöcherung hineinpasst.

In der *Hinterextremität* sind sich die Verhältnisse gleich geblieben. Wir konstatieren nur gegenüber dem vorigen Fall wieder das Auftreten eines kleinen Knochenkerns in der distalen Epiphyse der Grundphalange (Textfig. 61 und Taf. XXX: Fig. 35, ph. prim. ep. dist.), den wir bereits, allerdings erst als winzigen Knochenpunkt, bei Pf. 518 (Fall 18), nicht aber mit Sicherheit bei Pf. 545 (Fall 19), feststellen konnten.

Fall 21: Pferd, bez. Pf. 670

Hierzu gehören die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 62 u. 63; Taf. IX: Figg. 1—15;

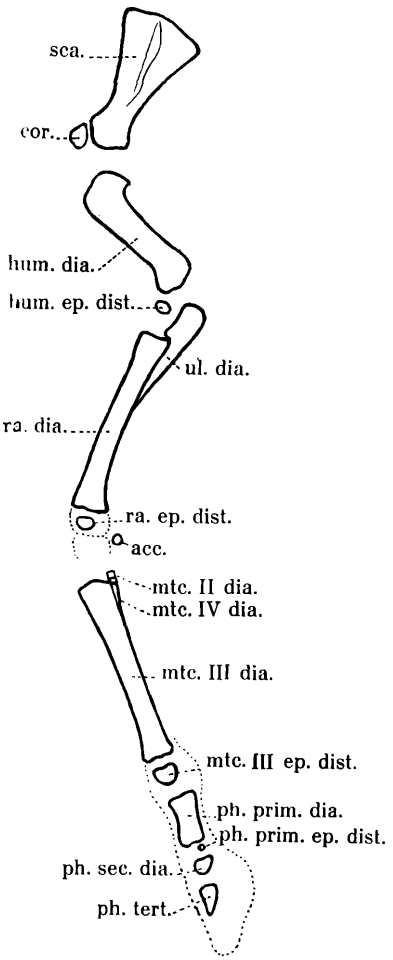
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 64 u. 65; Taf. IX: Figg. 16—28.

Die fortschreitende Verknöcherung wird durch Fall 21, *Pf. 670,* belegt.

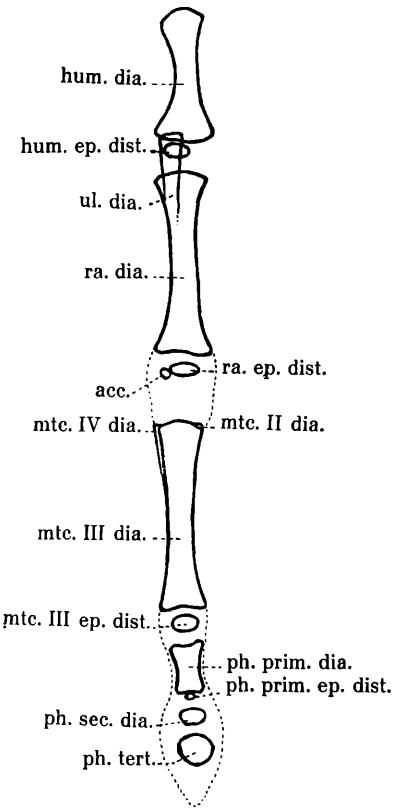
Ein weiteres Knochenelement zeigt sich im Zehenbereich der *Vorderextremität.* Während in der Vordergliedmasse des Pferdes Pf. 700 noch keine Verknöcherungspunkte in den Epiphysen der Zehenglieder wahrzunehmen sind, so tritt nunmehr als erster Knochenkern *ein Ossifikationspunkt in der distalen Epiphyse* der Grundphalanx (Textfigg. 62 u. 63; Taf. IX: Figg. 5, 9 u. 13, ph. prim. ep. dist.) auf. Seiten- und Frontbilder lassen deutlich einen kleinen Kern am unteren Rande der Grundphalanx feststellen. Weitere Elemente sind in der Vordergliedmasse nicht aufgetreten. Scapula mit Coracoidkern, Humerusdiaphyse mit distaler Epiphyse, Ulna-Radiusdiaphysen und distaler Radiusepiphysenkern, Accessorium, 3 Diaphysen im Metacarpus und ein Knochenkern für die distale Epiphyse des Hauptmittelfussknochens, verknöcherte Grundphalangen-, Mittel- und Endphalangenschäfte konnten schon im vorigen Fall als knöcherne Elemente für die Gliedmasse aufgeführt werden. Der distale Humerusepiphysenkern hat sich inzwischen freilich zu einem ansehnlichen Knochenelement entwickelt. Das Vorkommen aller dieser Elemente wird durch die Figuren 1—15 auf Taf. IX demonstriert.

In der *Hinterextremität* ist es der Oberschenkelknochen, der ein neues Knochenelement zugestellt erhält (Textfigg. 64 u. 65; Taf. IX: Figg. 16, 21 u. 25, fem. tro. maj. ap.). Seiten- und Frontbilder zeigen den Verknöcherungspunkt über der proximalen Abschlusskante der Diaphyse des Os femoris in einiger Entfernung vom Knochenschaft. Dieser Verknöcherungspunkt bildet sich in einer knorpeligen Grundlage aus, die sich später zum knöchernen Trochanter major ausgestaltet und mit der Diaphyse verschmilzt. Es ist *der Trochanter major-Apophysenkern.*

Das Vorkommen eines distalen Femurepiphysenkerns, einer proximalen und distalen Tibiaepiphyse, des verknöcherten Calcaneus und Talus, einer distalen Mittelfussknochenepiphyse, endlich einer distalen Epiphyse der Grundphalanx wurde bereits erwähnt, wie dasjenige der Diaphysen des Os femoris, der Tibia, der Metatarsalknochen und der drei Phalangen. Taf. IX, Figg. 16—28, beziehen sich auf das Material, das diese Vorkommnisse zu belegen imstande ist.

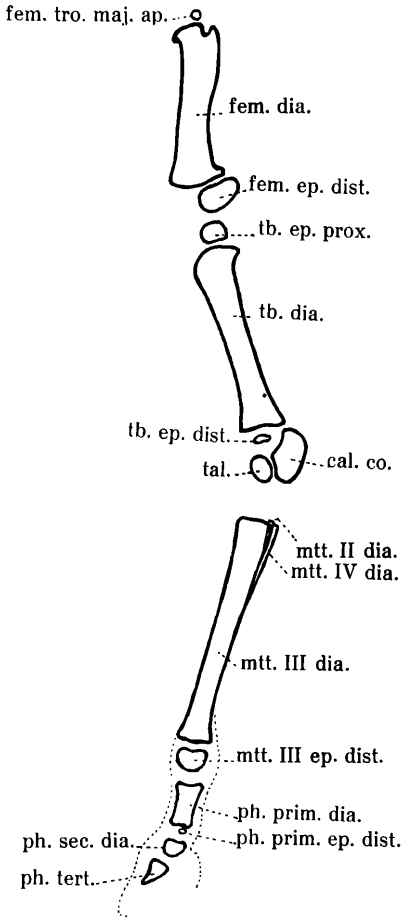


Textfig. 62 (Pf. 670)

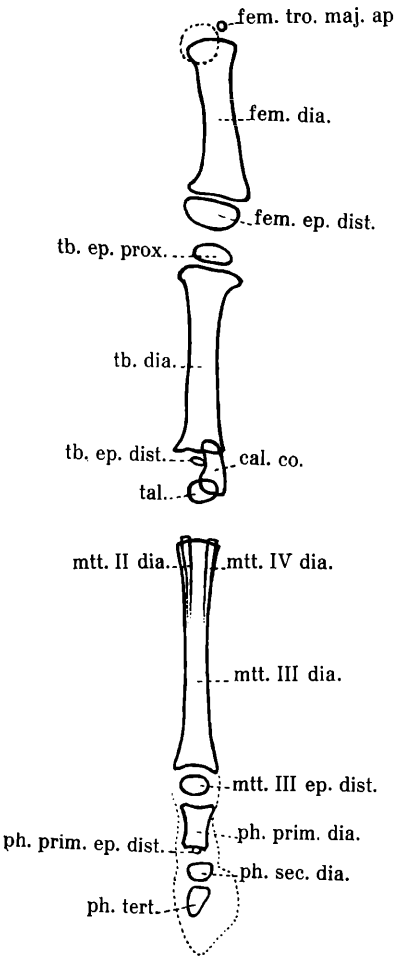


Textfig. 63 (Pf. 670)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 79 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 62 und 63, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 64 (Pf. 670)



Textfig. 65 (Pf. 670)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 79 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 64 und 65, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Fall 22: Pferd, bez. Pf. 661

Fall 23: Pferd, bez. Pf. 666

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafeln:

ad Fall 22 (Pf. 661):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 66 u. 67.; Taf. X: Figg. 1 7;

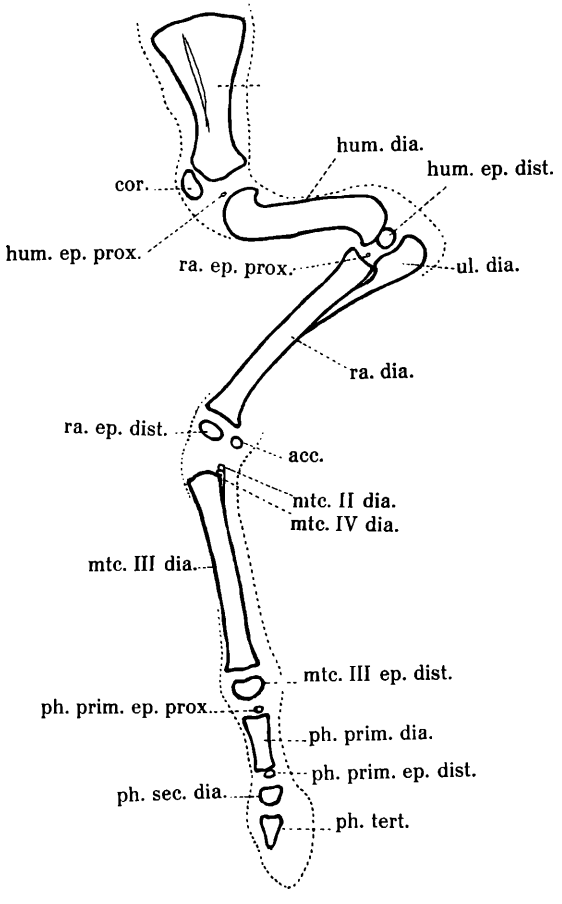
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 68 u. 69; Taf. X: Figg. 8—14.

ad Fall 23 (Pf. 666):

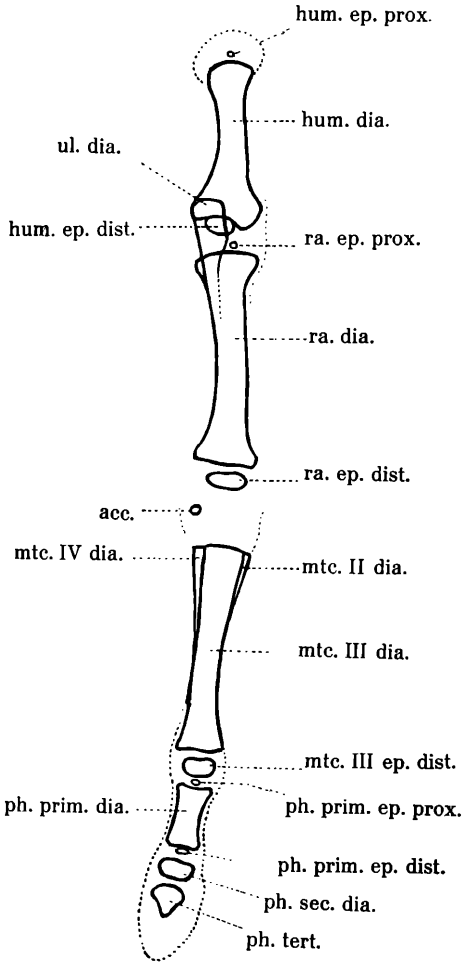
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 70 u. 71; Taf. XI: Figg. 1—16;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 72 u. 73; Taf. XI: Figg. 17—28.

In Anbetracht dessen, dass die beiden folgenden in die Reihe nun weiter einzuschliessenden Fälle, Fall 22, *Pf. 661* und Fall 23, *Pf. 666*, fast durchwegs gleiche und einander ent-



Textfig. 66 (Pf. 661)



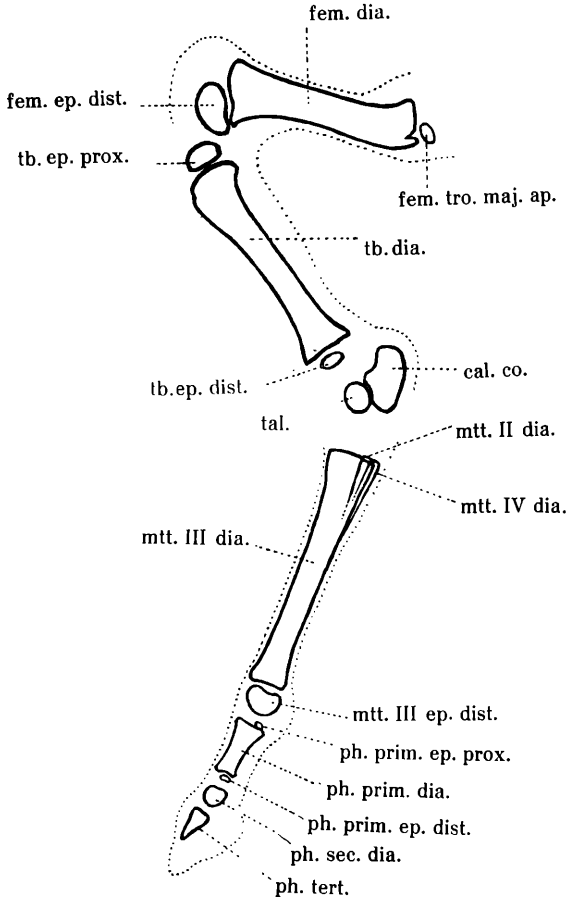
Textfig. 67 (Pf. 661)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 84 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 66 und 67, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

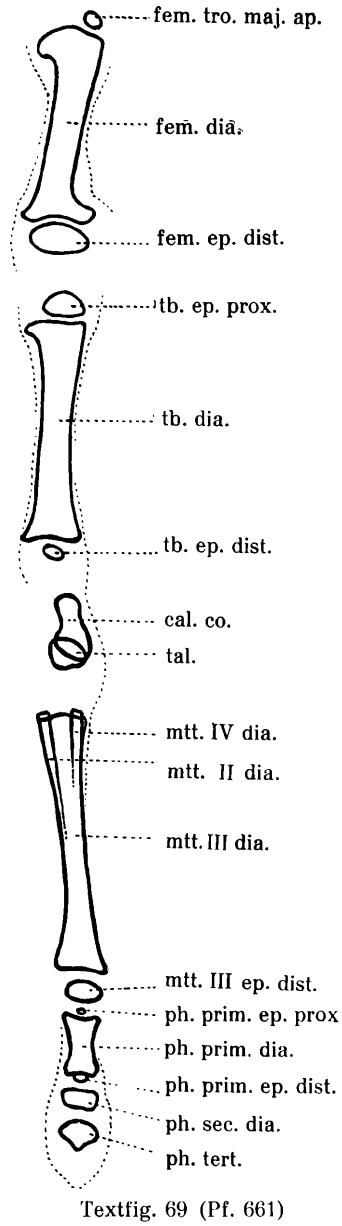
sprechende Verhältnisse in der Progression der Verknöcherung zeigen, so möge gestattet sein, dieselben gleichzeitig vorzuführen und im wesentlichen zu schildern.

Bei *Pf. 661* (Textfigg. 66—67) ist an der *Vorderextremität* die Scapula belassen worden. Sie zeigt den stark vergrösserten, dem Gelenkrand nunmehr stark genäherten Coracoidkern. Bei *Pf. 666* (Textfigg. 70—71) ist die Scapula in der Aufnahme nicht mitberücksichtigt. Bei *Pf. 661* hat die Humerusdiaphyse zufolge Entwicklung eines *Verknöcherungspunktes im proximalen Aussenbereich der Diaphyse* (Textfigg. 66 u. 67, hum. ep. prox.) ein weiteres Verknöcherungszentrum erhalten. Der neue Knochenkern, der im knorpeligen Humeruskopf erscheint, ist der Knochenkern, von welchem die *Verknöcherung der proximalen Humerusepiphyse* vor sich geht. *Pf. 666* zeigt diesen Kern ebenfalls (Textfigg. 70 u. 71, hum. ep. prox.), indessen zeichnet sich hier noch eine beginnende *Verknöcherung im Tuberculum majus* (Textfigg. 70 u. 71, hum. tub. maj. ap.) ab.

Bei *Pf. 661* kündet sich ferner eine neue Verknöcherung in Form eines *frischen Knochenpunktes in der proximalen Radiusepiphyse* (Textfigg. 66 u. 67, ra. ep. prox.) an, indem über dem proximalen Radiusrande, ziemlich in der Mitte desselben, ein kleiner, scharf abgegrenzter Kern in Erscheinung tritt, der in Fall 21 (Pf. 670) noch nicht wahrzunehmen war. Bei *Pf. 666*



Textfig. 68 (Pf. 661)

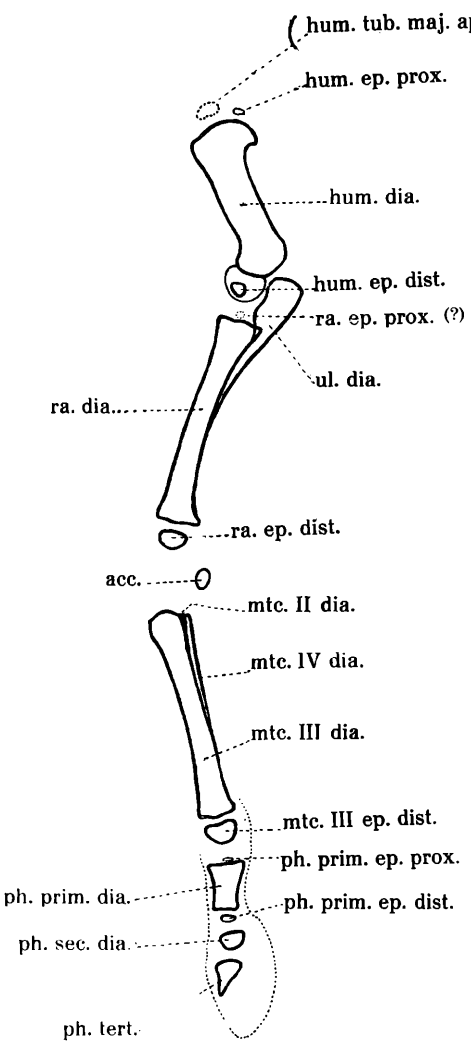


Textfig. 69 (Pf. 661)

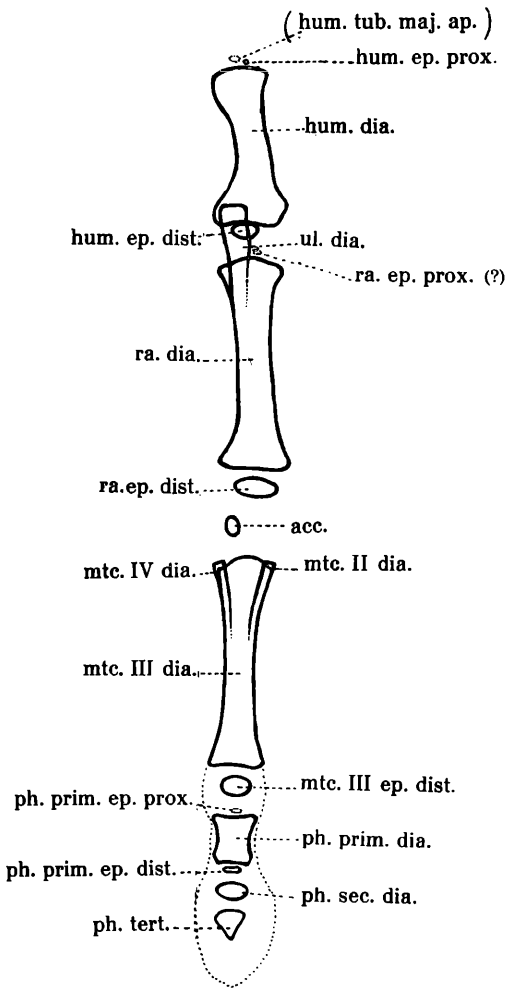
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 84 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 68 und 69, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

ist dieser Kern allerdings auf den Originalaufnahmen nicht deutlich nachweisbar (Textfigg. 70 u. 71, ra. ep. prox. [?]).

Pf. 661 sowohl wie *Pf. 666* zeigen sodann ausser dem bereits im Fall 21 (Pf. 670) festgestellten distalen Epiphysenkern der Grundphalanx, der bei *Pf. 661* auf den Textfigg. 66 u. 67, und der Tafel X: Figg. 3 u. 7, ph. prim. ep. dist. und bei *Pf. 666* in Textfigg. 70 u. 71 und auf der Tafel XI: Figg. 5, 9 u. 16, ph. prim. ep. dist. zu sehen ist, einen Verknöcherungspunkt auch in der proximalen Epiphyse (in Fall 22, *Pf. 661*: Textfigg. 66 u. 67: Taf. X: Figg. 3 u. 7, ph. prim. ep. prox. — in Fall 23, *Pf. 666:* Textfigg. 70 u. 71; Taf. XI: Figg. 5, 9 u. 16, ph. prim. ep. prox.). Die Grundphalanx hat somit in beiden Fällen zwei deutlich abgesetzte Knochenkerne aufzuweisen, welche sich proximal und distal an die Diaphyse anschliessen.



Textfig. 70 (Pf. 666)

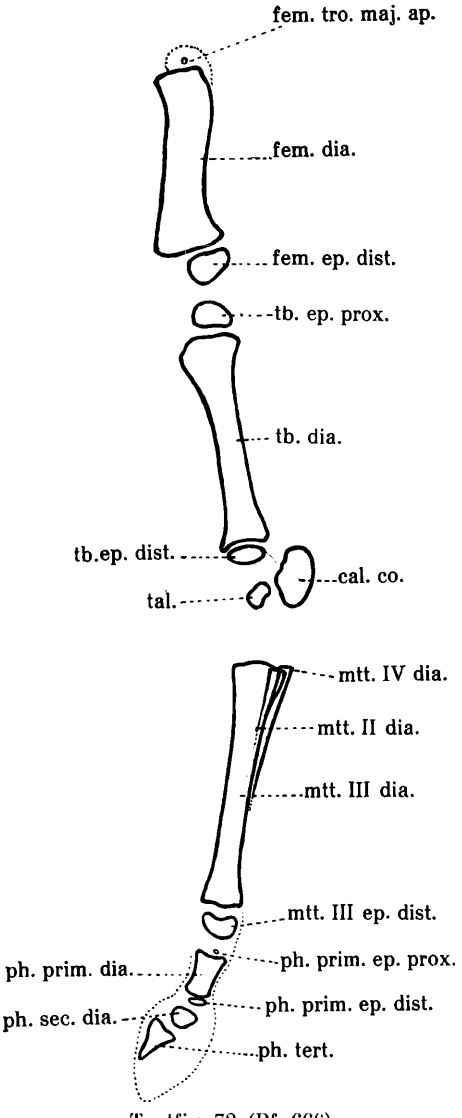


Textfig. 71 (Pf. 666)

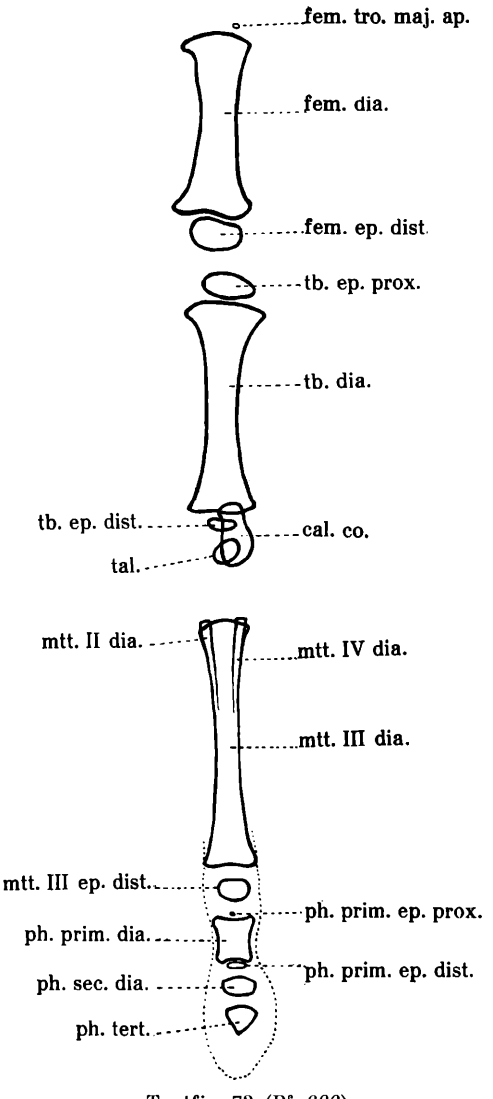
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 79 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 70 und 71, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Am Ober- und Unterschenkelknochen der *Hinterextremität* hat bei *Pf. 661* und *Pf. 666* der Verknöcherungsprozess, wenn von Längen- und Dickenwachstum der Diaphysen abgesehen wird, keine weiteren Fortschritte gemacht; es sind keine neuen Knochenelemente in den Ossifikationsprozess weiterhin einbezogen worden. *Pf. 661* zeigt eine Grössenzunahme des Kerns in der Trochanter major-Apophyse (Textfigg. 66 u. 69; Taf. X: Figg. 8 u. 11, fem. tro. maj. ap.), *Pf. 661* und *Pf. 666* den distalen Femurepiphysenkern und den proximalen und distalen Tibiaepiphysenkern in zunehmender Grössenentwicklung (distaler Femurepiphysenkern bei *Pf. 661:* Textfigg. 68 u. 69; Taf. X: Figg. 8 u. 11, fem. ep. dist.; bei *Pf. 666*: Textfigg. 72 u. 73; Taf. XI: Figg. 17, 21 u. 25, fem. ep. dist.; — proximaler und distaler Tibiaepiphysenkern bei *Pf. 661:* Textfigg. 68 u. 69; Taf. X: Figg. 8 u. 11, tb. ep. prox. und tb. ep. dist.; bei *Pf. 666:* Textfigg. 72 u. 73; Taf. XI: Figg. 17, 21 u. 25, tb. ep. prox. und tb. ep. dist.).

Im Sprunggelenk sind in beiden Fällen keine weiteren Fortschritte in der Entwicklung eingetreten. Die Calcaneus- und Talusverknöcherung hat, wie an den vergrösserten Elementen



Textfig. 72 (Pf. 666)



Textfig. 73 (Pf. 666)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 79 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 72 und 73, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

festzustellen ist, weitere Gebiete der knorpeligen Unterlage in die Ossifikation einbezogen (*Pf. 661:* Textfigg. 68 u. 69; Taf. X: Figg. 9 u. 13, cal. co. und tal. — *Pf. 666:* Textfigg. 72 u. 73; Taf. XI: Figg. 19, 23 u. 27, cal. co. und tal.).

Auch im Metatarsus sind bei *Pf. 661* und *Pf. 666* die Verhältnisse im wesentlichen dieselben geblieben.

In beiden Fällen hat aber die Grundphalange der Hinterextremität in entsprechender Weise wie die Grundphalange der Vorderextremität einen Fortschritt in der Verknöcherung aufzuweisen, indem ausser dem distalen Epiphysenkern ein selbständig und vom Mittelschaft losgelöster proximaler Epiphysenkern auftritt, der in Fall 21 (Pf. 670) noch nicht anzutreffen ist (*Pf. 661*: Textfigg. 68 u. 69; Taf. X: Figg. 10 u. 14, ph. prim. ep. prox. — *Pf. 666*: Textfigg. 72 u. 73; Taf. XI: Figg. 20, 24 u. 28, ph. prim. ep. prox.).

Fall 24: Pferd, bez. Pf. 544

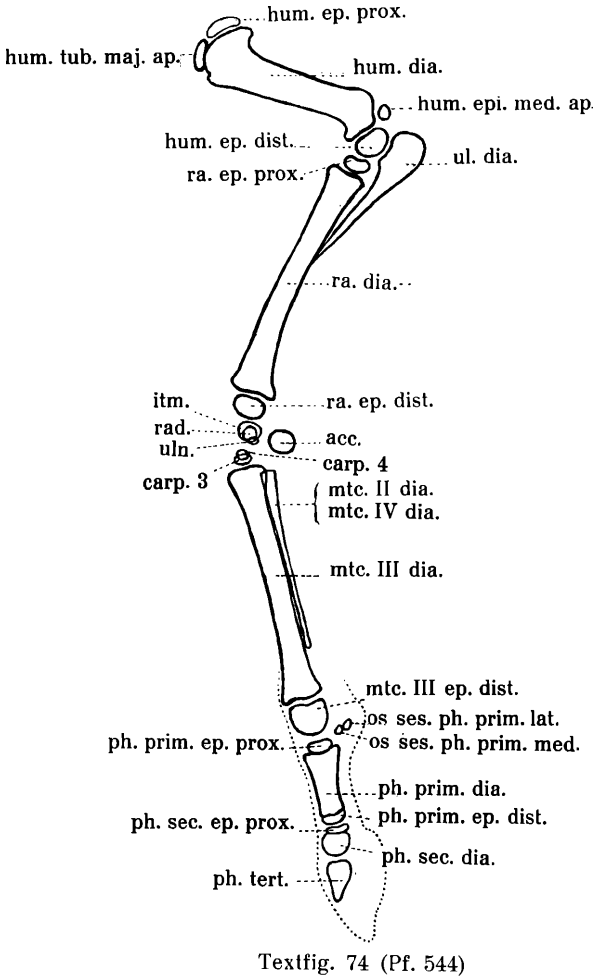
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 1—4 u. 6—18;

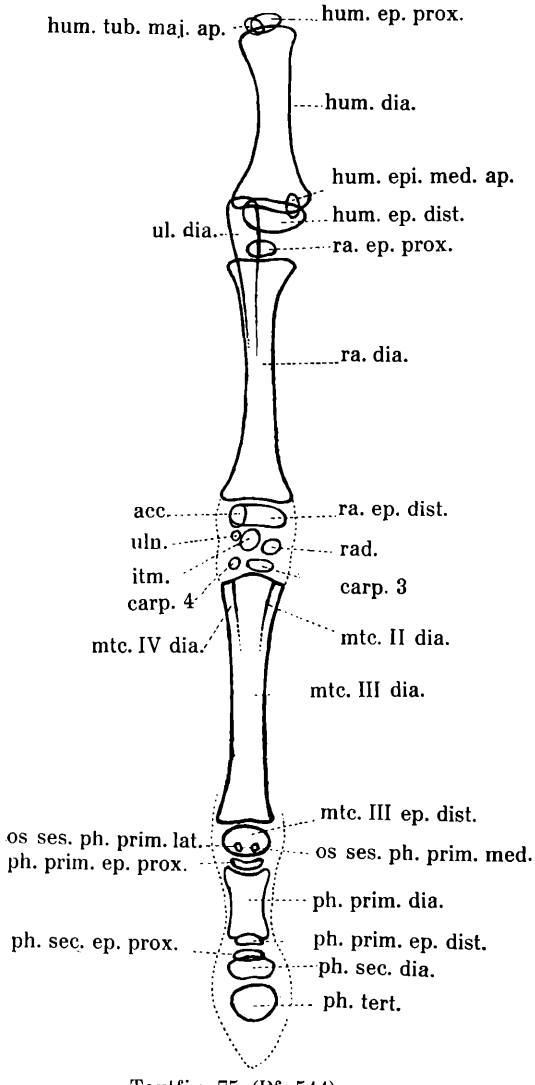
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Figg. 5, 19—27.

Der in die Reihe nunmehr aufzunehmende Fall 24, *Pf. 544* zeichnet sich gegenüber den eben besprochenen Fällen 22 und 23 (Pf. 661 und Pf. 666) dadurch aus, dass nun plötzlich eine ganze Reihe neuer Elemente zu den bereits bestehenden hinzutritt und das Ossifikationsbild mit einem Schlag eine namhafte Vervollständigung des Gliedmassenskelettes erhält.

In der Vorderextremität zeigt sich diese Vervollständigung am Humerus (Textfigg. 74 u. 75), namentlich aber am Carpus und im Phalangengebiet.

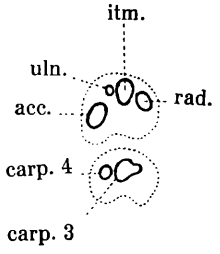


Textfig. 74 (Pf. 544)



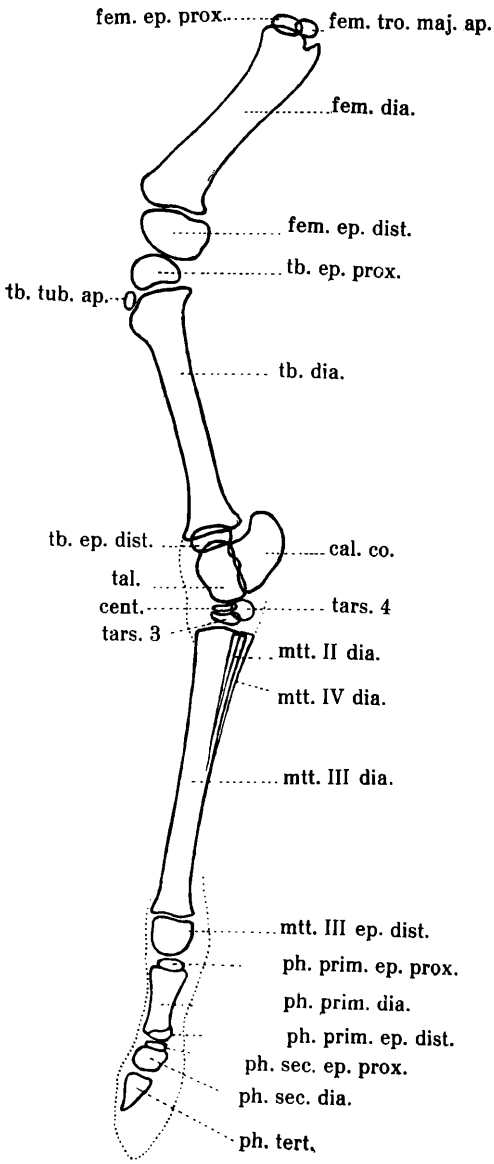
Textfig. 75 (Pf. 544)

Textfig. 75a (Pf. 544)

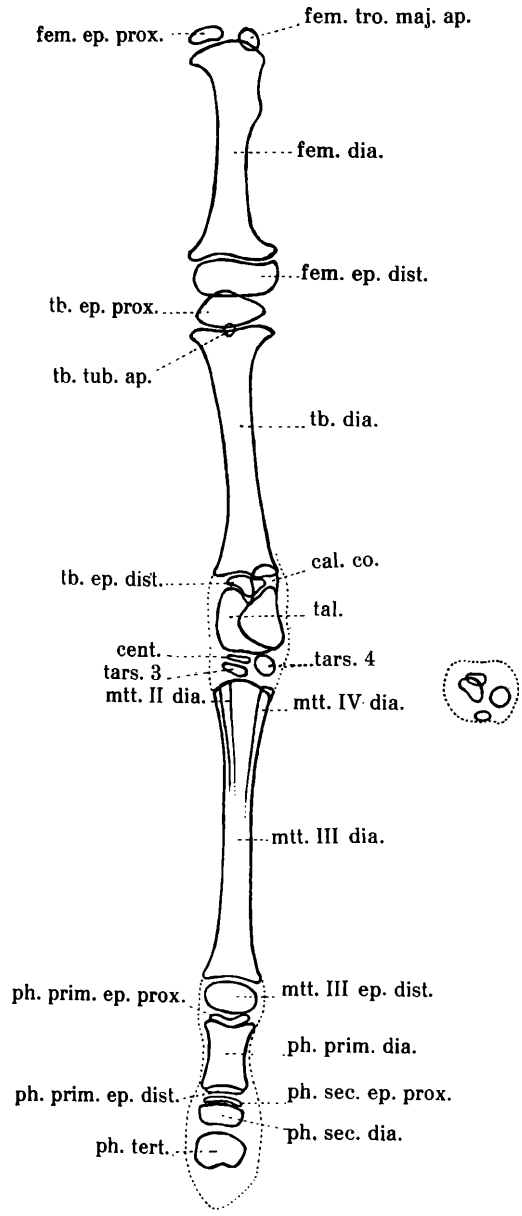


Textfig. 75b (Pf. 544)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 86 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 74 und 75, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.
Textfigg. 75a und 75b, Schnittbilder durch den Carpus.



Textfig. 76 (Pf. 544)



Textfig. 77 (Pf. 544)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 86 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 76 und 77, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

In der Hinterextremität findet die progressive Entwicklung im Verhalten der Tibia, des Tarsus und der Mittelphalanx ihren Ausdruck.

Den im nachstehenden erwähnten Feststellungen sei zunächst ein wichtiger Befund *im Schultergürtel* vorausgeschickt. Neben der Scapula findet sich ausserordentlich prägnant der Coracoidkern vor. Er ist noch vollständig abgespalten vom Schulterblatt, von diesem durch eine Knochenfuge deutlich getrennt. Zwischen dem Coracoidkern und dem ventralen Teil der Scapula zeigt sich bei der genauen Prüfung der diesbezüglichen Aufnahmeplatten *noch ein weiterer, zweiter Kern im Zonoskelett.* Er tritt im interossealen Knorpelgewebe als isolierter kleiner Verknöcherungspunkt ohne Anlehnung an das Coracoid und an das Schulterblatt auf (Taf. XII: Fig. 1, 2. k. Z.).

In der *Vorderextremität* hat sich am Humerus nicht nur der Kochenkern im proximalen Gelenkkopf, die proximale Humerusepiphyse im knöchernen Zustand vergrössert (Textfig. 74 und 75; Taf. XII: Figg. 2, 6 und 15, hum. ep. prox.), sondern es tritt auch neben dem proximalen Epiphysenkern ein knöcherner Kern für das Tuberculum majus auf (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 2, 6 u. 15, hum. tub. maj. ap.).

Die distale Humerusepiphyse ist ebenfalls bedeutend grösser geworden (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 2, 6 u. 15, hum. ep. dist.).

Die Seiten- und Frontbilder, auf die wir eben verwiesen haben, zeigen aber auch noch, dass im distalen Epiphysengebiet ein neues Knochenelement aufgetreten ist, das als *Verknöcherungspunkt des medial gelegenen Epicondylus* gelten muss (Textfigg. 74 u. 75, Taf. XII: Figg. 2, 6 u. 15, hum. epi. med. ap.).

Auffallend an Grösse hat im Unterarmskelett der proximale Epiphysenkern des Radius zugenommen (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 2 u. 16, ra. ep. prox.), den wir noch als sehr kleinen Punkt in der Vorderextremität des Pferdes Pf. 661 (bei Pf. 666 ist er noch nicht mit Sicherheit festzustellen) wahrgenommen haben.

Die Frontansichten der Vordergliedmassen zeigen aber auch eine sehr starke Entwicklung der sich verknöchernden distalen Epiphyse des Radius (Textfig. 75; Taf. XII: Fig. 7, ra. ep. dist.).

Den als Anhangsknochen (Accessorium) in den vorigen Fällen festgestellte Knochenkern distal vom Radius, der bei den Pferden Pf. 661 und Pf. 666 als einziges Knochenelement im Knorpelraum zwischen Radius und Metacarpus anzutreffen ist, finden wir (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 2, 7 u. 12, acc.) mit nicht weniger als fünf weiteren, dem Carpus angehörenden Kernen vergesellschaftet. Dieses plötzliche Erscheinen einer so grossen Zahl in die Verknöcherung übergehenden Elemente deutet darauf hin, dass die Verknöcherung in der vorderen Fusswurzel zur Zeit stark im Gang ist. Sie treten deutlich in zwei gesonderten, übereinandergelagerten Reihen auf und zeichnen sich untereinander durch eine verschiedene Grösse aus.

In der oberen (proximalen) Reihe zeigen sich die *Ossifikationspunkte für das Ulnare, Intermediale und Radiale* (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 2, 7, 10, 12, 13 u. 16, uln., itm., rad.). Der lateral gelegene kleinste Kern muss als Verknöcherungspunkt für das Ulnare, der mittlere als derjenige für das Intermediale und der medial gelegene als Ossifikationspunkt für das Radiale angesehen werden.

In der unteren (distalen) Reihe sind nur zwei Kerne sichtbar (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 3, 8, 11 u. 14, carp. 4 u. carp. 3). Der laterale Verknöcherungspunkt repräsentiert *das Verknöcherungszentrum für das Carpale 4,* der in der Frontansicht mehr axial gelegene und grössere Ossifikationspunkt *das Carpale 3.* Das Carpale 2 ist noch nicht im Beginn der Umwandlung zu einem Knochenelement anzutreffen.

Die eben beschriebenen Knochenelemente, ihre Lage und Grösse, ihre ursprünglich isolierte Entwicklung geben auch zwei auf verschiedener Höhe geführte Querschnitte durch den Carpus, auf die noch im besonderen aufmerksam gemacht sei, wieder, ein Querschnitt geführt in der Höhe der proximal gelegenen Reihe der Knochenanlagen (Textfig. 75a; Taf. XII: Figg. 10 u. 13) und ein Querschnitt geführt in der Höhe der distal gelegenen Reihe (Textfig. 75b; Taf. XII: Figg. 11 u. 14).

Im Zehenbereich der Vorderextremität tritt sodann als neues Element *die proximale Epiphyse der Mittelphalanx* zum ersten Mal verknöchert auf (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 4, 9 u. 18, ph. sec. ep. prox.). Im Knochenstadium erscheinen sodann *die beiden oberen Sesambeine,* die in den Textfiguren 74 u. 75 und auf Taf. XII: Figg. 4, 9 u. 18, os. ses. ph. prim. lat. et med. und ossa ses. ph. prim., wiedergegeben sind.

In der *Hinterextremität* tritt ein neuer Kern im Knorpelgebiet des Femurknochens über dessen proximalen Ende auf (Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Figg. 19 u. 21, fem. ep. prox.). Der

Kern bekundet *die eingetretene Ossifikation in der Femurkopfanlage,* die in Fall 23 (Pf. 666) noch nicht verknöchert ist.

Ein neues weiteres Verknöcherungszentrum hat sodann die Tibia aufzuweisen (Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Figg. 19 u. 23, tb. tub. ap.). Der Knochenkern tritt am proximalen Ende des Schienbeines auf, und zwar an dessen Vorderseite und ist eine selbständige *Ossifikation der Tuberositas tibiae-Apophyse.*

Diejenige Zone aber, die vor allem im Zeichen ossifizierender Vorgänge steht, ist die Fusswurzel. Calcaneus und Talus sind uns schon in den vorausgegangenen Fällen in verknöchertem Zustand begegnet. Als neue Kerne treten ausser dem verknöcherten Calcaneus und Talus zwei mehr oder weniger platte Elemente unterhalb des Talus und eine rundlich umgrenzte Ossifikation lateralwärts von diesem auf (Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Figg. 5, 20, 22 und 24, cent., tars. 3, tars. 4). Der dem Talus zunächst liegende Kern ist das *Verknöcherungszentrum für das Os centrale,* der unter diesem gelegene Kern die Verknöcherungsstelle für das *Os tarsale 3,* während das seitwärts gelegene rundlich umgrenzte Knochenelement als das in der Phase der Ossifikation befindliche *Os tarsale 4* zu betrachten ist.

In Fall 22 (Pf. 661) und 23 (Pf. 666) wurde des Auftretens der proximalen und distalen Epiphyse an der Grundphalangendiaphyse auch der Hinterextremität bereits Erwähnung getan. Ausser diesen der ersten Phalanx angehörenden beiden Epiphysen tritt in Fall 24 (Pf. 544), wie wir es bereits an der Vorderextremität feststellen konnten, als weitere Verknöcherung eine Phalangenepiphyse an der Mittelphalanx auf (Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Fig. 25, ph. sec. ep. prox.). Es ist *die proximale Mittelphalangenepiphyse,* die als dritte verknöcherte Epiphyse im Zehenbereich auftritt.

Die oberen beiden Sesambeine, die an der vorderen Extremität bei Pf. 544 in den Seitenansichten hinter der distalen Epiphyse des Os metacarpale III anzutreffen sind und auf den Frontaufnahmen sich auf die distale Hauptmittelfussknochenepiphyse projizieren, sind an der Hinterextremität in verknöchertem Zustand noch nicht zu sehen (Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Fig. 25). In bezug auf die Verknöcherung der oberen Sesambeine eilt also offenbar die Vorderextremität der Hinterextremität voraus.

Fall 25: Pferd, bez. Pf. 660

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 78 u. 79; Taf. XIII: Figg. 1 15;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 80 u. 81; Taf. XIII: Figg. 16—28.

Pferd *Pf. 660* zeigt in bezug auf den Verknöcherungsprozess noch etwelche weitere Fortschritte, die zur allgemeinen Komplettierung der Gliedmassen führen. Längen- und Dickenwachstum, Vergrösserung der einzelnen Elemente sind die allgemeinen Erscheinungen, welche ein Vergleich zwischen Fall 25 (Pf. 660) und Fall 24 (Pf. 544) ergibt. Die Extremitäten sind auch im ganzen fester und kräftiger, zum Teil auch länger geworden.

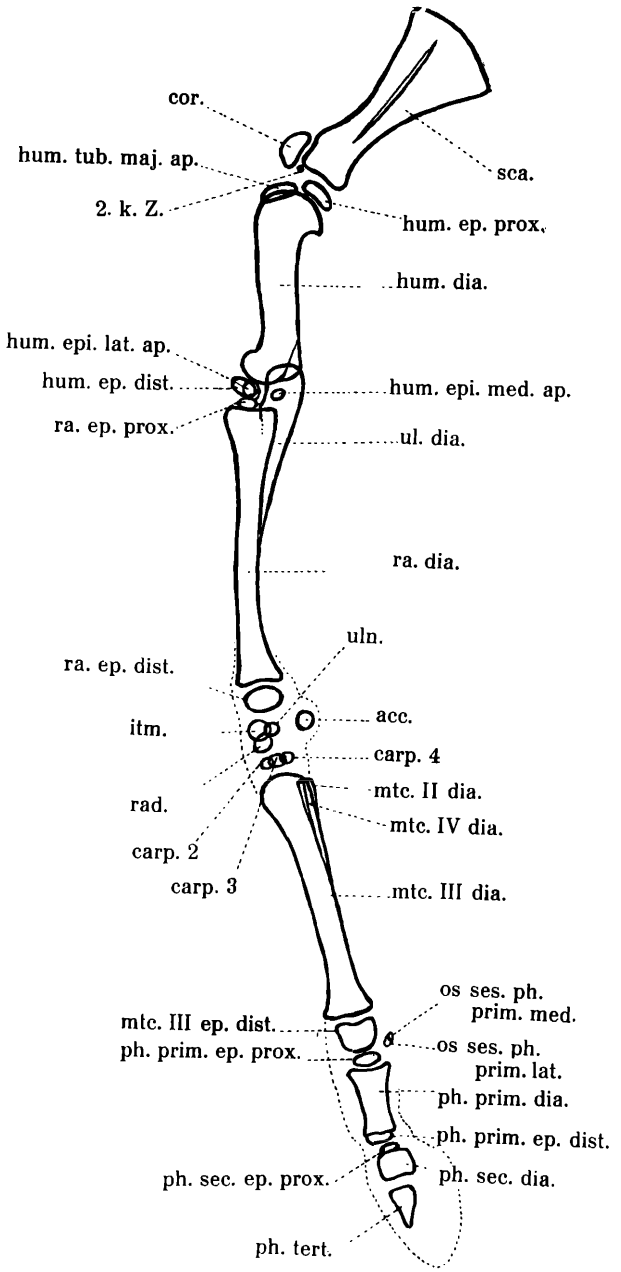
In der *Vorderextremität* finden wir im Schultergürtel noch Verhältnisse vor, wie wir sie im vorigen Fall beschrieben haben (Fig. 78; Taf. XIII: Fig. 1, cor., 2. k. Z.). Ausser dem Coracoidkern ist in der Flucht der zukünftigen Gelenkfläche der Scapula nach vorn ein zweiter Knochenkern anzutreffen, der zwischen der kranialen Ecke der ventralen Partie der Scapula und der Coracoid-Verknöcherung gelegen ist und in Fall 25 noch deutlicher und kräftiger entwickelt zu Tage tritt als in Fall 24.

An der Vorderextremität des Pferdes Pf. 660 ist sodann ausser dem Epicondylus medialis am Humerus noch ein entsprechender Kern auf der lateralen Seite anzutreffen. Es handelt

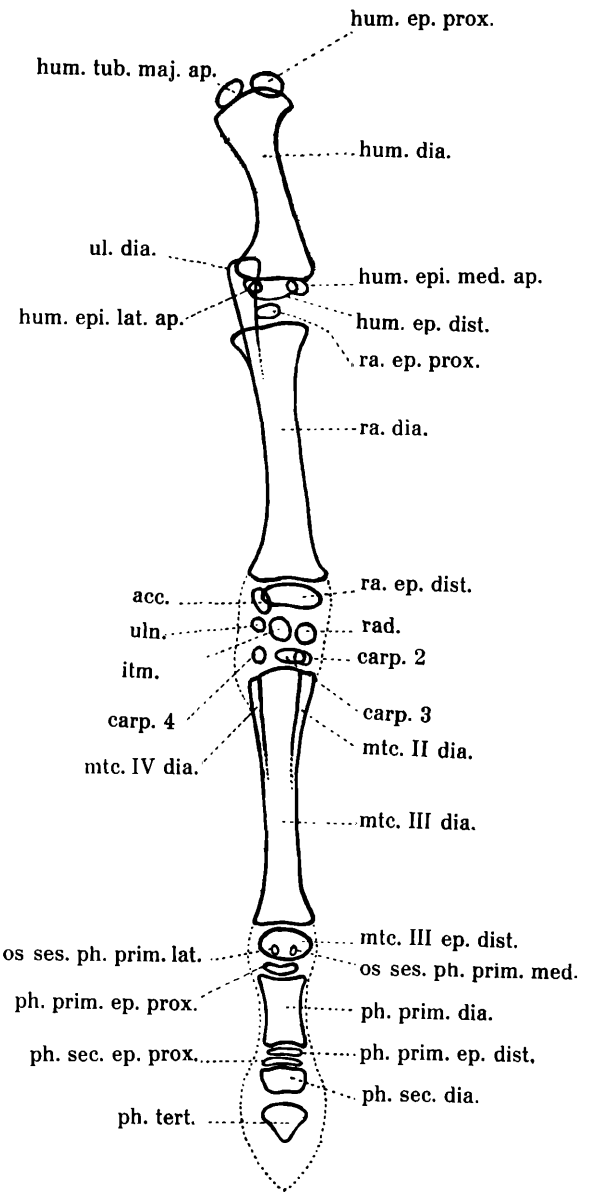
sich um eine selbständig auftretende Verknöcherung im zukünftigen *Epicondylus humeri lateralis*; (Textfigg. 78 u. 79; Taf. XIII: Fig. 2, hum. epi. lat. ap.). Der erwähnte Knochenkern lässt sich auf der einen Frontansicht des betreffenden Extremitätenteiles mit aller Deutlichkeit sehen.

Das Unterarmskelett befindet sich auf der nämlichen Stufe der Verknöcherung wie im vorigen Fall (Textfigg. 78 u. 79; Taf. XIII: Figg. 3, 7 u. 13, ra. ep. prox., ra. dia., ra. ep. dist., ul. dia.).

Bezüglich der Verhältnisse im Radiometacarpalgelenk treffen wir in der proximalen Reihe die nämlichen Elemente verknöchert an wie im vorigen Fall. Die einzelnen Knochenanlagen, das Os intermediale, radiale und ulnare, haben inzwischen an Grösse zugenommen (Textfigg.

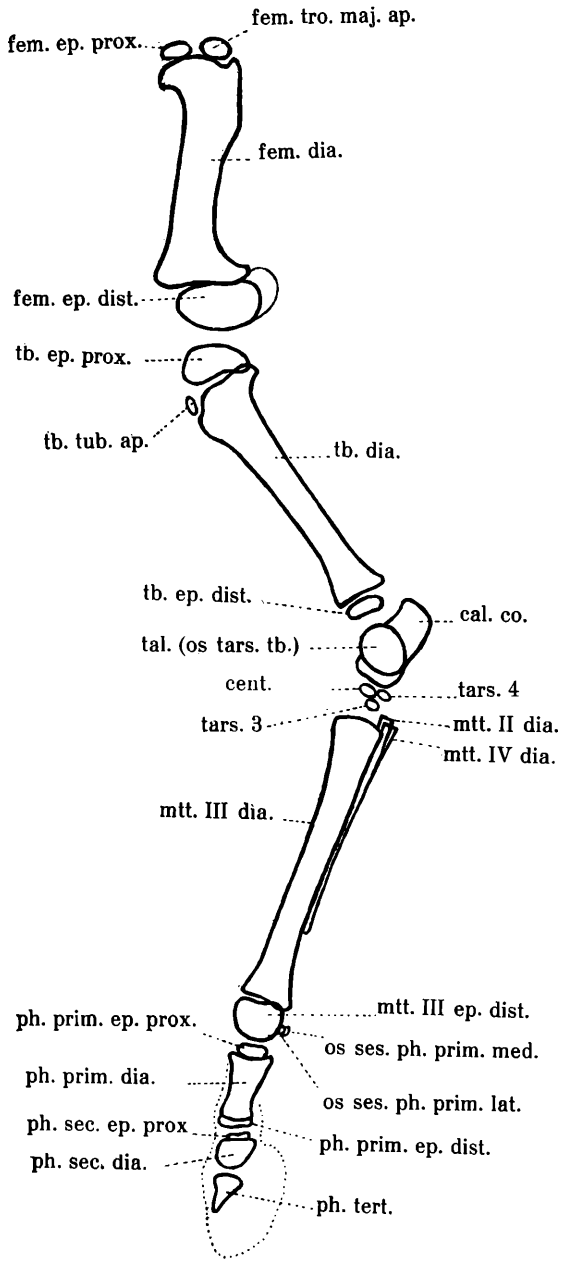


Textfig. 78 (Pf. 660)

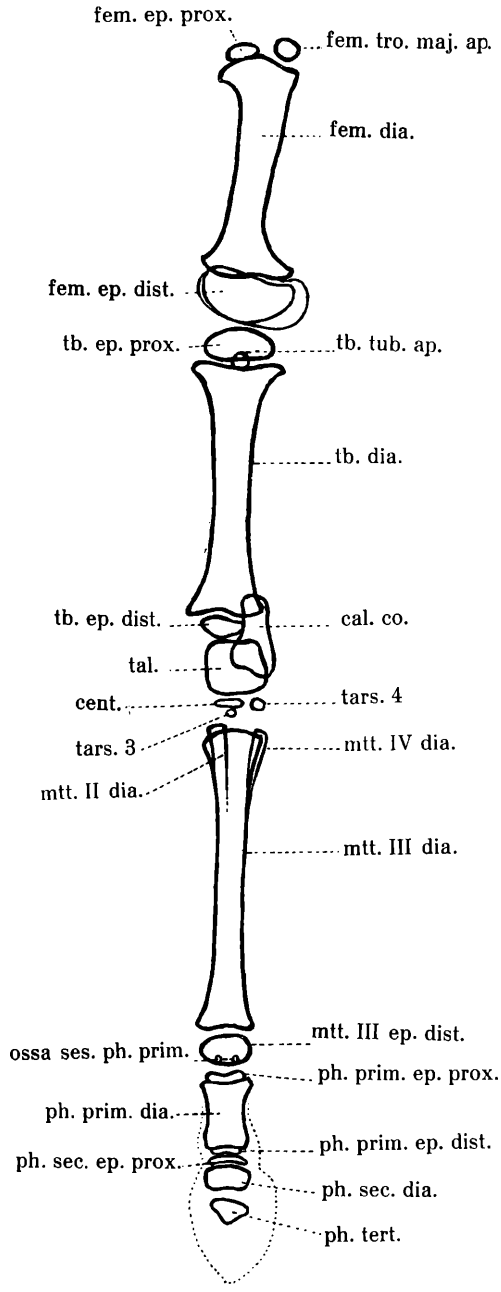


Textfig. 79 (Pf. 660)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 97 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 78 und 79, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 80 (Pf. 660)



Textfig. 81 (Pf. 660)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdeembryo von 97 cm Kopf-Steisslänge: Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 80 und 81, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

78 u. 79; Taf. XIII: Figg. 3. u. 13, itm., ra., ul.; ferner Querschnitt Fig. 10). In der distalen Reihe der Carpalknochenanlagen ist medial vom Os carpale 3 das Os carpale 2 getreten (Textfigg. 78 u. 79; Taf. XIII: Fig. 14, carp. 2; ferner Querschnitt Fig. 11).

Im Metacarpus sind abgesehen vom Längen- und Dickenwachstum keine progressiven Fortschitte in bezug auf die Verknöcherung festzustellen.

Im Zehenbereich machen neben den Diaphysen die proximale und distale Epiphyse der Grundphalanx und die proximale Epiphyse der Mittelphalanx (Textfigg. 78 u. 79 u. Taf. XIII: Figg. 5, 9 u. 15) den Bestand der verknöcherten Elemente aus.

Vorhanden sind auch wie im vorigen Fall die oberen Sesambeine (Textfigg. 78 u. 79; Taf. XIII: Figg. 5, 9 u. 15), während das untere Sesambein noch nicht in verknöchertem Zustand vorliegt.

Die *Hinterextremität* zeigt in bezug auf die Verknöcherung der einzelnen Elemente keine sehr weitgehenden Unterschiede gegenüber dem vorigen Fall. Die Verknöcherungsverhältnisse im Ober- und Unterschenkel sind mit dem des vorigen Falles übereinstimmende (Textfigg. 80 und 81; Taf. XIII: Figg. 16, 17, 21, 22, 25 u. 26).

Ein Vergleich der Verhältnisse in der Hinterfusswurzel beim vorliegenden Fall mit denen des Falles 24 zeigt, dass zwar wie bei diesem Calcaneus, Talus, Tarsale 4, Centrale und Tarsale 3 vorhanden, nicht aber im Einzelnen gleich stark entwickelt sind (Textfigg. 80 u. 81; Taf. XIII: Figg. 19, 23 u. 27). Tarsale 3 ist als Knochenkern ausserdem noch besonders schwach entwickelt gegenüber Tarsale 4 und dem Centrale, die bei Pf. 544 schon bedeutendere Dimensionen aufweisen. Es wäre aber verkehrt, den Fall anderswo in die Reihe einzustellen. Mit Rücksicht auf die übrigen Elemente und den allgemeinen Verknöcherungszustand muss die Beschreibung an dieser Stelle erfolgen. Der Fall beweist im Gegenteil die streng gesetzmässige Aufeinanderfolge der einzelnen Elemente, die freilich im Tempo der Ausbildung gewissen Schwankungen unterworfen sind.

Der Fortschritt in der Hinterextremität ist im *Auftreten der oberen Sesambeine* zu erblicken (Textfigg. 80 u. 81, os ses. ph. prim. lat. et med.), die in Fall 24, Pf. 544, noch nicht zu sehen waren, auf den Originalaufnahmen der Hinterextremitäten nunmehr aber deutlich in Erscheinung treten (Taf. XIII, Figg. 20, 24 u. 28, ossa ses. ph. prim.).

Fall 26: Pferd, bez. Pf. 559
Fall 27: Pferd, bez. Pf. 650

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafeln:

ad Fall 26 (Pf. 559):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 82, 83, 83a u. 83b; Taf. XXX: Fig. 37;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 84 u. 85; Taf. XXX: Fig. 33.

ad Fall 27 (Pf. 650):

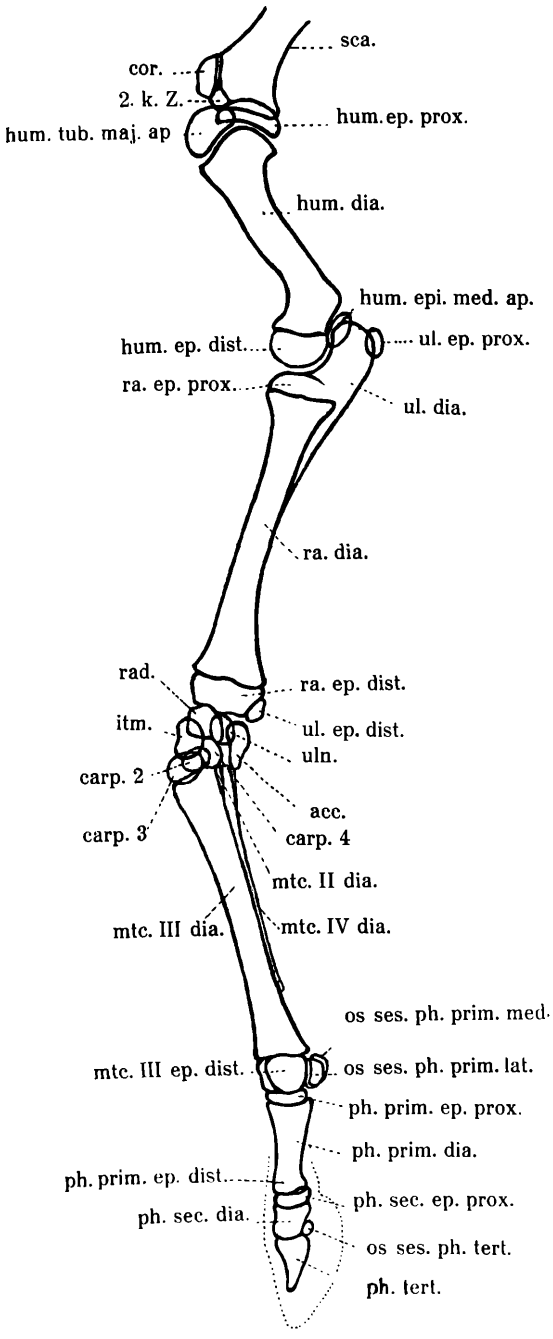
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 86, 87, 87a u. 87b; Taf. XXX: Fig. 38;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 88, 88a u. 88b.

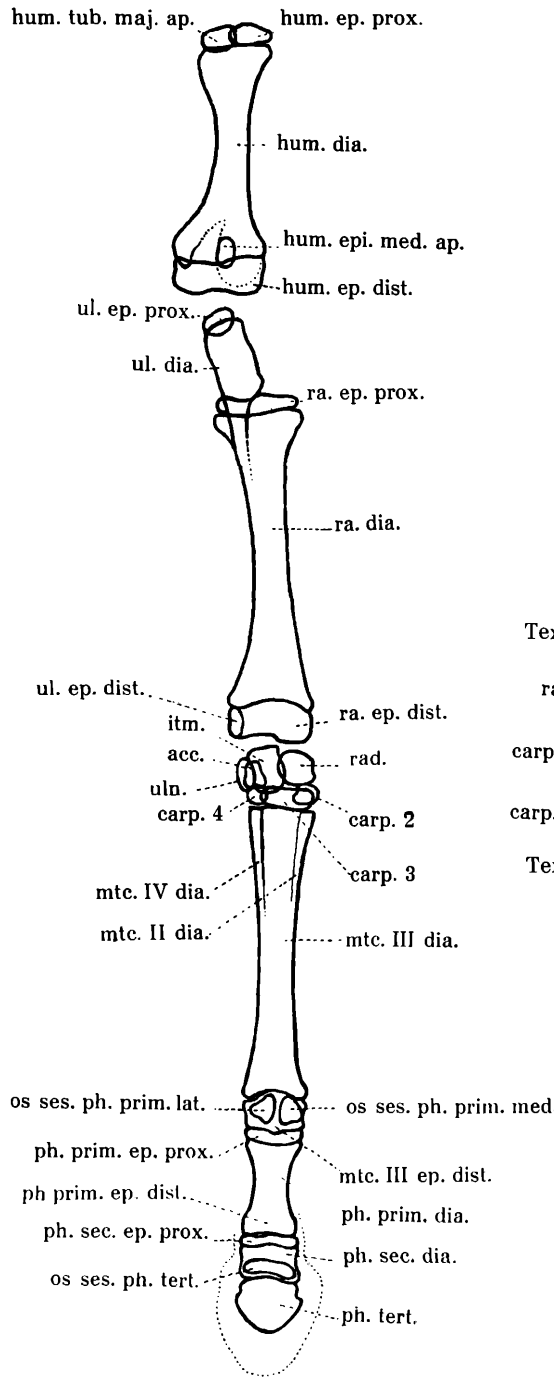
Wir kommen zum Schluss der einzelnen Fälle von Extremitätenverknöcherung in unserer Materialreihe und haben noch auf *Pf. 559* und *Pf. 650* einzutreten.

Beide Fälle zeigen ähnliche Verhältnisse. Wir können ihre Besprechung in einem und demselben Abschnitt zur Erledigung bringen. Ausser dem imponierenden Fortschritt im Längen- und Dickenwachstum der vorhandenen Knochendiaphysen fällt die kräftige Entwicklung aller übrigen Knochenelemente, vorab der Epiphysen und der Knochenkerne in den Gelenken auf, welche zum Teil wenigstens in ihrer Ausbildung nahezu schon die definitive Form erreicht haben.

Wir wollen zunächst auf Fall 26, *Pf. 559* eintreten. Auf Textfig. 82 und auf Taf. XXX: Fig. 37, 2. k. Z., sieht man in der *Vorderextremität* noch deutlich getrennt den Coracoidkern vom zweiten Kern im Zonoskelett auftreten. Letzterer, stark vergrössert, beteiligt sich an der Bildung der Gelenkfläche, gleichzeitig kaudalwärts mit dem ventralen Teil der Scapula ver-

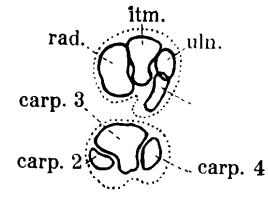


Textfig. 82 (Pf. 559)



Textfig. 83 (Pf. 559)

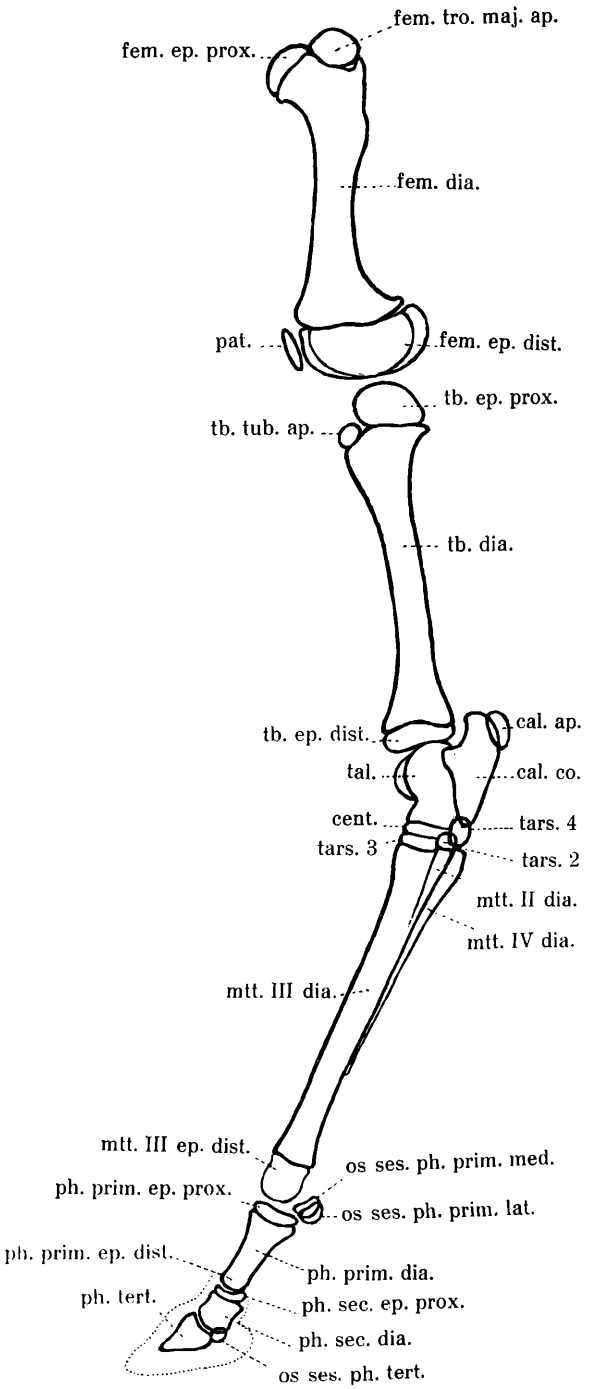
Textfig. 83a (Pf. 559)



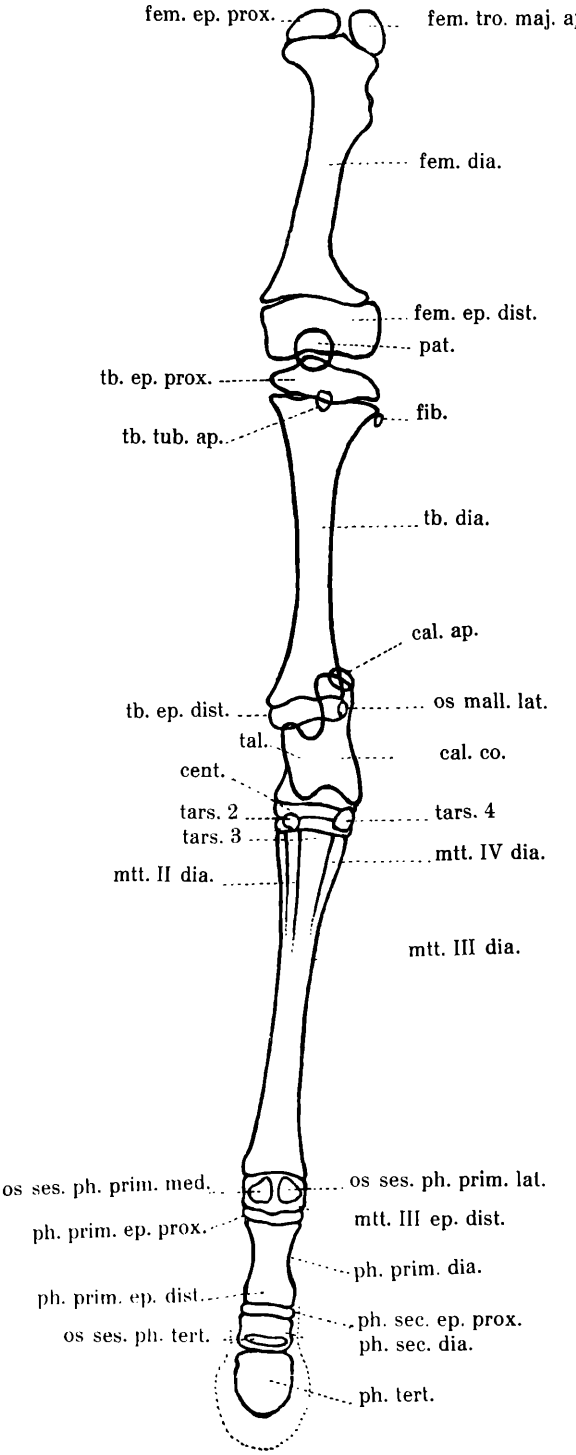
Textfig. 83b (Pf. 559)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdefohlen, 26 Tage alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 82 und 83, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 83a und 83b, Schnittbilder durch den Carpus.

schmelzend. Im Gegensatz zu Fall 25, Pf. 660, zeigt Fall 26, Pf. 559 keinen eigenen Verknöcherungsherd für den lateralen Epicondylus, wie er dem späteren Epicondylus medialis (Textfigg. 82 u. 83, hum. epi. med. ap.) zukommt. Während am Radius des Unterarmskelettes



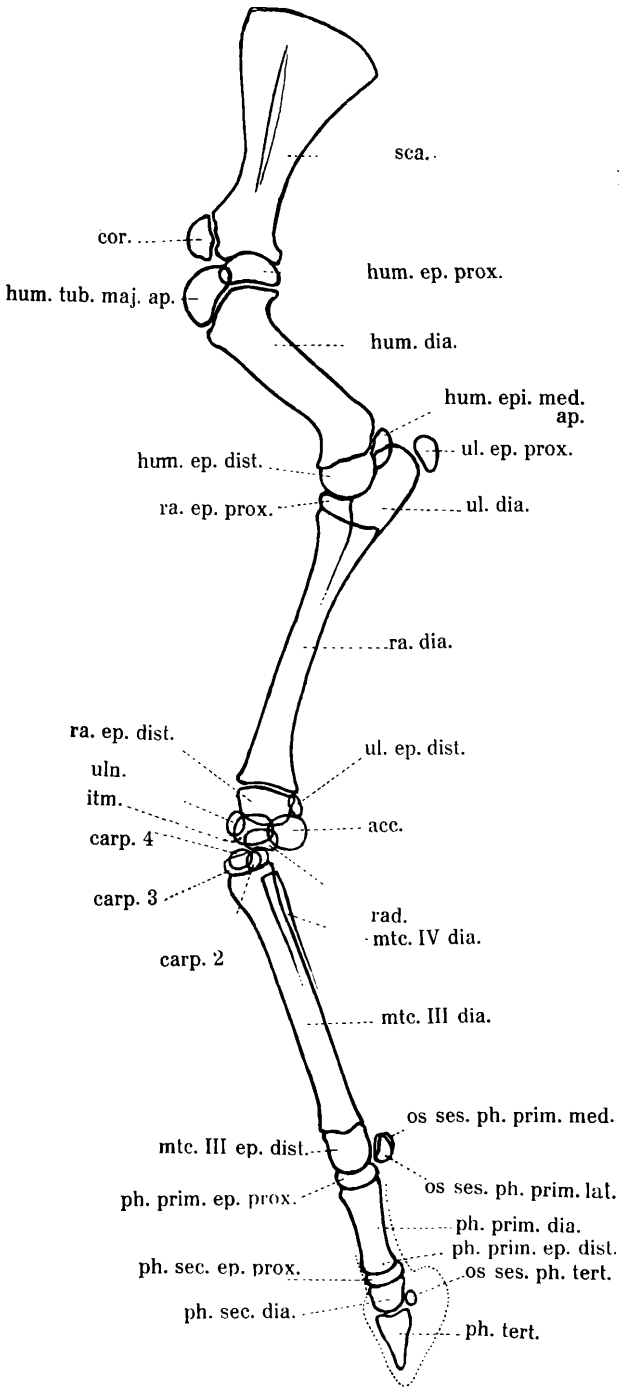
Textfig. 84 (Pf. 559)



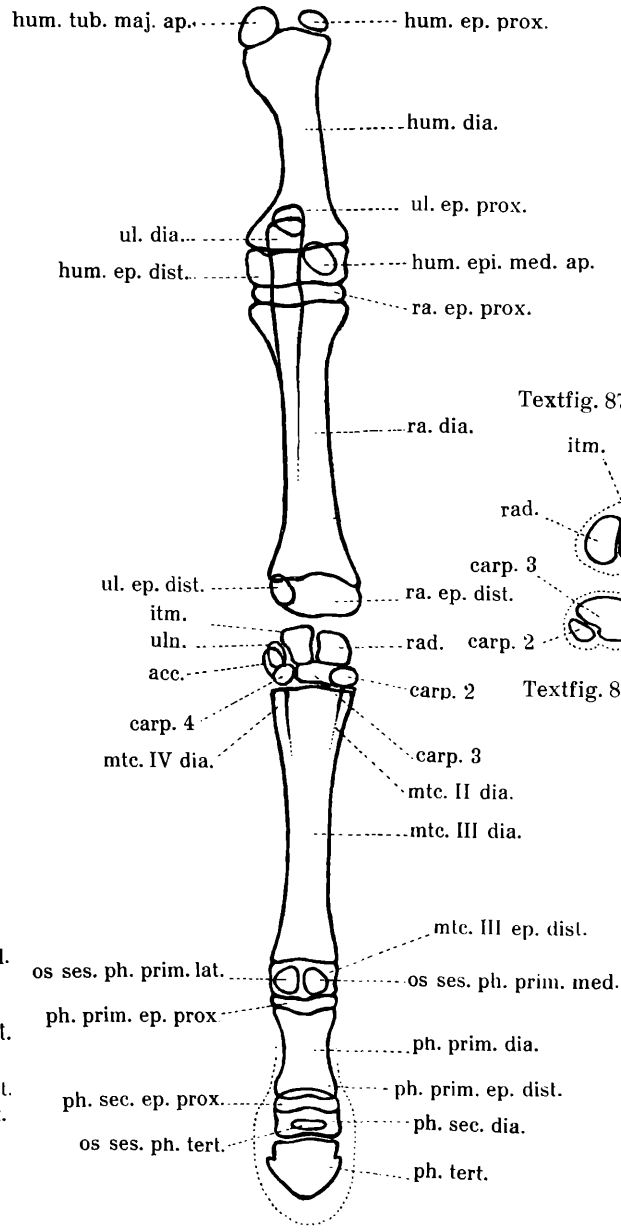
Textfig. 85 (Pf. 559)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdefohlen, 26 Tage alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfigg. 84 und 85, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

die proximalen und distalen Epiphysen schon in sehr enge Beziehungen zur Diaphyse treten und der Korncharakter dieser epiphysären Elemente schon gänzlich aufgegeben worden ist (Textfigg. 82 u. 83, ra. ep. prox. und ra. ep. dist.), so dass die Epiphysen mit der Diaphyse immer



Textfig. 86 (Pf. 650)



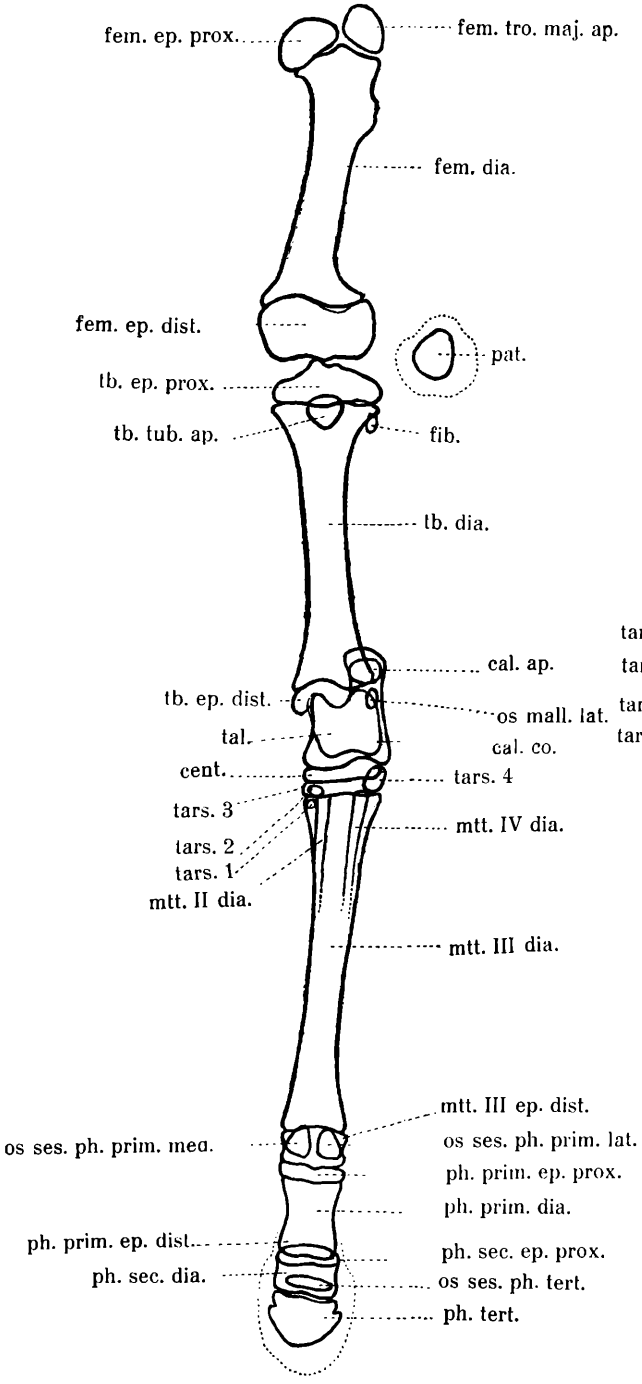
Textfig. 87 (Pf. 650)

Textfig. 87 a (Pf. 650)

Textfig. 87 b (Pf. 650)

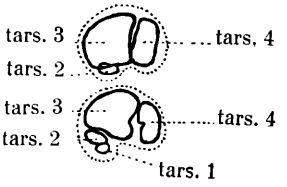
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdefohlen, 24 Tage post partum. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 86 und 87, Voderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 87a und 87b, Schnittbilder durch den Carpus.

mehr zu einer Einheit verschmelzen, so sehen wir in den Seiten- und zum Teil auch in den Frontbildern *an der Ulna den proximalen und distalen Epiphysenkern* auftreten (Textfigg. 82 und 83, ul. ep. prox. und ul. ep. dist.). Ersterer sitzt als oval geformtes, deutlich abgesetztes



Textfig. 88 (Pf. 650)

Textfig. 88a (Pf. 650)



Textfig. 88b (Pf. 650)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Pferdefohlen, 24 Tage post partum. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 88, Hinterextremität in Frontflächenanlage.
Textfigg. 88a und 88b, Schnittbilder durch den Tarsus.

Element dem Ellenbogenbeinfortsatz auf. Letzterer (Textfigg. 82 u. 83, ul. ep. dist.) schmiegt sich der verknöcherten distalen Epiphyse des Radius seitlich an und beteiligt sich an der Bildung der Gelenkfläche zur Aufnahme der proximal gelegenen Elemente des Carpus.

Im Carpus haben sich die bereits bei der Besprechung des Falles 25, Pf. 660, bekanntgegebenen Elemente der proximalen und distalen Knochenreihe zu würfelförmigen Knochenelementen umgestaltet (Textfigg. 82, 83, 83a und 83b, rad., itm., uln.; carp. 4, carp. 3, carp. 2).

Im Zehenskelett (Textfigg. 82 u. 83) ist es zur völligen Verschmelzung der distalen Phalangenepiphyse mit dem diaphysären Teil der Grundphalange gekommen, so dass nur noch die proximale Epiphyse vom Schaft des Fesselbeines deutlich abgesetzt auf den Röntgenbildern erscheint.

Die proximale Epiphyse der Mittelphalanx (Textfigg. 82 u. 83, ph. sec. ep. prox.) verhält sich zur Diaphyse wie die entsprechende Epiphyse der Grundphalanx zu ihrem Mittelschaft.

Die oberen Sesambeine an der Volarseite der Extremität (Textfigg. 82 u. 83, os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.) haben sich zu plattenförmigen Elementen entwickelt. Neu zum Sesambeinbestand ist *das Strahlbein* (Textfigg. 82 u. 83, os ses. ph. tert.) getreten, das beim Pf. 660, in Fall 25, noch nicht in verknöchertem Zustande vorliegt, in unserem Fall aber deutlich als wagrecht orientierter, länglicher Knochenstab an der Hinterseite zwischen Kron- und Hufbein wahrzunehmen ist.

Auch die *Hinterextremität* (Textfigg. 84 u. 85) von Pf. 559 zeigt noch einige Vervollständigungen gegenüber der Beckengliedmasse von Pf. 660.

Am Oberschenkelknochen haben die knöchernen Epiphysen an Grösse stark zugenommen (fem. tro. maj. ap., fem. ep. prox., fem. ep. dist.). Besondere Erwähnung aber verdient die Verknöcherung der *Patella* (Textfigg. 84 u. 85, pat.), welche zum ersten Mal bei der Befundung der Röntgenbilder sich in Form einer verknöcherten Scheibe zeigt.

An der Tibia tritt lateral ein erbsenförmiges Knochenelement auf, das besonders deutlich auf den Bildern, welche das Unterschenkelskelett in der Frontansicht wiedergeben, zu sehen ist (Textfig. 85; Taf. XXX: Fig. 33, fib.). Das Knochenstück stellt ohne Zweifel ein Fragment der rückgebildeten *Fibula* dar. Ferner zeigt sich, am lateralen Rand der distalen Tibiaepiphyse ein Verknöcherungskern, aus welchem der *laterale Malleolus* hervorgeht, dessen Ossifikation mit einem eigenen Knochenkern beginnt.

Am Tarsus fällt das Auftreten eines *Apophysenkernes am Fersenbein* auf (Textfigg. 84 und 85, cal. ap.). Ausserdem ist zu den bereits erwähnten Knochenelementen im Sprunggelenk, zum Calcaneus und Talus, zum Centrale und Tarsale 4 und 3 ein *verknöchertes Tarsale* 2 hinzugetreten (Textfigg. 84 u. 85, tars. 2) und die einzelnen knöchernen Elemente nähern sich ihrer definitiven Gestalt.

In der Zehe des Hinterfusses liegen übereinstimmende Verhältnisse mit denen im Vorderfuss vor. Im Einbezug des distalen Epiphysenkernes in die Diaphyse der Grundphalanx (Textfigg. 84 u. 85, ph. prim. ep. dist. et ph. prim. dia.), und im Auftreten eines knöchernen untern Sesambeins (Textfigg. 84 u. 85, os ses. ph. tert.) zeigen sich die Fortschritte gegenüber den entsprechenden Extremitäten des Pferdes Pf. 660, Fall 25.

Pferd *Pf. 650* Fall 27, deckt sich mit Ausnahme eines Punktes, auf den wir noch hinweisen müssen, durchaus in bezug auf die Verknöcherung mit den eben beschriebenen das Pferd Pf. 559, Fall 26, betreffenden Verhältnissen. Die einzige Abweichung zeigt sich in der Anzahl der vorliegenden verknöcherten Elemente des Tarsus, welcher bei Pf. 650 gegenüber Pf. 559 einen Knochenkern mehr aufweist, indem neben dem Carpale 2 noch ein *Carpale 1* auf dem Transversalschnitt durch die untere Carpalknochenreihe zu sehen ist (vide Querschnitt Textfigg. 88b).

Die beiden Tabellen 3 und 4 geben in übersichtlicher Weise über die in Obstehendem bekanntgegebenen Befunde Aufschluss, indem sie durch ein eingefügtes Zeichen (+) in der Liste der Extremitätenkomponenten diejenigen Anlagen als verknöchert erkennen lassen, welche für den betreffenden Fall festgestellt werden konnten. Die Extremitätenanteile sind in der vordersten Kolonne in der Weise angegeben, wie sie in der Gliedmasse in proximo-distaler Richtung, d. h. gemäss ihrer natürlichen Lage, aufeinander folgen.

Tabelle 3

Tabellarische Zusammenstellung der Verknöcherungsbefunde an den untersuchten Extremitäten des Pferdematerials

(Vorderextremitäten)

Materialbezeichnung	Pf. 602	Pf. 617	Pf. 611	Pf. 600	Pf. 543	Pf. 563	Pf. 653	Pf. 610	Pf. 564	Pf. 604	Pf. 651	Pf. 657	Pf. 618	Pf. 667	Pf. 568	Pf. 658	Pf. 605	Pf. 518	Pf. 545	Pf. 700	Pf. 670	Pf. 661	Pf. 666	Pf. 544	Pf. 660	Pf. 559	Pf. 650	Pf. 668
Kopfsteiss-Längen in cm, bzw. Alter	23	39,5	38,5	51	50	50	50,5	62	66	71	70	68	72	67	76	—	83	74	81	84	79	84	79	86	97	3 Wo.	2,5Wo.	7 Wo.
Geschlecht	♀	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	—	—	♂	♀	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♂
Dazu gehöriges Illustrationsmaterial [1])																												
Textfiguren	1,2	5,6	9	11, 12	15	17	19	21, 22	25	27, 28	31, 32	35	37, 38	41, 42	45	47, 48	51, 52	55	57	59, 60	62, 63	66, 67	70. 71	74, 75	78, 79	82, 83	86, 87	—
Tafel	I	II	—	IV	—	—	V	V	—	—	—	—	XXX	VI	—	VII	—	VIII	—	—	IX	X	XI	XII	XIII	XXX	XXX	XXX
Figg.	1—4	1	—	1—6	—	—	1	3—5	—	—	—	—	29	1—7	—	1—14	—	1—3	—	—	1—15	1—7	1—16	1—4	1—15	37	38	36, 39
	9, 10	III 1-9	—	8, 16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6—18	—	—	—	—
Scapula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	[+]	+	+
Coracoid	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	[+]	+	+
Humerus:																												
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	—	(+)	+	+	+	+	+	+	+
Tubercul. maj., Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	—	—	(+)	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	—	—	—	—	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+
Epicond. lat. Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Epicond. med. Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	—
Ulna:																												
Epiphyse, proximale (Olecranon)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[+]	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	[+]	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	[+]	+	?
Radius:																												
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	—	+	+	[+]	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	[+]	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	[+]	+	+
Carpalia:																												
Os carpi ulnare (Ulnare)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os carpi intermediale (Intermediale)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os carpi radiale (Radiale)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os carpi accessorum (Accessorium)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 4 (Carpale 4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os carpale 3 (Carpale 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os carpale 2 (Carpale 2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os carpale 1 (Carpale 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?
Metacarpalia:																												
Metacarpale IV, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale IV, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metacarpale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale III, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale II, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale II, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phalangen:																												
Grundphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	+	+	+	[+]	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	[+]	[+]	[+]
Grundphalanx, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	[+]	[+]	[+]
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	—	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sesamoidea (Sesambeine):																												
Os sesam. phal. prim. laterale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os sesam. phal. prim. mediale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os sesam. phal. tert.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+

[1]) Angegeben sind nur die vollständigen Textfiguren der ganzen Gliedmassen, nicht aber die Nummern der Detailfiguren, die der Tabelle 1 entnommen werden können; ferner die Tafelillustrationen

Tabelle 4

Tabellarische Zusammenstellung der Verknöcherungsbefunde an den untersuchten Extremitäten des Pferdematerials

(Hinterextremitäten)

Materialbezeichnung	Pf. 602	Pf. 617	Pf. 611	Pf. 600	Pf. 543	Pf. 563	Pf. 653	Pf. 610	Pf. 564	Pf. 604	Pf. 651	Pf. 657	Pf. 618	Pf. 667	Pf. 568	Pf. 658	Pf. 605	Pf. 518	Pf. 545	Pf. 700	Pf. 670	Pf. 661	Pf. 666	Pf. 544	Pf. 660	Pf. 559	Pf. 650	Pf. 668
Kopfsteiss-Länge in cm, bezw. Alter	23	39,5	38,5	51	50	50	50,5	62	66	71	70	68	72	67	76	—	83	74	81	84	79	84	79	86	97	3 Wo.	2,5Wo.	7 Wo.
Geschlecht	♀	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	♀	♂	♂	♂	♀	♂	♂	—	—	♂	♀	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♂
Dazu gehöriges Illustrationsmaterial [1])																												
Textfiguren	3, 4	7, 8	10	13, 14	16	18	20	23, 24	26	29, 30	33, 34	36	39, 40	43, 44	46	49, 50	53, 54	56	58	61	64, 65	68, 69	72, 73	76, 77	80, 81	84, 85	88	—
Tafel	I	II	—	IV	—	—	V	V	—	—	—	—	XXX	VI	—	VII	XXX	VIII	—	XXX	IX	X	XI	XII	XIII	XXX	—	XXX
Figg.	1, 5—8	1	—	7, 9–15	—	—	2	6—9	—	—	—	—	30	8—14	—	15–31	31, 32	4—6	—	35	16–28	8—14	17–28	5,	16–28	33	—	34, 40
	11, 12	III 10-17	—	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19–27	—	—	—	—
Femur:																												
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Trochanter major, Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale (trochlea)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patella:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
Fibula:																												
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	} +
Diaphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tibia:																												
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tuberositas, Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malleolus lateralis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
Malleolus medialis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tarsalia:																												
Calcaneus, Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
Calcaneus, Körper	—	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Talus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os tarsi centrale (Centrale)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os tarsale 4 (Tarsale 4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os tarsale 3 (Tarsale 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Os tarsale 2 (Tarsale 2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
Os tarsale 1 (Tarsale 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+
Metatarsalia:																												
Metatarsale IV, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale IV, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—
Metatarsale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale III, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale II, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale II, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phalangen:																												
Grundphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		+	(+)	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	?	+	+	+	+	+	+	+	—	—
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	—	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sesamoidea (Sesambeine):																												
Os sesam. phal. prim. laterale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	+	+	+
Os sesam. phal. prim. mediale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	(+)	+	+	+
Os sesam. phal. tert.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+

[1]) Angegeben sind nur die vollständigen Textfiguren der ganzen Gliedmassen, nicht aber die Nummern der Detailfiguren, die der Tabelle 1 entnommen werden können; ferner die Tafelillustrationen

II. ABSCHNITT

Die auf Grund des untersuchten Materials sich ergebenden Ossifikationsstufen

Im ersten Abschnitt führten wir einzelne untersuchte Fälle von Gliedmassenverknöcherung auf, die ein weitschichtiges Untersuchungsmaterial von Embryonen, Föten und Fohlen bei Pferden beschlagen. Wir haben unsere Befunde an Hand einer Reihe von Textfiguren wiedergegeben, welche die verknöcherten Elemente auf Grund genauer, den Originalaufnahmen abgenommer Umrisszeichnungen enthalten, ferner unter Heranziehung von Tiefdrucktafeln, deren Figuren in zum Teil natürlicher, zum Teil reduzierter Grösse die Originalaufnahmen selber veranschaulichen. Wir haben die Fälle und ihre Illustrationen in der Weise aufgeführt, wie es der Progression der Entwicklung der Gliedmassen entspricht, wobei in Wirklichkeit eine weit grössere Anzahl von Fällen in die Untersuchung einbezogen wurde. Wir verfügen heute über eine sehr ansehnliche Zahl, viele Hunderte von Probeaufnahmen, die auf Grund der Untersuchung mit den in unserer Arbeit beschriebenen und verwerteten Fällen sich decken und auf die näher einzutreten sich deshalb erübrigt.

Um eine gewisse Gruppierung der im vorigen Abschnitt geschilderten Fälle mit Rücksicht auf die Verknöcherung zu treffen, seien im Nachfolgenden diejenigen Fälle zusammengezogen, die ein gleiches Bild von der Verknöcherung der Gliedmassenteile aufzuweisen haben. Auf diese Weise können eine Anzahl von *Ossifikationsstufen* im Verknöcherungsprozess in der Vorder- und Hinterextremität aufgestellt werden, deren einzelne Fälle durch gleiche Ossifikationen gekennzeichnet sind, und die sich nur dadurch unterscheiden, dass jeweils eine nachfolgende Stufe ein oder mehrere Knochenelemente mehr als die voranstehende Stufe zeigt.

Eine Übersicht über die aus unserem Untersuchungsmaterial sich ergebenden Ossifikationsstufen für die Vorder- und Hinterextremität der Pferde enthalten die beiden Tabellen 5 und 6, erstere für die Vordergliedmasse, letztere für die Hinterextremität.

In den beiden Tabellen (Tabelle 5 u. 6) sind in der vordersten Kolonne von oben nach unten der Reihe nach die sukzessiv in den Verknöcherungsprozess eintretenden Elemente in der Vorder- und Hintergliedmasse aufgeführt. In der obersten Horizontalkolonne stehen von links nach rechts die betreffenden Nummern der Pferde, denen die entsprechenden Gliedmassen angehören, in weiteren Horizontalkolonnen unter jedem einzelnen Fall noch nähere Längenangaben über die betreffenden Embryonen bezw. Föten oder Fohlen und das Illustrationsmaterial, das sich auf diese bezieht. Unter dem Einzelfall sind mit einem Kreuz die in der ersten Vertikalkolonne aufgeführten Knochenelemente bezeichnet, sodass das Zeichen «+» besagt, das vorn angegebene und auf gleicher Höhe eingerückte Element habe seinen knorpeligen Zustand aufgegeben und sei bereits knöchern im betreffenden Fall vorhanden.

Mit einer ausgezogenen dicken Linie werden die betreffenden Kolonnen, welche die verknöcherten Elemente aufführen und deren Zugehörigkeit oben angegeben ist, nach unten abgeschlossen. Da diese Linie für jeden einzelnen durch eine bestimmte Anzahl von Knochenelementen charakterisierten Fall sowie für die Gruppe von Fällen, deren Knochenelemente im

einzelnen und zahlenmässig dieselben sind, eingetragen ist, und überdies diese wagrechten Linien durch senkrecht stehende verbunden werden, so kommt dadurch ein stufenartiger Linienverlauf zustande, aus dem die Zugehörigkeit der einzelnen Fälle zum Rang einer Stufe ohne weiteres ersichtlich ist.

1. Die Stufen der Verknöcherung in der Vordergliedmasse

Ziehen wir zunächst nur dasjenige Material, welches uns selber zur Untersuchung zur Verfügung stand, heran, so können wir in bezug auf den Verknöcherungsprozess unter spezieller Berücksichtigung der diesem unterliegenden einzelnen Elemente *13 verschiedene Ossifikationsstufen* innerhalb der untersuchten Vordergliedmassen auseinanderhalten.

1. Stufe

mit dem Fall: Pf. 602 (Textfigg. 1 u. 2; Taf. I: Figg. 1, 2, 3, 3a, 4, 9 u. 10).

Die 1. Stufe im Verknöcherungsprozess an den Elementen in den Vordergliedmassen wird eingenommen von Fall 1, Pf. **602**.

Sehen wir gänzlich vom Schultergürtel ab, der in Form einer verknöcherten Scapula vorliegt und die wir, da gewöhnlich an unserem Extremitätenmaterial vorhanden, in die Untersuchungen und Tabellen einbezogen haben, so finden wir auf dieser 1. Stufe folgende Anlagen von späteren Knochen bereits in ossifiziertem Zustand vor:

Die *Humerusdiaphyse,* die *Ulna-Radiusdiaphysen,* die *3 Diaphysen des vorderen Mittelfusses,* sowie die *Diaphysen der Grund- und Endphalangen.* Die einzelnen Elemente, wie sie zu dieser Zeit in der Gliedmasse vorkommen, sind im vorigen Kapitel geschildert worden. Es genüge, nochmals auf die entsprechenden Illustrationen (Textfigg. 1 u. 2; Taf. I: Figg. 1, 2, 3, 3a, 4, 9 u. 10) hinzuweisen.

Aus dem vorliegenden Bestand der bereits verknöcherten Elemente ergibt sich, dass unsere Untersuchung, sofern es sich um das Material von Pferden handelt, erst von einem relativ späten Stadium der Entwicklung an beginnt. Tatsächlich weist der erste Embryo bei den Pferden bereits eine Kopfsteisslänge von 23 cm auf. Auf dieser Stufe der embryonalen Entwicklung liegt die Extremität, wie dies ohne weiteres zu erkennen ist, der Hauptsache nach bereits in verknöchertem Zustande vor. Die Diaphysen der langen Röhrenknochen, die an der Bildung der knöchernen Extremitätenachse in erster Linie beteiligt sind, finden sich sämtliche in verknöchertem Zustand vor. Was die kurzen Röhrenknochen-Diaphysen, die Mittelschäfte der Zehenglieder anbelangt, so sind dieselben mit Ausnahme der Mittelphalangen-Diaphysen ebenfalls bereits ossifiziert. In späteren Perioden der Entwicklung kommen somit nur noch die verschiedenen Epiphysen und Apophysen, die Knochen der Vorderfusswurzel und dann diejenigen der Sesambeine, vor allem aber die Diaphysen der Mittelphalange zur Verknöcherung.

Die Ossifikation hat also auf unserer ersten Ossifikationsstufe den wichtigsten Teil ihrer programmatischen Aufgabe bereits gelöst und mit Ausnahme der Ossifikation der Mittelphalange die Verknöcherung der grossen Achse in ihren wichtigen Anteilen durchgeführt.

2. Stufe

mit den Fällen:

Pf. 617 (Textfigg. 5 u. 6.; Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Figg. 1—9);

Pf. 611 (Textfig. 9).

Die 2. Ossifikationsstufe wird durch die beiden Fälle Pf. **617** und Pf. **611** dargestellt. Wir finden hier Extremitäten, welche Embryonen mit etwas grösseren Kopfsteisslängen angehören (Pf. 617 mit 39 cm; Pf. 611 mit 38,5 cm).

Tabelle 5

Tabelle, enthaltend die einzelnen Ossifikations-Stufen bezw. die für jeden Fall massgeblichen Verknöcherungen bei den Pferden (Vorderextremitäten)

Nummernbezeichnung der untersuchten Pferde	Pf. 602	Pf. 617	Pf. 611	Pf. 600	Pf. 543	Pf. 563	Pf. 653	Pf. 610	Pf. 564	Pf. 604	Pf. 651	Pf. 657	Pf. 618	Pf. 667	Pf. 568	Pf. 658	Pf. 605	Pf. 518	Pf. 545	Pf. 700	Pf. 670	Pf. 661	Pf. 666	Pf. 544	Pf. 660	Pf. 559	Pf. 650	Pf. 668	Pf. 530	Pf. 536	Pf. 533
Kopf-Steisslängen in cm (bezw. Alter)	23	39,5	38,5	51	50	50	50,5	62	66	71	70	68	72	67	76	—	83	74	81	84	79	84	79	86	97	3 Wo.	2,5 Wo.	7 Wo.	30 Wo.	69 Wo.	78 Wo.
Textfiguren (F), Tafeln (T) [1]	F/T	F/T	F	F/T	F	F	F/T	F/T	F	F	F	F	F/T	F/T	F	F/T	F	F/T	F	F	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	T	—	—	—
Scapula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulna, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale IV, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale II, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	St.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Coracoid [2]	.	St.2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.3	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale III, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Accessorium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	?	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, tuberculum majus, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.9	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+
Epicondylus medialis, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.10	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi intermediale (Intermediale)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 3 (Carpale 3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi radiale (Radiale)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 4 (Carpale 4)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi ulnare (Ulnare)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 2 (Carpale 2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.11	+	+	+	+	+	+	+
Epicondylus lateralis, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	?	+	+	+	+	+
Ulna, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.12	+	+	+	+	+	+
Ulna, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, «Strahlbein»)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+
																												St.13		

[1]) Mit F wird Vorhandensein von Textfiguren, mit T Vorhandensein von Tafelbildern bezeichnet, deren Nummernangaben auf Tabelle 1 (Materialübersicht) für jeden einzelnen Fall gegeben ist.

[2]) Das Auftreten der Verknöcherung im «zweiten Kern des Zonoskelettes» ist bei der Aufstellung der Tabelle nicht mitberücksichtigt worden.

Tabelle 6

Tabelle, enthaltend die einzelnen Ossifikations-Stufen bezw. die für jeden Fall massgeblichen Verknöcherungen bei den Pferden (Hinterextremitäten)

Nummernbezeichnung der untersuchten Pferde	Pf. 602	Pf. 617	Pf. 611	Pf. 600	Pf. 543	Pf. 563	Pf. 653	Pf. 610	Pf. 564	Pf. 604	Pf. 651	Pf. 657	Pf. 618	Pf. 667	Pf. 568	Pf. 658	Pf. 605	Pf. 518	Pf. 545	Pf. 700	Pf. 670	Pf. 661	Pf. 666	Pf. 544	Pf. 660	Pf. 559	Pf. 650	Pf. 668	Pf. 530	Pf. 536	Pf. 533
Kopf-Steisslängen in cm (bezw. Alter)	23	39,5	38,5	51	50	50	50,5	62	66	71	70	68	72	67	76	—	83	74	81	84	79	84	79	86	97	3 Wo.	2,5 Wo.	7 Wo.	30 Wo.	69 Wo.	78 Wo.
Textfiguren (F), Tafeln (T) [1]	F/T	F/T	F	F/T	F	F	F/T	F/T	F	F	F	F	F/T	F/T	F	F/T	F/T	F/T	F	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F	T	—	—	—
Femur, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale IV, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale II, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calcaneus, Körper	St.1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Femur, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	St.2	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale III, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.3	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Talus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.4	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Femur, Trochanter major, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.5	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Femur, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.7	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, Tuberositas, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Tarsale 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Centrale (os centrale)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Tarsale 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+
Ossa sesamoidea phalangis primae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.8	+	+	+	+	+	+	+
Patella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.9	+	+	+	+	+	+
Fibula (Rudiment)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Malleolus lateralis (os malleolare)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Calcaneus, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Tarsale 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+
Os sesamoideum phalangis tertiae	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.10	+	+	+	+	+
Tarsale 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St.11				

[1]) Mit F wird Vorhandensein von Textfiguren, mit T Vorhandensein von Tafelbildern bezeichnet, deren Nummernangaben auf Tabelle 1 (Materialübersicht) für jeden einzelnen Fall gegeben ist.

Als verknöcherte Elemente lassen sich auf dieser Stufe in der Vorderextremität feststellen: die *Humerusdiaphyse,* die *Ulna- und Radiusdiaphysen,* die *drei Diaphysen des vorderen Mittelfusses,* die *Diaphysen der Grund-, Mittel- und Endphalangen.*

Wie zu erwarten, tritt als neues Element neben der Grund- und Endphalanx die **Mittelphalangendiaphyse** auf. Zweifellos liegt es im Interesse der gleich anfangs angestrebten Verfestigung und Solidität der Mittelachse, den noch nicht ossifizierten Abschnitt in der Reihe der Hartgebilde der Zehe einzuschliessen.

3. Stufe

mit den Fällen:
Pf. 600 (Textfigg. 11 u. 12; Taf. IV: Figg. 1—6, 8 u. 16);
Pf. 543 (Textfig. 15);
Pf. 563 (Textfig. 17);
Pf. 653 (Textfig. 19; Taf. V: Fig. 1);
Pf. 610 (Textfigg. 21 u. 22; Taf. V: Figg. 3, 4 u. 5);
Pf. 564 (Textfig. 25);
Pf. 604 (Textfigg. 27 u. 28);
Pf. 651 (Textfigg. 31 u. 32);
Pf. 657 (Textfig. 35);
Pf. 618 (Textfigg. 37 u. 38);
Pf. 667 (Textfigg. 41 u. 42; Taf. VI: Figg. 1—7);
Pf. 568 (Textfig. 45)
Pf. 658 (Textfigg. 47 u. 48; Taf. VII: Figg. 1—14).

Streng genommen ist die 3. Stufe nur als die Fortsetzung der 2. Stufe zu betrachten und ist in diese eigentlich einzubeziehen, indem der neue Stufenabsatz lediglich durch die Mitberücksichtigung einer Ossifikation im Schultergürtelbereich bedingt ist, wo neben der Scapula ein verknöcherter **Coracoidkern** in Erscheinung tritt. Da wir im Gegensatz zur Behandlung der Hinterextremität bei der Vorderextremität den Schultergürtel mit in die Untersuchung einbezogen haben und bei den röntgenologischen Aufnahmen immer mitberücksichtigten, so glaubten wir diese bemerkenswerte Erscheinung des Auftretens eines Coracoidkernes in der Aufeinanderfolge der einzelnen verknöcherten Elemente in der Vorderextremität festhalten zu sollen, geben aber die Inkonsequenz im Vorgehen ohne weiteres zu und betonen ausdrücklich, dass der Ossifikationszustand, wie er für die 2. Stufe der Verknöcherung in der Vorderextremität besteht, eigentlich sich auch über alle diejenigen Fälle erstreckt, die wir der 3. Stufe jetzt zuzählen wollen.

Die Extremität ist in allen langen und kurzen Röhrenknochenschäften (Diaphysen) ossifiziert. *Humerusdiaphyse, Ulna- und Radiusdiaphysen,* die *drei Diaphysen des vorderen Mittelfusses,* d. h. des Hauptstrahles und der beiden Nebenstrahlen, *Grund-, Mittel-* und *Endphalangendiaphysen* liegen in verknöchertem Zustand vor. Sämtliche Zehenglieder sind also, wie auf der 2. Stufe, aus dem Knorpelstadium heraus in das Knochenstadium übergetreten.

Im Bereich des Schultergürtels sehen wir an der vorderen Ecke der Gelenkfläche der Scapula einen Ossifikationskern auftreten, den wir vorläufig als «Coracoidkern» bezeichnen wollen.

4. Stufe

mit dem Fall: Pf. 605 (Textfigg. 51 u. 52).

Die 4. Stufe wird von Fall Pf. 605 erreicht. Die 3. Stufe führt zur 4. Stufe über einen neu auftretenden Verknöcherungspunkt. Mit der 4. Stufe hebt zum erstenmal die Epiphysenverknöcherung an. Es ist zunächst die **distale Radiusepiphyse** die durch die Entwicklung eines Knochenkernes in der knorpelig vorgebildeten Unterlage ihre Verknöcherung anzeigt.

5. Stufe

mit dem Fall: Pf. 518 (Textfig. 55, Taf. VIII: Figg. 1, 2, 3).

Die 5. Stufe wird von Fall Pf. **518** eingenommen. Neben den *verknöcherten Diaphysen,* der *Humerus-, Ulna- und Radiusdiaphyse,* den *Diaphysen des vorderen Mittelfusses* und den *Phalangendiaphysen,* neben der *distalen Radiusepiphyse,* die auf der 4. Stufe zum erstenmal festzustellen war, tritt ein Knochenkern in der knorpeligen **Epiphyse des Hauptstrahles des Mittelfusses** auf. Diese Verknöcherung bringt somit einen neuen — den zweiten — Fortschritt in der Verknöcherung der Epiphysen.

6. Stufe

mit dem Fall: Pf. 545 (Textfig. 57).

Die auf die 5. Stufe folgende 6. Stufe hat wie jene einen weiteren neuen verknöcherten Epiphysenkern aufzuweisen. Im Bereich des distalen Endes der Humerusdiaphyse tritt die **distale Humerusepiphyse** auf, wodurch bereits der dritte Epiphysenkern bei Verfolgung der Skelettverhältnisse in der Extremität dem Knochenbestand einverleibt worden ist. Der distale Epiphysenkern des Radius, der auf der 4. Stufe zum erstenmal wahrzunehmen ist und der distale Epiphysenkern des Hauptmittelfussknochens im Metacarpus, dessen Auftreten das Charakteristikum für die 5. Stufe war, sind infolgedessen die beiden Vorgänger des neuen knöchernen distalen Humerusepiphysenkernes. Der verknöcherte Diaphysenbestand ist sich gleich geblieben.

7. Stufe

mit dem Fall: Pf. 700.

Die 7. Stufe kann durch den Fall Pf. **700** wiedergegeben werden.

Ausser den *Diaphysen für den Humerus,* die *Ulna* und den *Radius,* für die *drei Metacarpalia* und die *drei Zehenglieder* und ausser den auf der 4., 5. und 6. Stufe vorkommenden und bereits erwähnten *drei distalen Epiphysen für den Radius, das Os metacarpale III* und den *Humerus* sind vorläufig keine neuen Kerne festzustellen. Dagegen ist für diese Stufe das Auftreten **eines verknöcherten Accessorium** charakteristisch. Es wird somit, nachdem sich ausser den langen und kurzen Röhrenknochen die drei erwähnten distalen Epiphysen in Form verknöcherter Kerne in den ossifizierten Zustand begeben haben, zunächst die Epiphysenverknöcherung sistiert und ein erstes Element im Carpus für die Ossifikation ausersehen. Dieses Element im Carpus ist das Os accessorium, das in der Verknöcherung allen übrigen Anlagen in der Vorderfusswurzel vorauseilt.

8. Stufe

mit dem Fall: Pf. 670 (Textfigg. 62 u. 63; Taf. IX: Figg. 1—15).

Die 8. Stufe der Verknöcherung wird eingenommen von Fall Pf. **670**. Wiederum ist es nur ein einzelnes Element, das Veranlassung zur Schaffung einer neuen, 8. Stufe gibt. Von diesem abgesehen ist der Verknöcherungszustand innerhalb der Extremität derselbe geblieben und erstreckt sich auf die *ossifizierten Diaphysen,* die *Knochenkerne in den distalen Epiphysen des Radius,* des *Os metacarpale III* und des *Humerus* und das bei Besprechung der 7. Stufe erwähnte *Accessorium.*

In der 8. Stufe nimmt die durch das Auftreten eines verknöcherten Accessorium im Carpus in der weiteren Komplettierung zunächst gleichsam aufgehaltene Epiphysenverknöcherung ihren Fortgang. Als erstes knöchernes Epiphysenelement innerhalb der Phalangen tritt nämlich die **distale Epiphyse der Grundphalanx** auf. Der sie repräsentierende Knochenkern erscheint unter

den Epiphysen der Grund- und Mittelphalanx wie gesagt zuerst. Die proximal gelegene Epiphyse der Grundphalanx und die proximal situierte Epiphyse der Mittelphalanx befinden sich zur Zeit noch in einem knorpeligen Stadium der Skelettentwicklung.

9. Stufe

mit dem Fall: Pf. 661 (Textfigg. 66 u. 67; Taf. X: Figg. 1—7).

Die in der Extremitätenverknöcherung aufgeführte 9. Stufe veranschaulicht der Fall Pf. **661**.

Der auf der 8. Stufe feststellbare Status bleibt unverändert: Die *Diaphysenverknöcherung* zeigt sich *vollständig*. Die Verknöcherungen in den *distalen Epiphysen des Radius,* des *Hauptmittelfussknochens* und *Oberarmknochens* treten nach wie vor in Erscheinung. Ein verknöchertes *Os accessorium* deutet wiederum die vorläufige Ossifikation im Carpus an. Die Epiphysenverknöcherung im Phalangealgebiet ist eingeleitet durch den bereits in der 8. Stufe beobachteten *Ossifikationskern in der distalen Grundphalangen-Epiphyse.*

Die Epiphysenverknöcherung geht aber auf der 9. Stufe noch weiter. Nicht weniger als drei neue Epiphysen treten zu den bereits dem Knorpelstadium entrückten und in die Verknöcherung eingetretenen Epiphysen hinzu. Die neuen Knochenkerne treten in der **proximalen Grundphalangenepiphyse,** in der **proximalen Radiusepiphyse** und in der **proximalen Humerusepiphyse** auf. Mit Ausnahme der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx und der proximalen und distalen Ulnaepiphyse sind auf der 9. Ossifikationsstufe sämtliche Epiphysen bereits knöchern angelegt.

10. Stufe

mit Fall: Pf. 666 (Textfigg. 70 u. 71; Taf. XI: Figg. 1—16).

Die 10. Stufe in der Ossifikation stellt der Fall Pf. **666** dar. Die 10. Stufe unterscheidet sich von der 9. Stufe durch das Vorkommnis eines Knochenkernes, der bis anhin noch nicht aufgetreten ist, und aus welchem später die **Tuberculum-majus-Apophyse am Humerus** hervorgeht.

11. Stufe

mit Fall: Pf. 544 (Textfigg. 74 u. 75; Taf. XII: Figg. 1 –4 u. 6—18).

Die 11. Ossifikationsstufe kann durch Fall Pf. **544** wiedergegeben werden. Die Extremität enthält eine ganze Menge neuer Knochenelemente. Zu dieser Zeit scheint die Extremitätenverknöcherung durch Einbezug neuer Elemente in den Ossifikationsprozess rasch Fortschritte zu machen.

Sämtliche auf Stufe 10 in verknöchertem Zustand vorliegenden Elemente finden wir naturgemäss auch auf der 11. Stufe der Ossifikation vor: *die Diaphysen der langen und kurzen Röhrenknochen,* die *distalen Epiphysen des Radius, des Hauptmittelfussknochens* und *des Humerus,* das *Accessorium* im Carpus, die *distale und proximale Grundphalangenepiphyse,* die *proximalen Epiphysen des Radius und des Humerus,* der Kern für die spätere *Tuberculum-majus-Apophyse.*

Am Humerus tritt ein neuer Knochenkern auf, der als **Epicondylus medialis-Apophyse** angesprochen werden muss. Besondere Beachtung verdient sodann der Carpus, indem in diesem die durch die Accessorium-Verknöcherung eingeleitete Ossifikation der einzelnen knorpeligen Elemente weitere Fortschritte nimmt. Zu dem bereits knöchern vorhandenen Accessorium gesellt sich das **Os carpi intermediale,** das **Os carpale 3,** das **Os carpi radiale,** das **Os carpale 4** und das **Os carpi ulnare.** Weitere Fortschritte im Ossifikationsgeschehen finden ihren Ausdruck in der Verknöcherung der **beiden oberen Sesambeine,** des Os sesamoideum phalangis primae lateralis und des Os sesamoideum phalangis primae medialis, sowie im Auftreten eines Knochenkernes in der **proximalen Mittelphalangen-Epiphyse.**

12. Stufe

mit Fall: Pf. 660 (Textfigg. 78 u. 79; Taf. XIII: Figg. 1—15).

Die 12. Ossifikationsstufe wird von Pf. **660** eingenommen. Der Fall (und damit die Stufe) zeichnet sich durch 2 neue Ossifikationen gegenüber dem eben besprochenen Fall, der 11. Ossifikationsstufe, aus: durch die bis anhin noch nicht eingetretene Verknöcherung des **Os carpale 2** und eines Kernes in der späteren **Epicondylus lateralis-Apophyse.**

13. Stufe

mit den Fällen:

Pf. 559 (Textfigg. 82, 83, 83a u. 83b; Taf. XXX: Fig. 37);

Pf. 650 (Textfigg. 86, 87, 87a u. 87b; Taf. XXX: Fig. 38); ferner

Pf. 668 (nicht als Textfigur vorhanden).

Die 13. Stufe wird von den Fällen Pf. **559**, Pf. **650** und Pf. **668** besetzt. Sämtliche bis anhin noch nicht eingetretenen Ossifikationen sind auf dieser Stufe der Verknöcherung nunmehr vollzogen.

Es betrifft dies die **proximale und distale Epiphyse** der **Ulna** und ausserdem **das untere Sesambein,** in denen sich ebenfalls der Verknöcherungsprozess zur Abwicklung einstellt.

Sämtliche Elemente, welche sich am Aufbau des späteren Skelettes beteiligen, haben nunmehr das ursprüngliche Knorpelstadium aufgegeben und sind in den Knochenzustand übergetreten: die *Diaphysen der langen und kurzen Röhrenknochen, die proximalen und distalen Epiphysen der einzelnen Anteile der Extremitätenachse, eine Anzahl von Apophysen, sämtliche Elemente im Carpus, die oberen und das untere Sesambein.*

2. Die Stufen der Verknöcherung in der Hintergliedmasse

Betrachtet man die entsprechende Tabelle (Tab. 6), welche sich auf die verschiedenen Fälle der Verknöcherung im Gliedmassenskelett von Hinterextremitäten bei Pferdeembryonen, Föten und Fohlen bezieht, und welche wiederum durch Zusammengruppierung derjenigen Gliedmassen, die durch denselben Bestand in den verknöcherten Elementen gekennzeichnet sind, die verschiedenen Ossifikationsstufen zum Ausdruck bringt — vide die stark ausgezogenen gestuften Horizontalstriche am Grunde der einzelnen Kolonnen und Kolonnengruppen — so weist die betreffende tabellarische Übersicht auch bezüglich der Hinterextremität auf das Vorhandensein einer grösseren Anzahl von Ossifikationsstufen hin. Es ergeben sich zwanglos beim Überprüfen des gesamten Materiales für die Hinterextremität *11 Ossifikationsstufen.* (Bei der Vorderextremität liessen sich deren 13 feststellen.) Die Differenz in der Anzahl der Ossifikationsstufen zwischen Vorder- und Hinterextremität ist darauf zurückzuführen, dass in der Vorderextremität das Auftreten des «Coracoidkernes» in den Verknöcherungsprozess mitberücksichtigt wurde, was zur Aufstellung einer weiteren Verknöcherungsstufe führte, und dass sich bei der Hinterextremität eine relativ grössere Zahl von Stufen vorfinden lassen, die nicht nur durch einen, sondern durch mehrere gleichweit untereinander fortgeschrittene Fälle belegt werden können. Die Zahl der Stufen erlitt dadurch eine kleine Einschränkung, wobei die eine oder andere Stufe bildlich gesprochen eher erweitert wurde.

1. Stufe

mit Fall: Pf. 602 (Textfigg. 3 u. 4; Taf. I: Figg. 1, 5, 6, 7, 8, 11 u. 12).

Auf die 1. Stufe fällt Fall Pf. **602.** Diese Stufe der Verknöcherung zeigt sämtliche Diaphysen mit Ausnahme derjenigen der Mittelphalange im Zustand der Verknöcherung.

Vorhanden sind: die *verknöcherte Diaphyse des Os femoris* und *der Tibia,* die *verknöcherten Mittelschäfte der Ossa metatarsalia,* der *Grund-* und der *Endphalanx.*

2. Stufe

mit den Fällen:
Pf. 617 (Textfigg. 7 u. 8; Taf. II: Fig. 1; Taf. III: Figg. 10—17);
Pf. 611 (Textfig. 10);
Pf. 600 (Textfigg. 13 u. 14; Taf. IV: Figg. 7, 9—15 u. 17);
Pf. 543 (Textfig. 16);
Pf. 563 (Textfig. 18);
Pf. 653 (Textfig. 20; Taf. V: Fig. 2);
Pf. 610 (Textfigg. 23 u. 24; Taf. V: Figg. 6, 7, 8 u. 9);
Pf. 564 (Textfig. 26);
Pf. 604 (Textfigg. 29 u. 30);
Pf. 651 (Textfigg. 33 u. 34);
Pf. 657 Textfig. 36).

Die 2. Stufe umschliesst nicht weniger als 11 untersuchte Fälle mit gleicher Gliedmassenverknöcherung, nämlich die Extremitäten der Pferdeembryonen Pf. **617**, Pf. **611**, Pf. **600**, Pf. **543**, Pf. **563**, Pf. **653**, Pf. **610**, Pf. **564**, Pf. **604**, Pf. **651** und **657**.

Die 2. Stufe bringt die bereits weit fortgeschrittene Achsenossifikation in der Weise zu einem gewissen vorläufigen Abschluss, dass die **Mittelphalange** als letztes Glied der Diaphysen in das knöcherne Stadium der Entwicklung übertritt, wodurch die Diaphysenverknöcherung vollständig wird und folgende Diaphysen als knöcherne Bestandteile in der Extremität zur Geltung kommen: die *Diaphysen des Femurknochens* und der *Tibia,* die *Diaphysen des Hauptmittelfussknochens* und der *beiden Nebenmittelfussknochen,* die *Diaphysen der Grund-, Mittel- und Endphalange.*

Als frühzeitig ossifizierendes Element im Tarsus und als Vorläufer der verknöcherten Anlagen im Sprunggelenk tritt interessanterweise noch etwas früher als die Diaphyse der Mittelphalanx auf der 2. Stufe der Verknöcherungen ein Knochenkern in der **Calcaneuskörperanlage** auf.

3. Stufe

mit den beiden Fällen:
Pf. 618 (Textfigg. 39 u. 40; Taf. XXX: Fig. 30);
Pf. 667 (Textfigg. 43 u. 44; Taf. VI: Figg. 8—14).

Zur Stufe 3 gehören die beiden Fälle Pf. **618** und Pf. **667**. In verknöcherter Form liegen vor: 1. die *Diaphysen der langen Röhrenknochen* und der *Grund-, Mittel- und Endphalange,* 2. im Tarsus ein *Knochenkern für den späteren Calcaneuskörper.*

Die 3. Ossifikationsstufe bringt nun die erste Epiphysenverknöcherung. Der erste Kern, der in den knorpeligen Anlagen der Epiphysen auftritt, ist ein kleiner knöcherner Herd in der **distalen Epiphyse des Femurknochens**; es gelangt die distale Femurknochenepiphyse zur Ossifikation.

4. Stufe

mit den Fällen:
Pf. 568 (Textfig. 46);
Pf. 658 (Textfigg. 49 u. 50; Taf. VII: Figg. 15—31);
Pf. 605 (Textfigg. 53 u. 54; Taf. XXX: Figg. 31 u. 32).

Der 4. Ossifikationsstufe sind die Fälle Pf. **568**, Pf. **658** und Pf. **605** einzuverleiben.

Ausser den bestehenden verknöcherten *Diaphysen der langen und kurzen Röhrenknochen,* ausser dem *Verknöcherungskern im Calcaneus* und in der *distalen Epiphyse des Femurknochens* treten auf der 4. Stufe als Neukerne in Erscheinung: **ein Knochenkern in der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens und ein resp. zwei Knochenkerne in der knorpeligen Anlage für den späteren Talus.**

5. Stufe

mit den Fällen:
Pf. 518 (Textfig. 56; Taf. VIII: Figg. 4, 5 u. 6);
Pf. 545 (Textfig. 58);
Pf. 700 (Textfig. 61; Taf. XXX: Fig. 35).

Die 5. Stufe, welche die Fälle Pf. **518**, Pf. **545** und Pf. **700** umfasst, und der wiederum die vorausgehende, Stufe 4, zugrunde liegt, womit als knöcherne Elemente ausser den *Diaphysen,* den *distalen Femurknochen- und distalen Hauptmittelfussknochen-Epiphysen* Knochenkerne für den *Calcaneus* und *Talus* gegeben sind, bringt weitere Fortschritte in bezug auf die epiphysären Ossifikationen.

An der Tibia treten auf Stufe 5 die beiden Epiphysen in Form sich bildender Knochenkerne auf. Die **Tibia** wird mit einer **knöchernen proximalen** und **knöchernen distalen Epiphyse** ausgerüstet. Auch im Gebiet der Phalangen beginnt die epiphysäre Verknöcherung. Als erste knöcherne Epiphyse im Phalangengebiet tritt die **distale Grundphalangenepiphyse** auf.

Auf der 5. Stufe sind somit an Epiphysen noch nicht zur Verknöcherung gelangt: die proximale Femurepiphyse, die proximale Grundphalangenepiphyse und die proximale Mittelphalangenepiphyse; an Elementen im Tarsus noch nicht ossifiziert: Tarsale 4, Tarsale 3, Tarsale 2 und Tarsale 1, an übrigen Elementen bisher unverknöchert geblieben: die Trochanter major-Apophyse, die Tuberositas tibiae-Apophyse, die Patella, die Fibula und die oberen und das untere Sesambein.

6. Stufe

mit dem Fall: Pf. 670 (Textfigg. 64 u. 65; Taf. IX: Figg. 16—28).

Die 6. Stufe wird nur durch einen einzigen Fall, nämlich durch Pf. **670** vertreten. Der Fortschritt dieser Stufe gegenüber der eben geschilderten ist im Auftreten eines eigenen, selbständigen Knochenkernes für den grossen «Umdreher» des Femurknochens zu erblicken. Der **Trochanter major** bildet bei Aufgabe des Knorpelstadiums und seinem Übertritt in die knöcherne Stufe der Entwicklung einen separaten, zunächst mit der Femurdiaphyse noch nicht knöchern verschmolzenen Ossifikationskern aus. Er ist das Charakteristikum für die vorliegende neue Verknöcherungsstufe.

7. Stufe

mit den Fällen:
Pf. 661 (Textfigg. 68 u. 69; Taf. X: Figg. 8—14);
Pf. 666 (Textfigg. 72 u. 73; Taf. XI: Figg. 17—28).

Die durch die beiden Fälle Pf. **661** und Pf. **666** wiedergegebene Verknöcherungsstufe ist gekennzeichnet durch den Hinzutritt eines **knöchernen proximalen Epiphysenkernes zur Grundphalanx.** Die *distale Epiphyse der Grundphalanx* hat ja schon auf der 5. Stufe einen Knochenkern in ihrer knorpeligen Grundlage erkennen lassen. Ausserdem liegen in verknöchertem Zustand auf der 7. Ossifikationsstufe vor: *die Diaphysen der Röhrenknochen,* an weiteren ver-

knöcherten Epiphysen ausser den beiden schon erwähnten proximalen und distalen Grundphalangenepiphysen die *distale Femurknochenepiphyse,* die *proximale und distale Tibiaepiphyse* und die *distale Epiphyse des Os metatarsale III,* ferner Knochenkerne im *Calcaneus* und im *Talus,* sowie ein Kern in der zukünftigen *Trochanter major-Apophyse.*

8. Stufe

mit dem Fall: Pf. 544 (Textfigg. 76 u. 77; Taf. XII: Figg. 5, 19—27).

Die 8. Ossifikationsstufe, die wiederum nur in einem einzigen Fall, Pf. **544**, ihre konkrete Unterlage hat, bildet deswegen ein besonders wertvolles Glied in der Stufenleiter, weil sie gleich eine grössere Anzahl von neuen, bis anhin noch nicht beobachteten Knochenkernen in der Extremität aufzuweisen vermag. Bei einem umfangreicheren Untersuchungsmaterial hätte sich wohl zwischen der 7. und 8. Stufe noch eine Zwischenstufe eingeschoben, die von den neuen, gleich zu erwähnenden Knochenelementen erst einen Teil derselben vorgezeigt hätte, während die andern einer weiteren Stufe vorenthalten geblieben wären.

Im Femurknochen tritt zu der bereits auf Stufe 3 erstmalig erschienenen knöchernen distalen Femurepiphyse die proximale Gegenepiphyse knöchern auf; der **Femurkopf** zeigt durch das Erscheinen eines Knochenkernes seine beginnende und fortschreitende **Ossifikation** an. Im proximalen Bereich der Tibia zeigt sich auf den Frontalbildern mehr oder weniger deutlich in der Mitte gelegen ein im übrigen vom Mittelschaft zunächst noch unabhängiger Knochenkern, der als Ausgangselement für die Entwicklung der **Tuberositas tibiae-Apophyse** zu gelten hat.

Anlässlich der Besprechung der 8. Stufe müssen sodann Verknöcherungen von bis anhin noch nicht vom Ossifikationsprozess ergriffenen Teilen des Tarsus erwähnt werden, indem Knochenkerne in den Anlagen des **Tarsale 4,** des **Os centrale** und des **Tarsale 3** auftreten, während das Tarsale 2 und 1 einstweilen noch knorpelig angelegt sind.

Im Zehenbereich sind sämtliche 3 Epiphysen im knöchernen Zustand anzutreffen. Auf der 8. Ossifikationsstufe sehen wir nämlich einen knöchernen **proximalen Epiphysenkern** noch in der **Mittelphalange** auftreten. Es ist der dritte Epiphysenkern im Zehenbereich, indem die distale Epiphyse der Grundphalanx schon auf der 5. Stufe, die proximale Epiphyse der Grundphalanx aber auf der 7. Stufe erstmalig an der Hinterextremität zu sehen war.

9. Stufe

mit Fall: Pf. 660 (Textfigg. 80 u. 81; Taf. XIII: Figg. 16—28).

Die 9. Stufe der Verknöcherung schliesst als einzigen Fall Pf. **660** ein. Was sie über ihre Vorgängerin erhebt, ist das Auftreten der **oberen Sesambeine in knöcherner Form.** Zu den bereits in die Beschreibung der 8. Stufe einzuziehenden knöchernen Elementen gesellt sich ein knöchernes laterales und ein knöchernes mediales oberes Sesambein.

10. Stufe

mit Fall: Pf. 559 (Textfigg. 84 u. 85; Taf. XXX: Fig. 33).

Stufe 10 mit Fall Pf. **559** bringt nach verschiedener Richtung eine Komplettierung in der Skelettanlage. Bezeichnend für die 10. Stufe ist das Auftreten einer knöchernen **Patella.** Als weiteres knöchernes Element kann an der Tibia ein Knochenkern namhaft gemacht werden, der als knöchernes Fragment einer **Fibula** anzusprechen ist.

Im Bereich der distalen Tibiaepiphyse erscheint ein Knochenkern für den **Malleolus lateralis,** während der Tarsus durch die Entwicklung eines weiteren Kernes am Calcaneus

(Calcaneus-Apophysenkern) und durch das Auftreten eines Knochenkernes im knorpeligen **Tarsale 2** eine Komplettierung erhält.

Stufe 10 bringt auch die Vervollständigung im Verknöcherungsprozess der Sesambeine, indem als neues knöchernes Element in Form eines Knochenkernes das **Strahlbein** zu den bereits knöchern vorhandenen beiden oberen Sesambeinen hinzutritt.

11. Stufe

mit Fall: Pf. 650 (Textfigg. 88, 88a und 88b).

Der 10. Ossifikationsstufe schliesst sich endlich noch eine weitere 11. Stufe an. Sie wird belegt durch den Fall Pf. **650.** Wir sind gehalten, deshalb noch eine weitere Stufe der Ossifikation aufzuführen, weil der hier vorliegende Fall in vollständigerer Weise den Tarsus der Extremität mit Knochenelementen ausgerüstet hat als der die Stufe 10 wiedergebende Fall (Pf. 559). Als weiteres Knochenelement im Tarsus ist nämlich bei Pf. 650 ein **Tarsale 1** zu verzeichnen, das allerdings nicht als konstant auftretende Komponente ausgegeben werden darf. Mit diesem Knochenkern ist die Reihe der verknöcherten Elemente in der Hinterextremität vollständig geworden. Es sind somit knöchern vorhanden:

Die *Diaphysen der langen und kurzen Röhrenknochen,* die *Epiphysen des Ober- und Unterschenkels,* des *Hauptmittelfussknochens,* der *Grund- und Mittelphalangen, sämtliche Elemente im Tarsus,* die *Patella* und die *Sesambeine sowie die Anzahl der Apophysenkerne.*

III. ABSCHNITT

Die auf Grund der aufgestellten Ossifikationsstufen sich ergebende Elementenfolge im Ossifikationsgeschehen

1. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Vorderextremität

Was die *Reihenfolge* der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Vorderextremität anbelangt, so treten in der Schultergliedmasse die einzelnen Komponenten wie folgt auf:

(Scapula [sca.]),
Humerus-Diaphyse (hum. dia.),
Ulna-Diaphyse (ul. dia.),
Radius-Diaphyse (ra. dia.),
Metacarpale III-Diaphyse (mtc. III dia.),
Metacarpale IV-Diaphyse (mtc. IV dia.),
Metacarpale II-Diaphyse (mtc. II dia.),
Endphalanx (ph. tert.),
Grundphalanx-Diaphyse (ph. prim. dia.),
Mittelphalanx-Diaphyse (ph. sec. dia.),
(Coracoidkern [cor.]),
distale Radius-Epiphyse (ra. ep. dist.),
distale Metacarpale III-Epiphyse (mtc. III ep. dist.),
distale Humerus-Epiphyse (hum. ep. dist.),
Accessorium (acc.),
distale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. dist.),
proximale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. prox.),
proximale Radius-Epiphyse (ra. ep. prox.),
proximale Humerus-Epiphyse (hum. ep. prox.),
Tuberculum majus-Apophyse des Humerus (hum. tub. maj. ap.),
Epicondylus medialis-Apophyse des Humerus (hum. epi. med. ap.),
Os carpi intermediale (Intermediale) (itm.),
Os carpale 3 (carp. 3),
Os carpi radiale (Radiale) (rad.),
Os carpale 4 (carp. 4),
Os carpi ulnare (Ulnare) (uln.),
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine) (ossa ses. ph. prim., bezw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.),
proximale Mittelphalangen-Epiphyse (ph. sec. ep. prox.),
Os carpale 2 (carp. 2),
Epicondylus lateralis-Apophyse des Humerus (hum. epi. lat. ap.),
proximale Ulna-Epiphyse (ul. ep. prox.),
distale Ulna-Epiphyse (ul. ep. dist.),
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, Strahlbein) (os ses. ph. tert.).

Es kann dieser Aufstellung, welche sich aus der Überprüfung des gesamten Untersuchungsmateriales, soweit es sich auf Schultergliedmassen bezieht, vorläufig folgendes entnommen werden:

Bei der Verknöcherung der Vorderextremität des Pferdes erscheinen zuerst die Anlagen der Diaphysen der grossen Röhrenknochen in verknöchertem Zustand, sodann die Anlagen der Diaphysen der kurzen Phalangenelemente.

Nach diesen Verknöcherungen setzen die Ossifikationen in der Mehrzahl der knorpelig vorgebildeten Epiphysen ein, wobei die distalen zuerst, die proximalen hernach erscheinen. Gewissermassen als Nachzügler, von diesen zeitlich abgerückt, treten erst später, nachdem eine Reihe von anderen Elementen in den knöchernen Zustand bereits übergetreten ist, die proximale Mittelphalangen- und die proximale und distale Ulna-Epiphyse auf.

Das Accessorium eilt in der Verknöcherung den übrigen Elementen im Carpus voraus, die zeitlich ziemlich geschlossen miteinander, mit Ausnahme des Os carpale 2, beim Pferd aufzutreten pflegen.

Die Sesambeinanlagen erscheinen nicht alle gleichzeitig verknöchert. Den Vortritt beim Übergang in den verknöcherten Zustand erhalten die oberen Sesambeine. Das untere Sesambein erscheint erst später und ist allem Anschein nach das letzte oder eines der letzten Elemente, die zur Verknöcherung gelangen. Nach dem Auftreten der oberen knöchernen Sesambeine gelangen eine ganze Reihe von anderen Elementen und Anlagen in den Zustand der Verknöcherung (die proximale Mittelphalangen-Epiphyse, das Carpale 2, die Epicondylus lateralis-Apophyse und die beiden Epiphysen der Ulna), bevor beim Pferd das untere Sesambein aus der bindegewebigen Anlage heraus in das Knochenstadium übertritt.

Im allgemeinen lässt sich sagen, dass zuerst die Natur die Verknöcherung der wichtigen, vornehmlich an der Bildung der knöchernen Hauptachse der Vorderextremität beteiligten Hartteilanlagen (lange und kurze Röhrenknochen-Diaphysen, Humerus-, Ulna-Radius-Diaphysen, Diaphysen der stabförmigen Knochen des Metacarpus einerseits, Grund- und Mittelphalangen-Diaphysen und Hufbein-Knochenanlage andererseits) durchführt und auch zunächst eine grosse Anzahl von diesen Elementen in den Epiphysen mit Knochenkernen ausrüstet, bevor sie zur Verknöcherung der die Fusswurzel aufbauenden Elemente schreitet. Die vorzeitige Accessorium-Ossifikation ändert an diesem Prinzip im Grunde genommen nichts.

Im allgemeinen beginnt die Epiphysenverknöcherung zuerst in den Epiphysen der langen Röhrenknochen, indem zuerst die Radius-, die Hauptmittelfussknochen- und die Humerusdiaphyse knöcherne Epiphysen erhält. Erst später greift die Epiphysenverknöcherung bei immer noch anhaltendem Auftreten von Neuknochenkernen in den bis anhin noch knorpelig gebliebenen Epiphysen der erwähnten langen Röhrenknochen auf die Epiphysen der Phalangen über.

Auch die Apophysenverknöcherungen setzen relativ spät ein, erst nachdem die Diaphysenverknöcherung der Hauptsache nach vollendet ist und die Epiphysen-Verknöcherungen schon im vollen Gange sind.

2. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Hinterextremität

In der Hinterextremität gelangen wir zur Aufstellung von folgender Knochenanlagen-Reihe bezüglich des Auftretens von Ossifikationen:

Femur-Diaphyse (fem. dia.),
Tibia-Diaphyse (tb. dia.),
Metatarsale III-Diaphyse (mtt. III dia.),
Metatarsale IV-Diaphyse (mtt. IV dia.),

Metatarsale II-Diaphyse (mtt. II dia.),
Endphalanx (ph. tert.),
Grundphalanx-Diaphyse (ph. prim. dia.),
Calcaneus-Körper (cal. co.),
Mittelphalanx-Diaphyse (ph. sec. dia.),
distale Femur-Epiphyse (fem. ep. dist.),
distale Metatarsale III-Epiphyse (mtt. III. ep. dist.),
Talus (tal.),
proximale Tibia-Epiphyse (tb. ep. prox.),
distale Tibia-Epiphyse (tb. ep. dist.),
distale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. dist.),
Trochanter major-Apophyse des Femurknochens (fem. tro. maj. ap.),
proximale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. prox.),
proximale Femur-Epiphyse (fem. ep. prox.),
Tuberositas tibiae-Apophyse (tb. tub. ap.),
Tarsale 4 (tars. 4),
Os centrale (Centrale) (cent. = tars. cent.),
Tarsale 3 (tars. 3),
proximale Mittelphalangen-Epiphyse (ph. sec. ep. prox.),
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine) (ossa ses. ph. prim., bezw. os. ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.),
Patella (pat.),
Fibula (Rudiment) (fib.),
Malleolus lateralis (os malleolare) (os mall. lat.),
Calcaneus-Apophyse (cal. ap.),
Tarsale 2 (tars. 2),
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, Strahlbein) (os ses. ph. tert.).
Tarsale 1.

Auch diese Zusammenstellung lässt einige Prinzipien erkennen, die für die Durchführung der Verknöcherung der Gliedmasse offenbar massgebend sind:

In ähnlicher Weise, wie dem Ergebnis der Durchsicht der sukzessiv in die Verknöcherung tretenden Elemente in den Vordergliedmassen zu entnehmen ist, wonach zuerst die Anlagen der Diaphysen der grossen Röhrenknochen in den ossifizierten Zustand übertreten und dann die Anlagen der Diaphysen der kurzen Phalangenelemente verknöchern, stellt sich bei einer Überprüfung der Aufstellung, die sich auf die Elemente der Hintergliedmassen bezieht, heraus, dass im allgemeinen auch hier die Diaphysenanlagen der langen Röhrenknochen bei der Verknöcherung der Extremität gegenüber den Diaphysen der Phalangen zeitlich den Vortritt erhalten.

Ist die Diaphysenverknöcherung vorerst nahezu überall durchgeführt (die Mittelphalangen-Diaphyse legt sich erst nach dem Calcaneus an), so legt sich der Verknöcherungsprozess in der Hinterextremität ausserordentlich frühzeitig und in auffallender Weise auf ein bestimmtes Element in der Hinterfusswurzel, das allen übrigen Tarsalknochenanlagen ossifikatorisch vorauseilt und zufolgedessen auch eine Zeitlang als alleinstehendes verknöchertes Element im Tarsus erscheint, auf den Körper des Calcaneus. Später gesellt sich ihm noch ein weiterer Knochenkern, das Talus-Ossifikationszentrum, bei, das ebenfalls, wenn auch erst später und deshalb in zweiter Linie, den übrigen Tarsalknochenanlagen im Ossifizierungsprozess vorauseilt.

Sieht man von der Verknöcherung des Calcaneus im Tarsus ab, so sehen wir auch in der Hinterextremität die Ossifizierung, sobald die Diaphysen der einzelnen Skelettkomponenten

in die Verknöcherung übergetreten sind, auf die Mehrzahl der knorpeligen Epiphysen übergreifen, wobei die Verknöcherungen mit dem Auftreten eines Knochenkernes in der distalen Femur-Epiphyse beginnen und dann andere distale und proximale Epiphysen erfassen. In diese Epiphysen-Verknöcherungszeit fällt frühzeitig die Talus-Verknöcherung und etwas später die Bildung eines Knochenkerns für den Trochanter major.

Die proximale Mittelphalangen-Epiphysen-Anlage entfernt sich zeitlich sozusagen wiederum etwas von der übrigen Schar der Epiphysen und erlangt erst nachdem die Hinterfusswurzel fast vollständig verknöchert ist, ihren Knochenkern.

Sieht man von den frühzeitigen Verknöcherungen des Calcaneuskörpers und des Talus ab, so zeigt die Liste der zur Ossifikation gelangenden Elemente, dass die Ossifizierung der Hinterfusswurzel, mit Ausnahme des Tarsale 2, das später in den knöchernen Zustand übertritt, erst wieder einsetzt, nachdem die Diaphysen- und zum allergrössten Teil die Epiphysenverknöcherung sich vollzogen hat. Die Verknöcherungen in den Sesambeinen erfolgen wiederum erst, nachdem sich die Hinterfusswurzel zum grössten Teil (das Tarsale 2 befindet sich noch im Knorpelstadium, wenn die oberen Sesambeine ossifizieren) knöchern angelegt hat. In ganz entsprechender Weise, wie in der Vorderextremität, treten zuerst wieder Knochenkerne in den beiden oberen Sesambeinanlagen auf, während das untere Sesambein (Strahlbein) seine ursprüngliche Struktur viel später erst aufzugeben pflegt und vielfach als letztes Element Knochenstruktur annimmt.

Relativ spät erscheint knöchern die Patella. Sie wartet gleichsam die Ossifikation der Diaphysen, Epiphysen und der Fusswurzel (mit Ausnahme des Tarsale 2) ab, bevor sie selbst knöchern in Erscheinung tritt.

Während der Epiphysenossifikation erscheint ein Knochenkern zur Bildung der künftigen Tuberositas tibiae, noch später als dieser ein Kern für den Malleolus lateralis tibiae. Als spät auftretende Knochenkernbildung gesellt sich ferner dem Calcaneuskörper eine Apophysen-Ossifikation bei.

IV. ABSCHNITT

Der Modus im Einbezug der diaphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung

Über die Art und Weise, wie die einzelnen Diaphysen zeitlich und rangmässig dem Verknöcherungsprozess anheimfallen, sind wir auf Grund der eigenen Untersuchungen nur teilweise unterrichtet. Um die ganze Frage befriedigend abzuklären, müssten wir über viel frühere Stadien der embryonalen Entwicklung des Pferdes verfügen, als sie uns tatsächlich zur Verfügung stehen. Solche Frühstadien würden aber dann wieder die Anwendung von andern Untersuchungsmethoden notwendig machen, da die Röntgentechnik allein hier nicht mehr einwandfreie Resultate liefern könnte.

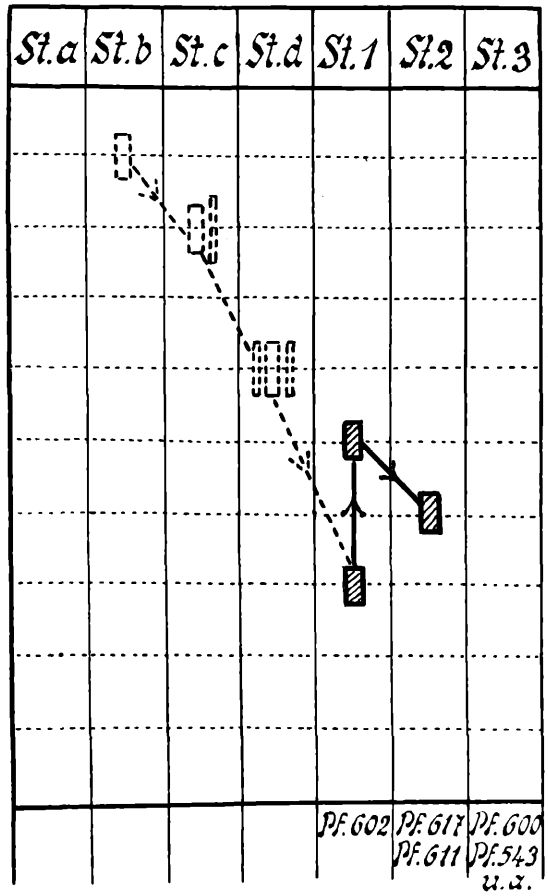
Um uns aber gleichwohl eine Vorstellung darüber zu machen, in welcher Weise die Diaphysen verknöchert werden und wie der Modus der Ossifikation in bezug auf die Heranziehung der einzelnen Elemente unter den knorpelig angelegten Diaphysen vor sich geht, haben wir in Form einer graphischen Darstellung bildlich den mutmasslichen Gang, nach welchem die Verknöcherungen erfolgen, angedeutet.

1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität

In der vordersten Kolonne haben wir von oben nach unten die einzelnen Diaphysen dem Namen nach aufgeführt und bei der Namhaftmachung die natürliche Lage der einzelnen Elemente innerhalb der Extremität berücksichtigt, in der Weise, dass die oben angeführten Elemente den am weitesten proximal, die unten gelegenen Komponenten den am weitesten distal vom Rumpfe an der Extremität sich vorfindenden entsprechen. Dieser Hauptkolonne haben wir 7 Nebenkolonnen beigefügt, die mit punktierten oder schraffierten Rechtecken die eingetretenen Verknöcherungen, deren Namen in der ersten Kolonne auf nämlicher Höhe bekanntgegeben ist, bezeichnen und die betreffenden, mit St. a, St. b, St. c, St. d, St. 1, St. 2, St. 3 überschriebenen Zeitabschnitte bezw. Verknöcherungsstufen, auf welchen sie erscheinen, andeuten. Es ist somit ersichtlich, zu welcher Zeit die betreffende Diaphyse verknöchert. Stufe 1, Stufe 2, Stufe 3 (St. 1, 2, 3) entsprechen unsern im Anschluss an die Beschreibung des Pferdematerials bekanntgegebenen Ossifikationsstufen, während die mit St. a, St. b, St. c und St. d bezeichneten Kolonnen Zeitabschnitte sind, in denen mutmasslich die betreffenden Diaphysen verknöchert auftauchen. Diese (in punktierten und schraffierten Rechtecken angegeben) sind mit einer Linie untereinander verbunden und die in diese eingefügten Pfeile geben die Richtung an, in welcher der Einbezug neuer Elemente mutmasslich (punktierte Linie mit Pfeil) bezw. tatsächlich (ausgezogene Linie mit Pfeil) erfolgt ist.

Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die Verknöcherung in proximo-distaler Richtung sich bewegt. Daran ändert die Möglichkeit nichts, dass beim Pferd die Endphalange gleichzeitig oder bei den Eseln allenfalls sogar schon etwas früher als die Diaphysen des Metacarpus verknöchert erscheint, und die Tatsache, dass die Verknöcherungen der Diaphysen der Grund- und Mittelphalangen nach der Verknöcherung der Endphalange erfolgen. Die Verknöcherungen in den Grund- und Mittelphalangen-Diaphysenanlagen müssten dann nach der Ossifikation der Endphalange erst nachgeholt werden.

Die stufenweise Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Diaphysen in die Verknöcherung bei Pferdeembryonen

Diaphysenbezeichnung	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Diaphysenverknöcherungen wahrzunehmen
Humerus-Diaphyse	
Radius- und Ulna-Diaphysen .	
Metacarpalia-Diaphysen . . .	
Grundphalangen-Diaphyse . .	
Mittelphalangen-Diaphyse . .	
Endphalanx	

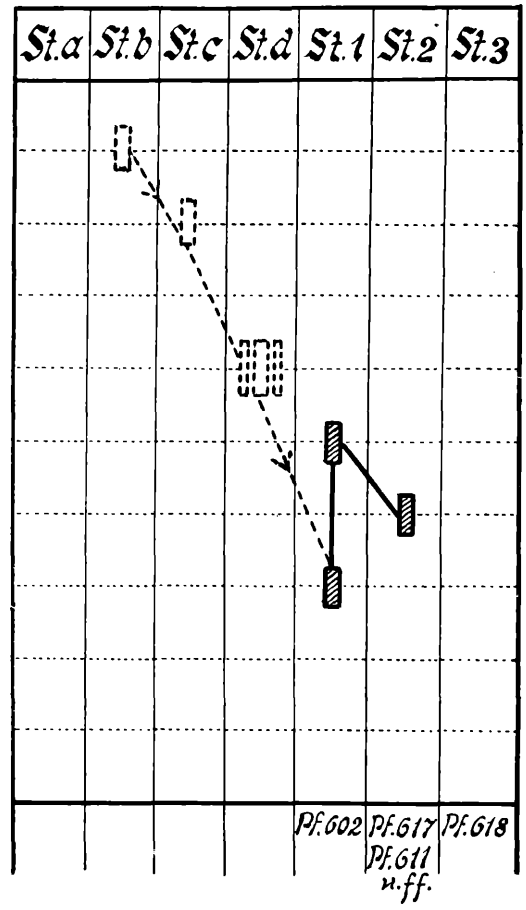
Textfig. 89 (Erklärung im Text)

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

Wenn wir mit Rücksicht auf die Verhältnisse an der Hinterextremität graphisch die Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Diaphysen in die Verknöcherung bei den Pferden zur Darstellung bringen wollen, so hätten wir ein ganz entsprechendes Schema vorzulegen, wie es für die Verhältnisse an der Vorderextremität gegeben worden ist. Ein solches Schema liegt in Textfig. 90 vor.

In Form punktierter Säulchen haben wir auf supponierten Verknöcherungsstufen (Stufen a—d) die sich verknöchernden Diaphysen der betreffenden Skeletteile angegeben und auf den uns vorliegenden Stufen (Stufen 1—3) die erstmalig verknöchert aufgefundenen Diaphysen eingetragen. Die Verbindungslinie gibt wieder mit Pfeilen die Richtung an, in welcher der Einbezug der betreffenden Elemente in die Verknöcherung erfolgt. Aus dieser Darstellung geht hervor, dass im grossen und ganzen die diaphysären Ossifikationen, sofern die Verknöcherungen

Die stufenweise Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Diaphysen in die Verknöcherung bei Pferdeembryonen

Diaphysenbezeichnung	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Diaphysenverknöcherungen wahrzunehmen
Femur-Diaphyse	
Tibia-Diaphyse	
Metatarsalia-Diaphysen . . .	
Grundphalange-Diaphyse . .	
Mittelphalangen-Diaphyse . .	
Endphalanx	

Textfig. 90 (Erklärung im Text)

der Femur-, Tibia- und Metatarsal-Diaphysen richtig eingetragen sind, dem nichts zu widersprechen scheint, in proximo-distaler Richtung erfolgen, wenn auch die vorzeitige Verknöcherung der Endphalange und die erst nach dieser stattfindende Grund- und Mittelphalangen-Diaphysenverknöcherung eine gewisse Irregularität im geraden Linienverlauf des Verknöcherungszuges bedingen.

V. ABSCHNITT

Der Modus im Einbezug der epiphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung

1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität

Über die sukzessive Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Epiphysen in die Extremitäten-Ossifikation gibt die nachstehende kleine Tabelle Auskunft, zu deren Erklärung hier einige Erörterungen gegeben seien.

In der linksstehenden Kolonne sind von oben nach unten der Reihe nach die Bezeichnungen der Epiphysen angeführt, wie dieselben an der Extremität innerhalb der einzelnen Knochenanlagen, vom Rumpfe angefangen fortschreitend bis zur Fußspitze ausgebildet sind. Die nach rechts hin folgenden schmalen Kolonnen geben die einzelnen Zeitabschnitte wieder, innerhalb welcher die mit Voll- oder Schraffurkreisen bezeichneten Epiphysen, deren Namen auf gleicher Höhe in der ersten Kolonne vorzufinden sind, zum ersten Mal verknöchert erscheinen. Diese Zeitabschnitte decken sich mit den betreffenden Verknöcherungsstufen und umschliessen die Epiphysen derjenigen Extremitäten, deren Pferd unter der Stufenbezeichnung angegeben ist. Die ersten drei Kolonnen sind frei von epiphysären Verknöcherungen. Die vierte Kolonne ist reserviert für die 4. Ossifikationsstufe mit Fall Pf. 605, die zweite Kolonne für die 5. Ossifikationsstufe mit Fall Pf. 518, die dritte Kolonne für die 6. Ossifikationsstufe mit Pf. 545 usf.

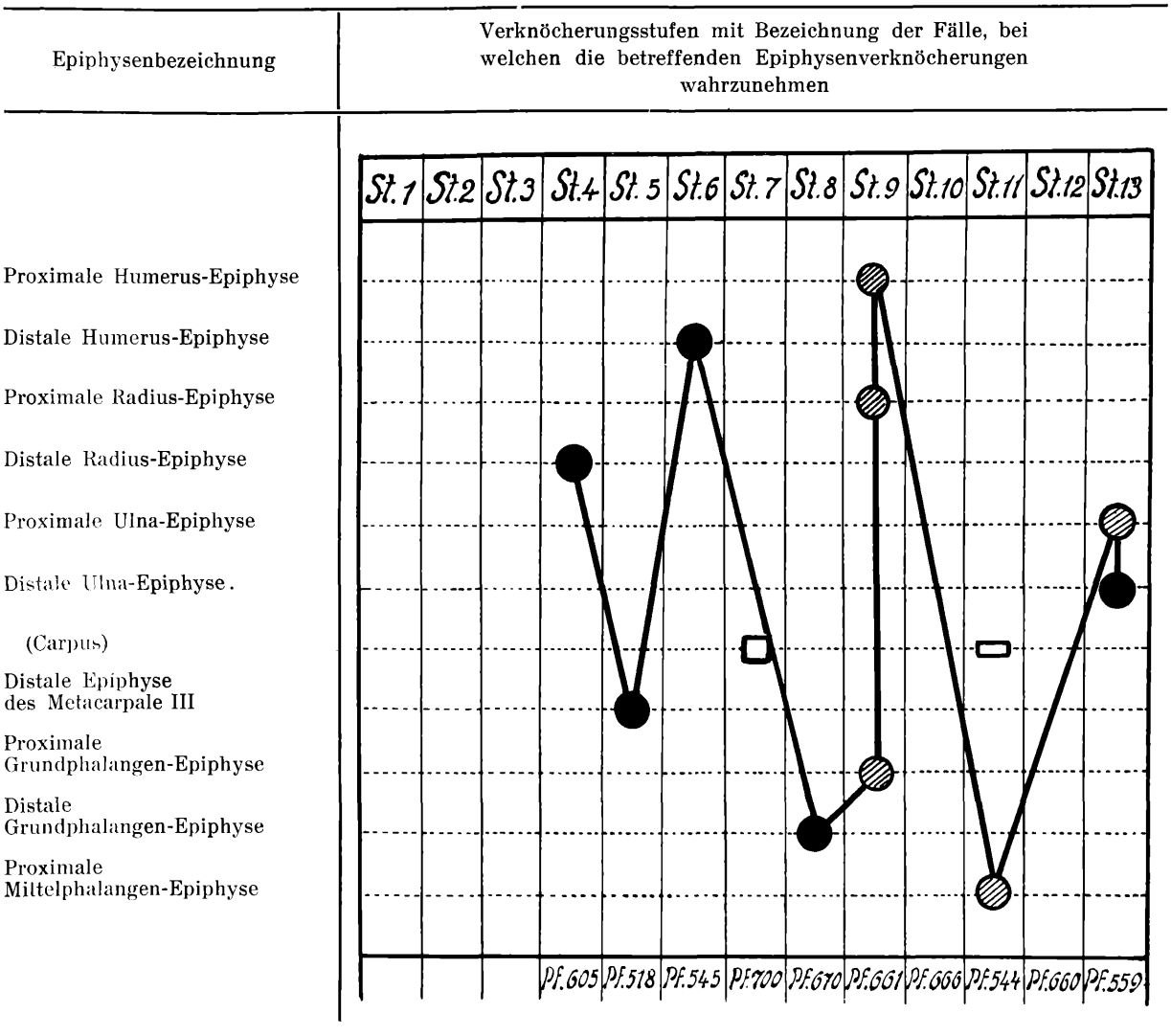
Die proximalen Epiphysen sind durch schraffierte, die distalen Epiphysen durch Vollkreise zur Veranschaulichung gebracht. Die einzelnen Epiphysen sind wiederum durch Linien miteinander verbunden, und zwar verbindet die einzelne Teilstrecke zwei Epiphysenkerne miteinander, die zeitlich nacheinander in die Verknöcherung einbezogen werden.

Auf der 4. Ossifikationsstufe verknöchert die distale Epiphyse des Radius, auf der 5. Stufe die distale Epiphyse des Metacarpale III, auf der 6. Stufe die distale Humerusepiphyse, auf der 8. Stufe die distale Epiphyse der Grundphalanx, auf der 9. Stufe die proximale Grundphalangen-, die proximale Radius- und die proximale Humerusepiphyse, auf der 11. Stufe die proximale Epiphyse der Mittelphalanx und auf der 13. Stufe die proximale und die distale Ulnaepiphyse.

Aus dieser Zusammenstellung geht einmal hervor, dass in der Vorderextremität zunächst die grosse Mehrzahl der *distalen* Epiphysen in den Verknöcherungsprozess einbezogen wird und die proximalen Epiphysen erst nachher ossifizieren. Eine Sonderstellung nimmt freilich die distale Epiphyse der Ulna ein, die erst zuletzt, nachdem bereits alle übrigen distalen und die sämtlichen proximalen Epiphysen Knochenkerne ausgebildet haben, ein Ossifikationszentrum zur Entwicklung bringt.

Die Ossifizierung der Epiphysen erfolgt innerhalb der Extremität *sprungweise,* d. h. nicht in einer Richtung, die durch die topographische Lagerung der einzelnen Epiphysen vorgezeichnet ist. Der Ossifikationsprozess ergreift demzufolge nicht zuerst die distale Humerusepiphyse, dann die distale Radius- und Ulnaepiphyse, die distale Epiphyse des Metacarpale III, die distale Grundphalangen-Epiphyse, oder umgekehrt zuerst diese, dann die distale Epiphyse des Metacarpale III, des Radius usw. Epiphysen, die topographisch näher einer bestimmten verknö-

Graphische Darstellung zur Illustration der sukzessiven Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Epiphysen in die Extremitäten-Ossifikation



Textfig. 91 (Erklärung im Text)

chernden Epiphyse liegen als andere Epiphysen, können rangmässig bei einer neuen Epiphysenossifikation übersprungen werden und haben diesen den Vorrang zu lassen. Neu aufeinanderfolgende, in verschiedenen Epiphysenanlagen sich entwickelnde Knochenkerne werden oft weit auseinanderliegend angetroffen.

Die epiphysäre Verknöcherung beginnt in der distalen Radiusepiphyse. Die Epiphysenossifikation scheint sich darauf in proximo-distaler Richtung fortzubewegen, indem die distale Epiphyse des Metacarpale III den nächsten Knochenkern liefert. Dabei wird die distale (und proximale) Ulnaepiphyse übersprungen. Der nächstfolgende neue Epiphysenkern ist in der distalen Epiphyse des Humerus anzutreffen, sodass die proximale Radius-Epiphyse zunächst unberücksichtigt bleibt und der Verknöcherungsprozess ein Element ergreift, das in disto-proximaler Richtung gelegen ist. Der vierte neue Knochenpunkt erscheint in der distalen Grundphalangenepiphyse. Der Ossifikationsprozess ergreift also ein Element, das wieder in proximo-distaler Richtung von seinem Vorgänger, der distalen Humerusepiphyse gelegen ist. Übersprungen

werden dabei die proximale Epiphyse des Radius, die proximale und distale Epiphyse der Ulna, die proximale Grundphalangen-Epiphyse. Damit sind bis auf die distale Ulnaepiphyse sämtliche distalen Epiphysen in den Zustand der Verknöcherung durch Anlegen von Knochenkernen übergetreten und es beginnen die proximalen Epiphysen zu verknöchern.

Auf Stufe 9 erscheinen gleich drei neue Knochenkerne: die proximale Humerusepiphyse, die proximale Radiusepiphyse, die proximale Grundphalangenepiphyse zeigen in ihren Anlagen Knochenkerne. Wir wollen es unentschieden lassen, welcher dieser drei Kerne zuerst gegenüber seinem Nachbar erscheint. Es hat den Anschein, als ob alle 3 ziemlich gleichzeitig auftreten. Zwischen dem proximalen Humerusepiphysenkern und dem proximalen Radiusepiphysenkern liegt die distale Humerusepiphyse, die bereits als dritter Epiphysenkern auf der 6. Ossifikationsstufe zur Verknöcherung gelangt. Zwischen der proximalen Radiusepiphyse und der proximalen Grundphalangenepiphyse liegen insgesamt 4 Epiphysenkerne, von denen die distale Radiusepiphyse und die distale Epiphyse des Metacarpale III schon früher vom Ossifikationsprozess (schon auf der 4. und 5. Stufe) ergriffen worden sind, während die proximale und distale Ulnaepiphyse noch in unverknöchertem Zustand vorliegen.

Die 4. proximale Epiphyse, die einen Knochenpunkt anlegt, ist die proximale Mittelphalangenepiphyse, die von allen übrigen verknöcherten und noch nicht verknöcherten Epiphysen die distalste Lage einnimmt.

Die nächstfolgende von der Ossifizierung ergriffene Epiphyse, die proximale Ulnaepiphyse, liegt wieder vom Vorgänger proximal und ist von ihm durch die bereits in die Verknöcherung übergetretenen Epiphysen der Grundphalanx (proximale und distale Epiphyse), des Metacarpale III (distale Epiphyse), des Radius (proximale und distale Epiphyse) und der gleichzeitig mit ihr in den Knochenzustand übertretenden distalen Ulnaepiphyse getrennt.

Die distale Ulnaepiphyse rückt gleichzeitig mit der proximalen Ulnaepiphyse mit einem Knochenzentrum auf. Die beiden Epiphysen der Ulna werden zuletzt der epiphysären Verknöcherung unterworfen.

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

In bezug auf den Gang der epiphysären Verknöcherung in der Hinterextremität bezw. die Reihenfolge, in welcher die knorpeligen Epiphysen in der Beckengliedmasse verknöchert werden, gibt die nachstehende graphische Darstellung, die in entsprechender Weise gehalten ist, wie die auf die Vorderextremität bezugnehmende Textfigur, Auskunft.

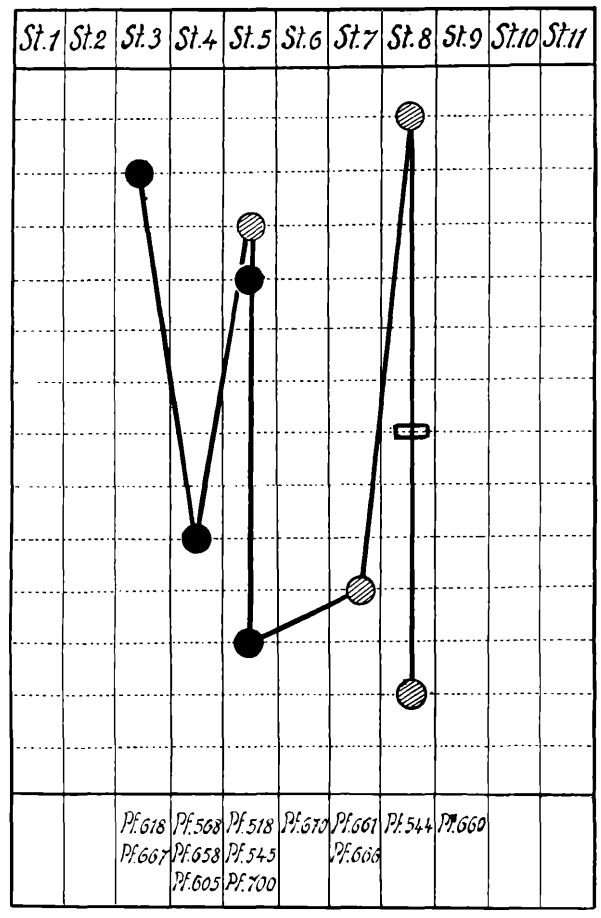
Die linksstehende Kolonne enthält die einzelnen Epiphysen der Hinterextremität so, wie sie topographisch vom Rumpfe weg nach der Extremitätenspitze hin folgen, aufgeführt, während die Seitenkolonnen wiederum den mit Bezeichnungen versehenen Ossifikationsstufen entsprechen, auf welchen die mit Voll- und Schraffurkreisen (distale und proximale Epiphysen) angegebenen Knochenepiphysen festgestellt worden sind. Die aufeinanderfolgenden Epiphysen sind mit Linien miteinander verbunden, welche uns die jeweilige Richtung angeben, nach welcher der Einbezug des oder der nächstfolgenden Elemente in die Verknöcherung vor sich geht.

Die Verknöcherung beginnt wieder, wie in der Vorderextremität, in den distalen Epiphysen; die proximalen Epiphysen verknöchern im allgemeinen erst (eine Ausnahme bildet die proximale Tibiaepiphyse), nachdem Knochenkerne in sämtlichen distalen Epiphysen aufgetreten sind. Die Tabelle gibt auch Aufschluss über die die einzelnen Stufen beschlagenden Fälle.

Auf der 3. Stufe der Verknöcherung sehen wir einen Knochenkern in der distalen Femurepiphyse, auf der 4. Stufe einen Kern in der distalen Epiphyse des Metatarsale III, auf der 5. Stufe einen solchen in der proximalen und distalen Tibiaepiphyse, ferner in der distalen Epiphyse der Grundphalanx, auf der 7. Stufe ein Ossifikationszentrum in der proximalen Grund-

Graphische Darstellung zur Illustration der sukzessiven Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Epiphysen in die Extremitäten-Ossifikation

Epiphysenbezeichnung	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Epiphysenverknöcherungen wahrzunehmen



Textfig. 92 (Erklärung im Text)

phalangenepiphyse und auf der 8. Stufe je einen Kern in der proximalen Femur- und proximalen Mittelphalangenepiphyse auftreten.

Die epiphysäre Verknöcherung beginnt also zunächst *mit der Ausbildung eines Knochenkernes in der distalen Femurepiphyse,* wonach die distale Epiphyse des Metatarsale III ein Knochenzentrum ausbildet. Wiederum folgen alsdann zwei distale mit Knochenkernen versehene Epiphysen, die distale Tibia- und die distale Grundphalangenepiphyse, zu denen sich allerdings noch eine proximale Epiphyse mit Knochenkern, die proximale Tibiaepiphyse, beigesellt, die, wie wir gesehen haben, auf der nämlichen Stufe ossifiziert. Von da an sind es dann nur noch proximale Epiphysen, die Knochenkerne auszubilden haben; die distalen Epiphysen haben zu dieser Zeit ihr Knorpelstadium bereits aufgegeben.

Die auf die distale Femurepiphysenverknöcherung folgende Ossifikation in der distalen Epiphyse des Metatarsale III ruft der Bildung eines Knochenkernes, der vom Ossifikations-

zentrum in der distalen Femurepiphyse relativ weit abgerückt ist, indem die proximale und distale Epiphyse der Tibia einstweilen noch unverknöchert bleiben.

Währenddem die Verknöcherungen in den beiden Epiphysen (proximalen und distalen) der Tibia rasch aufeinander folgen und die Kerne nur durch die Länge der Tibiadiaphyse getrennt sind, so liegt wieder der Knochenkern in der distalen Grundphalangenepiphyse weit ab vom Knochenkern in der distalen Tibiaepiphyse. Auf die distale Grundphalangen-Epiphysenverknöcherung folgt die Verknöcherung in der proximalen Epiphyse der Grundphalanx; die beiden Knochenkerne werden nur von der Länge der Diaphyse voneinander getrennt. Nachdem sich ein Knochenkern in der proximalen Grundphalangenepiphyse ausgebildet hat, gelangt ein Knochenkern in der proximalen Femurepiphyse zur Ausbildung. Beide Kerne liegen wiederum weit auseinander. Die bereits verknöcherte distale Femurepiphyse, die proximale und distale Tibiaepiphyse, die distale Metatarsale III-Epiphyse liegen in verknöchertem Zustand dazwischen.

Zuerst folgt auf ein in bezug auf die Gesamtextremität proximal gelegenes Knochenelement (distale Femurepiphyse) ein distal gelegener Knochenkern (distaler Metatarsale III-Epiphysenkern); dann, auf einen distal gelegenen Kern (distaler Metatarsale III-Epiphysenkern) ein proximal gelegenes Ossifikationszentrum (Knochenkern in der Tibiaepiphyse), worauf abermals ein distaler Epiphysenkern (Kern in der distalen Grundphalangenepiphyse) in der Extremität zur Ausbildung gelangt. Hernach setzt die Ossifikation in einer proximal gelegenen Epiphysenanlage (proximale Femurepiphyse) ein und nimmt ihren Abschluss in einer zur Gesamtextremität distal gelegenen Epiphyse (proximale Mittelphalangenepiphyse).

Auch an der Hinterextremität lässt sich im Modus der Verknöcherung wiederum ein *sprungweises Vorgehen im Erfassen der einzelnen Elemente* beim Einbezug in die Verknöcherung erkennen.

Die Tabelle lehrt also, dass auch in der Hinterextremität der Einbezug von neuen epiphysären Elementen in die Verknöcherung nicht in einer bestimmten Richtung erfolgt, etwa in der Art, dass die Epiphysenverknöcherung nahe am Rumpfe, also proximal, in der Extremität beginnt und dann nach der Zehenspitze hin kontinuierlich fortschreitet und sukzessive eine immer weiter distal gelegene Epiphyse erfasst oder umgekehrt in der distal gelegenen Partie der Extremität anfängt und gegen den Rumpf hin vorwärts schreitet, sondern dass der Verknöcherungsprozess, wenn er eine bestimmte Epiphyse zur Ausbildung eines Knochenkernes ausgewählt hat, sich dann auf mehr oder weniger weit von dieser Epiphyse entfernt liegende Anlagen wirft, die von der ersten Epiphyse proximal oder distal gelegen sein können.

VI. ABSCHNITT

Der Modus im Einbezug der übrigen (ausserdia- und ausserepiphysären) Anteile der Extremität in die Verknöcherung

1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität

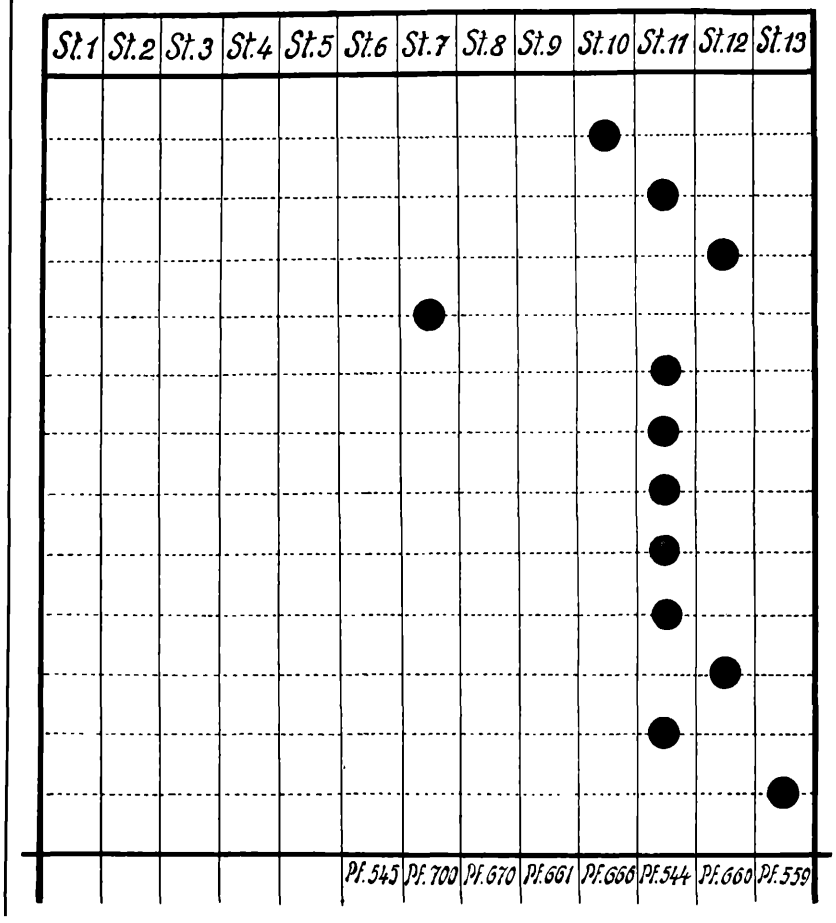
(Die stufenweise Einbeziehung der Apophysen- und Epicondyli-Anlagen, der Knorpel der Ossa carpalia- und Gleichbein-Anlagen in die Verknöcherung.)

Die nachstehende Tabelle soll über das Auftreten von Ossifikationen in all den bis jetzt noch nicht näher in den beiden vorigen Kapiteln behandelten Elementen in der Vorderextremität der Pferde Auskunft geben. Die Vorkommnisse dieser Verknöcherungen sind in Form von Vollkreisen in die einzelnen Schmalkolonnen, welche die verschiedenen mit St. 6—St. 13 überschriebenen Ossifikationsstufen angeben, eingezeichnet, während die Legende für die betreffende Knochenanlage auf der nämlichen Höhe, auf welcher das Ossifikationszentrum eingetragen ist, in der vorderen Kolonne steht.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Verknöcherungen dieser Bestandteile der Extremität relativ spät einsetzen (die Stufen 1—6 sind frei von ausserdia- und ausserepiphysären Elementen), später als die Diaphysenverknöcherung und später auch als die epiphysäre Verknöcherung. Sieht man vom Anhangsknochen im Carpus, vom Accessorium, ab, das allen übrigen dieser Gruppe angehörenden Elementen in der Verknöcherung vorauseilt, und das sich auf der 7. Stufe bereits als verknöcherter Kern zeigt, so fallen die Verknöcherungen der grossen Mehrzahl der bisher noch nicht in den Hartzustand übergetretenen und als selbständige Knochenkerne der Extremität auftretenden Elemente auf die Stufen 10, 11, 12 und 13 der Verknöcherung, d. h. auf einen mehr oder weniger engumschriebenen Zeitraum, wobei vornehmlich die Stufe 11 die grosse Mehrzahl der Elemente für sich beansprucht, und durch das Auftreten von nicht weniger als 7 Neukernen ausgezeichnet ist, während die Stufe 10 u. 13 nur einen, die Stufe 12 nur 2 Knochenkerne aufweisen. Die Verknöcherung dieser Anlagen dehnt sich allem Anschein nach nicht über einen weiten Zeitraum aus, beschränkt sich vielmehr auf einen eng begrenzten Zeitabschnitt, wobei die Verknöcherung gleichzeitig und gemeinsam die meisten Anlagen ergreift. Auf die Stufe 10 fällt der Beginn der Ossifikation des Tuberculum majus, auf die Stufe 11 die Bildung eines Knochenkernes für den Epicondylus medialis am Humerus und für die meisten knorpelig vorgebildeten Elemente der vorderen Fusswurzel, wie das Ulnare, Intermediale, Radiale, Carpale 4 und Carpale 3, sowie die beiden oberen Sesambeine, während die Stufe 12 für die Bildung eines Ossifikationszentrums in einem allfälligen Epicondylus lateralis und in der Carpale 2-Anlage reserviert bleibt. Stufe 13 schliesst die Verknöcherungen innerhalb der Elemente dieser Gruppe ab; sie bringt die Verknöcherung in der unteren Sesambeinanlage.

Auftreten der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente bei der Extremitäten-Ossifikation

Bezeichnung der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Verknöcherungen wahrzunehmen



Textfig. 93 (Erklärung im Text)

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

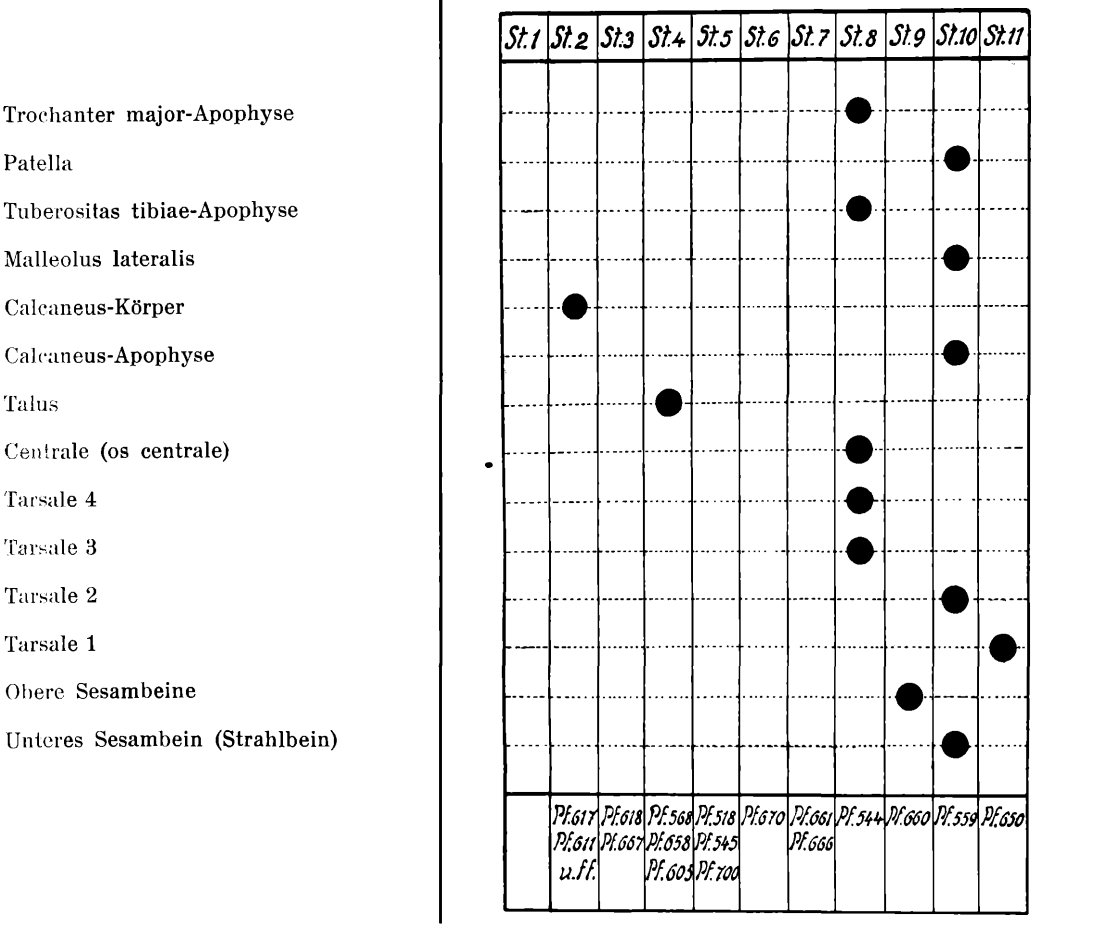
(Stufenweise Einbeziehung der knorpeligen Anlagen der Ossa tarsalia, der Knochenfortsätze und Knochenhöcker, sowie der bindegewebig präformierten Gleichbeinanlagen in die Verknöcherung.)

Wir kommen noch auf den Einbezug der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente in den Hinterextremitäten in die Verknöcherung bei den Pferden zu sprechen. Die vorstehende Tabelle gibt in Vollkreisen — in ganz entsprechender Weise wie die Tabelle für die Vorderextremität — die neu auftretenden Knochenkerne in den Anlagen der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente wieder und weist sie den einzelnen mit St. 2 St. 11 bezeichneten Ossifikationsstufen zu, während Stufe 1 frei von einschlägigen Verknöcherungen bleibt. Die Vorderkolonne enthält in nämlicher Höhe, auf der die Ossifikationen eingetragen sind, die betreffenden Namen der erstmalig festgestellten Knochenherde.

Wiederum zeigt die Tabelle, dass, abgesehen von zwei Ausnahmen, auf die wir gleich zu sprechen kommen, die ausserdia- und ausserepiphysären Elemente relativ spät der Ver-

Auftreten der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente bei der Extremitäten-Ossifikation

Bezeichnung der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Verknöcherungen wahrzunehmen



Textfig. 94 (Erklärung im Text)

knöcherung zugeführt werden. Von einem bestimmten Zeitpunkte an folgen dann aber die Verknöcherungen rasch aufeinander und die betreffenden Stufen, auf denen sie sich zeigen, sind dann gewöhnlich gleich durch mehrere Ossifikationskerne gekennzeichnet. So finden wir auf Stufe 8 nicht weniger als 5 neue Knochenkerne: Verknöcherungen in der Anlage der Trochanter major-Apophyse, in der Tuberositas tibiae, im Centrale, im Tarsale 4, im Tarsale 3. Auch die 10. Stufe weist 5 Neukerne auf: einen Kern in der Patella, im Malleolus lateralis, in der Calcaneusapophyse und im bis anhin knorpelig gebliebenen Tarsale 2 und unteren Sesambein. Stufe 9 und Stufe 11 bringen dagegen nur einen einzigen Neukern (bezw. zwei) zur Entwicklung, Stufe 9 einen Knochenpunkt in jedem der beiden oberen Sesambeine, Stufe 11 im Tarsale 1.

Besonders auffällig ist die isolierte Stellung des Knochenkernes in der Calcaneuskörperanlage und ihr rangmässiger Einbezug in die Verknöcherung, ebenso auch des Talus, sehen wir doch, dass das Calcaneuskörperossifikationszentrum relativ recht frühzeitig (schon auf der 2. Stufe der Verknöcherung) sich einstellt, während die meisten übrigen Elemente just relativ spät verknöchern, weit später als die Diaphysen- und Epiphysenanlagen, und dass die knorpelige Talusanlage ebenfalls schon recht früh, auf der 4. Stufe nämlich, einen Knochenkern entwickelt.

VII. ABSCHNITT

Die einzelnen Zonen des Extremitätenskelettes in der Verknöcherung

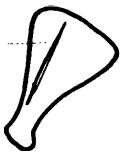
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität[1])

a) Die Zonoskelett-Verknöcherung (Schultergürtel)

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen sca., cor., 2. k. Z., speziell Textfigg. 95—101.

Die Verknöcherung des Schultergürtels, den wir bei der Untersuchung der Verknöcherungsvorgänge in den einzelnen Anlagen, die den späteren Hartbestandteil der Gliedmasse bilden, mitberücksichtigt haben, geht beim Pferd von drei gesonderten Ossifikationsherden aus.

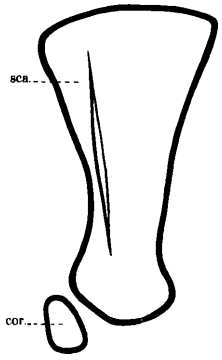
Textfigg. 95—101. Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Zonoskelettes (Schultergürtel) beim **Pferd** (Scapula-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



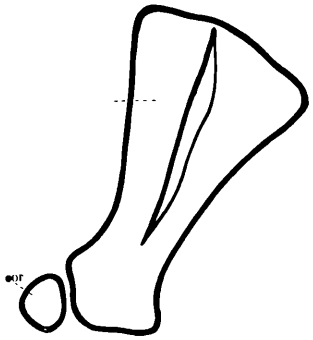
Textfig. 95



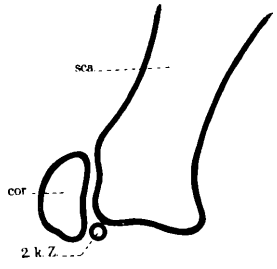
Textfig. 96



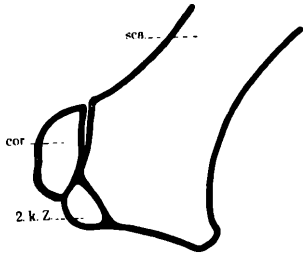
Textfig. 97



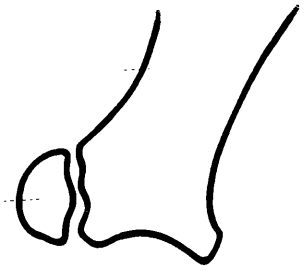
Textfig. 98



Textfig. 99



Textfig. 100



Textfig. 101

Der erste Herd repräsentiert das Bildungszentrum für die *Scapula* (sca.); der zweite Herd für das «*Coracoid*» (cor.); der dritte Herd für ein Knochenelement, das später mit der Scapula verschmilzt, sog. «*zweiter Kern im Zonoskelett*», mit dem übrigens auch der Coracoidkern synostotisch sich verbindet.

[1]) Vide auch die Ausführungen im entsprechenden Abschnitt von Teil B (Esel) und im vergleichenden Teil C.

Entsprechend dieses Entwicklungsganges bei der Verknöcherung treffen wir bei der Durchsicht der röntgenologischen Aufnahmen der freien vom Rumpfe abgetrennten, Embryonen, Föten und Fohlen angehörenden Extremitäten Bilder, welche die verknöcherte Scapulaanlage allein enthalten; Bilder mit ossifizierter Scapula- und Coracoidanlage, sowie solche mit verknöcherter Scapula, einem Coracoid- und einem anderweitigen Knochenkern im Zonoskelett, auch Bilder von der Scapula, welche Illustrationen zum Verschmelzungsprozess dieser mit den erwähnten übrigen im Zonoskelett auftretenden Knochenelemente darstellen.

Pf. 602 (Textfig. 1; Taf. I, Figg. 1 und 9), Pf. 617 (Textfig. 5), Pf. 611 (Textfigg. 9 und 95) zeigen uns die bereits verknöcherte und im Wachstum begriffene Scapula mit der für sie typischen, ventralwärts verjüngten, dorsalwärts verbreiterten, schaufelförmigen Gestalt. Auf diesen Stadien ist bereits deutlich die Spina scapulae wahrzunehmen. Die vor dieser, d. h. kranialwärts gelegene Anlage der Fossa cranialis und nach dieser, d. h. kaudal gelegene Anlage der Fossa caudalis ermöglicht auf den verschiedenen Entwicklungsstadien bereits eine räumliche Orientierung am freien im Wachstum begriffenen Schulterblatt.

Eine ganze Reihe von Aufnahmen zeigen dann weiter das im Verknöcherungsstadium befindliche Schulterblatt mit einem Knochenkern vergesellschaftet, den wir als Coracoidkern bezeichnen müssen (so Pf. 600, Textfigg. 11 u. 96; Taf. IV, Figg. 8 u. 16 — Pf. 563, Textfig. 17 — Pf. 653, Textfig. 19; Taf. V, Fig. 1 — Pf. 610, Textfig. 21; Taf. V, Fig. 4 — Pf. 651, Textfig. 31 — Pf. 618, Textfig. 37 — Pf. 667, Textfig. 41; Taf. VI, Fig. 1 — Pf. 568, Textfig. 97 — Pf. 658, Taf. VII, Fig. 1 — Pf. 518, Textfig. 55; Taf. VIII, Fig. 1 — Pf. 670, Textfigg. 62 u. 98; Taf. IX, Fig. 1 — Pf. 661, Textfig. 66; Taf. X, Fig. 1).

Der Kern, der anfänglich klein und relativ weit vom kranialen Vorderrand der Gelenkflächenanlage der Scapula gelegen ist, vergrössert sich zusehends und tritt während seines Auswachsens immer mehr in die Nähe des von der Scapula gebildeten Gelenkrandes heran.

Pf. 544, Taf. XII, Fig. 1 zeigt dann zum erstenmal ausser dem Coracoidkern *noch einen weiteren zweiten Kern* im Zonoskelett (2. k. Z.). Wir haben ihn seinerzeit bei der Besprechung der einzelnen Verknöcherungsstufen den «zweiten Knochenkern im Zonoskelett» genannt. Dieser «zweite Knochenkern» schiebt sich in die zwischen dem Coracoidkern und der vorderen Ecke des Gelenkrandes der ventralen Scapulapartie noch knochenfreie Gewebezone ein. Pf. 660. Textfigg. 78 u. 99; Taf. XIII, Fig. 1 zeigt die Lage dieses neuen Knochenkernes im Zonoskelett an. Beträchtlich vergrössert, doch selber immer noch deutlich von der Knochenanlage der Scapula zu unterscheiden, tritt er bei Pf. 559, Textfigg. 82 u. 100; Taf. XXX, Fig. 37, auf, während bei Pf. 650, Textfigg. 86 u. 101, die Selbständigkeit des Kernes bereits verlorengegangen und der Einbezug dieser Knochenanlage in die Scapula eine selbständige geworden ist.

In der Literatur dürfte, soweit wir sie übersehen, bis anhin noch nicht der direkte Nachweis vom Vorkommen einer weiteren selbständig auftretenden Verknöcherung im Bereich des Aufhängeapparates erbracht worden sein.

«Zietschmann hat angegeben, dass ein distaler Knochenkern für die Gelenkpfanne der Scapula zu sehen ist. Solch eine habe ich dagegen weder beim Pferd noch beim Rind konstatieren können, weshalb anzunehmen ist, dass der knorpelige Gelenkpfannenrand vom Hauptkern aus verknöchert.» (Carlens, II, 1927.)

Chauveau (1857) erwähnt nur zwei Ossifikationen: Le scapulum se développe par deux noyaux d'ossification, dont un pour l'apophyse coracoïde.

Saarni (1921) findet die Scapula bei einem Embryo von 7,4 cm Länge zum grossen Teil verknöchert vor. Die Verknöcherung fängt, so äussert sich Saarni, in der Gegend des Collum an und schreitet in dorsaler Richtung weiter. Föten zwischen 4,8 und 7,4 cm Kopfsteisslänge, welche hätten über den ersten Anfang der Verknöcherung Aufschluss geben können, fehlten dem Autor. Bei 35 cm langem Embryo konstatiert er das Hervortreten des Tuberositas spinae.

Einen die Tuberositas supraglenoidalis selbständig vertretenden rundlich umgrenzten Knochenkern konnten wir an Hand des uns vorliegenden Materials röntgenologisch nicht nachweisen.

Saarni äussert sich weiter über die Bildung der Fossa supraspinata im 3. Monat der Embryonalentwicklung und über das Schicksal des Coracoidkernes. Der Processus coracoideus bilde sich bald wieder zurück und trete im Fötalleben nicht mehr in Erscheinung. Die Pfannenränder seien bei der Geburt noch knorpelig und die verknöcherte Tuberositas supraglenoidalis noch durch eine Knorpelzone von dem übrigen verknöcherten Schulterblatte getrennt.

Carlens (1927) hat das erste Auftreten eines Knochenkerns in der Tuberositas supraglenoidalis bei einem 650 mm langen Pferdeembryo wahrnehmen können.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Zonoskelettanlage des Pferdes Textfig. 746 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

b) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberarm)

Das Vorliegen einer einfachen Humerusdiaphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. dia.,
speziell Textfigg. 102—127.

Pferd Pf. 602 (Textfigg. 102/103), dessen Extremitäten das früheste Entwicklungsstadium der untersuchten Gliedmassenskelette repräsentiert, zeigt im Stylopodium die Humerusdiaphyse in Form eines proximal und distal leicht verdickten, in der Mitte etwas verschmälerten Knochenstabes, der auf den folgenden Stadien (Pf. 617, Textfigg. 104/105; Pf. 600, Textfigg. 106/107;

Textfigg. 102—127. Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Stylopodium (Oberarmbein) beim **Pferd** (Humerus-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



Textfig. 102



Textfig. 103



Textfig. 104



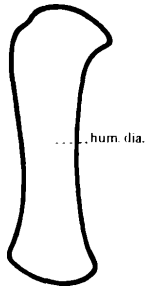
Textfig. 105



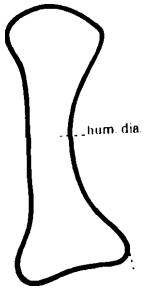
Textfig. 106



Textfig. 107



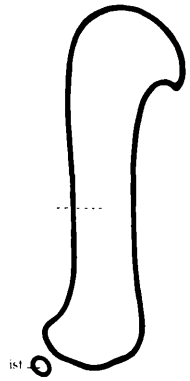
Textfig. 108



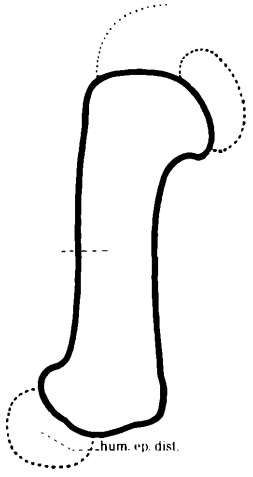
Textfig. 109



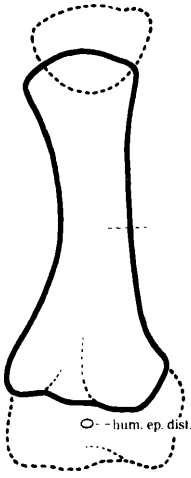
Textfig. 110



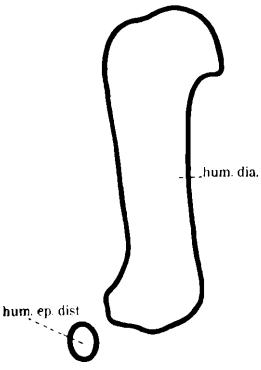
Textfig. 111



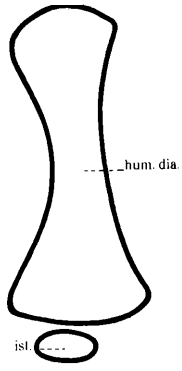
Textfig. 112



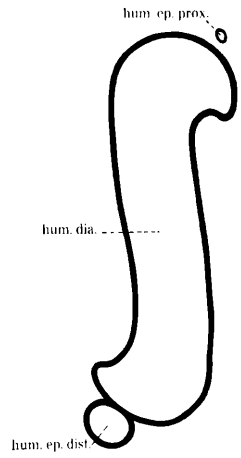
Textfig. 113



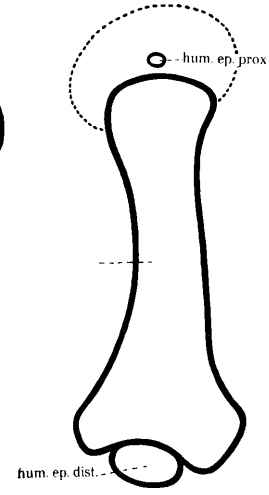
Textfig. 114



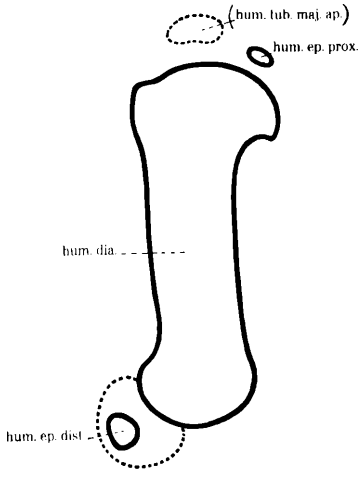
Textfig. 115



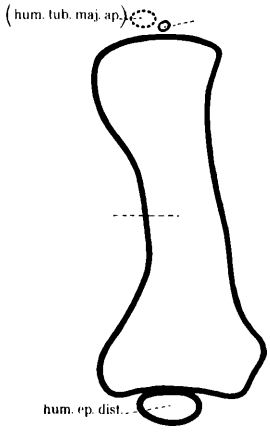
Textfig. 116



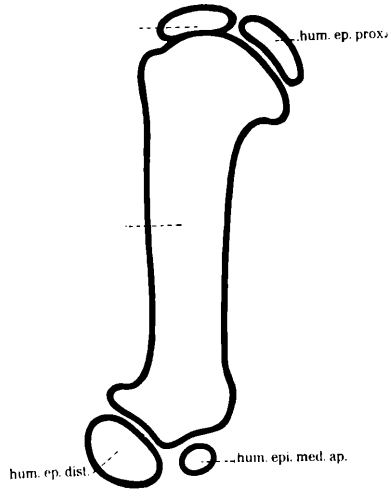
Textfig. 117



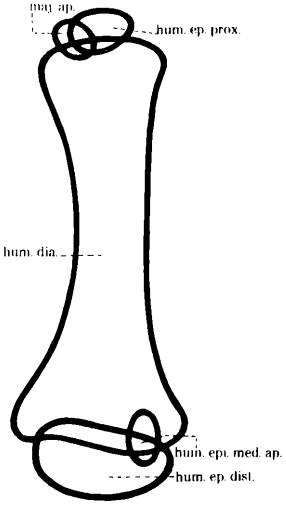
Textfig. 118



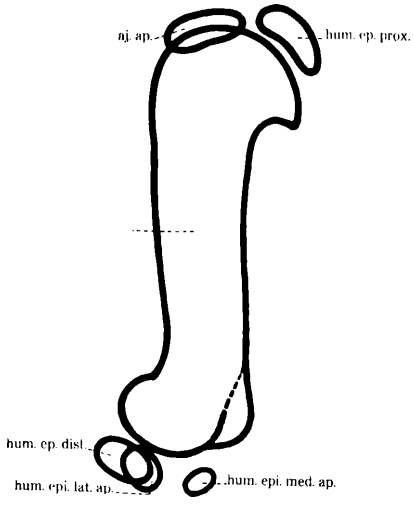
Textfig. 119



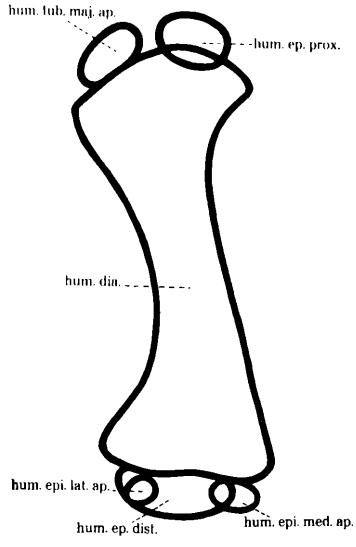
Textfig. 120



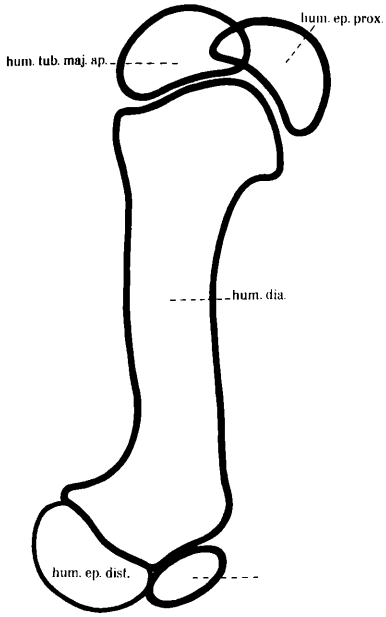
Textfig. 121



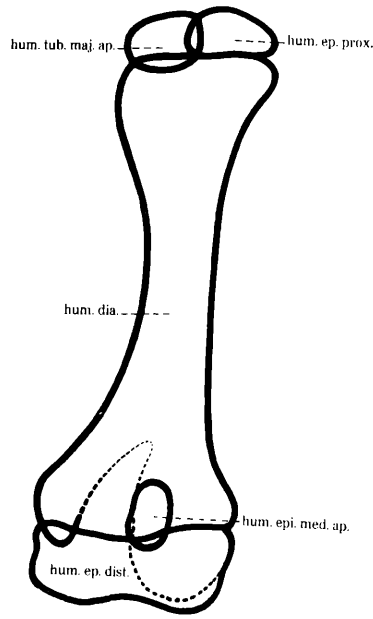
Textfig. 122



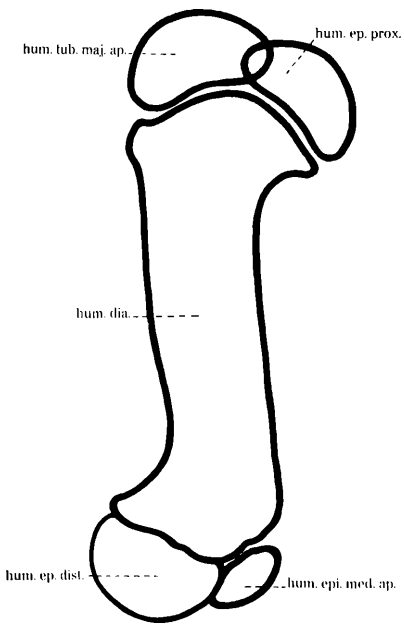
Textfig. 123



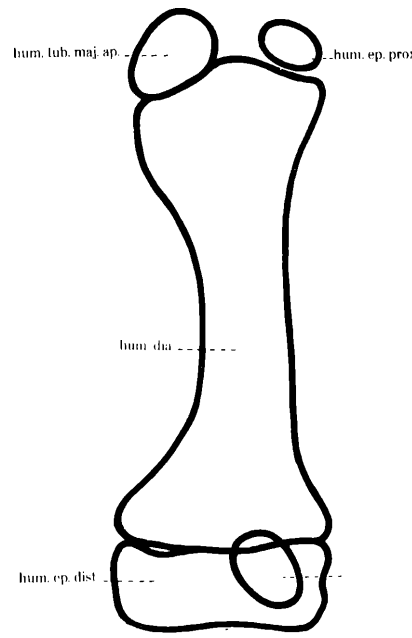
Textfig. 124



Textfig. 125



Textfig. 126



Textfig. 127

Pf. 618, Textfigg. 108/109) durch deutliches Dicken- und Längenwachstum sich immer mehr seiner definitiven Form nähert und bei Pf. 605 (Textfigg. 51/52) in der Frontansicht bereits deutlich im distalen Endabschnitt die spätere Fossa olecrani erkennen lässt.

Saarni (1921) teilt mit, dass der fötale Humerus im Anfangsstadium noch nicht die spiralige Form besitzt. Diese entsteht nach Saarni erst im Verlauf des 3. Altersmonats. Zu dieser Zeit neigt sich auch der anfangs aufgerichtete gerade Gelenkkopf abwärts (distal).

Die Diaphyse des Humerus verknöchert nach Saarni im 2. und 3. Monat. Diese Beobachtung stimmt mit unsern Befunden vollständig überein.

Beim Fötus von 7,4 cm Länge ist die Diaphyse verknöchert und der Gelenkkopf noch bedeutend weniger nach unten und hinten gebogen als beim ausgewachsenen Pferd.

Damit stimmt SAARNIS Beobachtung überein, dass beim Fötus von 7,4 cm Länge das distale Ende weit entwickelt sei und sich bereits eine Fossa radialis und Fossa olecrani sowie eine Rolle in der Anlage zeige.

(Eine besonders kräftige Entwicklung des distalen Mittelteiles zeigen dann die diesem Stadium weiterhin sich anschliessenden Verknöcherungsetappen, wie sie durch die Fälle Pf. 670, Textfigg. 114/115; Pf. 661, Textfigg. 116/117; Pf. 666, Textfigg. 118/119; Pf. 544, Textfigg. 120/121; Pf. 660, Textfigg. 122/123; Pf. 559, Textfigg. 124/125 und Pf. 650, Textfigg. 126/127 zur Illustration gelangen, wobei allerdings die spätesten Stadien dieser Entwicklungsreihe auch im proximalen Diaphysenteil des Röhrenknochens sich zur Aufnahme eines breiten, flach gewölbten Knochenkernes anschicken und daher eine entsprechende Verdickung erfahren.)

Hinzutritt eines Kernes in der distalen Humerusepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. ep. dist.,
speziell Textfigg. 111—127.

Die epiphysäre Verknöcherung tritt zuerst in der distalen Humerusepiphyse auf. Dieses Stadium liegt im Fall Pf. 545, Textfig. 111 vor, wo ein kleiner, vom distalen Rand der sich verknöchernden, im Wachstum begriffenen Diaphyse getrennter Knochenkern wahrzunehmen ist, der in der Folge sich zusehends vergrössert (Pf. 670, Textfigg. 114/115; Pf. 661, Textfigg. 116/117; Pf. 666, Textfigg. 118/119; Pf. 544, Textfigg. 120/121; Pf. 660, Textfigg. 122/123; Pf. 559, Textfigg. 124/125 und Pf. 650, Textfigg. 126/127) und auf den letzten Stadien eng dem distalen Grenzrand des Knochenmittelschaftes anliegt und die quergestellte Gelenkrolle bildet.

Zwischen Pf. 545 und Pf. 670 liegt Pf. 700 (Textfigg. 112/113), wo die distale Epiphysenverknöcherung gegenüber Pf. 545 noch nicht so weite Fortschritte gemacht hat, wo aber der übrige Stand der Ossifikation, wie früher erwähnt, zugunsten der vorgenommenen Einstellung in die Reihe entspricht.

Auftreten eines Knochenkernes in der proximalen Humerusepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. ep. prox.,
speziell Textfigg. 116—127.

Bald nach Erscheinen der distalen Epiphysenverknöcherung sieht man am proximalen Ende des Humerusschaftes einen zweiten Verknöcherungskern auftreten (Pf. 661, Textfigg. 116/117), der im knorpeligen Humeruskopf erscheint und deshalb als proximaler Humerusepiphysen-Ossifikationspunkt zu bewerten ist.

Beim Fötus von 15,5 cm (14/15 Wochen) hat nach SAARNI (1921) der Gelenkkopf seine bleibende, nach unten und hinten geneigte Stellung erreicht.

Er ist auch in der Humerusanlage der Vorderextremität von Pferd Pf. 666 (Textfigg. 118/119) festzustellen.

Bei einem 95 cm langen Zwillingsföten findet SAARNI (1921) einen knöchernen Gelenkkopf vor.

Entwicklung eines die Tuberculum majus-Apophyse bildenden Verknöcherungspunktes

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. tub. maj. ap.,
speziell Textfigg. 118—127.

Hat der Humeruskern eine gewisse Grösse erreicht, so gesellt sich lateral ein Verknöcherungspunkt zur Bildung der knöchernen Tuberculum majus-Apophyse bei. Anfänglich in der

knöchernen Struktur röntgenologisch noch wenig scharf ausgeprägt (Pf. 666, Textfigg. 118/119), verdichtet sich der verknöchernde Gewebekomplex immer deutlicher zu einem scharf umgrenzten Knochenkern (Pf. 544, Textfigg. 120/121; Pf. 660, Textfigg. 122/123), bis er sich dann zu einer typischen knöchernen Apophyse umgestaltet hat (Pf. 559, Textfigg. 124/125) und mit der proximalen Epiphyse das proximale Röhrenschaftende des Humerus abschliesst (Pf. 650, Textfig. 126).

Auftreten eines Knochenkernes für den späteren medialen Epicondylus humeri

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. epi. med. ap.,
speziell Textfigg. 120—127.

Gleichzeitig mit dem Tuberculum majus-Apophysenkern erscheint eine Ossifikation im Bereich der knorpeligen Gewebezone um den distalen Teil der Humerusdiaphyse. Sie tritt als gesonderter Verknöcherungsherd in der median vorspringenden Oberarmknorrenanlage auf (Pf. 544, Textfigg. 120/121; Pf. 660, Textfigg. 122/123; Pf. 559, Textfigg. 124/125). Sie bildet den knöchernen Ausgangspunkt für die Entwicklung des späteren Epicondylus medialis.

Bei einem 95 cm langen Zwillingsfohlen fand SAARNI (1921) im Tuberculum majus, in der distalen Epiphyse und im Epicondylus medialis einen Knochenkern (von ca. 8 mm Durchmesser). SAARNI findet die Tuberositas deltoidea knorpelig.

Ein eigener Knochenkern liess sich von uns in der Anlage nicht finden.

Der laterale Epicondylus (hum. epi. lat. ap.) kann auch noch selbständig einen Knochenkern bilden. Die Vorderextremität des Pferdes Pf. 660 (Textfigg. 122/123) zeigt ihn lateral vom distalen Epiphysenkern gelegen als Gegenstück zum Ossifikationspunkt des Epicondylus medialis auf der medialen Seite der Knochenanlage.

Zählen wir die Verknöcherung im lateralen Epicondylus mit, die aber von uns nur in einem einzigen Fall zu sehen war, dann aber nicht mehr nachgewiesen werden konnte, wiewohl dem Alter des Stadium nach der Knochenkern hätte auftreten sollen, so lässt sich die Anzahl der Verknöcherungen unter Anwendung der röntgenologischen Untersuchungsmethode mit 6 angeben, wie sie bereits von CHAUVEAU (1857) und ZIETZSCHMANN (1924) richtig bestimmt worden ist (Humerus mit 6 Knochenkernen: Diaphyse; Kern im Gelenkkopf mit Tuberculum minus, das beim Pferd den medianen Muskelhöcker sowie den medianen und mittleren Rollfortsatz umfasst; Kern in der Anlage der Tuberculum majus-Apophyse, mit dem lateralen Muskelhöcker und dem mittleren Rollfortsatz; Kern in der distalen Epiphyse [Trochlea]; Kern im lateralen und medialen Epicondylus).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Stylopodiumanlage der Vorderextremität des Pferdes Textfig. 747 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

c) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterarm)

Das Vorliegen einfacher Diaphysen (Ulna- und Radius-Diaphyse)

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ul. dia. und ra. dia.,
speziell Textfigg. 128—147.

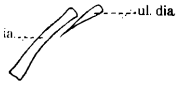
Das Unterarmskelett zeigt sich auf den Frühstadien der Pferdegliedmassenentwicklung aus zwei vollständig voneinander getrennten, ossifizierten und in die Dicke und Länge auswachsenden Elementen, aus den Mittelschäften des Radius und der Ulna zusammengesetzt (Pf. 602, Textfigg. 128/129; Pf. 617, Textfigg. 5/6; Pf. 611, Textfig. 9). Dieser Zustand besteht noch geraume Zeit. Radius und Ulna finden sich auch noch auf den folgenden Stadien in ihren diaphysären Bestandteilen als getrennte Elemente nebeneinander. Die Röntgenaufnahmen lassen von einer Verschmelzung der Knochenstäbe noch nichts erkennen (Pf. 600, Textfigg. 11/12; Pf. 543, Text-

fig. 15; Pf. 663, Textfig. 17; Pf. 653, Textfig. 19; Pf. 604, Textfigg. 130/131; Pf. 518, Textfig. 136; Pf. 545, Textfig. 137).

Erst nachdem der distale Epiphysenkern aufgetreten ist und die Ulna im diaphysären Teil eine gewisse Grösse erreicht hat, treten die beiden Knochenschäfte in ihrem verknöcherten Zustand miteinander in Verbindung (Pf. 670, Textfigg. 140/141; Pf. 661, Textfigg. 66/67; Pf. 666, Textfigg. 142/143; Pf. 544, Textfigg. 74/75; Pf. 559, Textfigg. 144/145; Pf. 650, Textfigg. 146/147).

Die Radiusdiaphyse, ursprünglich gleichmässig dick und stabförmig gebaut und wie die Seitenansichten veranschaulichen, im unteren Dritteil mit einer nach der Rückseite hin leichten Abbiegung versehen, verdickt bald am proximalen und distalen Endteil (Pf. 653, Textfig. 19) und

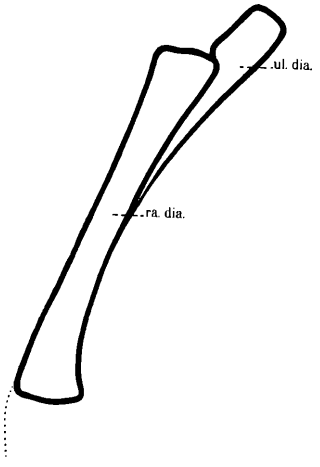
Textfigg. 128—147. Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Zeugopodium (Unterarmskelett) beim **Pferd** (Ulna/Radius-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



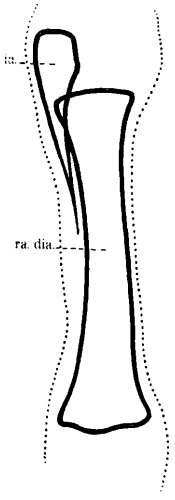
Textfig. 128



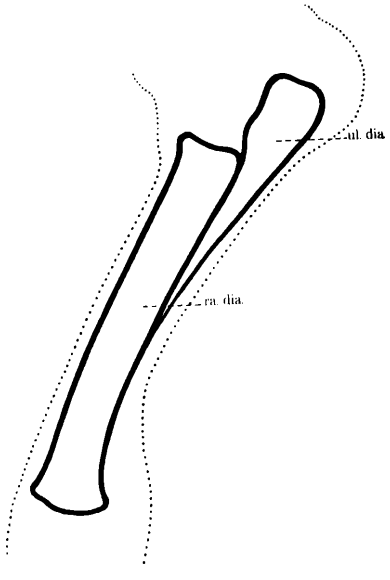
Textfig. 129



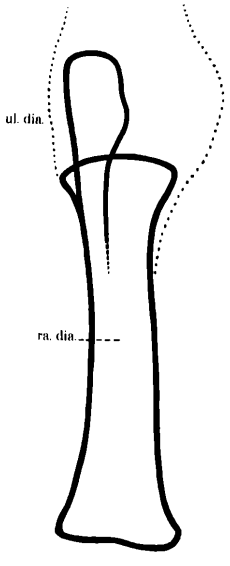
Textfig. 130



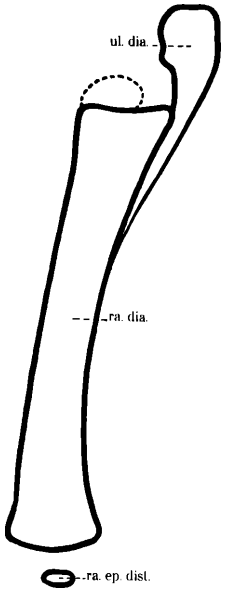
Textfig. 131



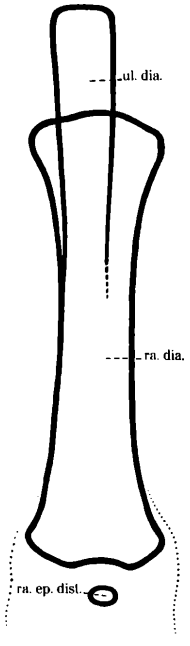
Textfig. 132



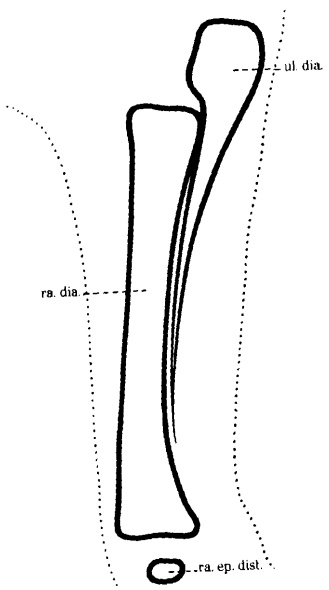
Textfig. 133



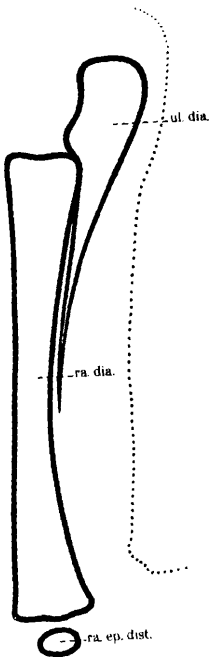
Textfig. 134



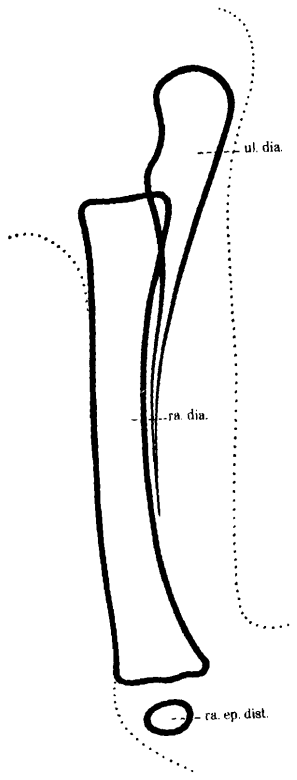
Textfig. 135



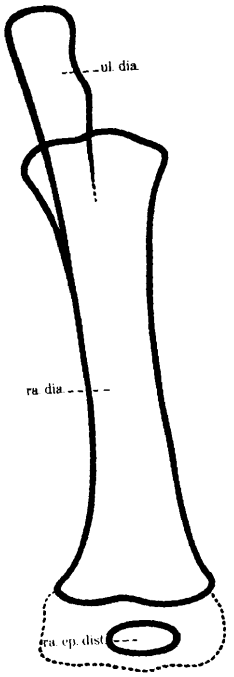
Textfig. 136



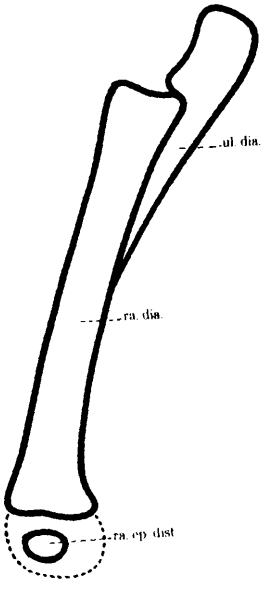
Textfig. 137



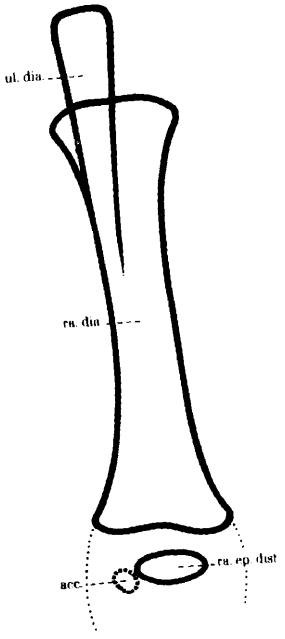
Textfig. 138



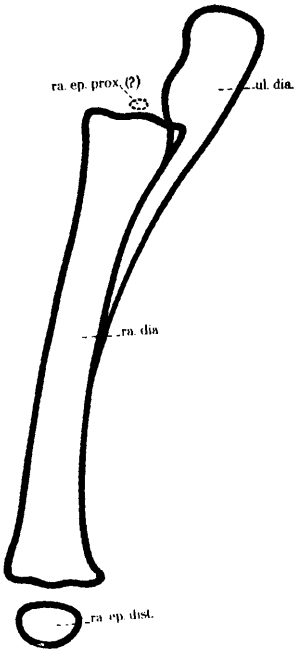
Textfig. 139



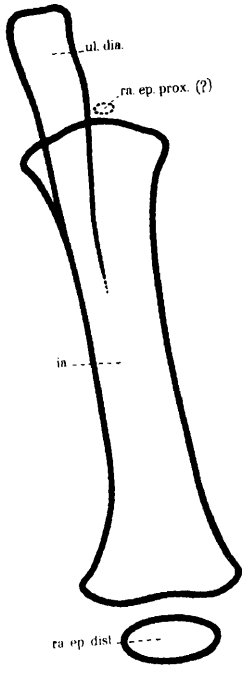
Textfig. 140



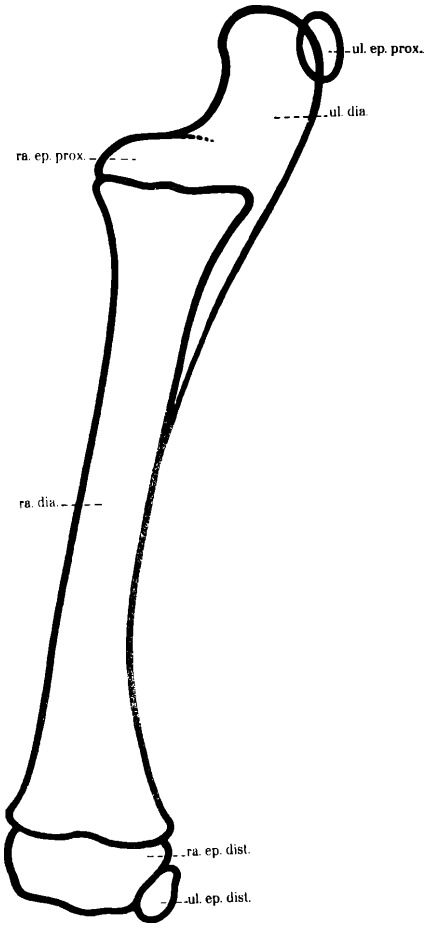
Textfig. 141



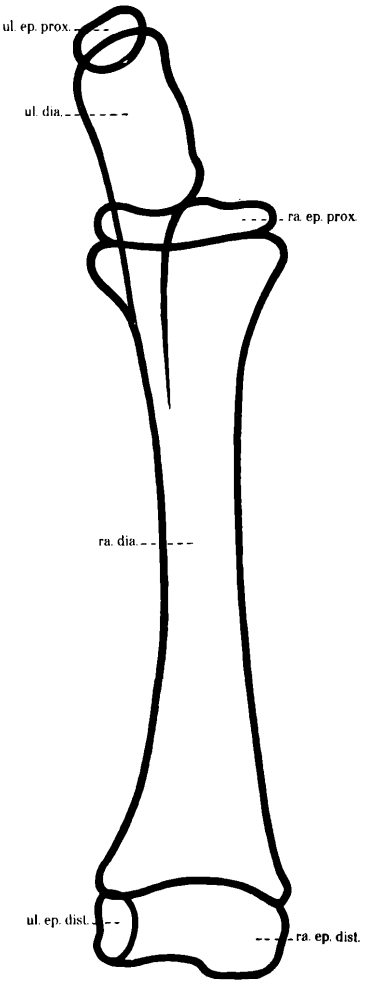
Textfig. 142



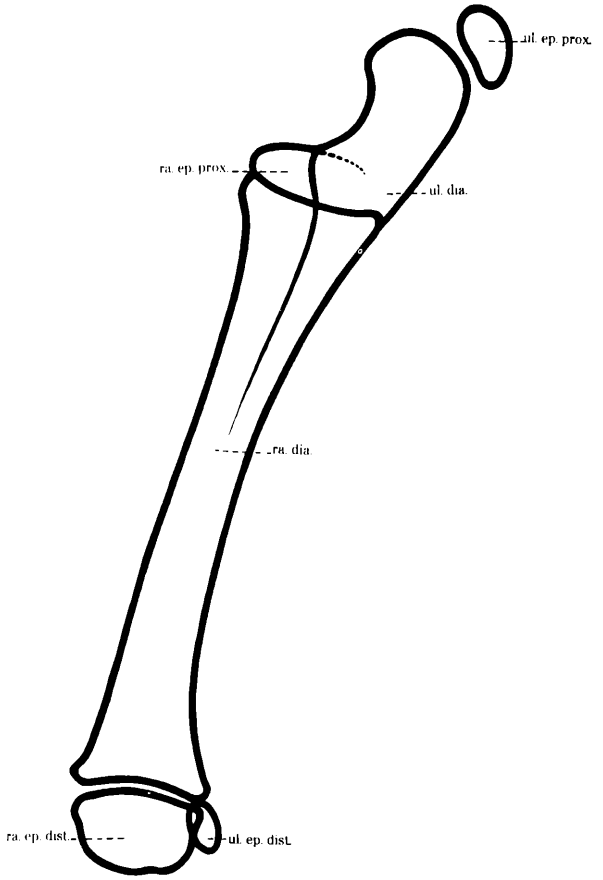
Textfig. 143



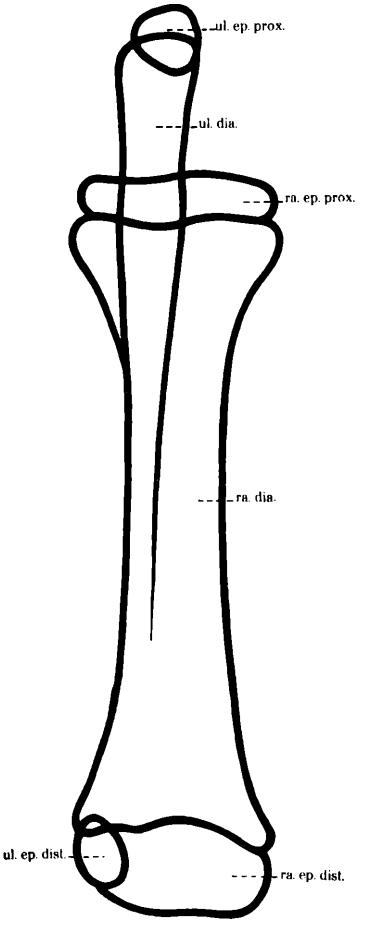
Textfig. 144



Textfig. 145



Textfig. 146



Textfig. 147

zeigt auf späteren Stadien diese Entwicklung in entsprechend ausgesprochenerer Weise (Pf. 666, Textfigg. 142/143) als zuvor.

Die Ulnadiaphyse, die ihren proximalen, kolbenartigen Endteil schon auf unseren frühesten Entwicklungsstadien gegenüber dem dünnen, griffelartigen Endteil abgesetzt erscheinen lässt (Pf. 602, Textfigg. 128/129), überragt im verknöcherten Zustand proximal von Anbeginn den Radius und nimmt schon sehr frühzeitig eine mit der Achse der Radiusdiaphyse übereinstimmende Verlaufsrichtung an (Pf. 617, Textfig. 5).

In Fall Pf. 661, Textfigg. 66/67 ist bereits die Incisura semilunaris angedeutet, desgleichen bei Pferd Pf. 666, Textfigg. 142/143 und Pf. 544, Textfigg. 74/75.

Die Fälle Pf. 559, Textfigg. 144/145; Pf. 650, Textfigg. 146/147, zeigen das Unterarmskelett bereits in einem Zustand, der morphologisch den definitiven Verhältnissen der Skelettformation entspricht.

Auftreten eines Knochenkernes in der distalen Radiusepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ra. ep. dist.,
speziell Textfigg. 134—147.

Was die Verknöcherung der Epiphysen im Unterarmskelett anbelangt, so ist zu bemerken, dass die distale Radiusepiphyse zuerst einer Ossifikation unterworfen ist. Wir sehen einen Verknöcherungskern zuerst bei Pf. 605, Textfigg. 134/135, auftreten. Er stellt neben der ossifizierten Radius- und Ulnadiaphyse die einzige Verknöcherung in den Anlagen für den Unterarm dar (Pf. 518, Textfig. 136; Pf. 545, Textfig. 137; Pf. 700, Textfigg. 138/139; Pf. 670, Textfigg. 140/141).

Auftreten eines Knochenkernes in der proximalen Radiusepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ra. ep. prox.,
speziell Textfigg. 142—147.

In zweiter Linie verknöchert unter den Epiphysen des Unterarmes bei den Pferden die proximale Radiusepiphyse. Ein kleines knöchernes Zentrum bezw. eine Verdichtung der knorpeligen Anlage für die proximale Epiphyse des Radius kann schon auf den Aufnahmen, welche die Pferde Pf. 661, Textfigg. 66/67 und Pf. 666, Textfigg. 142/143, betreffen, festgestellt werden. Bei Pferd Pf. 544, Textfigg. 74/75, treffen wir die Epiphyse schon viel stärker entwickelt in ihrer knöchernen Anlage vor, und die weiter fortgeschrittenen Stadien (Pf. 559, Textfigg. 144/145; Pf. 650, Textfigg. 146/147) lassen die Epiphyse mit der Diaphyse verschmolzen erscheinen.

Auftreten der proximalen und distalen Ulnaepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ul. ep. prox. und ul. ep. dist.,
speziell Textfigg. 144—147.

Relativ recht spät erscheinen die beiden Epiphysen der Ulna. Die Knochenkerne treten fast gleichzeitig in den Epiphysenanlagen auf. Gewöhnlich erscheint der proximale Kern etwas früher als der distale (Pf. 559, Textfigg. 82/83 und 144/145; Pf. 650, Textfigg. 86/87 und 146/147). Bei Pf. 650, Textfig. 146, erscheint die knöcherne distale Epiphyse als bohnenartig in die Länge gestrecktes Knochenelement, das sich lateral der distalen Radiusepiphyse anschmiegt.

Wir stellen rückblickend auf die Verknöcherungsverhältnisse der Ulna fest, dass dieselbe genau wie der Radius aus drei Knochenzentren heraus zum einheitlichen Knochenelement sich entwickelt, das freilich unverkennbar die Spuren einer partiell weitgehenden Reduktion zeigt.

Die Untersuchungen, die sich mit der Beschaffenheit und Entwicklung der knorpeligen Ulna befassen und die Untersuchungen, welche sich auf den Verknöcherungsprozess derselben bezw. ihrer Anlage beziehen, lassen keinen Zweifel darüber bestehen, dass sie während ihrer

Reduktion tatsächlich das von ROSENBERG (1873) in seiner Arbeit «Über die Entwicklung des Extremitätenskelettes bei einigen durch Reduktion ihrer Gliedmassen charakterisierten Wirbeltieren» noch vermisste Stadium durchläuft, «wo sie als allerdings noch einheitliches, aber schon sehr graciles, dem Radius eng angelagertes Gebilde erscheint und damit im Wesentlichen die Verhältnisse der Hipparien-Ulna wiederholt.»

Von SAARNI (1921) erfahren wir über den knorpeligen Zustand des Oberarmskeletts:

Radius und Ulna bilden im Fötalleben bis zum Ende des 2. Monats völlig voneinander getrennte und selbständige Knorpelstücke. Die Lage der Ulna, die länger ist, wird proximal als volar vom Radius, distal als lateral-volar von ihm befindlich angegeben. SAARNI sagt aus, dass in den Knorpelstadien Radius und Ulna noch in dem phylogenetisch ursprünglichen Verhältnis zueinander stehen. Die Ulna ist eine einheitliche Knorpelsäule, die distal die Höhe der distalen Gelenkfläche des Radius erreicht.

SAARNI (1921) hat sich, wie übrigens auch nach ihm DRAHN (1927), eingehend mit dem Schicksal der knorpeligen und knöchernen Ulnaanlage befasst und spezielle Aufmerksamkeit auch der distalen Ulnaepiphyse geschenkt.

In der ersten Hälfte des 3. Monats noch als einheitliches Stück vorhanden, verbindet sich nach SAARNI die Epiphyse der Ulna mit der Radiusepiphyse durch Verschmelzung der beiden Perichondrien; der knorpelige distale Diaphysenabschnitt verschwindet in einigen Fällen vollständig; auf alle Fälle verdünnt sich das distale Diaphysenende der Ulna zu einem dünnen Knorpelfaden. Die distale Epiphyse verschmilzt entweder zum Teil mit der distalen Radiusepiphyse oder bleibt durch eine sehr dünne Bindegewebslage getrennt.

SAARNI (1921) weist nachdrücklich darauf hin, dass die knorpelige Anlage der Ulna bis zum Carpus hinabreicht, d. h. bis zum Os carpi ulnare und bis zum Accessorium und die distale Ulnaepiphyse in späteren Jahren noch mit der Diaphyse zusammenhängt, so dass «die laterale Gelenkfläche mit dem Bandhöcker des Radius» nach ihm unbedingt als distale Ulnaepiphyse angesehen werden muss. RETTERER (1884) dagegen bestreitet, dass an der Bildung der untersten Gelenkfläche des Radius die Ulna mitbeteiligt ist und ist der Ansicht, dass der Radius für sich allein die Carpalflächen bildet.

DRAHN (1922) teilt mit, dass dem Rest der untersten Ulnaepiphyse, der für das Pisiforme, Triquetrum und einen kleinen Teil des Lunatum bestimmte laterale Abschnitt der Facies articularis carpi mit einem anschliessenden geringfügigen Bezirk des Epicondylus lateralis radii entspricht, welche Aussage er in seiner neueren Publikation (1927) bestätigt. DRAHN betont ausdrücklich, dass der Epicondylus lateralis radii mit der Ulna nichts zu tun hat, sondern vom Radius geliefert wird. Er verdrängt während der fötalen Entwicklung, sich lateral vorbauend, den proximalen Abschnitt der unteren Ulnaepiphyse, die sich demgemäss rückbildet.

Eine Kontinuitätstrennung — als «Kontinuitätstrennung» bezeichnet ROSENBERG (1872) jenen ontogenetischen Vorgang, bei welchem ein Teil der als einheitlicher Knorpelstab angelegten Ulna (Fibula) anfangs zu einem Bande umgewandelt wird und dann völlig verschwindet, womit der Zusammenhang zwischen Mittel- und Distalteil unterbrochen wird — zwischen Carpus und distalem Endstück besteht bei 10 cm Kopfsteisslänge noch nicht.

DRAHN (1927) konstatiert bei einem Fötus von 16,5 und 23 cm Kopfsteisslänge, dass der übrig gebliebene Rest der distalen Ulnaepiphyse leicht von der des Radius getrennt werden kann. Bei einem Fötus von 29 cm findet er dasselbe.

Unsere röntgenologischen Bilder, auf welchen die verknöcherte distale Epiphyse als gesonderter Knochenkern zu sehen ist und als ein der distalen Radiusepiphyse aufgelagertes Element entgegentritt, stimmen mit der entsprechenden Abbildung von DRAHN vollkommen überein. Der in MAX WEBER'S Lehrbuch gegebenen Darstellung der Verhältnisse ist also durchaus beizupflichten: «... mit dieser Reduktion nimmt die Hufbekleidung mehr ihren spezialisierten Charakter an, nimmt andererseits auch die Ulna ab, sodass sie bei den Equiden in ihrem Mittelstück stark verkümmert, mit dem Radius verwächst und ihr distales Ende als Teil der carpalen

Gelenkfläche des Radius erscheint, nach DRAHN (1922) in der Weise, dass dieser Ulnarest die Gelenkfläche liefert für das Pisiforme (Hackenbein), Triquetrum (Ulnare) und einen kleinen Teil des Lunatum (Intermedium), sowie einen anschliessenden geringfügigen Bezirk des Epicondylus lateralis radii. Nur ausnahmsweise erhält sich die Ulna in voller Länge».

Der proximale Epiphysenkern geht lange Zeit keine knöcherne Verbindung mit dem diaphysären Ulnateil ein. Die Verschmelzung findet erst im Laufe des zweiten Jahres oder noch später statt. Diese Darstellung finden wir übrigens auch in ZIETZSCHMANNS (1924) vorzüglichem Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Zeugopodiumanlage der Vorderextremität des Pferdes Textfig. 749 A im vergleichenden Hauptteil C.

d) Die Basipodium-Verknöcherung (Carpus)

Interspatium und Verknöcherung des Os accessorium

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung acc.,
speziell Textfigg. 148—178.

Auf den frühesten der Untersuchung zur Verfügung stehenden Stadien der Extremitätenentwicklung (Pf. 602, Textfigg. 148/149) ist zwischen dem distalen Ende der Unterarmknochen und dem proximalen Endteil des Metacarpus eine unverknöcherte Knorpelzone vorhanden. In dieser erscheint nach einer relativ geraumen Zeit, während welcher die Unterarmknochen und Metacarpalknochen einem intensiven Wachstum unterliegen, dem die knorpelige Unterlage selber folgt (Pf. 617, Textfigg. 150/151; Pf. 611, Textfig. 9; Pf. 600, Textfigg. 152/153; Pf. 543, Textfig. 15; Pf. 563, Textfig. 154; Pf. 653, Textfig. 19; Pf. 610, Textfigg. 155/156; Pf. 564, Textfig. 25; Pf. 604, Textfigg. 27/28; Pf. 651, Textfigg. 31/32; Pf. 618, Textfigg. 37/38; Pf. 667, Textfigg. 157/158; Pf. 568, Textfig. 159; Pf. 658, Textfig. 160; Pf. 605, Textfigg. 161/162; Pf. 518, Textfig. 163; Pf. 545, Textfig. 164), der Verknöcherungskern des Os accessorium (Pf. 700, Textfigg. 165/166 und Pf. 670, Textfigg. 167/168; Pf. 666, Textfigg. 169/170).

Die Darstellung ZIETZSCHMANNS (1924) findet also auch an unserem südafrikanischen Untersuchungsmaterial ihre Bestätigung: «das Os carpi accessorium ossifiziert bereits intrauterin, und zwar vor allen übrigen Elementen der Vorderfusswurzel, ein Beweis dafür, wie wichtig die Stabilität dieses Sesambeins für das Neugeborene ist».

Unsere Befunde stehen also im Gegensatz zu denjenigen CARLENS (1927): «Die Karpalknochenanlagen geraten in Verknöcherung gewöhnlich bestimmter Ordnung nach Immer verknöchert jedoch das *Os accessorium* s. *pisiforme,* beim Pferd wie beim Rind, später als die übrigen Karpalknochen».

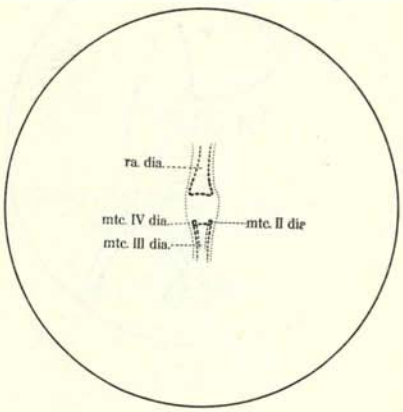
SCHAUDER, W. (1924) gibt auf Grund seiner Untersuchungen bekannt, dass die als Sehnenmuskeln auftretenden Strecker und Beuger am Carpus (Musc. extensor carpi ulnaris s. Musc. ulnaris lateralis, und Musc. flexor carpi ulnaris s. Musc. ulnaris medialis) schon sehr frühzeitig, schon in der 5.—7. Woche ihre fast endgültige Innenarchitektur angelegt haben, wiewohl die als Sehnenmuskeln definierten Gebilde des Bewegungsapparates des Pferdes noch nicht gleich als Sehnenmuskeln ihre Differenzierung erhalten.

Mit dieser frühzeitigen Spezifizierung des Muskels stimmt also auch in gewissem Sinne die vorauseilende Überführung der Os accessorium-Anlage in ein knöchernes Element überein, auch wenn man die Ansicht MAX WEBERS in betreff phylogenetischer Herkunft des Os accessorium (s. Os pisiforme) teilt, wornach das «Pisiforme» nicht einfach als ulnares Sesambein zu betrachten ist, sondern als ein Teil von alten Bestandteilen, die mutmasslich aus radial und ulnar von den fünf Fingern gelegenen Strahlen der ursprünglich pentadactylen Hand entstanden sind und unter dem Einfluss besonderer Anforderungen ihre Entwicklung genommen haben.

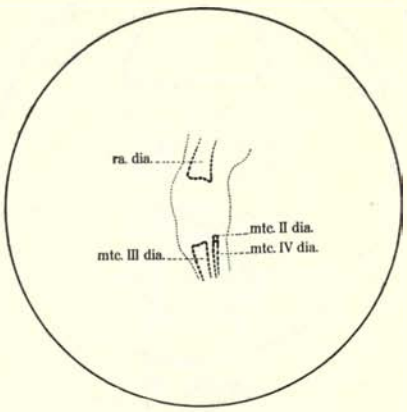
Textfigg. 148—178. Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Basipodium (Carpus) beim **Pferd** (Vorderfusswurzel-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: ca. $^2/_5$ nat. Grösse.



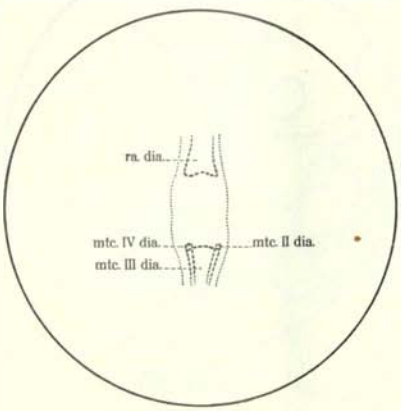
Textfig. 148



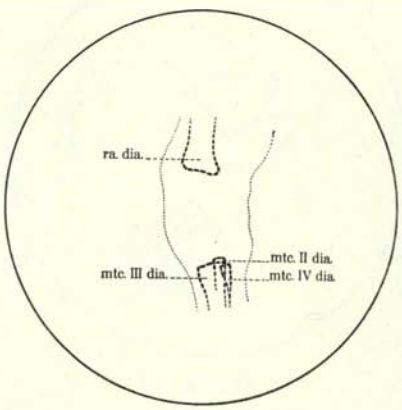
Textfig. 149



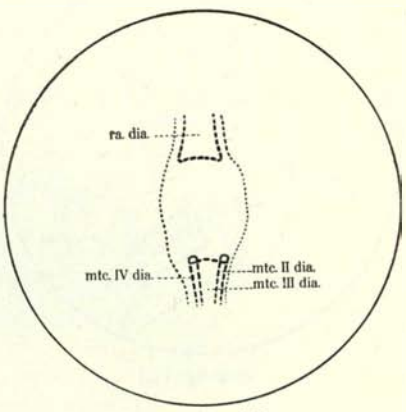
Textfig. 150



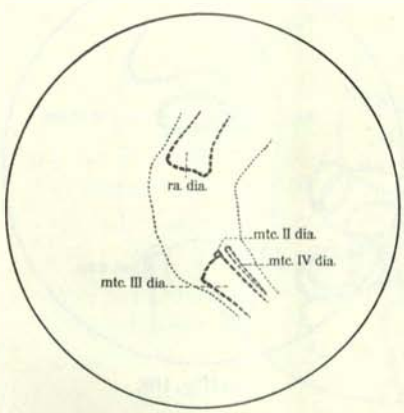
Textfig. 151



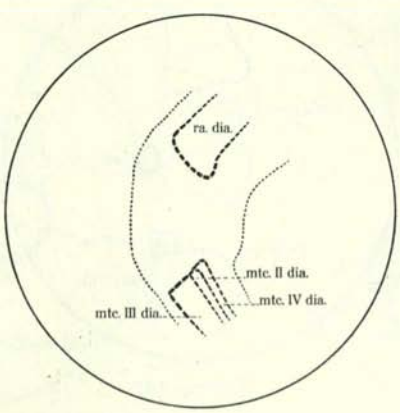
Textfig. 152



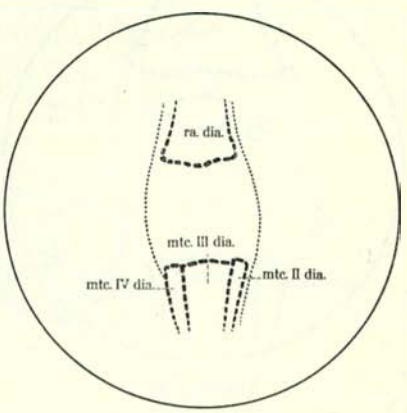
Textfig. 153



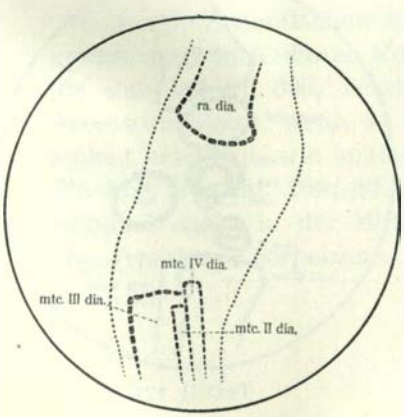
Textfig. 154



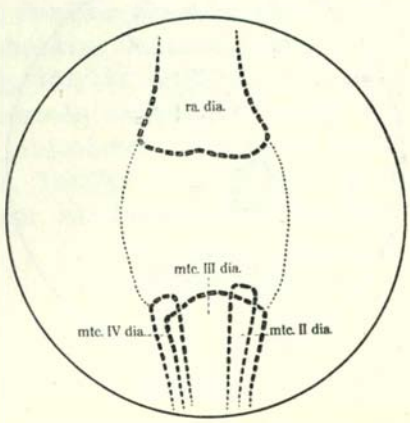
Textfig. 155



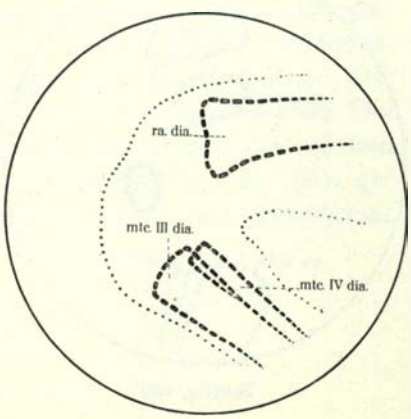
Textfig. 156



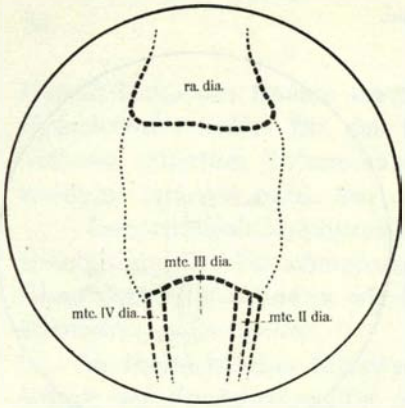
Textfig. 157



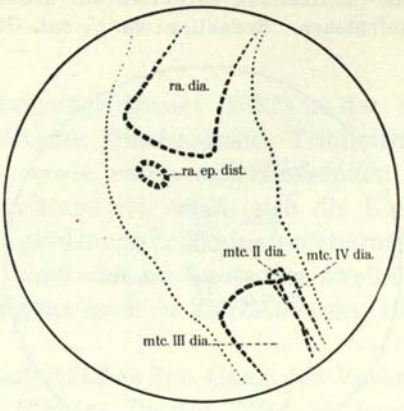
Textfig. 158



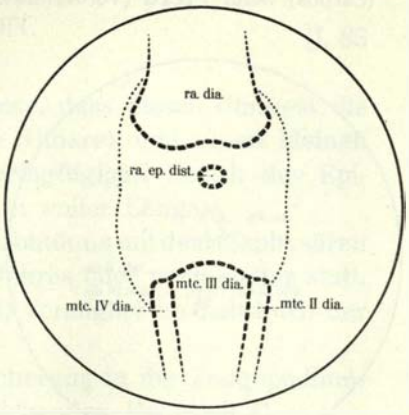
Textfig. 159



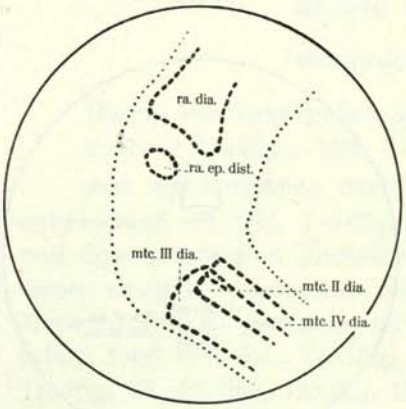
Textfig. 160



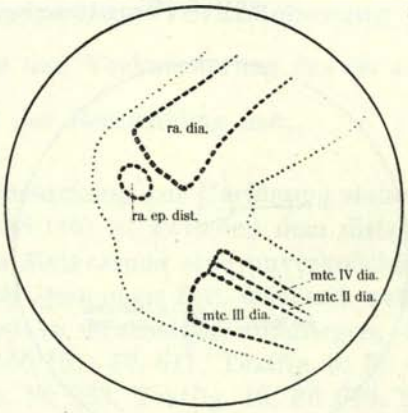
Textfig. 161



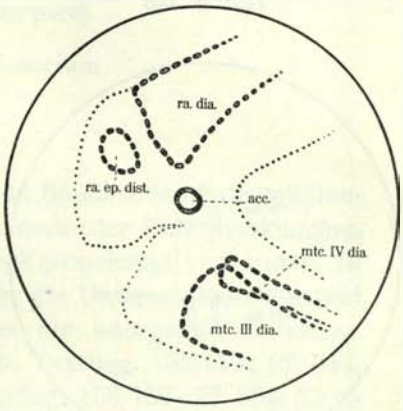
Textfig. 162



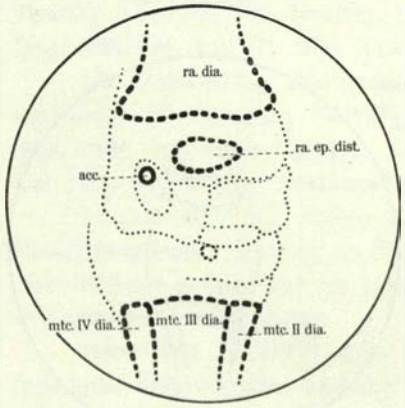
Textfig. 163



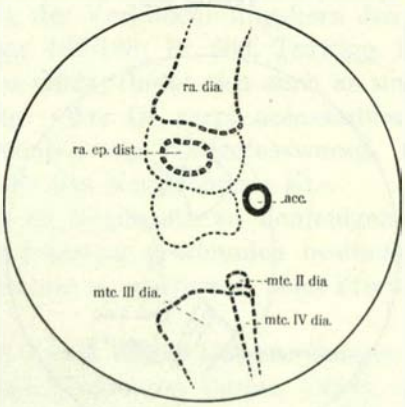
Textfig. 164



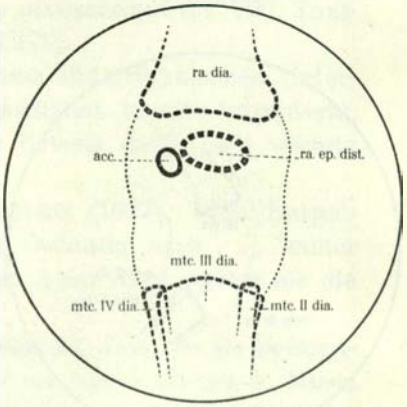
Textfig. 165



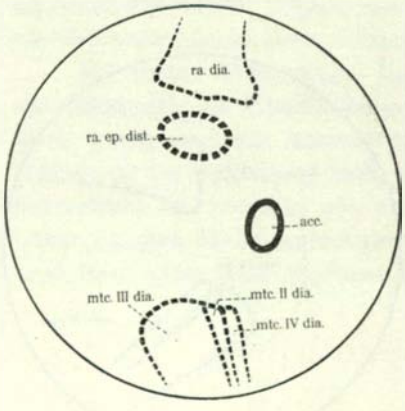
Textfig. 166



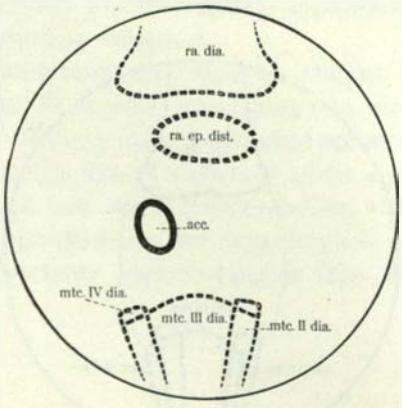
Textfig. 167



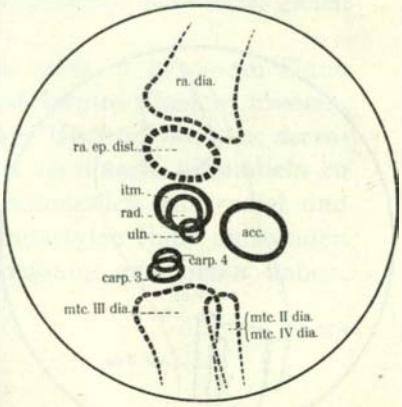
Textfig. 168



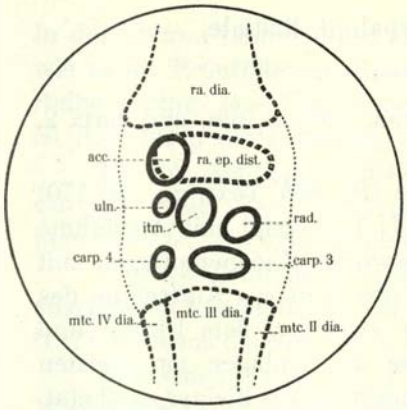
Textfig. 169



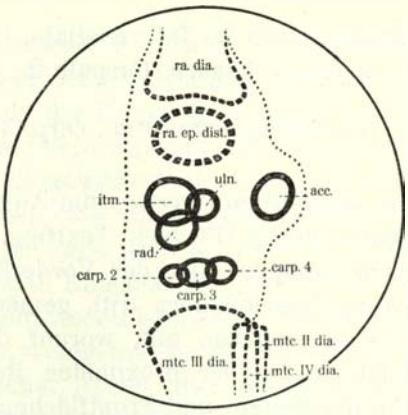
Textfig. 170



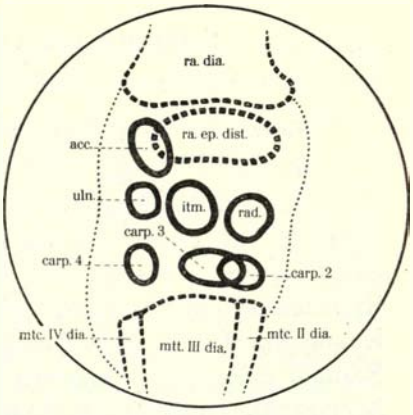
Textfig. 171



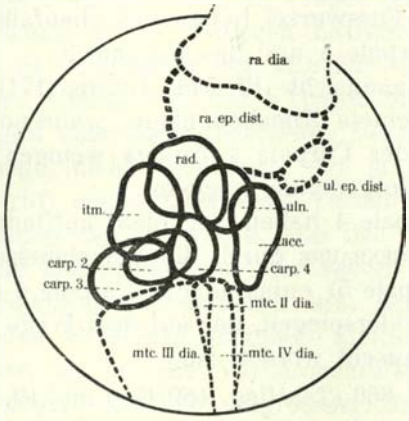
Textfig. 172



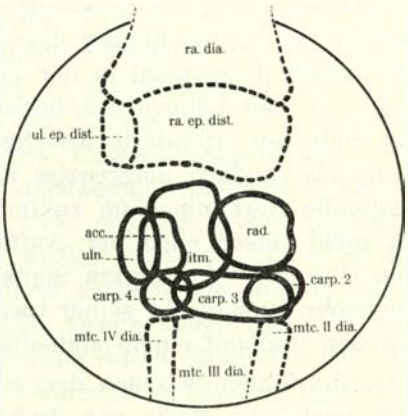
Textfig. 173



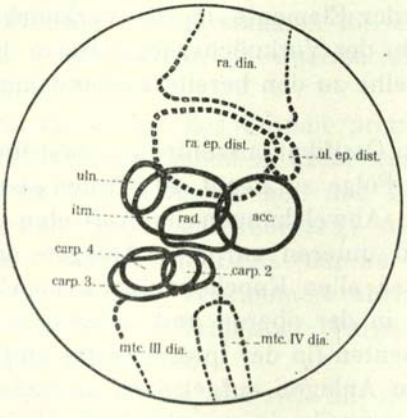
Textfig. 174



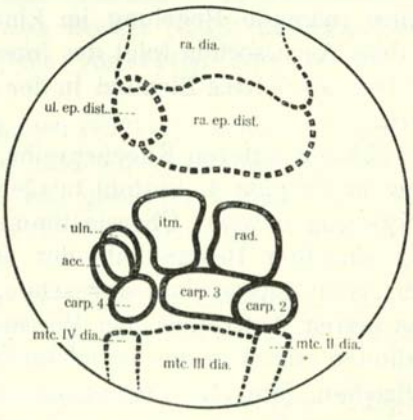
Textfig. 175



Textfig. 176



Textfig. 177



Textfig. 178

In den Seitenflächen- und Frontansichten (Pf. 670, Textfigg. 167/168) vom Radio-Metacarpalgelenk zeigt sich dieser Knochenkern anfänglich in der Nähe der distalen Radius-Epiphyse, die sich bei Pf. 605, Textfigg. 161/162 erstmals verknöchert zeigt, und die an Grösse den Accessoriumkern, wenn er erstmalig auftritt, bedeutend überragt. Bei mehr gestreckten Gelenken erscheint, wie spätere Aufnahmen illustrieren, dieser Kern in Seitenflächenaufnahmen (Pf. 666, Textfig. 169; Pf. 544, Textfig. 171; Pf. 660, Textfig. 173; Pf. 559, Textfig. 175) gewöhnlich mehr in der Mitte der von beiden Knochenenden des Unterarmes und Mittelfusses abgegrenzten Knorpelzone.

Auftreten von Verknöcherungen im Intermediale, Carpale 3, Radiale, Carpale 4, Ulnare, Carpale 2

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen itm., carp. 3, rad., carp. 4, uln. und carp. 2, speziell Textfigg. 171—178.

Der auf das Stadium mit der knöchernen Accessorium-Anlage (Pf. 666, Textfigg. 169/170) folgende Fall einer Extremitätenentwicklung (Pf. 544, Textfigg. 171/172) zeigt mit Ausnahme des Carpale 2 bereits alle übrigen Komponenten der Vorderfusswurzel-Knochenanlagen mit Knochenkernen versehen. Der grösste Knochenkern tritt, gemäss des früheren Auftretens des Knochenkerns, in der Anlage des Accessorium auf, worauf das zwischen dem Ulnare und Radiale gelegene Intermediale folgt, das in der proximalen Reihe der Anlagen am ehesten hervortritt, während das Radiale in der Seiten- und Frontflächenansicht etwas kleiner erscheint.

Das Ulnare tritt als der kleinste Knochenkern in der oberen Reihe auf.

In der distalen Reihe der Knochenanlagen der Fusswurzel haben sich ebenfalls Knochenkerne eingestellt. Sie repräsentieren das spätere Carpale 4 und das Carpale 3.

Das Os carpale 3 erscheint in der Front-Flächenansicht (Pf. 544, Textfig. 171) als etwas plattgedrückte, mit der Längsachse horizontal gerichtete Knochenanlage, während der nach der lateralen Seite hin orientierte Knochenkern in der Carpale 4-Anlage weniger stark entwickelt ist und als rundlich umgrenzter Kern im Röntgenbilde erscheint.

Eine doppelte Kernanlage im zukünftigen Carpale 4 haben wir nicht auffinden können, sodass etwa nicht unser nach der Auffassung GEGENBAURS durch die Verschmelzung zweier Komponenten (Carpale 4 im engern Sinne und Carpale 5) entstandenes Carpale 4 (Hamatum) den ursprünglichen Zustand in seiner Ossifikation widerspiegelt, der auf dem Wege der Phylogenie aufgegeben und mit einem einheitlichen vertauscht worden ist.

Ohne Zweifel fehlen zwischen dem Stadium Pf. 666 (Textfigg. 169/170) und Pf. 544 (Textfigg. 171/172) noch eine Reihe von Zwischenstadien, die offenbar rasch aufeinanderfolgen. Nach dem Grad der Entwicklung an den vorhandenen einzelnen Ossifikationspunkten zu beurteilen, hätte folgende Regelung im Einbeziehen der Elemente in die Verknöcherung ihre Gültigkeit: dem Accessorium folgt das Intermediale in der Verknöcherung, diesem das Radiale. Das Ulnare tritt als letztes Element in der oberen Reihe zu den bereits vorhandenen Knochenkernen hinzu.

In der distalen unteren Knochenreihe taucht ein Ossifikationszentrum zuerst im Carpale 3 auf, hernach im Carpale 4. Besteht tatsächlich diese Folge zu Recht, so würden sich bezüglich der Verknöcherung gewisse Übereinstimmungen und Abweichungen im Auftreten und in der Entwicklung einzelner Bestandteile der oberen und unteren carpalen Anlagen ergeben. Es würden sich, vom Accessorium abgesehen, das unter allen Knochenanlagen im Carpus hinsichtlich des ersten Auftretens den Vorrang besitzt, in der oberen und unteren Anlagenreihe die Ossifikationen zuerst in den mittelständigen Elementen (in der Intermediale- und Carpale 3-Anlage) vollziehen. Sind die Knochenkerne in diesen Anlagen aufgetreten, so träfe dann der Ossifikationsprozess in der oberen und unteren Anlagenreihe in verschiedener Weise die noch nicht verknöcherten Elemente: Während in der oberen Reihe auf die Verknöcherung des mittelständigen Elementes zuerst das medial gelegene Radiale der Ossifikation anheimfiele und dann nach dieser das Ulnare seinen knorpeligen Zustand aufgeben und in den knöchernen Zustand übertreten würde, so unterläge in der untern Reihe nach der Verknöcherung des mittelständigen Carpale 3 zuerst das lateral orientierte Carpale 4 dem die Verknöcherung herbeiführenden Prozess und erst nach dieser das mediale Carpale 2.

Pf. 660, Textfigg. 173/174 zeigt bezüglich der bereits verknöcherten Elemente im Carpus nichts neues. Die Kerne haben an Grösse im einzelnen zugenommen. Als neuer bis anhin noch nicht verknöcherter Kern tritt ein Ossifikationszentrum in der Carpale 2-Anlage auf.

In der oberen Reihe stehen die einzelnen Elemente noch voneinander in knöcherner Trennung, wie es die Frontflächenaufnahmen der Extremitäten auch von den Knochenanlagen der unteren Reihe dartun. Das Überschneiden der Kerne des Carpale 3 mit dem Carpale 2 bezw. Carpale 4 ist nur durch die Lagerung des Präparates auf der Unterlage bedingt.

Pf. 559, Textfigg. 175/176 demonstriert die Weiterentwicklung der einzelnen Knochen im Carpus, wobei das Zurückbleiben des Ulnare gegenüber dem Intermediale und Radiale zu bemerken ist, ein Unterschied, der auch noch bei Pf. 650, Textfigg. 177/178 in Erscheinung tritt.

Einen selbständig auftretenden Knochenkern, den wir als knöcherne Anlage eines Carpale 1 auszugeben hätten, haben wir nicht finden können. In entsprechender Weise äussert sich CARLENS (1927, I.): «Das Carpale 1 wird nie, wenigstens bei den von mir untersuchten Embryonen, angelegt».

ROSENBERG (1873) hat in seiner Arbeit über die Entwicklung des Extremitätenskeletts der Wirbeltiere, in der er die Perissodactylen berücksichtigt hat, bei der Untersuchung seines Stadiums II und III (Stad. I kommt nicht in Frage; Stad. II: Extremität von 4,3 mm Länge, bei durchgeführter Messung an der hinteren Extremität vom Tuber calcanei bis zur Spitze der dritten Zehe; Stad. III: Extremität von 18,8 mm Länge bei gleicher Messung und Massbestimmung an einer hintern Extremität) das «Trapezium» (Carpale 1) ebenfalls nicht auffinden können, ROSENBERG gibt aber auch gleichzeitig bekannt, dass der Carpus (gemeint sein kann ja nur der knorpelige, nicht knöcherne, der ja nach unseren Untersuchungen weit später in Erscheinung tritt) seine definitiven Verhältnisse fast vollständig erlangt hat. Er erhofft von Zwischenstadien den Entscheid, «ob das Trapezium zwar ausnahmsweise angelegt wird, bei der Mehrzahl der Individuen aber schon sehr bald wieder schwindet, oder ob für manche Fälle eine Agenesie zu statuieren ist». ROSENBERG nimmt vorläufig zu diesem von ihm noch abzuwartenden Entscheid folgende Stellung ein: «Die zweite Möglichkeit ist insofern die interessantere, als sie die Variationsbreite des Trapezium durch Hinabdrücken der unteren Grenze derselben erheblich vergrössert; dass sie die wahrscheinlichere ist, kann aus Gründen der Analogie erwartet werden.»

Nach FRANCK (1883) fehlt das Multangulum majus (Carpale 1) in der Hälfte aller Fälle bei jungen Pferden. Damit stimmen die Aussagen von BONNET (1918) überein. DRAHN findet das Carpale 1 in 12 von 31 untersuchten Carpi, die von Föten über 10 cm Länge und älteren Pferden stammen.

Eine Knorpelanlage des Carpale primum hat SAARNI (1921) in keinem Carpus feststellen können, womit er zum selben Resultat wie ROSENBERG und wir gekommen ist.

Bei 10 cm langen Embryonen und Embryonen von grösserer Länge fand DRAHN (1927) das Multangulum majus als knorpelige Anlage unter 13 verschiedenen Altersstadien bei 26 Carpi nur in 3 Fällen beiderseits (nur bei 23%).

«Bei den Equiden verkümmert aber meist in der distalen Carpalreihe das Trapezium (Carpale 1) und ist das Trapezoid (Carpale 2) hinter das grosse Capitatum (Carpale 3) verschoben» (MAX WEBER, 1927).

Unsere Untersuchung, die sich mit der Verknöcherung der knorpeligen Anlagen befasst, kann zur Klärung dieser Frage keinen Beitrag leisten, muss aber auf den oben bereits bekanntgegebenen Befund hinweisen, dass wir einen separaten Knochenkern, der dem zukünftigen Carpale 1 hätte zugewiesen werden müssen, nicht in der Vorderfusswurzel bei den Pferden, wohl aber bei den Eseln in einem Fall finden konnten.

Bezüglich der Carpalknorpel-Verknöcherung sagt SAARNI (1921) aus, dass dieselbe erst in den letzten Fötalmonaten beginnt.

Alle Knorpel verknöchern von einem Knorpelkern aus.

Zuerst findet SAARNI einen Verknöcherungspunkt im Accessorium, den er bei einem Fötus von 89 cm (Fötus etwa 9 Monate alt) antrifft, während die anderen Carpalknochenanlagen noch knorpelig sind.

Unter dem Vorbehalt, dass es angehe, aus dem Grössenverhältnis der Knochenkerne bezw. der Ausdehnung der Verknöcherung in den Carpalknorpeln auf die Reihenfolge der Verknöcherung Schlüsse zu ziehen, ist SAARNI geneigt, folgende Sukzession aufzustellen: Erste Verknöcherung im Accessorium (bei Fötus von 89 cm), dann sukzessive Verknöcherung des Intermedium, des Carpale 3, des Radiale (Anfang auf der Dorsalseite; volare Hälfte bei Zwillingsfötus von 95 cm noch knorpelig); dann gleichzeitige Verknöcherung von Ulnare und Carpale 4, zuletzt Verknöcherung von Carpale 2.

Ulnare und Carpale quartum erhalten kurz vor Geburt ihren Knochenkern.

Unsere mittelst einer neuen Methode eruierte Folge der Ossifikation der Carpalelemente stimmt mit derjenigen SAARNIS recht gut überein. Das erste Auftreten eines Knochenkerns in der Accessorium-Anlage wird bestätigt. Ebenso das Nachfolgen des Os intermediale, Os carpale 3 und des Radiale. Den 5. und 6. Platz nehmen auch bei uns Carpale 4 und Ulnare ein, freilich mit dem Unterschied, dass nach unseren Befunden zuerst das Ulnare und dann das Carpale 4, nach denen SAARNIS zuerst das Carpale 4 und dann das Ulnare, erscheint. In Anbetracht aber dessen, dass in relativ eng umschriebener Zeitperiode diese Verknöcherungen auftreten, kommt dem abweichenden Befund keine weitere Bedeutung zu. Übereinstimmend mit SAARNI muss auch ich den Knochenkern in der Carpale 2-Anlage als die zuletzt auftretende Verknöcherung ausgeben.

Ausser den erwähnten Knochenkernen haben wir keine weiteren Ossifikationen in der Carpusanlage nachweisen können. Aussichten hierfür bestanden keine. Hoffnung für das Auftreten eines Knochenkernes in einer Anlage für ein Os centrale waren im Carpus keine vorhanden, da schon 1928 ZIMMERMANN, A. in seiner ungarischen Arbeit «Beitrag zur vergleichenden Anatomie des Carpalgelenks» darauf aufmerksam gemacht hat, dass im Procarpus der Huftiere das Centrale verschwunden, nur noch vereinzelt bei Nagetieren (Kaninchen) unter den Säugern aufzufinden ist (vom vereinzelten Vorkommen der Ungulaten [primitive Form Hyrax und Elefant, bei dem es in der Jugend noch als selbständiger Knochenkern auftreten soll, um später mit dem Radiale zu verschmelzen] abgesehen). Bei Monotremen, Marsupialiern und verschiedenen Lemuroiden tritt ein Centrale nur embryonal oder in frühester Jugend als selbständige Anlage auf; die Verschmelzung mit andern Knochenanlagen scheint allgemein sein Los zu sein (M. WEBER).

Zum typischen Bestand des Carpus gehören ursprünglich, wie niedere Vertebrata lehren zwei Centralia, ein Centrale radiale und ein Centrale ulnare, von denen das radiale Centrale als das gewöhnlich auftretende erscheint. «Aber auch vom ulnaren finden sich noch Andeutungen bei Säugern, jedoch nur embryonal, um später wohl meist mit dem Capitatum (Carpale 3) zu verschmelzen und dessen proximales Ende zu bilden» (M. WEBER).

«Zwei Centralia sind vom Hund und einzelnen Marsupialia bekannt geworden, bei denen aber das Ulnare auch mit dem Intermedium oder Trapezoid (Carpale 2) verschmelzen kann» (M. WEBER).

Zur Zeit der ersten knorpeligen Anlagen des Carpus scheinen viel leichter als später zur Zeit des Auftretens der Knochenkerne in diesen Anlagen Umgruppierungen möglich zu sein, in welchen, gleichviel ob sie ein einheitliches oder zusammengesetztes Element repräsentieren, je ein Verknöcherungszentrum vorzufinden ist. Mitteilungen von Connaszenzen innerhalb der Anlagen des Mesocarpus der Huftiere macht ZIMMERMANN (1928), wo vorerst eine Connaszenz des Carpale 4 und Carpale 5 vorkommt, dann eine Agenesie des Carpale 2 und eine Connaszenz des Carpale 2 und 3.

Schon vor ZIMMERMANN weist CARLENS (1927) auf die frühzeitige Verschmelzung der knorpelig vorgebildeten Ossa carpalia 2 und 3 im Knorpelstadium hin, indem er schon bei einem 29 mm langen Embryo die beiden Anlagen zufolge eingetretenen Verschmelzungsprozesses als einheitliche Anlage vorfand. Dessen ungeachtet treten aber, wie nachgewiesen werden

kann, während der Carpus-Ossifizierung zwei gesonderte Knochenkerne auf, die die frühere Trennung der Anlagen, denen sie angehören, zum Ausdruck bringen und wiederum die Entwicklung von zwei selbständigen Knochen veranlassen.

Im übrigen ist der Carpus ein Gewebegebiet, in welchem sich auch in phylogenetischer Hinsicht gerne Verschmelzungsprozesse abspielen. Es ist daran zu erinnern, dass bei den Carnivoren (Pinnipediern), bei der Mehrzahl der Rodentier als Scapho-Lunatum (Radiale-Intermedium) bekanntes Kompositum vorliegt (vide M. Weber, 1927). Anderweitige Ossifikationen treten in der Hand auf, deren Fingerzahl noch nicht weitgehend reduziert worden ist. In gewissen Fällen verlieren die Carpalknochen ihre individuelle Bedeutung; maximale Coaleszenz tritt auf (Cetaceen).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Basipodiumanlage der Vorderextremität Textfigur 751 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

e) Die Metapodium-Verknöcherung (Vordermittelfuss)

Die Haupt- und Nebenmittelfuss-Diaphysen

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen mtc. III dia., mtc. IV dia. und mtc. II dia., speziell Textfigg. 179–196.

Auf den frühesten röntgenologisch untersuchten Embryonalstadien der Pferdeentwicklung (Pf. 602, Textfigg. 179/180) tritt die Diaphyse des Hauptstrahles (mtc. III) als scharf abgegrenzter, gegenüber den beiden im diaphysären Teil ebenfalls bereits ossifizierten Nebenstrahlen, kräftig entwickelter Knochenstab entgegen.

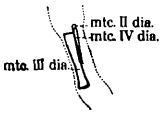
Bei den Föten von 3,2 cm, 4 cm und 4,8 cm sind nach Saarni (1921) die Verhältnisse wesentlich anders zwischen den drei Metacarpalia als beim erwachsenen Pferd. Das II. und IV. Metacarpale sind in ihrer ganzen Länge von dem Metacarpale III getrennt. Sie haben fast den gleichen Durchmesser, aber im Vergleich zum Metacarpale III sind sie bedeutend dicker als später.

Nach unseren Untersuchungen, die sich auf die sich verknöchernden oder verknöcherten Diaphysen der Metacarpalstrahlen beziehen, konnten wir uns auf den jüngsten Stadien immer von der ausserordentlichen Feinheit der knöchernen Nebenstrahlen überzeugen, die sich hinsichtlich ihrer Dicke zum Hauptstrahl in einen Gegensatz stellen. Man hat den Eindruck, dass die Ossifikation mit Anlage von Knochensubstanz viel vorsichtiger vor sich geht als der Knorpelbildungsprozess, bei welchem nachherige Reduktionen leichter vor sich gehen.

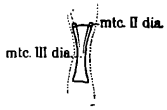
Das vorliegende Material erlaubt nicht anzugeben, ob die Ossifikation zuerst im Metacarpale III anhebt und dann Ossifikationspunkte im lateral gelegenen Metacarpale IV und gleichzeitig damit im medial gelegenen Metacarpale II auftreten; ob dem ossifizierenden Prozess umgekehrt zuerst die beiden Nebenstrahlen und dann der Hauptstrahl unterliegen oder ob der Verknöcherungsprozess in drei verschiedenen Zeitintervallen die einzelnen Diaphysen erfasst und nacheinander in die Ossifikation einbezieht. Es hat allerdings den Anschein, dass der Hauptstrahl und die Nebenstrahlen ziemlich gleichzeitig verknöchern und dass, falls sich auch zeitliche Differenzen im Eintritt der enchondralen Verknöcherung in der Mittelhand ergeben würden, diese auf eine zeitlich sehr eng umgrenzte Periode der embroynalen Frühentwicklung fallen müssten.

Auf den folgenden Stadien, Pf. 617, Textfigg. 5 u. 6; Pf. 611, Textfig. 9; Pf. 600, Textfigg. 181/182; Pf. 543, Textfig. 15; Pf. 653, Textfig. 183; Pf. 604, Textfigg. 184/185; Pf. 618, Textfigg. 37/38; Pf. 667, Textfigg. 41/42; Pf. 568, Textfig. 186; Pf. 658, Textfigg. 187/188; Pf. 605, Textfigg. 51/52, sieht man die enchondrale Ossifikation bedeutende Fortschritte

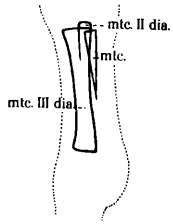
Textfigg. 179—196. Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Metapodium (Metacarpus) beim **Pferd** (Vordermittelfuss-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



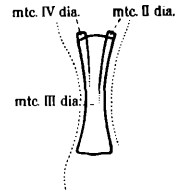
Textfig. 179



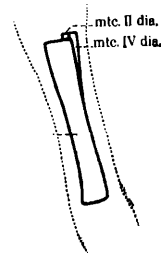
Textfig. 180



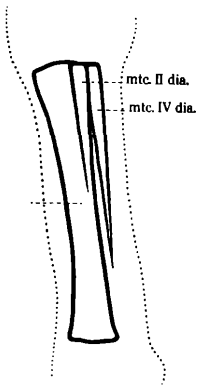
Textfig. 181



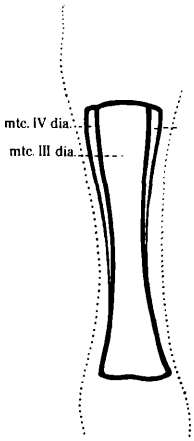
Textfig. 182



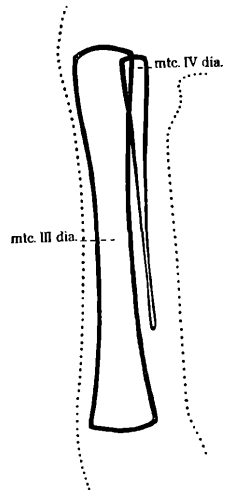
Textfig. 183



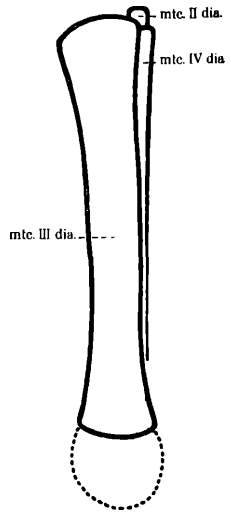
Textfig. 184



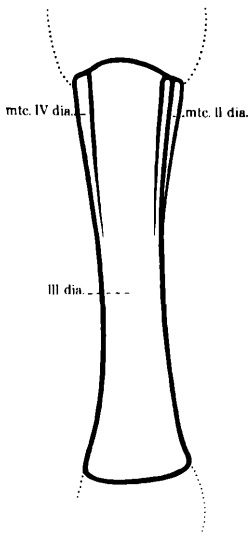
Textfig. 185



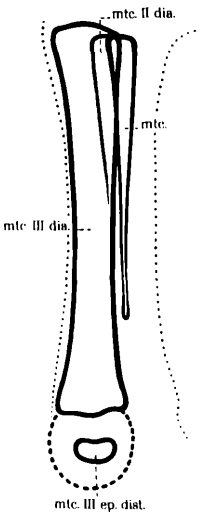
Textfig. 186



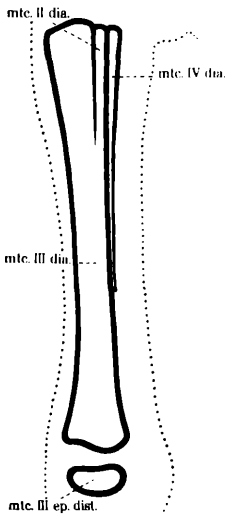
Textfig. 187



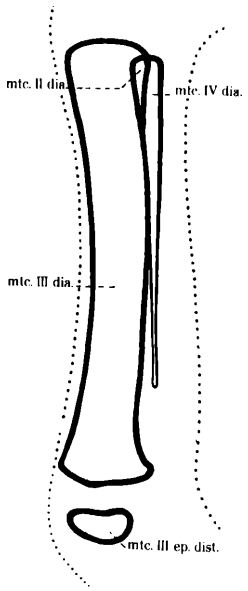
Textfig. 188



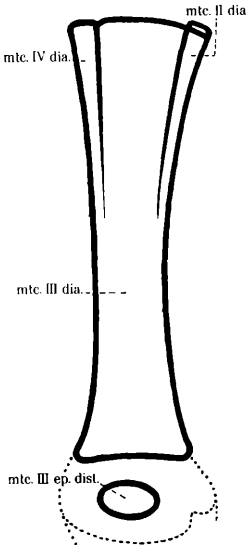
Textfig. 189



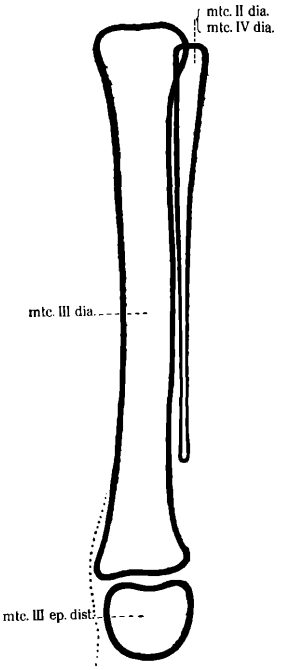
Textfig. 190



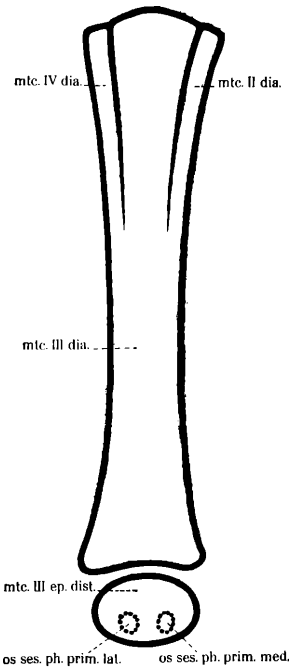
Textfig. 191



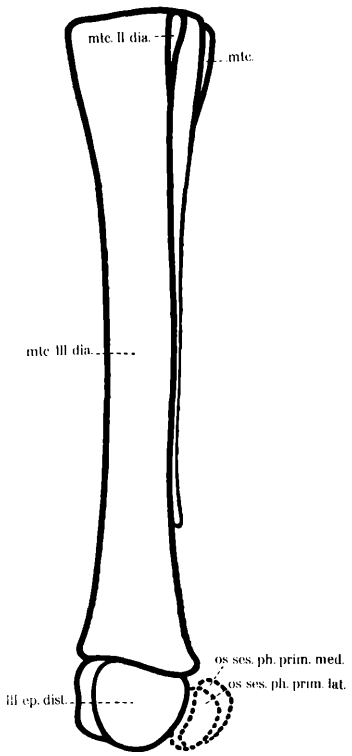
Textfig. 192



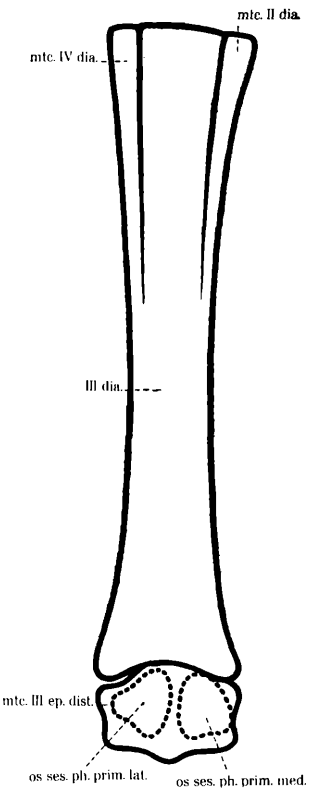
Textfig. 193



Textfig. 194



Textfig. 195



Textfig. 196

machen. Der sich verknöchernde Metacarpus, speziell der diaphysäre Teil des Metacarpale III nimmt zusehends an Länge zu, wobei auch die perichondrale Verknöcherung durch zunehmendes Dickenwachstum des Knochenstabes zur Auswirkung gelangt. Entwickelt sich später in einiger Entfernung am distalen Ende der inzwischen zu einer recht ansehnlichen Knochensäule ausgewachsenen Metacarpale III-Diaphyse (Pf. 518, Textfig. 189) ein die Verknöcherung der Epiphyse herbeiführendes Ossifikationszentrum, so ist bereits der Hauptmittelfußstrahl als ein recht imponierender Bestandteil der Gesamtextremität vorhanden und setzt in der begonnenen Weise Längen- und Dickenwachstum nunmehr als zweikerniger Stab fort.

Auf die mutmassliche gleichzeitige Verknöcherung des Nebenstrahles und des Hauptstrahles in den diaphysären Anteilen haben wir bei der Erwähnung unserer frühesten röntgenologisch bearbeiteten Entwicklungsstadien eben hingewiesen. Die beiden Nebenstrahlen erscheinen in der Extremität des Pferdes 602, Textfigg. 179/180, als dünne Stäbchen, die die Differenzierung zum späteren typisch formierten knöchernen Griffelbein mit den etwas dickeren proximalen und dünneren distalen Endteilen bereits erkennen lassen. Auf den Originalfilmen reicht das distale Ende dieser Knochensplinte bis fast zur distalen Grenze der Diaphyse des Metacarpale III herab. Die Diaphysen der Metacarpalia IV- und II-Anlagen nehmen als vom Hauptstrahl selbständige und von ihm getrennte Elemente zu diesem bald einen parallelen oder distalwärts leicht divergierenden Verlauf, obwohl schon sehr frühzeitig die verjüngten distalen Enden der beiden Nebenstrahlen die Tendenz zu einer Anlehnung an die Hinterfläche des Hauptstrahles bekunden. In der Folge bleibt die distale Endspitze der Nebenstrahlen immer mehr gegenüber der distalen Verknöcherungsgrenze des Metacarpale III zurück, so dass auf späteren Stadien (z. B. Pf. 604, Textfigg. 27/28; Pf. 605, Textfigg. 51/52) die Höhe der distalen Nebenstrahlenenden etwa auf der Grenze zwischen dem dritten und letzten Viertel der Metacarpale III-Diaphyse anzutreffen ist.

Auftreten eines knöchernen distalen Epiphysenkernes am Metacarpale III

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung mtc. III ep. dist;
speziell Textfigg. 189—196.

Zum erstenmal zeigt sich in der Nähe des distalen Endes der Diaphyse am Metacarpale III ein Verknöcherungskern in der knorpeligen Epiphysenanlage bei Pf. 518, Textfig. 189. Er ist bereits im Hinblick auf die Dicke der Diaphyse recht gut entwickelt, doch noch durch eine deutliche Knorpelzone vom diaphysären Anteil des dazugehörigen Mittelstückes des Knochens entfernt. In den Extremitäten von den Pferden 544, Textfigg. 193/194 und Pf. 660, Textfigg. 78/79 hat der Kern an Grösse bereits stark zugenommen, wobei auch die Knorpelzone durch das enchondrale sukzessive Wachstum der Diaphyse in distaler Richtung und durch die vom Zentrum nach der Peripherie fortschreitende Ossifikation in der Epiphyse zum Schwunde gelangt. In der Extremität des Pferdes Pf. 559, Textfigg. 195/196 und Pf. 650, Textfigg. 86/87 ist der distale Epiphysenkern mit dem distalen Ende der Diaphyse des Metacarpale III bereits in engerer Verbindung.

Wir sehen also zunächst im Metacarpus drei diaphysäre Knochenkerne auftreten. Was den Hauptstrahl anbelangt, so kommt zur knöchernen Diaphysenanlage später noch ein Knochenkern für die proximale Hauptmittelfussknochenepiphyse hinzu. Beim Pferd konnten wir auf den uns zur Verfügung stehenden Entwicklungsstadien der Extremitäten keinen proximalen knöchernen Epiphysenkern röntgenologisch nachweisen. Es liegt uns zwar ferne, die vorübergehende Existenz eines solchen Kernes für die Pferde zu bestreiten, zumal wir auch Fälle unter den Eseln aufgefunden haben, in welchen eine verknöcherte proximale Epiphyse in Verschmelzung mit dem proximalen Endteil der Diaphyse angetroffen werden konnte. ZIETZSCH-

MANNS Darstellung in seinem Lehrbuch (1924) darf deshalb unverändert bestehen bleiben: Im Metacarpus legen sich für den Hauptmittelfussknochen zwei Knochenkerne an, «beim Pferd kommt noch ein proximaler Endkern dazu, der schon gegen die Geburt hin zu verschmelzen beginnt».

Auftreten von distalen Epiphysen an den Nebenstrahlen des Hauptstrahles im Metacarpus

Hierzu die Originalfilme:[1]) Platte 33 (Pf. 605); Pl. 142 (Pf. 518); Pl. 66 (Pf. 670); Pl. 121 (Pf. 661); Pl. 126 u. 130 (Pf. 544); Pl. 112, 113 u. 114 (Pf. 660) und Pl. 189 (Pf. 559).

Wir haben im Knorpelgewebe, das distal den in Ossifizierung begriffenen Diaphysen der Metacarpalia IV- und II-Anlagen angelagert ist, und welches die Bildungsanlage für etwaige spätere Knochenkerne distaler Epiphysen entwickeln könnte, auf das Auftreten von selbständigen Knochenpunkten aufmerksam zu machen. Es scheint uns gegeben, den deutlich abgegrenzten, vom Diaphysenstück reinlich durch Knorpelgewebe getrennten Verknöcherungskern, der zwar nicht, wie auch die Eselserie lehrt, konstant, wohl aber in einigen Fällen ohne jeden Zweifel und ungefähr gleichzeitig mit dem distalen Epiphysenkern des Hauptstrahles feststellbar ist und in der röntgenologischen Aufnahme nachgewiesen werden kann, die Deutung eines Ossifikationspunktes zu geben, aus welchem an jedem der beiden Griffelbeine eine knöcherne distale Epiphyse hervorgeht.

Diese Ossifikationszentren dürfen aber keineswegs als Verknöcherungsanlagen einer oder mehrerer miteinander verschmolzener Phalangenanlagen gewertet werden, wie es ABEL (1926), der Ansicht EWARTS entsprechend, getan hat, nach welchem Autor das Griffelbein der rezenten Equiden nicht nur das Rudiment des Metapodiale ist, sondern auch die Rudimente aller drei ursprünglich freien Phalangen umfasst, das sog. «Griffelbeinköpfchen», d. h. das verdickte distale Ende des Griffelbeins, das das Rudiment der bei den tertiären Vorläufern nach hinten abstehenden Hufphalangen darstellt und wornach, wie MAX WEBER richtig bemerkt, das wiederholt wahrgenommene und als Atavismus gedeutete Auftreten freier Seitenfinger beim rezenten Pferd eine normale Erscheinung insofern ist, als die meist unterdrückte Anlage noch zur Entwicklung kommt.

Eine solche Interpretation liesse dann überhaupt die Bildung einer distalen Epiphyse an den Griffelbeinen vermissen oder nötigte die Annahme auf, sie wäre in der betreffenden verknöcherten «Phalangenanlage» enthalten. Die Phalangenverknöcherung fiele sodann an den Nebenstrahlen in einen Zeitpunkt, der in bezug auf die diaphysäre Verknöcherung des Metacarpale III und überhaupt sämtliche Diaphysen ausserordentlich spät zur Durchführung gelangte. Ausserdem hat ja

und dies ist der Hauptgrund, welcher zugunsten der Epiphysen- und nicht Phalangenanlagen-Verknöcherung spricht DRAHN in seiner Arbeit uns von der Feststellung rudimentärer Phalangenanlagen auf prächondraler Grundlage in den Extremitäten der Pferde unterrichtet, die dann nachher wieder verschwinden. DRAHN hat nämlich die Frage geprüft, ob nicht irgendwelche Verhältnisse an den Distalenden der Griffelbeinanlagen bei jungen Pferdeembryonen zu finden wären, welche das Vorkommen von überzähligen Zehen beim Pferde ontogenetisch begründen. DRAHN findet tatsächlich noch vorübergehend Spuren einer Zehenanlage am distalen Ende der Diaphysen des Metacarpale IV und II. Die beiden Anlagen der Glieder eines Acropodiums treten zuerst als ungegliedertes, zelliges *Plastem* auf, indem sich die einzelnen Phalangen, in proximo-distaler Richtung auftretend, vorknorpelig und dann knorpelig aussondern. DRAHN findet in den Nebenstrahlen von 3,4 bis 4,1 cm langen Embryonen Phalangenbildungsgewebe, das er als Herd zur

[1]) In den Reproduktionen sind zufolge der notwendigerweise vorgenommenen Reduktionen der Bilder auf die Hälfte des natürlichen Ausmasses der Knochen diese Details an den betr. Elementen nicht deutlich zu sehen, weswegen wir auch von einer Einzeichnung der distalen Epiphysen in den Textfiguren Umgang genommen haben.

allfälligen Ausbildung eines Phalangenapparates ansprechen muss. Es lassen sich also auf frühen Stadien der Ontogenie Gewebebezirke auffinden, die aus zelligem indifferentem Bindegewebe bestehen und den Wert von Bildungszonen für eine Phalangenentwicklung besitzen. Anhalte für ein konstantes Auftreten solcher Plasteme sind zunächst keine vorhanden. An den Vorderextremitäten von 3,5, 4 und 4,1 cm langen Embryonen waren sie z. B. nicht nachzuweisen. Gleichwohl ist die Möglichkeit gegeben, dass unter besonderen Verhältnissen auch an den Griffelbeinen ein Zehenapparat auftreten kann. Auf der andern Seite muss aber betont werden, dass dieses Phalangensystem normalerweise ziemlich früh zugrundegeht.

Diese Befunde stehen in keiner Weise im Widerspruch zu der Feststellung, dass in einzelnen Fällen die distalen Nebenstrahlenepiphysen (der Strahlen IV und II) mit selbständigen Knochenkernen ossifizieren. Sie scheinen vielmehr gerade dafür zu sprechen, dass unsere Interpretation bei der Deutung dieser Knochenkerne eine richtige ist und dass wir unter keinen Umständen diese Knochenbildungsherde mit verknöcherten Phalangendiaphysen-Rudimenten identifizieren dürfen. Drahn hat bereits die Ansicht Abels (1924/25), das Griffelbeinköpfchen der rezenten Pferde sei nichts anderes als die Hauptphalange der Seitenzehe oder Seitenfinger der Tertiärpferde, widerlegt, und wir möchten unsererseits dieser Widerlegung beipflichten, gleichzeitig aber besonders noch betonen, dass wir im «Köpfchen» eine selbständig ossifizierende distale Epiphyse sehen, die im Verlauf des Ossifikationsprozesses einen eigenen Knochenkern auszubilden in der Lage ist.

Fehlen eines Knochenkernes, welcher als Ausdruck der Verknöcherung einer Metacarpale I- und Metacarpale V-Diaphysenanlage anzusehen wäre

Bei den Pferden — bei der Untersuchung des Eselmaterials waren wir von mehr Erfolg begleitet — konnten wir keine Verknöcherungszentren in etwaigen Anlagen weiterer über das Vorhandensein eines Metacarpale IV und II hinausgehender Nebenstrahlen (Metacarpale V u. I) feststellen. Wir haben also bei den Pferden nicht mehr Glück als Rosenberg (1873), der in seiner Arbeit über die Entwicklung des Extremitätenskeletts bei einigen durch Reduktion ihrer Gliedmassen charakterisierten Wirbeltieren eingestehen musste: ein Metacarpale V hat nicht nachgewiesen werden können. Drahn (1927) führt bereits eine Anzahl von Fällen auf, in welchen das Rudiment eines Metacarpale V beim rezenten Pferde mehrfach gefunden worden ist. Gouboux stellte es fest; Chauveau-Arloing-Lesbre (1903), haben es mehrfach gefunden; Vermeulen (1916/17) stellte es neuerdings fest. Auch Boas (1917) erkennt ein solches Rudiment beim rezenten Pferde an, leugnet aber das Vorhandensein eines Metacarpale I.

Ein knöchernes Fragment eines Metacarpale V war aber, wie wir später sehen werden, in einer Frontflächenaufnahme des linken vorderen Mittelfusses von Esel Do. 131 zu beobachten, wo dasselbe in Gestalt eines deutlichen, distal etwas zugespitzten Kernes am oberen Ende des Metacarpus, lateral vom Metacarpale IV auftritt, so dass Rosenbergs Vermutung (1873) gerechtfertigt erscheint: «mit mehr Aussicht auf Erfolg dürfte nach dem Metacarpale V gesucht werden, da dieser Skeletteil beim Tapier bekanntlich einen funktionierenden Finger trägt; es ist noch bei Hipparion in einem Rudiment seines proximalen Teiles erhalten».

Eine knöcherne Spur eines Metacarpale I konnten wir keine entdecken.

Carlens (1927, I): «Beim Pferd sind die Metacarpalia I und V in der Regel nicht vorhanden».

Drahn (1927) findet an den aus Amerika stammenden Gipsabgüssen von Hypohippus affinis Leidy und Protohippus sejunctus Cope unterhalb der wohl ausgebildeten Multangula majora (Carpalia I) kurze Knöchelchen an der Volarfläche der Basis des Metacarpale II, welche er für Rudimente des Metacarpale I hält.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Metapodiumanlage der Vorderextremität des Pferdes Textfigur 753 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

f) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen)

Auftreten der Grundphalangen-Diaphyse und der Endphalanx

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ph. prim. dia. und ph. tert., speziell Textfigg. 197/198.

Auf unseren frühesten zur röntgenologischen Untersuchung gelangten Stadien der Pferdeentwicklung (Pf. 602, Textfigg. 197/198) ist das Acropodium durch zwei Knochenpunkte bereits vertreten, durch einen Knochenpunkt, der die Basalphalangen (ph. prim. dia.) und einen solchen, der die Endphalanx (ph. tert.) zu Beginn der Verknöcherung repräsentiert. Die Mittelphalanx ist noch nicht durch einen Verknöcherungspunkt vertreten. Die Basalphalanx zeigt sich als kleiner Würfel oder kurzer Zylinder, während die Endphalanx als ein am distalen Ende zugespitzter, am proximalen Ende breit abgesetzter Knochenkern in Erscheinung tritt.

Ueber den Modus der Verknöcherung der Endphalanx gingen bis anhin in bezug auf das Auftreten selbständiger Knochenkerne in den Epiphysenanlagen die Ansichten noch auseinander.

Wir müssen auf Grund unserer Untersuchungsergebnisse unbedingt CHAUVEAU beipflichten, der sagt: «La troisième phalange, formé par un seul noyau d'ossification, subit avec l'âge de nombreux changements dans la configuration» und also der uninukläaeren Genese das Wort spricht. Einen zweiten selbständig auftretenden Kern, der als epiphysäres (proximales) Knochenzentrum zu bewerten wäre, liessen unsere Untersuchungen in keinem Falle, weder bei den Pferden noch bei den Eseln, auffinden. Wir können zufolgedessen für unser Material die Darstellung von der Entwicklung «eines zweiten, intrauterin schon verschmelzenden Herdes» als Ausgang für die Bildung einer proximalen Endphalangenepiphyse nicht gelten lassen. Röntgenologisch ist vom Auftreten eines selbständig erscheinenden Epiphysenkernes nichts wahrzunehmen, und es ergeben sich auch keine Anhaltspunkte für eine spätere Verschmelzung eines solchen mit der knöchernen Diaphysenanlage. Nicht ausgeschlossen ist natürlich, dass auf histologischem Wege der Nachweis erbracht werden kann. Nach unseren Befunden geht das knöcherne Hufbein aus *einem einzigen* Knochenherd hervor.

SAARNI (1921) weist auf die mannigfaltigen Formveränderungen hin, welche die dritte Phalanx am distalen Ende während ihrer Bildung gegenüber den übrigen Phalangen zeigt, die bereits in den ersten Fötalmonaten fast völlig ihre bleibende Gestalt aufweisen. SAARNI beobachtet, dass bei den jüngsten Formen die Endphalanx fast zylindrisch ist, dass dann im Verlauf des zweiten Monats die zylindrische Form schwindet und die Endphalanx schwach kolbig verdickt, um dann im dritten Monat ihr neuerdings spitz gewordenes Ende mit einer knöchernen «Endkappe» zu umgeben, die bereits RETTERER (1884 und 1902) an einem 4,5 cm langen Embryo beobachtet hat und die dann mit der knöchernen Phalangenspitze (bei 8,7 cm langem Embryo) verschmilzt.

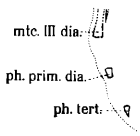
Unsere röntgenologischen Beobachtungen, die sich ausschliesslich auf sich verknöchernde oder verknöcherte Teile der Endphalanx beziehen, stimmen mit diesen Beobachtungen sehr gut überein. Immerhin ist zu bemerken, dass in bezug auf das morphologische Verhalten der Knochenanlage bei der Auslegung der röntgenologischen Bilder grösste Vorsicht geboten ist, da zufolge einer leicht eintretenden Schieflage der Endphalanx bei den Aufnahmen Konturformen auf den Filmen vorgetäuscht werden können, die dann in dieser Hinsicht zu Trugschlüssen führen.

Auftreten der Mittelphalangen-Diaphyse

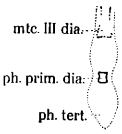
Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. sec. dia., speziell Textfigg. 199—222.

Textfigg. 197—222

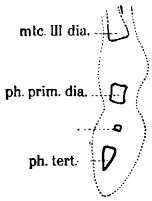
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Acropodium (Zehenskelett) in der Vorderextremität des **Pferdes** (Phalangen-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



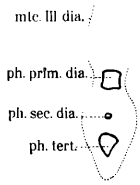
Textfig. 197



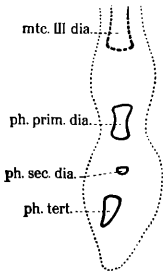
Textfig. 198



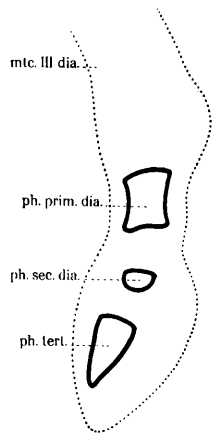
Textfig. 199



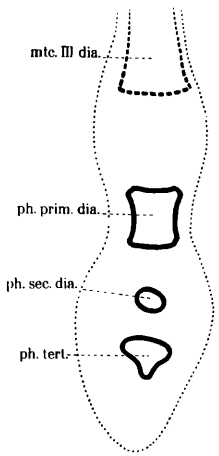
Textfig. 200



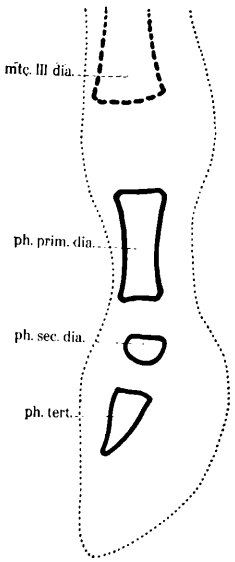
Textfig. 201



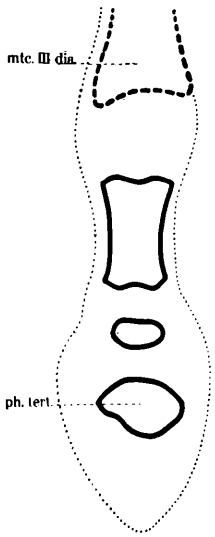
Textfig. 202



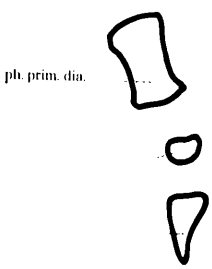
Textfig. 203



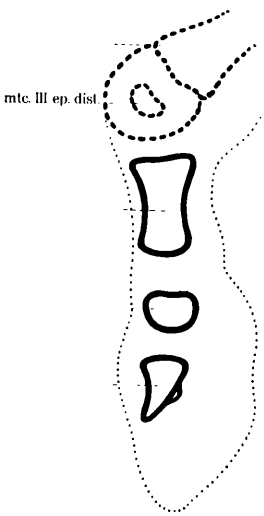
Textfig. 204



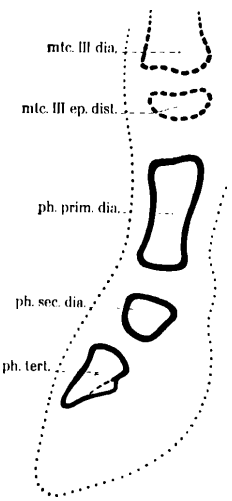
Textfig. 205



Textfig. 206

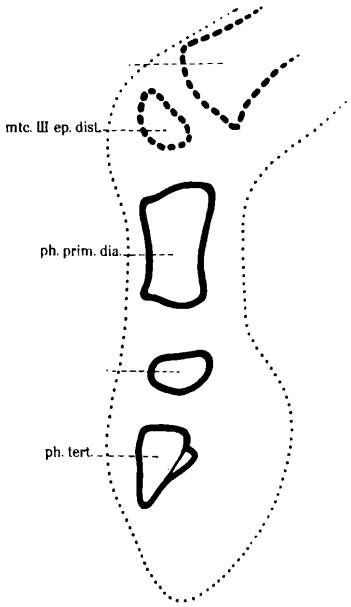


Textfig. 207

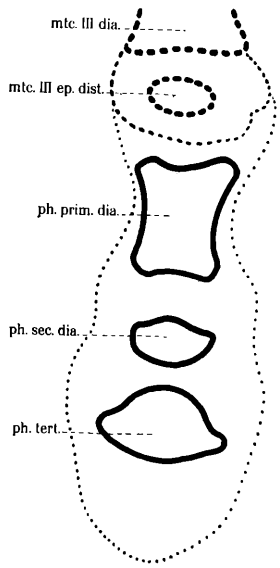


Textfig. 208

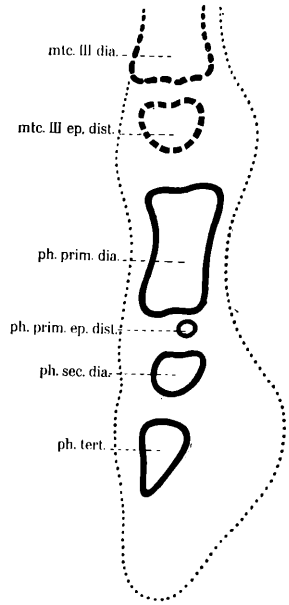
Während die beiden Knochenkerne der Grundphalangen-Diaphyse und der Endphalanx weiter auswachsen und dabei nur wenig ihre bereits sehr frühzeitig erkennbare Grundgestalt verändern, taucht ungefähr in der Mitte zwischen dem distalen Rand des der Basalphalanx angehörenden Knochenelementes und dem proximalen Rand des die Endphalanx repräsentierenden Ossifikationspunktes als weiterer Kern für die Ossifikation die Mittelphalangen-Diaphyse auf (Pf. 617, Textfigg. 199/200, ph. sec. dia.). Während die Basal- und Endphalanx auf den folgenden Stadien durch Wachstum sukzessive an Volumen zunehmen, jene namentlich ihre Querachse vergrössert, diese im proximalen Teil ein auffälliges Dickenwachstum zeigt (vgl. Pf. 564, Textfig. 25, ph. tert. mit Pf. 667, Textfig. 42), so wächst die Mittelphalanx nur



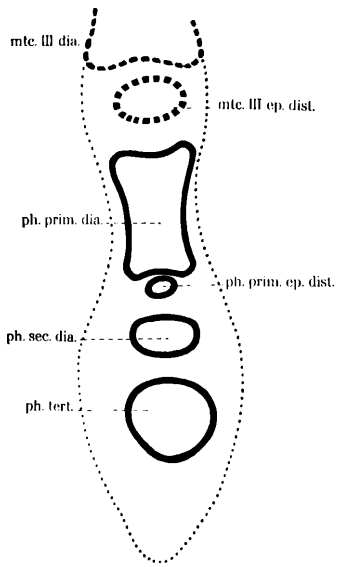
Textfig. 209



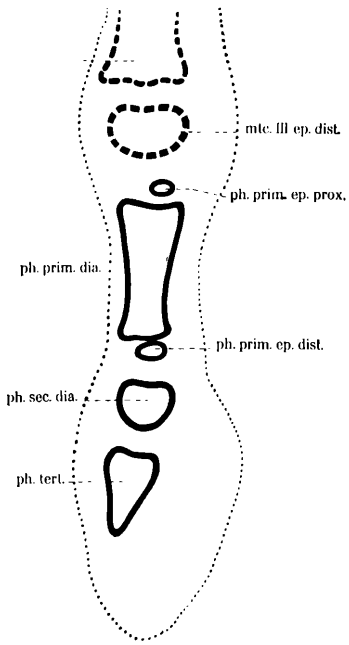
Textfig. 210



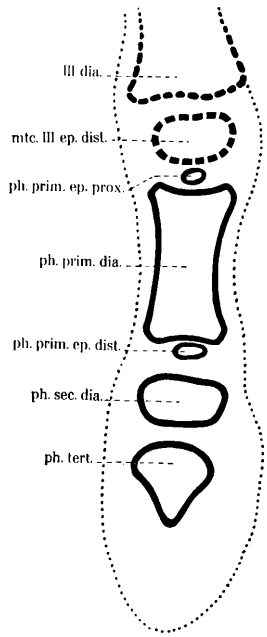
Textfig. 211



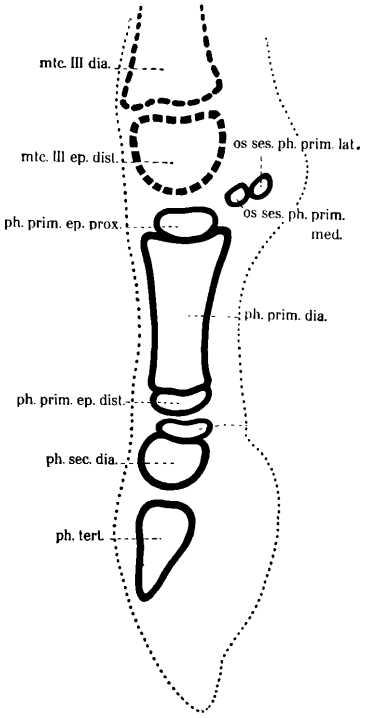
Textfig. 212



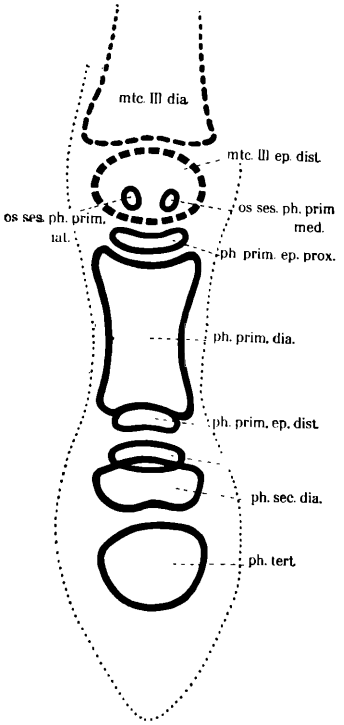
Textfig. 213



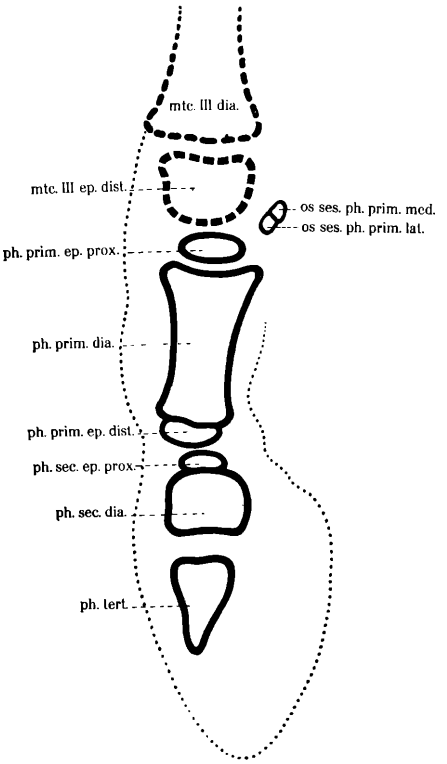
Textfig. 214



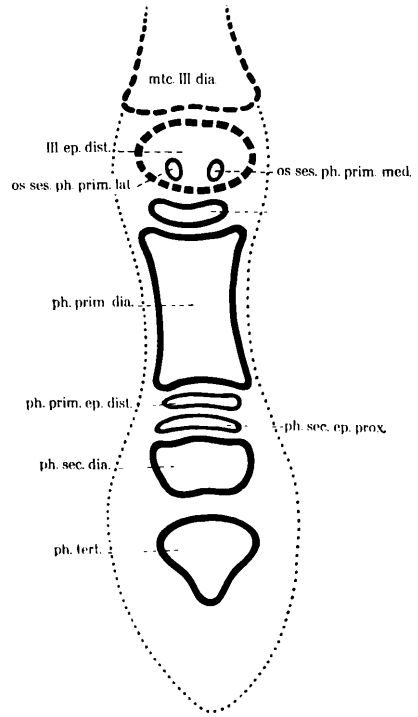
Textfig. 215



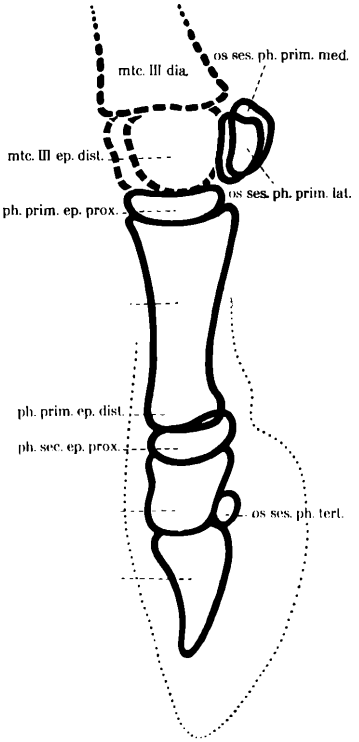
Textfig. 216



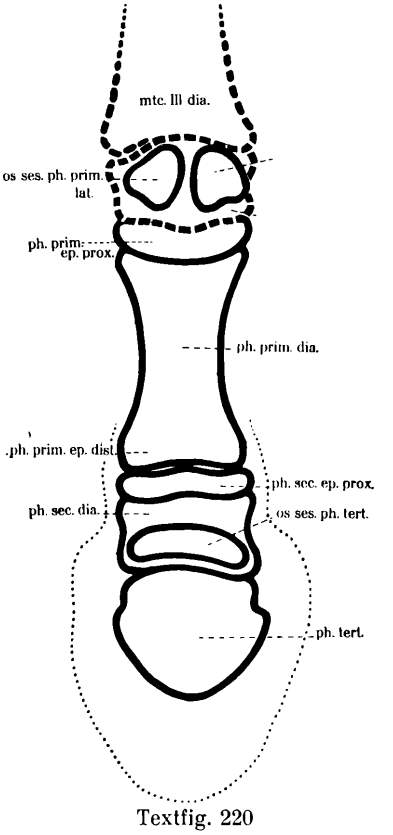
Textfig. 217



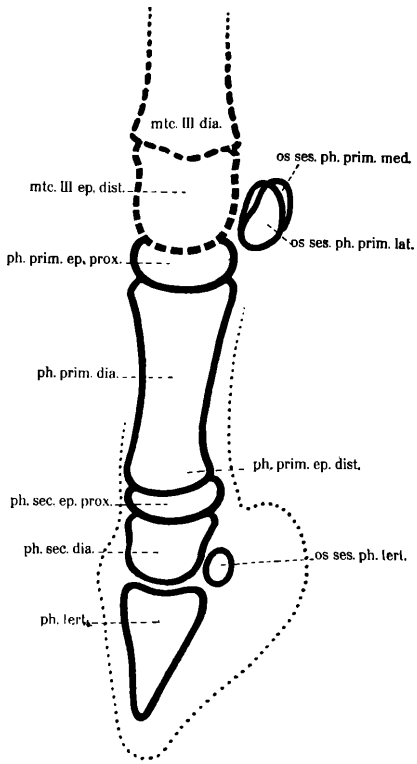
Textfig. 218



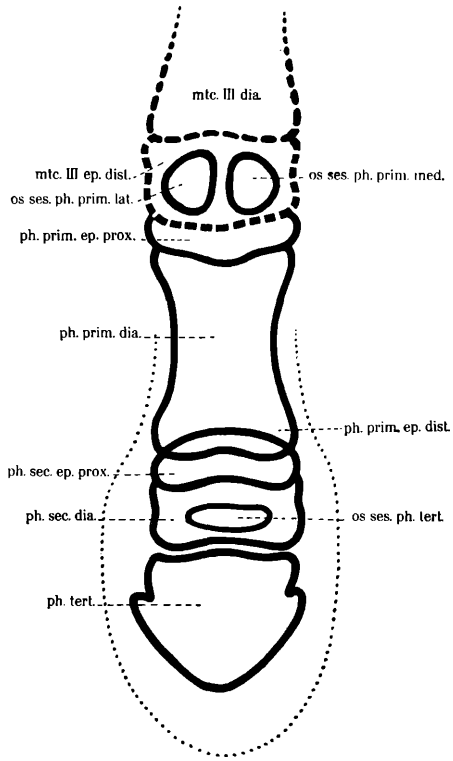
Textfig. 219



Textfig. 220



Textfig. 221



Textfig. 222

sehr langsam aus und behält noch lange Zeit ihre rundliche Form bei (Pf. 611, Textfig. 9; Pf. 604, Textfigg. 27/28 und 202/203; Pf. 605, Textfigg. 51/52). Tritt der distale Epiphysenkern am Metacarpale III in Erscheinung (Pf. 670, Textfigg. 62/63 und 211/212), so ist das unterschiedliche Grössenverhältnis schon eher ausgeglichen, obwohl Grund- und Endphalanx gegenüber der Mittelphalange in der Wachstumszunahme immer noch günstig ausgezeichnet sind. Namentlich nähert sich die Basalphalanx immer mehr ihrer endgültigen Form (Pf. 661, Textfigg. 213/214), die in Pf. 650, Textfigg. 86/87 und 221/222 erreicht wird.

Auftreten eines distalen und proximalen knöchernen Epiphysenkernes an der Grundphalanx der Vorderzehe

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ph. prim. ep. dist. und ph. prim. ep. prox., speziell Textfigg. 211—222.

Der erste Epiphysenkern im Acropodium tritt in der distalen Epiphyse der Grundphalanx auf (Pf. 670, Textfigg. 62/63 und 211/212, ph. prim. ep. dist.). Pferd 670 zeigt die beginnende Verknöcherung in der distalen knorpeligen Epiphyse der Grundphalanxdiaphyse in Form eines kleinen Knochenpunktes, der in nächster Nähe vom distalen Rand der kurzen Knochensäule gelegen ist. Seiten- und Frontansichten zeigen den Kern gleich deutlich.

In zweiter Linie erscheint sodann ein Knochenkern in der proximalen knorpeligen Epiphyse der Grundphalanx (Pf. 661, Textfigg. 66/67 und 213/214, ph. prim. ep. prox.), während Mittel- und Endphalangen noch keine epiphysären Ossifikationen aufweisen.

In kurzer Zeit verbindet sich der distale Epiphysenkern mit der Diaphyse (Pf. 544, Textfigg. 74/75 und 215/216) und verschmilzt hernach mit ihr, während der proximale Epiphysen-

kern, der Diaphyse eng anliegend, von dieser zunächst noch durch einen schmalen Trennungsraum (Knorpelfuge) verbunden ist.

Chauveau (1857) konstatiert, dass die erste Phalanx (Grundphalanx) ihre Verknöcherung auf zwei Ossifikationspunkte zurückführt: «La première phalange est un os très compacte qui se développe par deux points d'ossification, dont un pour l'extrémité supérieur.»

Saarni (1921) beobachtet richtig die Ausbildung von drei Ossifikationskernen: «Die Epiphysen entstehen bei der Grundphalanx (wie bei der zweiten Phalanx) am Ende des Fötallebens, wo die distalen Epiphysen fast völlig auch mit den Diaphysen verschmelzen, während die proximalen Epiphysen noch von jenen getrennt sind.» Der Autor findet bei einem Föten von 89 cm die Epiphysen noch in knorpeligem Zustand vor, bei einem Föten von 95 cm dagegen bereits den Knochenkern der distalen Epiphyse mit der Diaphyse verschmolzen, während der proximale Knochenkern noch völlig getrennt von der Diaphyse auftritt.

Zietzschmann (1924) bemerkt richtig, dass beim Pferd im Gegensatz zum Verhalten bei anderen Haussäugetieren, wo die Grundphalangen bezw. deren Diaphysen und proximalen Epiphysen aus zwei gesonderten Knochenpunkten hervorgehen, neben einem Diaphysen- und proximalen Epiphysenkern auch ein distaler Epiphysenkern zur Ausbildung gelange, «der aber zu rascher Verschmelzung neige». Die Darstellung entspricht also durchaus auch den Ergebnissen unserer Befunde am südafrikanischen Pferdematerial.

Carlen's Befund (1927), dass bei Pferd und Rind die Grund- und Mittelphalangen nur von zwei Knochenkernen aus ossifizieren und die distale Epiphyse vom Hauptkern aus verknöchere, können wir also für die Grundphalanx des Pferdes nicht bestätigen. Carlen's Untersuchungsmaterial war allem Anschein nach zur Klärung dieser Frage zu wenig ausreichend.

Auftreten eines proximalen knöchernen Epiphysenkernes an der Mittelphalanx der Vorderzehe

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichung ph. sec. ep. prox.,
speziell Textfigg. 215—222.

In dritter und letzter Linie tritt als weiterer Epiphysenkern im Acropodium die proximale Epiphyse der Mittelphalanx auf (Pf. 544, Textfigg. 74/75 und 215/216). Dieser Knochenkern wächst rasch in die Breite (Pf. 660, Textfigg. 217/218) und verschmilzt dann mit der proximalen Kante des diaphysären Knochenanteiles, wie Pf. 559, Textfigg. 219/220 zeigen.

Schon Chauveau macht 1857 auf das Auftreten einer proximalen knöchernen Epiphyse im Bereich der Mittelphalanx aufmerksam, findet aber den Epiphysenkern nicht in allen Fällen vor: «nous avons trouvé sur plusieurs sujets un noyau complémentaire pour la surface articulaire supérieure».

Nach Saarni, der die Existenz eines zweiten, d. h. distalen Epiphysenkerns auch für die Mittelphalanx nicht in Abrede stellt, erhalten die beiden Epiphysen ihre Knochenkerne kurz vor der Geburt. Bei einem Fohlen von 95 cm findet Saarni den proximalen Epiphysenkern noch vollkommen getrennt von der Diaphyse, wogegen der distale Epiphysenkern schon zum grössten Teil mit der Diaphyse verbunden ist.

Zietzschmann erwähnt das Auftreten von zwei Ossifikationsherden, von welchen einer für die Diaphyse, einer für die Bildung der knöchernen proximalen Epiphyse in Frage kommt.

Wir konnten bei der Untersuchung unseres Materials ebenfalls stets nur zwei Knochenkerne in der Mittelphalanx antreffen. Einen dritten Kern, der als Verknöcherungszentrum für eine distale Epiphyse hätte angesprochen werden können, konnten wir als selbständig auftretenden Kern nicht vorfinden, doch möchten wir nicht in Abrede stellen, dass ein solcher unter Umständen noch auftreten kann. Jedenfalls aber wird er kaum lange seine Selbständigkeit behaupten, vielmehr bald in die diaphysäre Ossifikation einbezogen werden.

Auftreten von Knochenpunkten in den oberen Sesambeinen und in der bindegewebigen Anlage des Strahlbeines

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ossa ses. ph. prim. bzw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med. und os ses. ph. tert.,
speziell Textfigg. 215—222.

Die in den Sesambeinen des Acropodiums auftretenden Knochenkerne erscheinen nicht alle zu gleicher Zeit. Die Knochenkerne in den Ossa sesamoidea phalangis primae treten zwar gleichzeitig miteinander auf, so dass man sowohl in der lateral wie medial gelegenen Anlage der ersten Verknöcherung gewahr wird (Pf. 544, Textfigg. 215/216, os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.). Die beiden Knochenkerne lassen sich feststellen, bevor die Ossifikation das Gewebe des Os sesamoideum phalangis tertiae ergreift. In der vorderen Extremität erscheinen sie — um dies bei dieser Gelegenheit vorauszuschicken — um weniges früher als in der Hinterextremität. Die anfänglich als kleine, in Distanz voneinander auf nämlicher Höhe gelegenen Knochenpunkte werden zusehends grösser, wobei sie sich der fortgesetzten Mittelachse des Hauptstrahles immer mehr nähern.

Das unpaare, aus einem einzigen Knochenkern hervorgehende knöcherne Os sesamoideum phalangis tertiae, das bei den Pf. 544 und Pf. 660 noch in bindegewebig präformiertem Zustand vorliegt und deshalb auf unseren Textfiguren, welche jene Extremitäten bezw. Gliedmassenteile wiedergeben (Textfigg. 74/75, 215/216 und 78/79, 217/218) noch nicht eingezeichnet ist, tritt zum ersten Mal in der Seiten- und Frontansicht bei Pf. 559 (Textfigg. 82/83 und 219/220, os ses. ph. tert.) auf. Es zeigt sich demgemäss auch auf den älteren Stadien der Pferdeentwicklung, bei Pf. 650, Textfigg. 86/87 und 221/222.

Über die Verknöcherung der Sesambeine, der obern wie des untern, lauten die Ansichten übereinstimmend. Jedem Element liegt der uninukleare Verknöcherungsmodus zugrunde. «Cet os, petit sésamoïde, ainsi que chacun des grands sésamoïdes, prend naissance par un seul point d'ossification; il est formé d'une couche épaisse de tissu compacte enveloppant un noyau de substance spongieuse très condensée» (Chauveau, 1857).

Die röntgenologische Untersuchung ergibt in einwandfreier Weise, dass auch heute noch an dieser alten Darstellung festzuhalten ist.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung im Acropodium Textfigur 755 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

a) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberschenkel)

Die knöcherne Diaphyse des Oberschenkelknochens

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. dia.,
speziell Textfigg. 223, 246.

Die in Ossifikation befindliche Diaphyse des Oberschenkelknochens tritt uns auf unserem untersuchten frühesten Stadium der Embryonalentwicklung als einfacher, schlanker Stab entgegen, der sich nur wenig vom Mittelschaft der Humerusknochenanlage unterscheidet (Pf. 602, Textfigg. 223/224). Der Mittelschaft des Os femoris scheint anfänglich neben einem Längen- ein ausgesprochenes Dickenwachstum aufzuweisen (Pf. 600, Textfigg. 227/228; Pf. 653, Textfig. 20; Pf. 618, Textfigg. 229/230).

Nach einiger Zeit lässt sich am proximalen Ende des Schaftstückes bereits die Anlage des grossen Umdreherfortsatzes erkennen, wodurch eine Orientierung für den Ort des Auftretens

Textfigg. 223—246

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Stylopodiums (Oberschenkelbein) beim **Pferd** (Femur-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



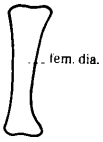
Textfig. 223



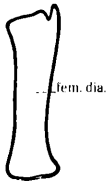
Textfig. 224



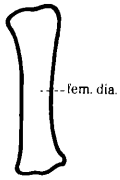
Textfig. 225



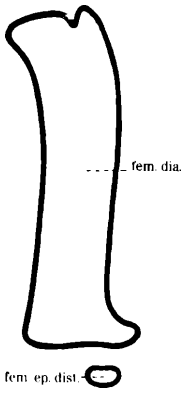
Textfig. 226



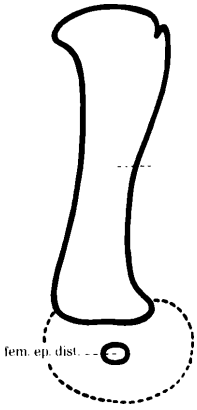
Textfig. 227



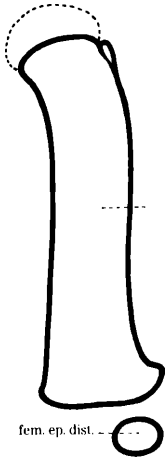
Textfig. 228



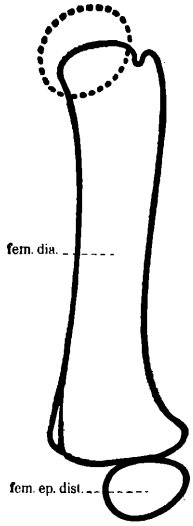
Textfig. 229



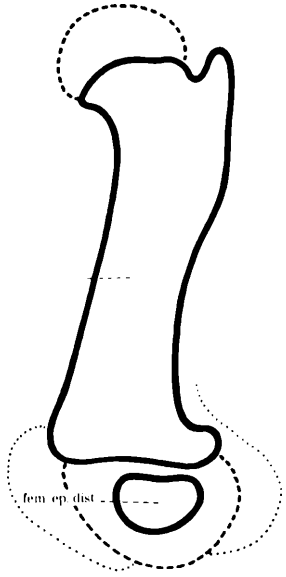
Textfig. 230



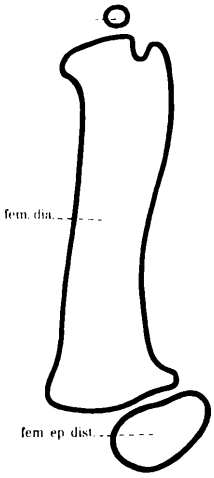
Textfig. 231



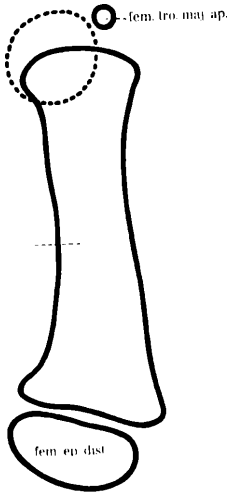
Textfig. 232



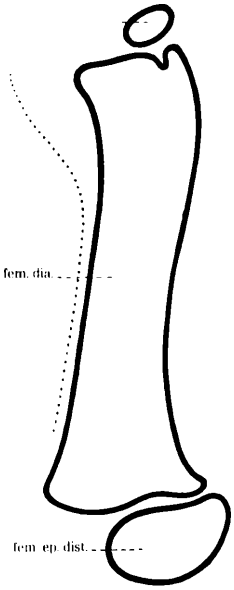
Textfig. 233



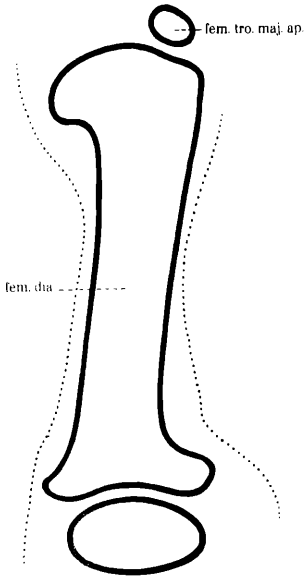
Textfig. 234



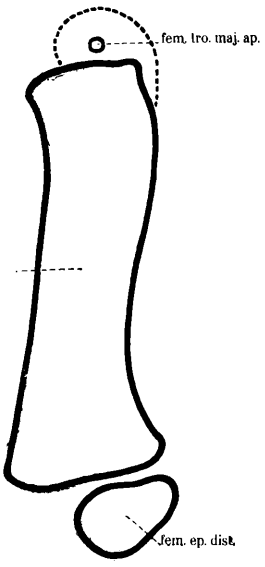
Textfig. 235



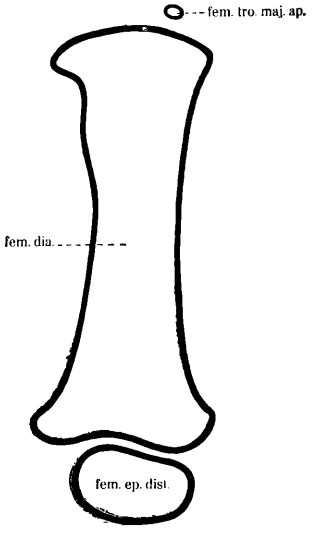
Textfig. 236



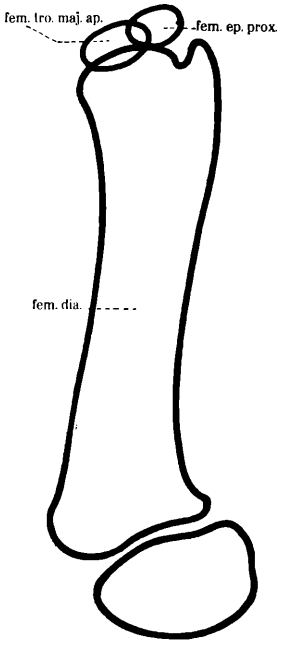
Textfig. 237



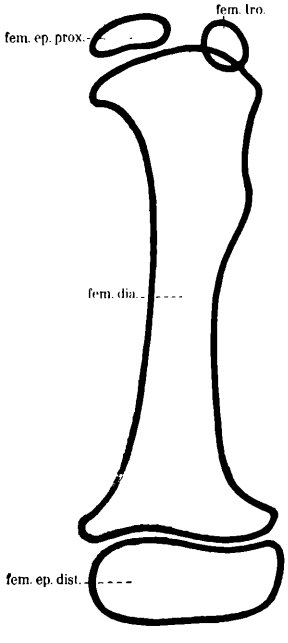
Textfig. 238



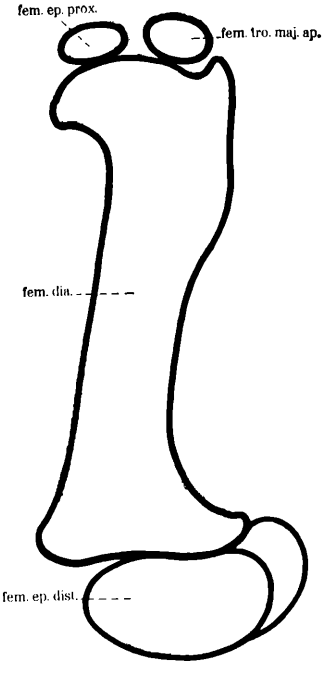
Textfig. 239



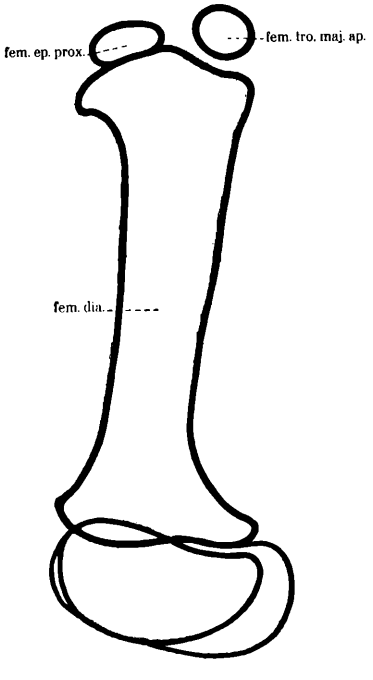
Textfig. 240



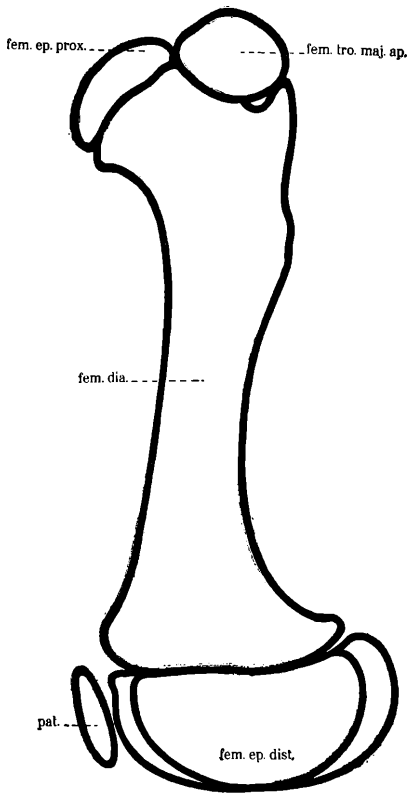
Textfig. 241



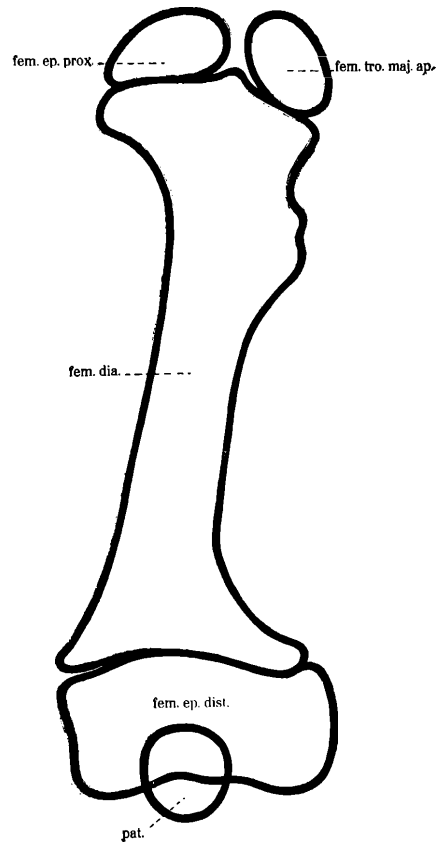
Textfig. 242



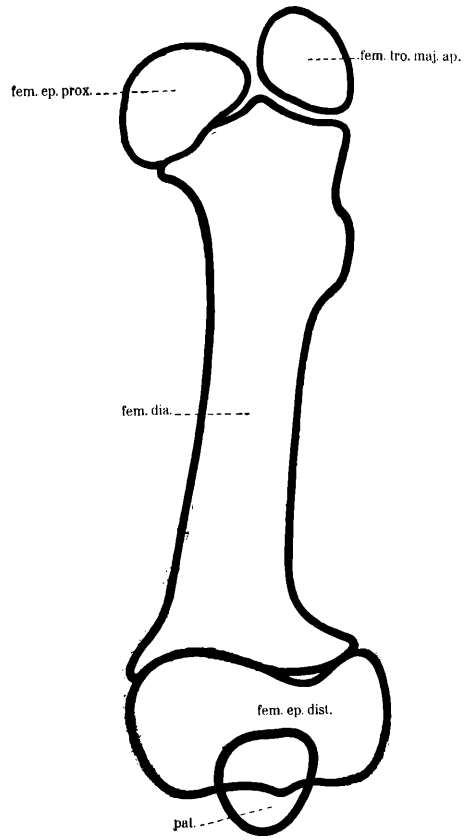
Textfig. 243



Textfig. 244



Textfig. 245



Textfig. 246

des proximalen Epiphysenkernes gegeben ist (Pf. 518, Textfig. 56 und Pf. 545, Textfig. 371). Vom Stadium Pf. 661 an (Textfigg. 68/69 und 236/237) tritt besonders das Längenwachstum am diaphysären Teil des verknöcherten Os femoris hervor (Pf. 544, Textfigg. 76/77 und 240/241; Pf. 660, Textfigg. 80/81 und 242/243; Pf. 650, Textfigg. 88 und 246).

Was die Beobachtungen bezüglich der Verknöcherung der Femurdiaphyse seitens früherer Autoren anbelangt, so findet SAARNI die Diaphyse beim Fötus von 7,4 cm verknöchert, so dass der Verknöcherungspunkt im Mittelschaft des Oberschenkels im 2. und 3. Monat entsteht.

Auftreten der distalen Femurepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. ep. dist.,
speziell Textfigg. 229—246.

Die epiphysäre Verknöcherung in der Hinterextremität, die derjenigen der Vorderextremität vorauseilt, setzt zuerst in der knorpeligen distalen Epiphyse ein (Pf. 618, Textfigg. 39/40 und 229/230, fem. ep. dist.). Es bildet sich in der Folge ein grösserer Ossifikationskern aus, der in proximo-distaler Richtung fortgesetzt abflacht und eine immer breiter werdende Endfläche der Diaphyse zu überdecken sucht (Pf. 658, Textfigg. 49/50; Pf. 605, Textfigg. 53/54; Pf. 670, Textfigg. 64/65 und 234/235; Pf. 661, Textfigg. 68/69 und 236/237; Pf. 666, Textfigg. 72/73 und 238/239; Pf. 544, Textfigg. 76/77 und 240/241; Pf. 660, Textfigg. 80/81 und 242/243; Pf. 559, Textfigg. 84 85 und 244/245; Pf. 650, Textfigg. 88 und 246.

Bei Pf. 660 (Textfigg. 80/81 und 242/243), sowie Pf. 559 (Textfigg. 84/85 und 244/245) sind die Rollkämme schon deutlich an der proximalen Epiphyse formiert.

Auftreten eines Knochenkernes zur Bildung der Trochanter major-Apophyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. tro. maj. ap.,
speziell Textfigg. 234—246.

Als zweiter Epiphysenkern tritt ein Ossifikationspunkt in der knorpelig vorgebildeten Trochanter major-Apophyse auf (Pf. 670, Textfigg. 64/65 und 234/235), und zwar zu einer Zeit, wo die distale Epiphyse am Mittelschaft sich bereits zu einem ansehnlichen Knochenstück entwickelt hat.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpelig vorgebildeten proximalen Femur-Epiphyse (Gelenkkopf des Femur)

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. ep. prox.,
speziell Textfigg. 240—246.

Nach einiger Zeit gesellt sich diesem Kern ein Verknöcherungspunkt im Femurgelenkkopf hinzu (Pf. 544, Textfigg. 76/77 und 240/241). Die beiden Ossifikationszentren treten noch eine Zeitlang gesondert voneinander auf (Pf. 660, Textfigg. 80/81 und 242/243), um an der Basis allmählich durch gegenseitiges Wachstum einander näherzukommen (Pf. 559, Textfigg. 244/245).

Mehr als 4 Knochenkerne konnten wir selbständig auftretend während der Ossifikation der Femur-Anlage nicht auffinden. Der eine dieser Kerne kommt der Diaphyse zu, je einer der proximalen und distalen Epiphyse (Gelenkkopf und Condyli mit Kniescheibenrolle) und einer dem Trochanter major. Einen eigenen Knochenkern für den Trochanter tertius konnten wir nicht auffinden. Auf Grund unserer Untersuchungen nimmt der Trochanter tertius nicht aus einer eigenen, akzessorischen Anlage heraus seinen knöchernen Ursprung.

(Le fémur, très spongieux à ses extrémités se développe par 4 noyaux d'ossification principaux: un pour le corps, le second pour la tête articulaire, le troisième pour le trochanter, et ce dernier enfin pour l'extrémité inférieure tout entière, Chauveau, 1857).

Saarni findet bei den beiden totgeborenen Fohlen im Gelenkkopf, im Trochanter major und in der distalen Epiphyse je einen Knochenkern vor. Nach Saarni treten die Epiphysenkerne und der Knochenpunkt im Trochanter major im letzten Fötalmonat auf.

Auftreten eines Verknöcherungspunktes in der Patella

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung pat.,
speziell Textfigg. 244—246.

Die Patella verknöchert, nachdem sich alle Epiphysen am Femurknochen zur Ossifikation angeschickt haben und als knöcherne Anlagen am Knochen wohl ausgebildet sind (Pf. 559, Textfigg. 84/85, 244/245). Die Ossifikation der Patella fällt also auf eine sehr späte Periode der Extremitätenverknöcherung.

Auch von den früheren Autoren wird die Verknöcherung der Patella erst nach der Geburt registriert (Saarni, 1921; Zietzschmann, 1924).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Stylopodiumanlage der Hinterextremität des Pferdes Textfigur 748 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

b) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterschenkel)

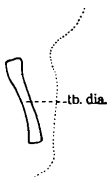
Auftreten der knöchernen Diaphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. dia.,
speziell Textfigg. 247—264.

Die Tibia-Diaphyse, die auf den frühesten Stadien der untersuchten Extremitätenentwicklung kaum recht von der Radiusdiaphyse der Vorderextremität zu unterscheiden ist (Pf. 602, Textfigg. 1/2 und 3/4, ferner 128/129 und 247/248), zeichnet sich allmählich gegenüber dieser (namentlich bei einem Vergleich der Seitenansichten der röntgenologisch aufgenommenen Extremitäten bezw. Gliedmassenabschnitte deutlich) durch die Ausbildung eines massig abgesetzten und charakteristisch geformten, proximalen Vorderendes aus (Pf. 667, Textfigg. 43/44 und 251/252; Pf. 605, Textfigg. 53/54 uud 253/254; Pf. 661, Textfigg. 68/69; Pf. 544, Textfigg. 76/77).

Textfigg. 247—264

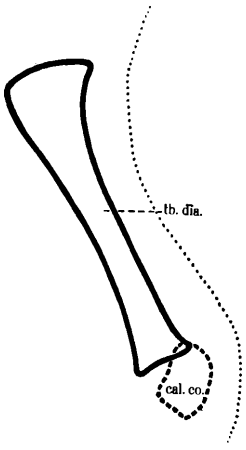
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Zeugopodiums (Unterschenkelskelett) beim **Pferd** (Tibia/Fibula-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



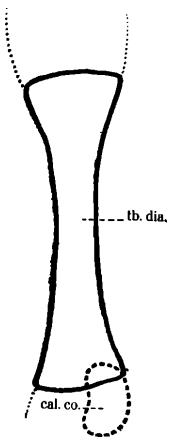
Textfig. 247



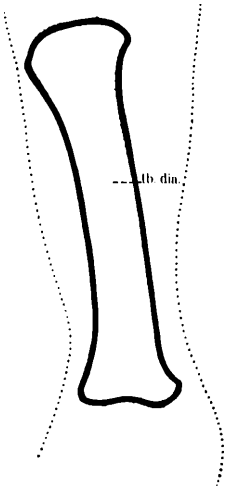
Textfig. 248



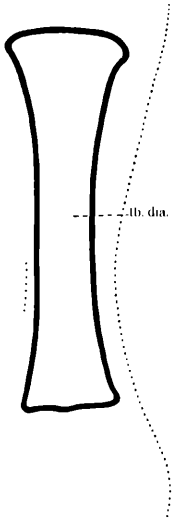
Textfig. 249



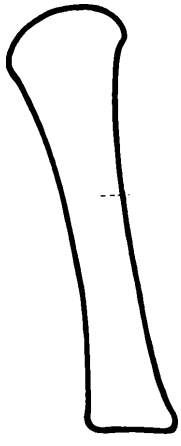
Textfig. 250



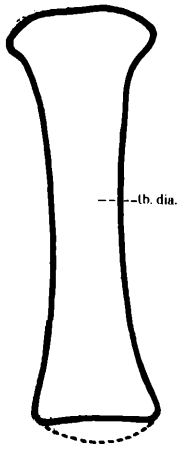
Textfig. 251



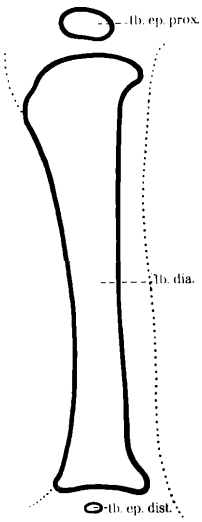
Textfig. 252



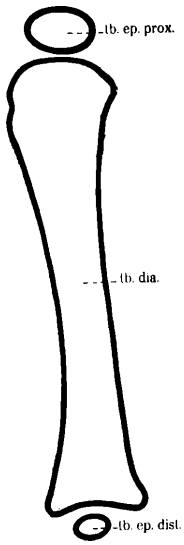
Textfig. 253



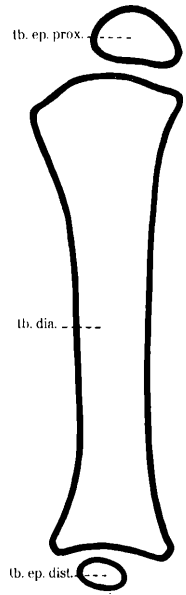
Textfig. 254



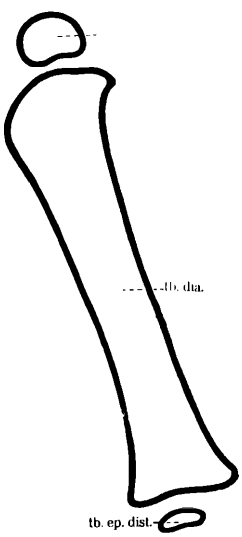
Textfig. 255



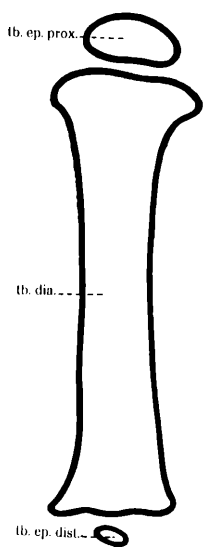
Textfig. 256



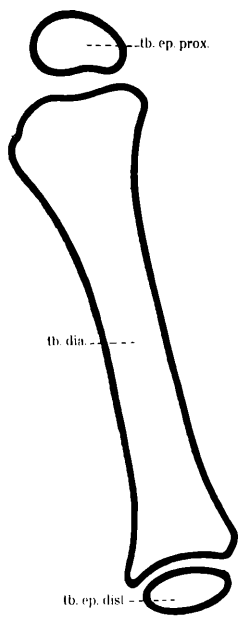
Textfig. 257



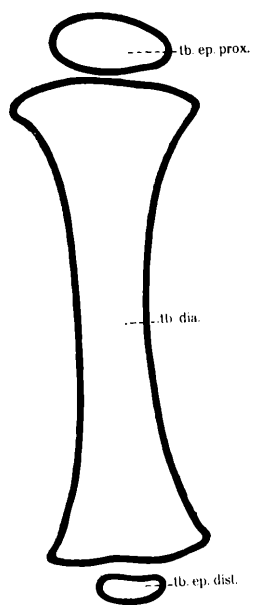
Textfig. 258



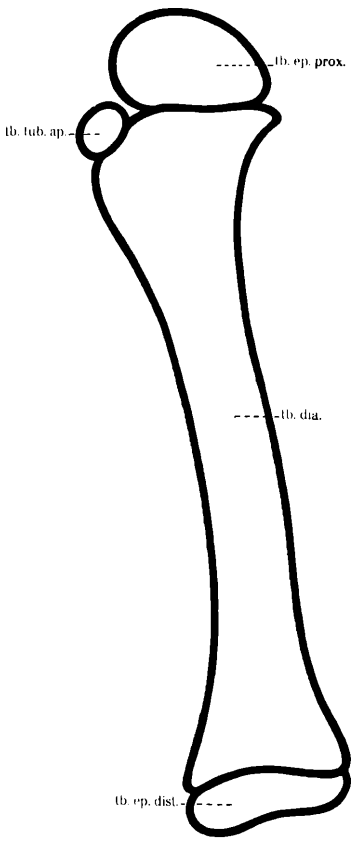
Textfig. 259



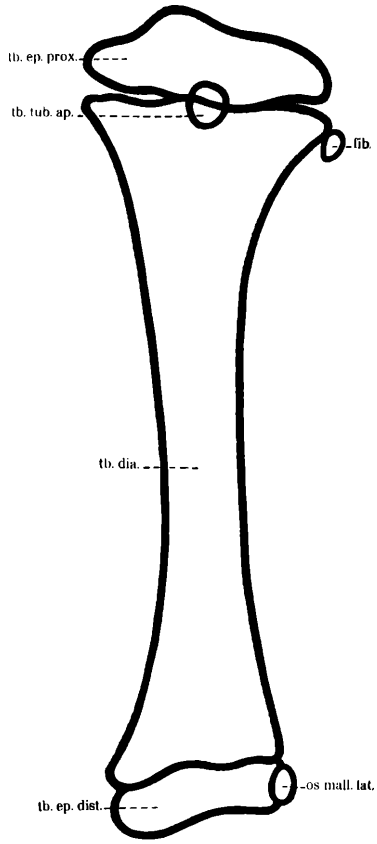
Textfig. 260



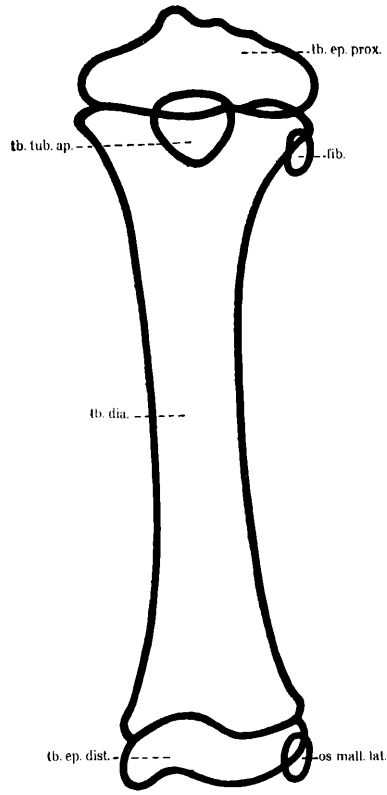
Textfig. 261



Textfig. 262



Textfig. 263



Textfig. 264

Auftreten eines Knochenkernes in der proximalen Epiphyse der Tibia

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. ep. prox.,
speziell Textfigg. 255—264.

Als die zuerst sich verknöchernde Epiphyse an der Tibia muss die proximal gelegene Epiphyse bezeichnet werden, die bei Pf. 605, Textfigg. 253/254, zwar noch nicht, bei Pf. 518, Textfig. 255, aber schon mit einem Knochenpunkt in der distal gelegenen Tibia-Epiphysenanlage vorhanden ist, wenn auch letztere erst ihren Verkalkungskern in Form eines kleinen Ossifikationspunktes anlegt. Auf Grund unseres vorliegenden Materials müssen wir den proximal gelegenen Kern unbedingt für den älteren, zuerst auftretenden halten, wiewohl wir recht gern hier noch ein Stadium eingeschaltet wissen möchten, das die proximale Epiphysenverknöcherung ohne die Anlage eines Ossifikationspunktes in der distalen knorpeligen Epiphysenanlage veranschaulichen könnte.

Auftreten eines Knochenkernes in der distalen Epiphyse der Tibia

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. ep. dist.,
speziell Textfigg. 255—264.

Als zweiter Epiphysenkern tritt nach Erscheinen eines Ossifikationszentrums in der proximalen Epiphysenanlage ein Knochenpunkt in der distalen Epiphysenanlage auf (Pf. 518, Textfigg. 56 und 255). Dieser ist auch bei Pf. 545, Textfig. 256; Pf. 661, Textfigg. 68/69; Pf. 666,

Textfigg. 72/73 u. 260/261 und in den übrigen Fällen (so z. B. Pf. 544, Textfigg. 76/77; Pf. 660, Textfigg. 80/81) anzutreffen, allerdings bereits in voller Form entwickelt.

Auftreten einer Verknöcherung in Form eines eigenen Knochenpunktes zur Bildung der späteren Tuberositas tibiae

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. tub. ap.,
speziell Textfigg. 262—264.

Nachdem sich die beiden Epiphysen des Schienbeins bereits zu recht ansehnlichen Ossifikationszentren entwickelt haben, tritt ein weiterer Knochenkern am proximalen Endteil der Tibiadiaphyse auf, ein Verknöcherungspunkt, der, wiewohl ursprünglich selbständig auftretend, mit dem knöchernen Schaft des Schienbeins später verschmilzt, und aus welchem sich die spätere Tuberositas tibiae entwickelt (Pf. 544, Textfigg. 76/77; Pf. 559, Textfigg. 262/263 und Pf. 650, Textfig. 264.)

Auftreten eines Knochenkernes (Os malleolare laterale) an der Tibia

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung os mall. lat.,
speziell Textfigg. 263—264.

Ein weiterer ursprünglich selbständig verknöchernder Bestandteil der Tibia bildet das zukünftige Os malleolare laterale. Es tritt auf den am weitesten in der Entwicklung der Extremitäten fortgeschrittenen untersuchten Stadien in Form eines scharf umgrenzten Kernes sowohl auf den Aufnahmen des Unterschenkelskelettes in Seiten- wie auch in Frontlage auf (Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 263; Pf. 650, Textfigg. 88 und 264).

Auftreten von anderen verknöcherten Resten der Fibula auf den Aufnahmen von der Tibia

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fib.,
speziell Textfigg. 263/264.

Als rudimentäre verknöcherte Reste der Fibula, die bei Rhinoceros und Tapir noch als schmaler schlanker Knochen auftritt, sind ausser einem Knochenpunkt für das Os malleolare laterale (= distale Tibiaepiphyse) voneinander getrennt Anlagen der proximalen Epiphyse in Form eines kurzen, griffelförmigen Elementes und der Diaphyse wahrgenommen worden. Erstmals fanden wir verknöcherte Reste dieser Anteile bei Pf. 605, wo sie auf dem Originalfilm (Pl. 31) deutlich zu sehen sind, aus technischen Gründen aber bei der Reproduktion nicht in überzeugender Weise (zufolge der Verkleinerung) wiedergegeben werden konnte.

Bei Pf. 559 (Textfig. 263 und Taf. XXX, Fig. 33) ist der proximale Fibulaepiphysenteil in Form eines rundlichen Kernes knöchern vorhanden, desgleichen bei Pf. 650 (Textfig. 264).

Bezüglich der Verknöcherung der Fibula konstatiert Chauveau (1857), dass sie sich nur aus einem einzigen Knochenkern heraus knöchern anlegt. Eine Entwicklung aus einheitlicher Anlage heraus nimmt auch Rosenberg (1873) an: die Fibula, deren untere Epiphyse er mit der Tibia verschmolzen vorfindet, zeigt wie die Ulna primitive Zustände.

Saarni (1921) berichtet zunächst von der knorpeligen Fibulaanlage, die beim Embryo von 3,2 cm in ihrer ganzen Länge von der Tibia getrennt zur Ausbildung gelangt, aber einen

verhältnismässig ansehnlichen Durchmesser noch aufweist. Das proximale Ende der Fibula, das sogenannte «Fibulaköpfchen», erreicht noch die Höhe der proximalen Gelenkfläche der Tibia, während sie sich distalwärts verjüngt, ihr distales kolbiges Ende bis zur Endlinie der distalen Gelenkfläche der Tibia vorschiebend. Der Autor hebt sodann die frühzeitige Rückbildung der Fibula hervor, die früher als die der Ulna erfolgt und schon in der Anfangshälfte des 3. Monats von der Trennung der Diaphyse und Epiphyse begleitet ist. Hinsichtlich der Verknöcherung der reduzierten Fibula bemerkt SAARNI, dass die Fibuladiaphyse erst spät zu verknöchern beginnt, da er sie, von einem Befund an einem toten Fohlen abgesehen, wo die Fibula in verknöchertem Zustande vorlag und bis zur Mitte der Tibia reichte, bei allen seinen untersuchten Föten noch knorpelig vorfand. «Die Diaphyse der Fibula verknöchert erst in den letzten Fötalmonaten, während proximale und distale Epiphyse erst postfötal zur Verknöcherung gelangen. Der Malleolaris fibularis der Tibia und die distale Epiphyse der Fibula sind bei der Geburt noch knorpelig.»

DRAHN (1927) berichtet, dass die Fibulareduktion ganz ähnlich wie die Ulnareduktion vor sich gehe. Auch er findet die knorpelige Fibula auf jungen Stadien der Embryonalentwicklung (Embryonen von 5 cm Kopfsteisslänge) noch als selbständigen, bis zum Niveau des distalen Endes der Tibia vorgeschobenen Knorpelstab vor. Die Kontinuitätsunterbrechung, d. h. die Spaltung in einen Mittel- («Diaphyse») und distalen Endteil («distale Epiphysen»- bezw. «laterale Gelenkkamm- und Malleolus lateralis-Anlage im unteren Teil») wird erst durchgeführt, nachdem der Embryo eine Länge von 10 cm erreicht hat. In bezug auf die Verknöcherung erwähnt DRAHN, dass er bei einem Embryo von 8,2 cm Länge die Diaphyse der Fibula bereits im ganzen Umfang knöchern angetroffen hat.

Aus diesen Literaturangaben geht hervor, dass bezüglich Eintreten der Diskontinuität des ursprünglich einheitlichen Knorpelstrahls und bezüglich Eintritt der Verknöcherung bei SAARNI und DRAHN keine Übereinstimmung besteht. Zum ersten Punkt können wir uns nicht äussern. Was den zweiten Punkt anbetrifft, so decken sich unsere Befunde mit denen SAARNIS insofern, als wir röntgenologisch die Fibulaverknöcherung ebenfalls erst recht spät feststellen konnten, mit denen DRAHNS aber insoweit, als sie das Schicksal des distalen Diaphysenteiles der Fibula betreffen und Ergebnisse bringen, zu denen auch MARTIN (1912) gekommen ist.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Zeugopodiumanlage der Hinterextremität des Pferdes Textfigur 750 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

c) Die Basipodium-Verknöcherung (Tarsus)

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage des Calcaneus-Körpers

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung cal. co.,
speziell Textfigg. 265—292.

Als erster Knochenkern im Tarsus erscheint ein Knochenpunkt in der knorpeligen Anlage des Fersenbein-Körpers (Pf. 617, Textfigg. 7/8 u. 267/268). Das früheste uns zur Untersuchung bei den Pferden vorliegende Stadium (Pf. 602, Textfigg. 3/4 u. 265/266) zeigt noch das bindegewebige bezw. knorpelige Interspatium ohne Ossifikationszentrum. Diese erste Verknöcherung am Körper des Calcaneus tritt bedeutend früher in Erscheinung als die nachfolgende Talus-(Rollbein-)Ossifikation, deren Beginn — wie wir im Nachfolgenden sehen werden — bei Pf. 568 beobachtet wird. Bis zu diesem Zeitpunkt nimmt der Calcaneuskern in seiner Knochensubstanz an Umfang zu und lässt auf den zuletzt in die Reihe und Untersuchung einbezogenen Stadien bereits deutlich die spätere definitive Form des Knochens erkennen (Pf. 600, Textfigg. 269/270; Pf. 563, Textfigg. 271; Pf. 667, Textfigg. 272/273).

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage des Talus

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tal.,
speziell Textfigg. 274—292.

Das zweite Ossifikationszentrum, das sich aus den knorpeligen Gewebeunterlagen der einzelnen Elemente im der Ossifikation unterworfenen Tarsus einstellt, ist ein Knochenkern im Talus (Pf. 568, Textfigg. 46 und 274). Der knöcherne Talus nimmt bei den Pferden *aus zwei ursprünglich getrennten Ossifikationszentren* seine Entstehung (Pf. 658, Textfigg. 49/50 u. 275/276 und Pf. 605, Textfig. 54 u. 278). Diese tauchen als kleine, nahe aneinanderliegende Ossifikationskerne auf und erzeugen später, nachdem bereits der Zusammentritt und die Verschmelzung dieser Knochenkerne erfolgt sind, am distalen Rand der einheitlichen Verknöcherungsanlage noch eine Art Einkerbung (Pf. 518, Textfigg. 56 u. 279), welche auf den Zusammentritt von zwei ursprünglich getrennten Elementen hinweist.

Im Anschluss an unseren Befund, dass der knöcherne Talus in der Hinterfusswurzel bei den Pferden aus zwei selbständigen Knochenkernen hervorgehen kann und im Hinblick auf die noch später zu erwähnende Feststellung, dass auch die knorpelige Anlage des Os centrale bei den Eseln in zwei ursprünglich getrennten Ossifikationsherden verknöchert, sei noch erwähnt, dass im Tarsus mancher Säugetiere, namentlich in der hinteren Fusswurzel der Nagetiere ein Knochenstück aufgefallen ist, das vor BAUR 1885 stets als «Sesambein» betrachtet wurde. So macht auch GEGENBAUR (1864) in seinen Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere auf die Vermehrung der Tarsalelemente bei Nagetieren aufmerksam, wobei er bemerkt, dass diese Vermehrung um zwei Knochen aus einer Teilung des «Naviculare» (unseres Os centrale) und aus dem Hinzutreten eines überzähligen Knochens, der am inneren Fussrande dem Cuneiforme 2 (Tarsale 2) angelagert ist, abgeleitet werde [1]). Der dem Cuneiforme angelagerte, am inneren Fussrande gelegene Knochen sei nach ihm als «erster überzähliger Knochen», der aus der Teilung des «Naviculare» hervorgehende Knochen als «zweiter überzähliger Knochen» bezeichnet. GEGENBAUR äussert sich nun mit Rücksicht auf den letzteren in folgender Weise: «Das Vorkommen des zweiten Knochenkernes sowie ähnlicher überzähliger Stücke im Tarsus der Monotremen schliesst die Möglichkeit nicht aus, dass auch das aus einer Trennung des Naviculare entstanden ausgegebene Stück ein Accessorium ist. Daran wird wenigstens so lange festgehalten werden dürfen, bis der Nachweis einer Trennung des Naviculare aus der Entwicklung geliefert ist.»

BAUR G. (1885) ist der erste, der nun auf die näheren Beziehungen des GEGENBAURschen «zweiten Sesambeins» zum «Naviculare» tatsächlich hinweisen kann. Er ist deshalb nicht in der Lage, den fraglichen Knochen als «Sesambein» zu bezeichnen. Er findet bei den Carnivoren den Knochen wie bei Lepus mit dem Naviculare augenscheinlich in Verschmelzung. Bei einem Hundeembryo von 65 mm Kopfsteisslänge findet er noch ganz deutliche Zeichen einer einstigen Trennung. BAUR ist geneigt, dieses Knochenstück einem Os tibiale (in der Vorderextremität dem Os radiale) homolog zu setzen. Somit wäre nach BAUR nur «das erste überzählige Element» ein Accessorium; der Astragulus (Talus) würde dann dem Intermediale in der Vorderextremität allein, der Calcaneus dem Fibulare (Ulnare) allein homolog sein. BAUR glaubt sich zu dieser Annahme um so eher berechtigt, als er bei Embryonen den Astragulus (Talus) immer nur aus *einem einzigen* Stück bestehend antrifft und ein Knorpelstück zwischen Astragulus und Calcaneus nicht vorhanden ist.

Unser Befund, bei den Equiden für Talus- (beim Pferd) und «Naviculare-» (beim Esel) (= Centrale) Knochenanlagen anzutreffen, die, eine jede für sich, aus zwei vollständig getrennten Knochenpunkten hervorgehen, so dass für beide die sekundäre Verschmelzung dieser und eine dinukleäre Genese vorliegt, dürfte nun dazu dienen, weiteres Licht in die schwierigen Homologieverhältnisse der Knochenbestandteile in der Hinterfusswurzel zu bringen. Nach unseren Befunden

[1]) cit. nach BAUR (1885).

wäre es gegeben, den Calcaneus als das Os fibulare (in der Vorderextremität würde es sich um das Ulnare handeln), den Astragulus (Talus) aber als Verschmelzungsprodukt eines Intermediale (Intermedium in der Vorderextremität) und Os tibiale = zweiter medial gelegener Taluskern (in der Vorderextremität Radiale) anzusprechen, welche beiden Komponenten den ursprünglich getrennt auftretenden Knochenkernen im Talus entsprächen. Der zweite Knochenkern in der Anlage des Os centrale dürfte dann eher noch auf das einstige Vorhandensein eines zweiten Centrale hinweisen, das aber nicht mehr als selbständiger Knochen in Erscheinung tritt, sondern nur für ganz kurze Zeit während des Prozesses der Knochenbildung auftritt, um hernach sofort mit dem andern Kern zu einer einheitlichen Anlage, dem «Centrale» zu verschmelzen

Textfigg. a und b

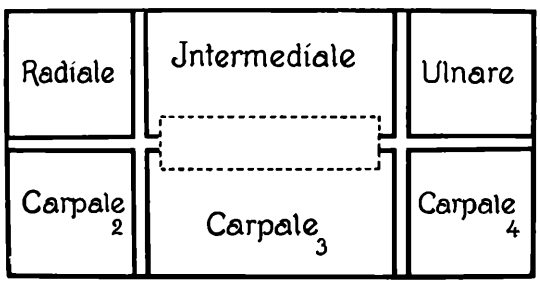


Fig. a

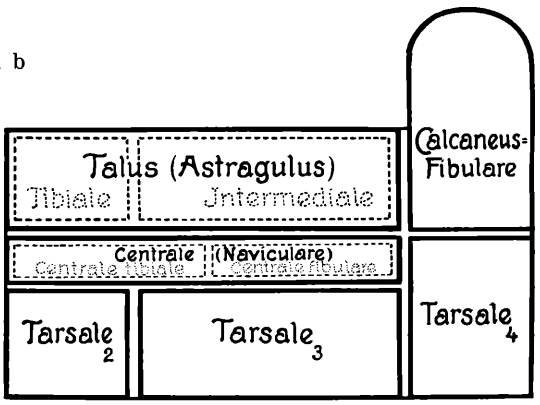


Fig. b

Einfach gehaltene Schemata zur Darstellung der auf Grund der festgestellten Vorkommnisse eines zweiten Ossifikationskernes in der Anlage des Talus beim Pferd und in der Anlage des Centrale beim Esel mutmasslichen Homologieverhältnisse.

Fig. a: Verhältnisse in der Vorderextremität.
Fig. b: Verhältnisse in der Hinterextremität.

Ausserordentlich interessant erscheint uns der Nachweis, dass der Talus anfänglich in zwei getrennten Knochenkernen zu verknöchern pflegt. Dieser Befund scheint zugunsten der Ansicht zu sprechen, dass der Talus tatsächlich nicht einen einheitlichen Knochen repräsentiert, als welchen er nach der Auffassung Brooms, der in ihm das Tibiale verkörpert sieht, oder nach der Anschauung Baurs, Leboucq und Emerys, die den Talus für das Intermedium halten, ausgegeben werden müsste, sondern das Verschmelzungsprodukt zweier Knochenelemente, wodurch die Darstellung eine Stütze erhält, der Talus sei ein aus dem Tibiale und Intermedium hervorgegangenes Knochenstück.

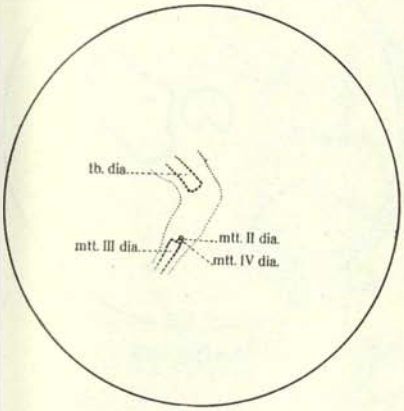
Die Entstehung des Scaphoids aus einem Centrale tibiale und Centrale fibulare konnte Emery bei einzelnen Beuteltieren nachweisen. Übrigens sind, wie auch Weber bemerkt, die Untersuchungen über den Tarsus nicht als abgeschlossen zu betrachten.

Calcaneus- und die einheitlich gewordene knöcherne Talusanlage wachsen nun zu ansehnlichen Ossifikationskernen aus (Pf. 545, Textfig. 280 und Pf. 700, Textfig. 281; Pf. 670, Textfigg. 64/65 u. 282/283; Pf. 661, Textfigg. 68/69 und Pf. 666, Textfigg. 72/73 u. 284/285), und erst nachdem diese sich zu imponierenden knöchernen Gelenkteilen entwickelt haben, treten neue verknöcherte Fusswurzelelemente im Tarsus auf.

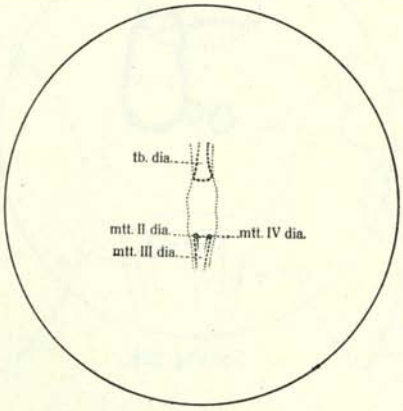
Saarni (1921) konstatiert die Verknöcherung in der Talus-Anlage durch Erscheinen eines Knochenkerns im 10./11. Monat. Beim neugeborenen Fohlen dagegen ist nach ihm die Verknöcherung des Talus schon fast völlig durchgeführt.

Textfigg. 265—292

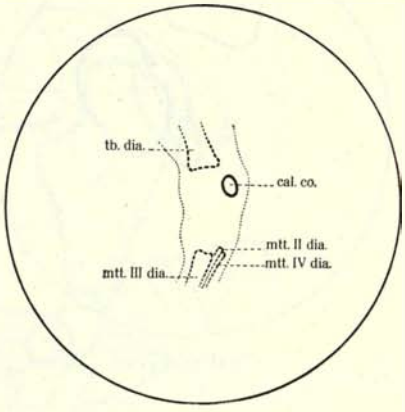
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Basipodium (Tarsus) beim **Pferd** (Hinterfusswurzel-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



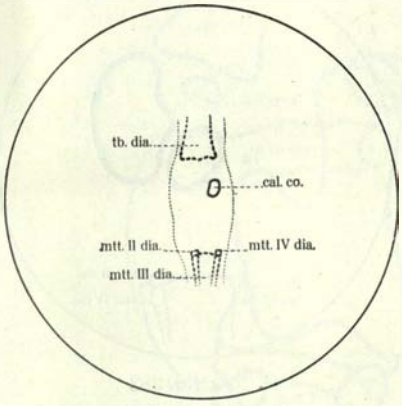
Textfig. 265



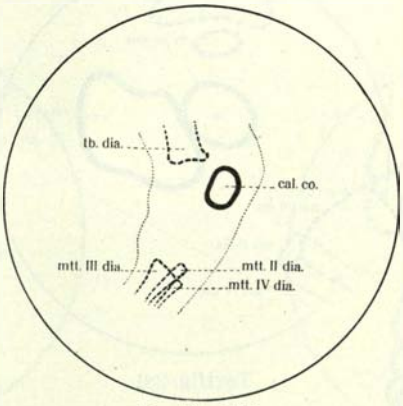
Textfig. 266



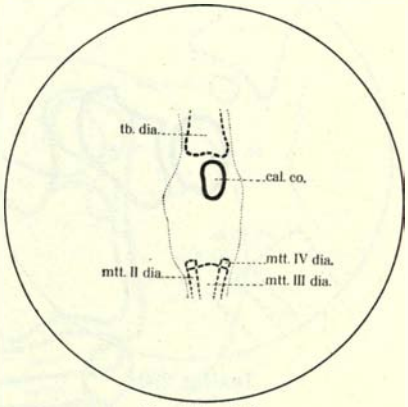
Textfig. 267



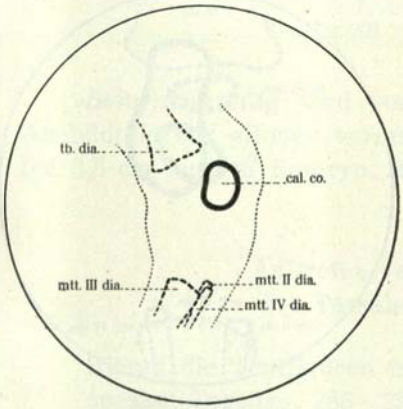
Textfig. 268



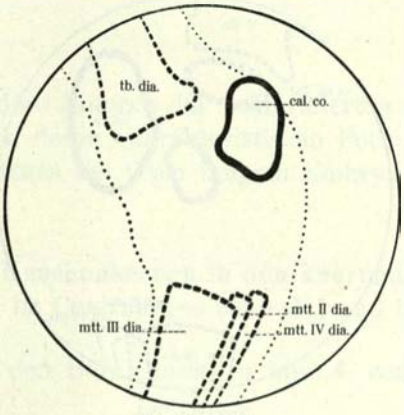
Textfig. 269



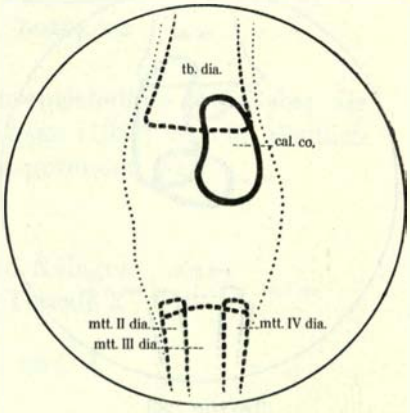
Textfig. 270



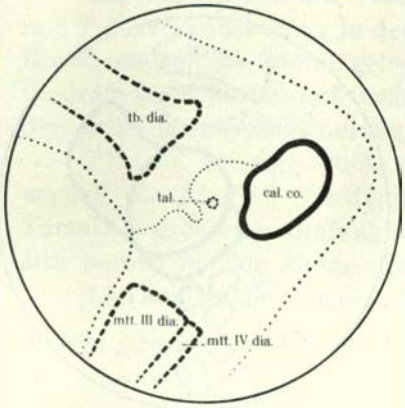
Textfig. 271



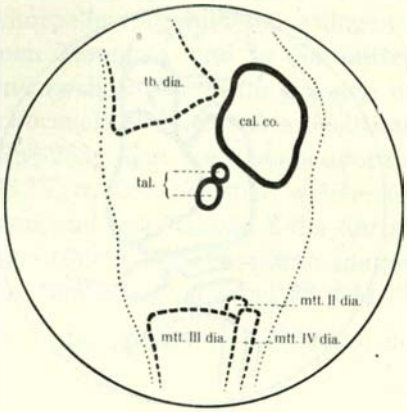
Textfig. 272



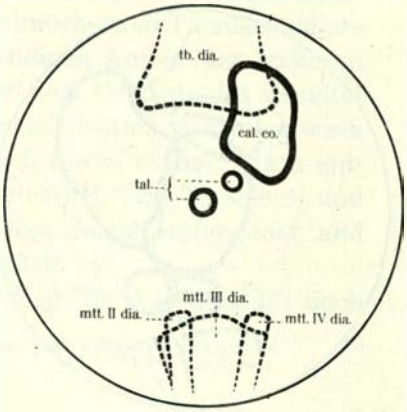
Textfig. 273



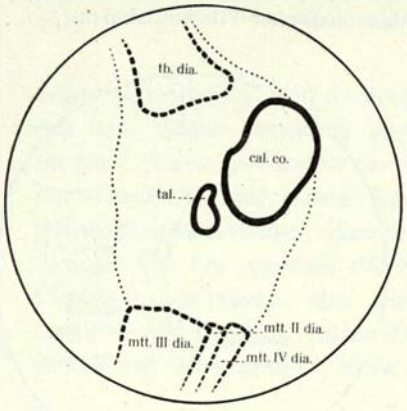
Textfig. 274



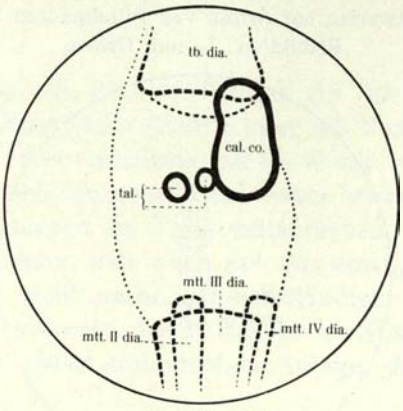
Textfig. 275



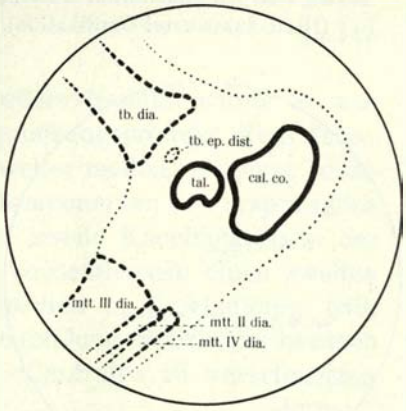
Textfig. 276



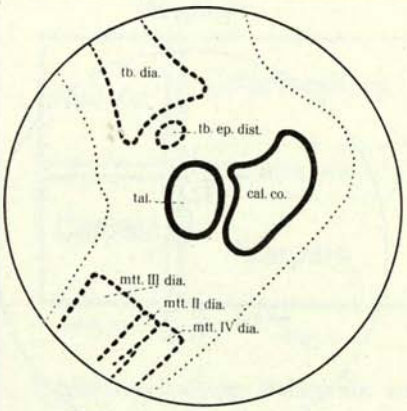
Textfig. 277



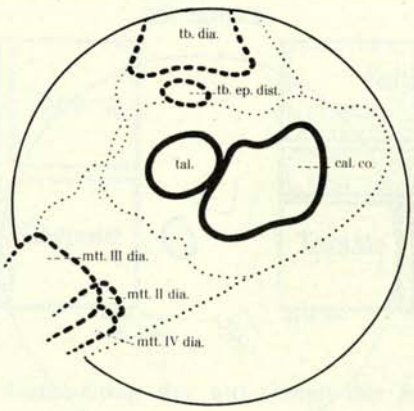
Textfig. 278



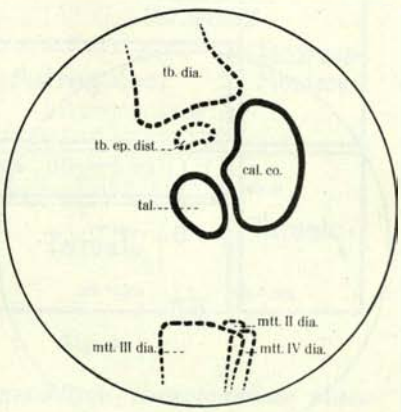
Textfig. 279



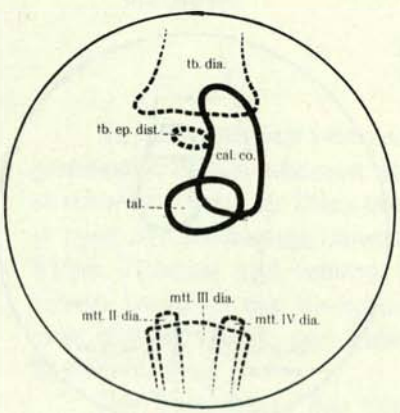
Textfig. 280



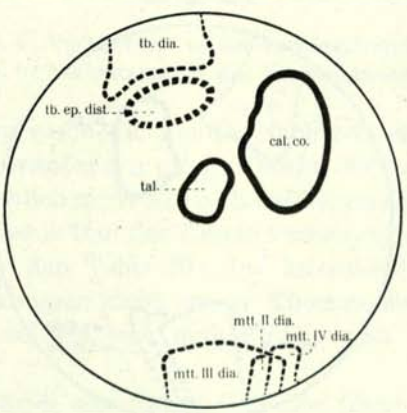
Textfig. 281



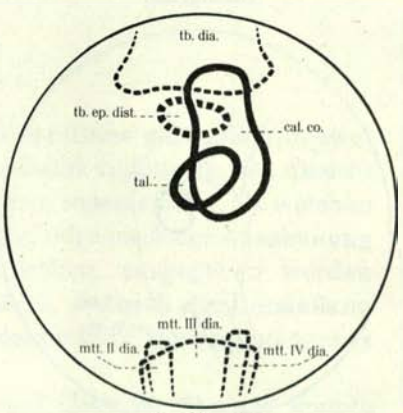
Textfig. 282



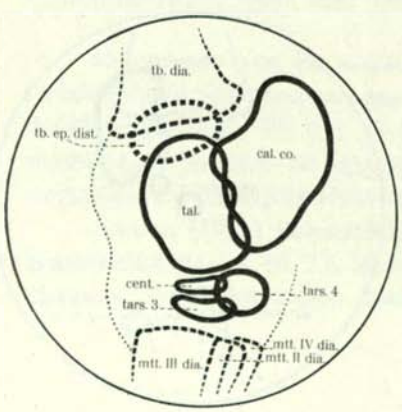
Textfig. 283



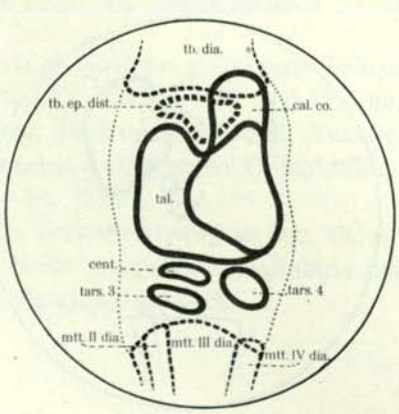
Textfig. 284



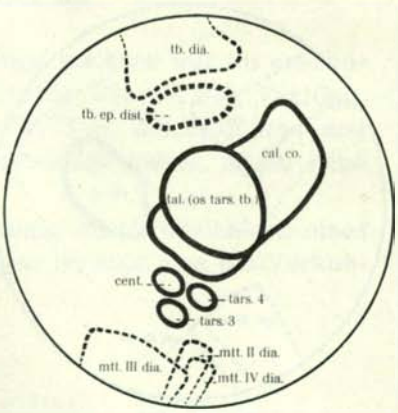
Textfig. 285



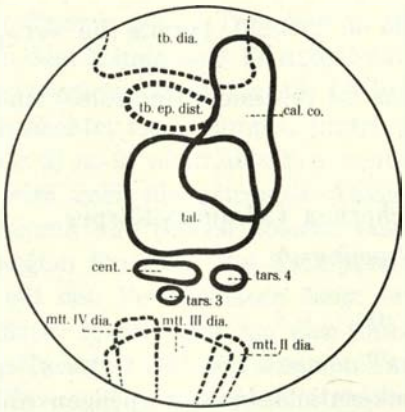
Textfig. 286



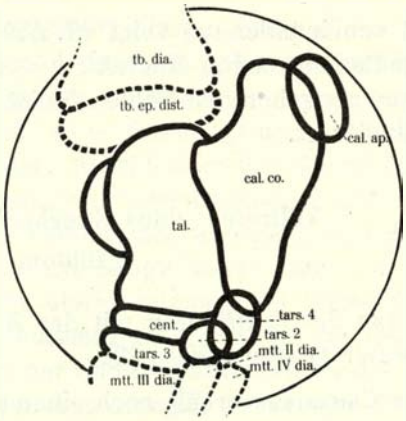
Textfig. 287



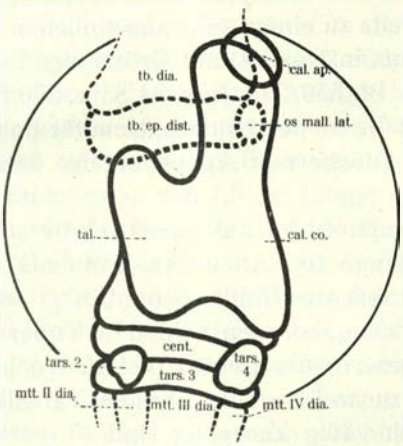
Textfig. 288



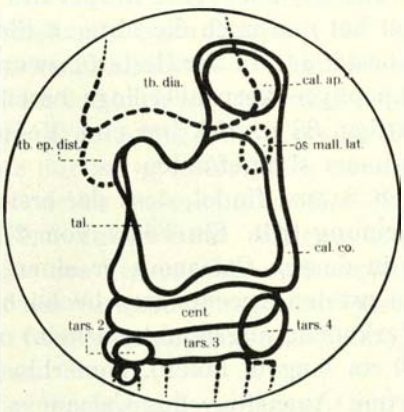
Textfig. 289



Textfig. 290



Textfig. 291



Textfig. 292

Sehr frühzeitig wird von den Autoren im präformierten Knorpelstadium des Talus die Ausbildung der «Rolle» vermerkt, deren charakteristische Form DRAHN (1927) bereits deutlich bei 3,5 cm langem Embryo, RETTERER bei 9 cm langem Embryo vorgefunden hat.

Auftreten von Knochenkernen in den knorpeligen Anlagen des Tarsale 4, im Centrale (os centrale) und im Tarsale 3

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen tars. 4, cent., tars. 3, speziell Textfigg. 286—292.

Als weitere von der Verknöcherung ergriffene Elemente treten nach der Calcaneuskörper- und Talusverknöcherung in den knorpelig vorgebildeten Anlagen der knöchernen Tarsuselemente Knochenkerne im lateral gelegenen Tarsale 4 und in der mittelständigen Anlage des späteren Centrale (os centrale) auf, während noch weiter distal gelegen unter dem Centrale das Resultat der vorläufigen Verknöcherung in Form eines Knochenkernes in der Tarsale 3-Anlage sichtbar wird.

Pf. 660, Textfigg. 80/81 u. 288/289, zeigt die Knochenkerne noch etwas weniger stark entwickelt als Pf. 544, Textfigg. 76/77 u. 286/287, bei welchem namentlich das Tarsale 4 und Tarsale 3 grösseren Umfang zeigen und das Tarsale 3 die kernförmige Gestalt aufgegeben und sich bereits in eine kleine, flachgedrückte Knochenplatte umgewandelt hat.

Erscheinen die einzelnen Ossifikationsstellen bei Pf. 544, Textfigg. 76/77 u. 286/287, noch

getrennt voneinander, so zeigt Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 290/291 bereits die verschiedenen Komponenten im engen Kontakt.

Beim neugeborenen Fohlen findet SAARNI (1921) das Os centrale («Centrale») zum grossen Teil verknöchert.

Auftreten eines Knochenkernes am knöchernen Calcaneus-Körper (Bildung der Calcaneus-Apophyse)

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung cal. ap., speziell Textfigg. 290—292.

Der Calcaneus erhält noch einen zweiten Knochenkern in seiner knorpeligen Anlage. Der erste Kern lässt aus sich heraus den Calcaneuskörper entstehen, der als erstes und frühestes Element in der Tarsusossifikation zu gelten hat. Der zweite Kern taucht erst viel später auf, nachdem sich der knöcherne Körper des Fersenbeins bereits zu einem sehr ansehnlichen Knochen entwickelt hat und auch die übrigen Elemente des Tarsus in Gestalt und Grösse den definitiven Knochenbeständen in der Hinterfusswurzel entsprechen. Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 290/291, zeigt diesen Apophysenkern allerdings bereits stark entwickelt. In der Hinterextremität des Pferdes 650, Textfigg. 88 u. 292, hat eine Verschmelzung der knöchernen Apophyse mit dem Körper des Calcaneus stattgefunden.

Auch SAARNI findet, dass der erste Verknöcherungspunkt im Calcaneus relativ schon früh in Erscheinung tritt. Ein Fötus von 27 cm Kopfsteisslänge (im Alter des 5. Monats) war der kleinste, in dessen Calcaneus er einen kleinen Knochenkern auffinden konnte.

Den zweiten Knochenkern beobachtet er bei einem neugeborenen Fohlen im Tuber calcanei. Dieser Verknöcherungspunkt erscheint nach ihm erst kurz vor der Geburt (bei 42 Wochen altem bezw. 89 cm langem Föten), immerhin zu einer Zeit, zu welcher die übrigen Tarsalknochenanlagen (mit Ausnahme des Calcaneus und Talus) noch völlig knorpelig sind.

Auftreten eines knöchernen Tarsale 2 und Tarsale 1

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen tars. 2 und tars. 1, speziell Textfigg. 290—292.

Wir haben bereits auf die Verhältnisse bezüglich der Tarsusverknöcherung bei Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 290/291 hingewiesen, wo wir auf das Vorhandensein des knöchernen Calcaneuskörpers, der knöchernen Apophyse des Calcaneus, des Tarsale 4 und Tarsale 3 und des Centrale in ihren definitiven gestaltlichen Ausbildungsformen aufmerksam machten. Bei Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 290/291 sehen wir nun noch ausser diesen Elementen, denen wir ja mit Ausnahme der knöchernen Calcaneusapophyse schon im Tarsus des Pferdes 660 begegnet sind, ein knöchernes Tarsale 2 auftreten.

Endlich haben wir noch des Auftretens eines knöchernen Tarsale 1 zu gedenken, das uns bei Pf. 650, Textfigg. 88/88b u. 292 im Tarsus entgegentritt, nicht aber in allen Fällen aufzufinden ist.

Interessant sind die Mitteilungen über die Vorgeschichte der knorpeligen Anlagen des Tarsale 2 und Tarsale 1. Bei 3,5, 3,8 und 7,4 cm langen Embryonen sind nach SAARNI (1921) die Tarsalelemente bereits völlig verknorpelt. Das Os tarsale 1 bildet, von dem Os tarsale 2 völlig getrennt, ein selbständiges Knorpelstück. Es hat plantar vom Os tarsale secundum seine Lage. Während das Os tarsale 1 distal keine Knorpel als Unterlage hat, artikuliert das Os tarsale 2 mit dem Metatarsale II. Bald nach der Entstehung der freien Gelenkflächen im Tarsus ver-

schmelzen Tarsale 2 und Tarsale 1 zu einem einzigen Knorpelstück zusammen und das Tarsale 4 lagert sich dem Metatarsale IV und Metatarsale III auf. Schon MARTIN und RETTERER haben bereits diese ursprüngliche Trennung der Os tarsale 1-Anlage mit der Os tarsale 2-Anlage beobachtet. DRAHN beobachtet sie ebenfalls, findet aber «Cuneiforme 1» (= Tarsale 1) und «Cuneiforme 2» (= Tarsale 2) noch nicht deutlich voneinander geschieden. Sobald aber der Knorpelcharakter klar ist, wird auch die getrennte Anlage beider Knochen, in Übereinstimmung mit RETTERER, BONNET, MARTIN und SAARNI absolut eindeutig (völlige Trennung der knorpeligen Anlagen bei 4,5 cm langem Embryo). Bei Embryonen von 9,5 und 10 cm Länge waren aber die Anlagen in einer mit den Verhältnissen beim erwachsenen Pferd übereinstimmenden Weise knorpelig verschmolzen. MARTIN gibt an, dass durch deutliche Connaszenz eine Vereinigung des plantar gelegenen Tarsale 1 mit dem dorsalen Tarsale 2 schon vor der Geburt stattfindet, DRAHN bemerkt, dass die Trennung — und damit steht sein Befund mit den Äusserungen BONNETS im Einklang — immerhin auch eine dauernde sein kann, indem unter den Materialbeständen seines Institutes Fusswurzeln vorhanden waren, deren Maceration die Selbständigkeit der beiden Knochen ergab.

Das *Os tarsale 1, Os tarsale 2* und *Os tarsale 4* verknöchern nach SAARNI (1921) im letzten Monat. Er findet die für diese Anlagen auftretenden Knochenpunkte beim neugeborenen Fohlen allerdings noch wenig entwickelt; sie gehören nach ihm zu den letzten Verknöcherungen im Tarsus.

DRAHN orientiert uns über das Verhalten der knorpeligen Anlage des Tarsus. Es gelingt ihm, bei Embryonen von 7,5 cm Länge die Einzelelemente nur mit grösster Mühe aus dem kleinzelligen vorknorpeligen Gebiet der Tarsalgegend heraus sicher zu erkennen. Bei 3,5 cm und längeren Embryonen entsprechen die einzelnen Tarsalelemente in ihrer relativen Anordnung schon den späteren Verhältnissen. Die betreffenden Teile des Tarsus sind verknorpelt.

Wie SAARNI (1921) richtig beobachtet hat, geschieht die Verknöcherung aller Tarsalknorpel mit Ausnahme des Calcaneus, bei dessen Ossifikation Calcaneuskörper und -Apophysenkern zu erwähnen sind, von einem einzigen Knochenkern aus.

Diesem Befund aber widerspricht unser festgestelltes Vorkommnis von *zwei Ossifikationspunkten* in der knorpeligen Anlage des *Talus* bei Pferden und ausserdem auch in derjenigen des *Centrale* bei Eseln.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Basipodiumanlage der Hinterextremität des Pferdes Textfigur 752 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

d) Die Metapodium-Verknöcherung (Hintermittelfuss)

Das Auftreten der verknöcherten Diaphysen im Metatarsus

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen mtt. III dia., mtt. IV dia., mtt. II dia., speziell Textfiguren 293—309.

Was in bezug auf die Verknöcherung des Hauptstrahles und der Nebenstrahlen im Metacarpus gesagt worden ist, gilt auch für die Verknöcherung der entsprechenden Strahlen im Metatarsus. Auch in der Hinterextremität zeigt sich auf den vorliegenden röntgenologisch aufgenommenen frühesten Embryonalstadien das Metacarpale III als kräftiger länglicher Knochenstab, hinter welchem die unter sich ziemlich gleichartig formierten Nebenstrahlen, die bereits ebenfalls verknöchert sind, zurücktreten (Pf. 602, Textfigg. 3/4 u. 293/294). Die Längendifferenz zwischen dem Metatarsale III und dem Metacarpale III ist bei Pf. 602 (Textfigg. 1—4) noch kaum ausgesprochen, wiewohl sie bereits besteht. Deutlicher vorhanden ist sie dagegen bei Pf. 600 (Textfigg. 11—14, 295/296) und den weiter sich anschliessenden Fällen (Pf. 653, Textfigg. 19/20

Textfigg. 293—309

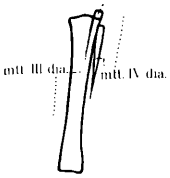
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Metapodium (Metatarsus) beim **Pferd** (Hintermittelfuss-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen.
Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



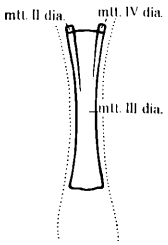
Textfig. 293



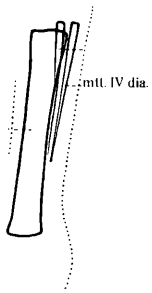
Textfig. 294



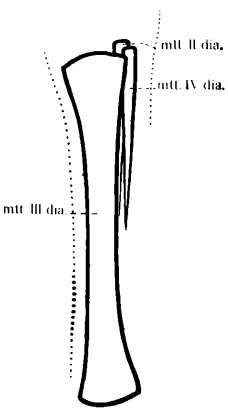
Textfig. 295



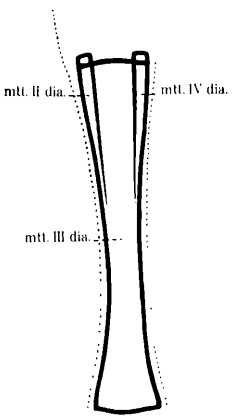
Textfig. 296



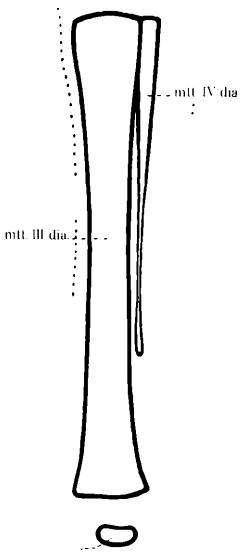
Textfig. 297



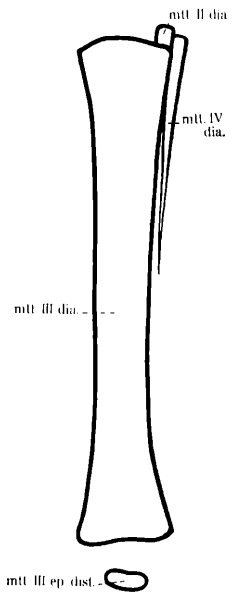
Textfig. 298



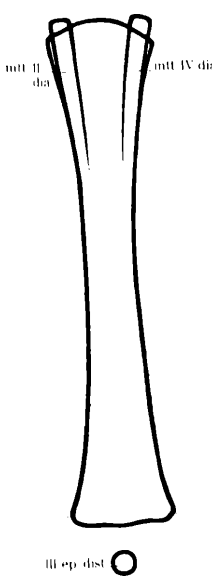
Textfig. 299



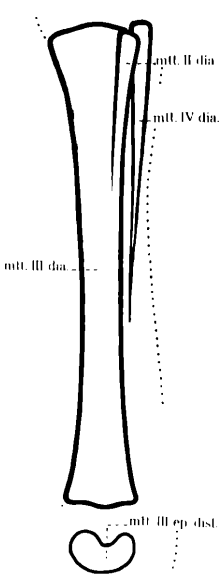
Textfig. 300



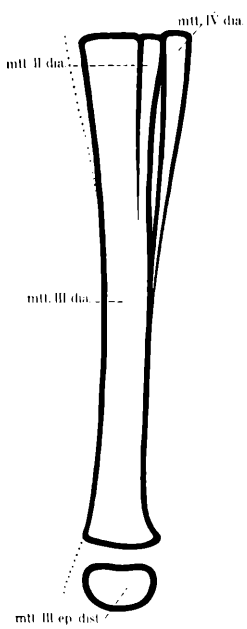
Textfig. 301



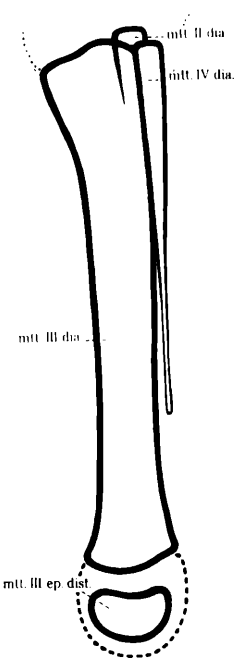
Textfig. 302



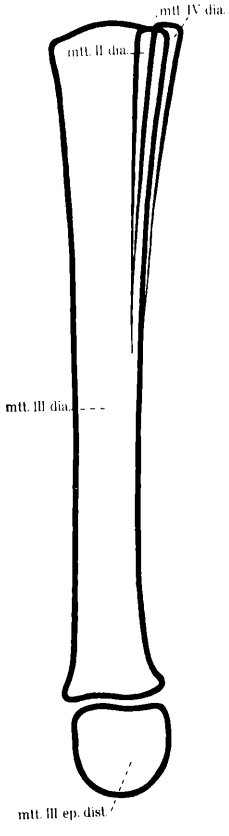
Textfig. 303



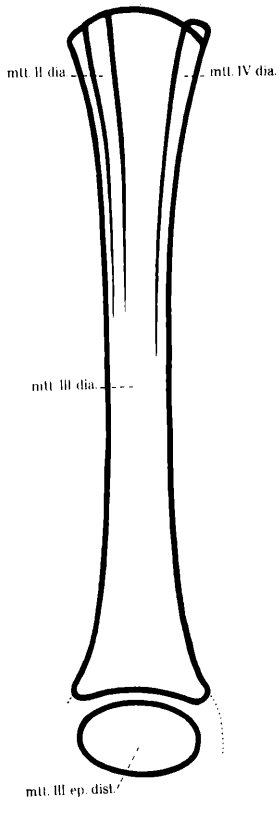
Textfig. 304



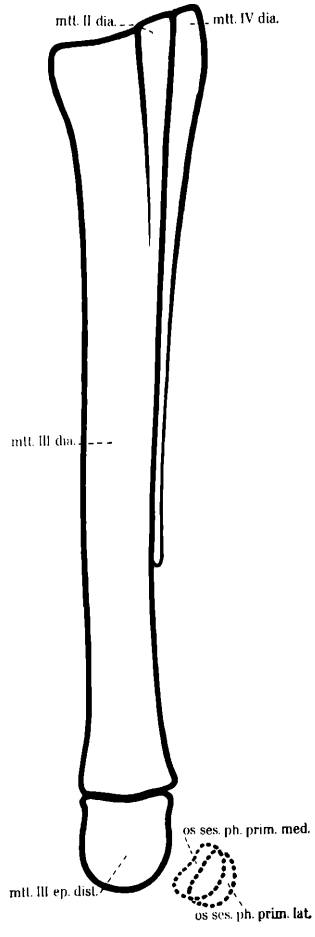
Textfig. 305



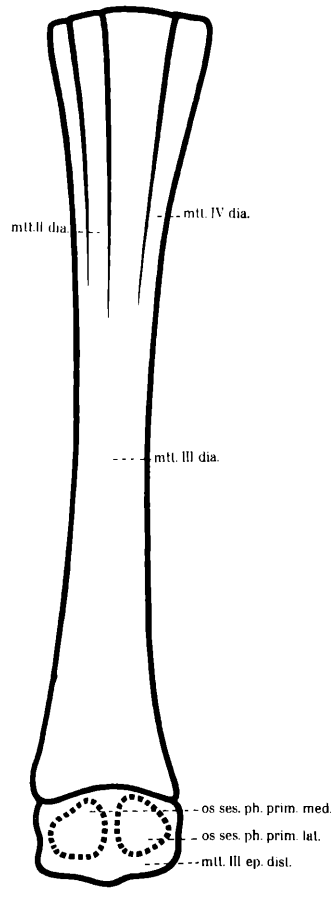
Textfig. 306



Textfig. 307



Textfig. 308



Textfig. 309

u. 297; Pf. 604, Textfigg. 27—30 u. 298/299; Pf. 667, Textfigg. 41—44). Die sich verknöchernden und bereits knöchern vorhandenen Anlagen der Nebenstrahlen zeigen in bezug auf ihr morphologisches Verhalten und ihre Beziehungen zum Hauptstrahl in der Hinterextremität ein ähnliches Verhalten wie die entsprechenden Knochenbildungen in der Vorderextremität.

Bezüglich der Ausbildung der Kompakta in den einzelnen Zonen des Hauptstrahls und der beiden Nebenstrahlen im Metatarsus konnten wir auf Grund von Untersuchungen mit Anwendung der Röntgentechnik wenigstens auf den Frühstadien der Entwicklung noch keine strukturellen Unterschiede feststellen. v. GOUTH (1929), der an einer grösseren Anzahl von Vollblutrenn-, Jagd-, Traber- und Zugpferden die Knochenstrukturen und Gestaltsveränderungen des Metatarsus untersuchte, fand, dass die Kompakta in der Nähe des Ernährungsloches am dicksten ist und eine sukzessive Abnahme nach der medialen, lateralen und plantaren Seite gegenüber der Dorsalseite zeigt. v. GOUTH weist darauf hin, dass der Bau des Mittelfussknochens aus seiner physiologischen Beanspruchung heraus zu verstehen ist und macht auf die Beobachtung aufmerksam, dass beim Aufstemmen der Hinterbeine eine Durchbiegung des Mittelfussknochens nach vorne hin eintritt, so dass besonders stark die dorsale Knochenwand beansprucht wird. Das Resultat der einwirkenden Kräfte tritt nach ihm in der Gegend des Ernährungsloches auf.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpelig vorgebildeten distalen Epiphyse des Hauptknochens des hinteren Mittelfusses

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung mtt. III. ep. dist., speziell Textfigg. 300—309.

Die epiphysäre Verknöcherung beginnt mit dem Auftreten eines Knochenkerns in der knorpelig vorgebildeten Anlage der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens (Pf. 568, Textfigg. 46 u. 300; Pf. 658, Textfigg. 49/50 u. 301/302). Die Pferde 568 und 605, Textfigg. 53/54, zeigen uns Metatarsi, bei denen die Entwicklung einer knöchernen Epiphyse eben begonnen hat. Die Seitenansicht des Mittelfusses von Pf. 605, die zwei deutlich voneinander getrennte Ossifikationszentren in der knorpeligen Epiphysenanlage auffinden lässt, lehrt, dass die zukünftige knöcherne Epiphysenanlage *nicht* immer aus *einem* Verknöcherungszentrum ihre Entstehung nimmt, sondern mitunter auch *aus zwei verschiedenen Anlagen* sich entwickelt, wobei die beiden kalzifizierenden Zentren miteinander zu einem einheitlichen Kern verschmelzen. Die Verknöcherung der distalen Epiphyse am Hauptstrahl im Tarsus beginnt zu einer Zeit, zu welcher die knöcherne Ausbildung am Metacarpale III im Metacarpus noch nicht begonnen hat. Die distale Epiphyse des hinteren Hauptmittelfussknochens eilt also, um dies dem vergleichenden Teil schon vorwegzunehmen, der Verknöcherung der distalen Epiphyse des vorderen Hauptmittelfussknochens voraus.

Auftreten von knöchernen distalen Epiphysen am Knorpelende der hintern Nebenmittelfußstrahlen des Metatarsus

Hierzu die Originalfilme[1]): Platte 31 (Pf.505); Pl. 143 (Pf. 518); Pl. 65, 66, 68 u. 69 (Pf. 670); Pl. 121, 123 (Pf. 661); Pl. 125, 127 u. 128 (Pf. 544); Pl. 104, 105, 110 u. 111 (Pf. 660) und Pl. 192 (Pf. 559).

Die als distale Epiphysen-Ossifikationspunkte an den Griffelbeinen in der Vorderextremität angesprochenen, von den diaphysären Abschnitten scharf abgegrenzten Endteile, haben wir auch in der Hinterextremität wahrnehmen können.

Die distalen Epiphysen-Ossifikationspunkte wachsen rasch zu ansehnlichen Verknöcherungskernen aus. Während diese distalen Epiphysenkerne der Griffelbeine anfänglich eine deutliche Knorpelzone zwischen dem distalen Diaphysenende und ihrem proximalen Rand erkennen lassen, und damit mit den entsprechenden Kernen in der Vorderextremität übereinstimmen, so wird diese Zone mit dem Auswachsen der sich immer mehr verknöchernden Epiphyse sukzessive mehr und mehr eingeengt.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung im Metapodium der Hinterextremität des Pferdes Textfigur 754 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

e) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen)

Der Verknöcherungsprozess im Acropodium spielt sich in der Hinterextremität auf die nämliche Weise ab wie in der Vordergliedmasse.

Auftreten von Knochenkernen in der knorpeligen Anlage der Grundphalangendiaphyse und Endphalanx

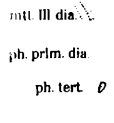
Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ph. prim. dia. und ph. tert., speziell Textfigg. 310—333.

[1]) In den Reproduktionen sind zufolge der notwendigerweise vorgenommenen Reduktionen der Bilder auf die Hälfte des natürlichen Ausmasses der Knochen diese Details an den betreffenden Elementen nicht deutlich zu sehen, weswegen wir auch von einer Einzeichnung der distalen Epiphysen in die Textfiguren Umgang genommen haben.

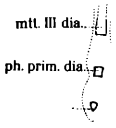
Als erste Verknöcherungen — wir können uns, nachdem wir die Verhältnisse an der Vordergliedmasse eingehend beschrieben haben, kurz fassen — treten Knochenkerne in der knorpeligen Anlage der Diaphyse der Grundphalanx (ph. prim. dia.) (Pf. 602, Textfigg. 3/4 u. 310/311) sowie in der Anlage des zukünftigen Hufbeins (ph. tert.) auf.

Textfigg. 310—333

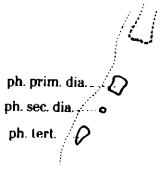
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Acropodium (Zehenskelett) in der Hinterextremität des **Pferdes** (Phalangen-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: 2/5 nat. Grösse



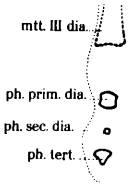
Textfig. 310



Textfig. 311



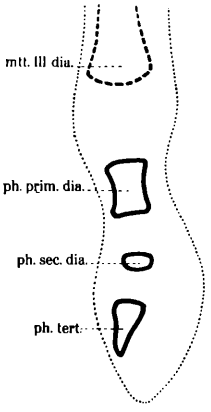
Textfig. 312



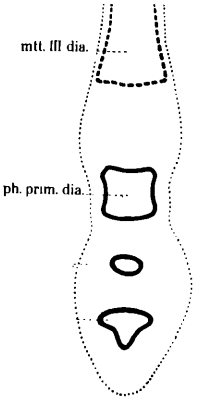
Textfig. 313



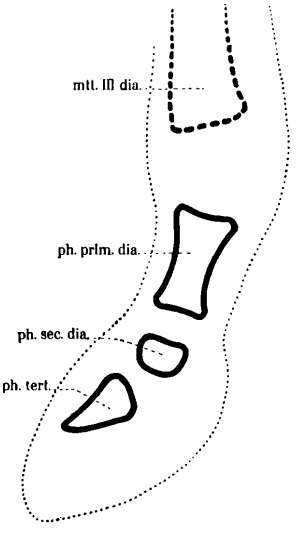
Textfig. 314



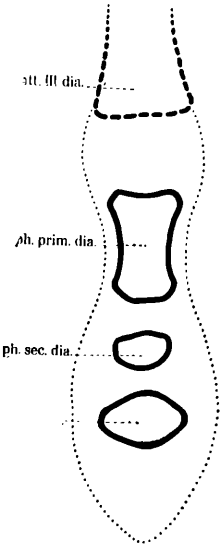
Textfig. 315



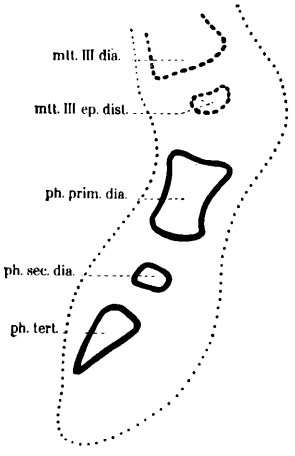
Textfig. 316



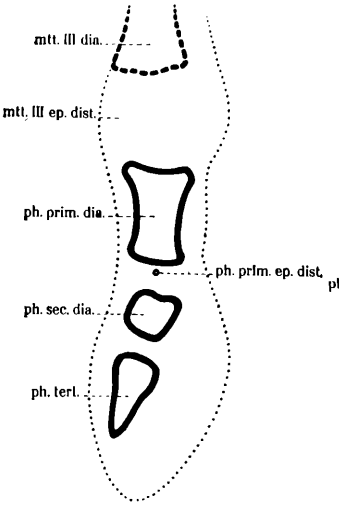
Textfig. 317



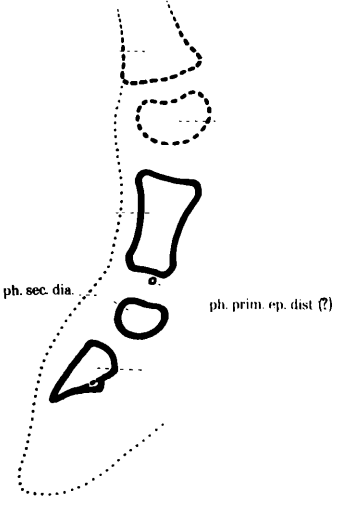
Textfig. 318



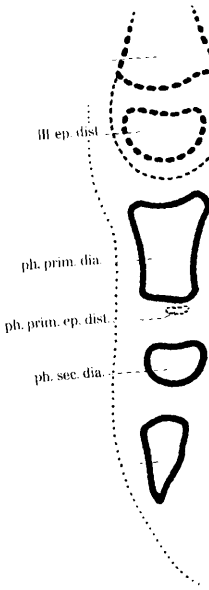
Textfig. 319



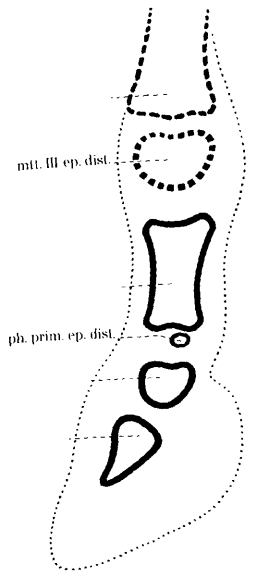
Textfig. 320



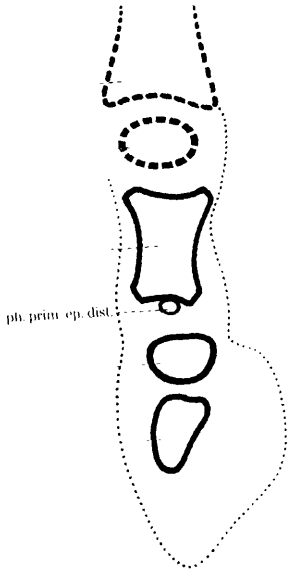
Textfig. 321



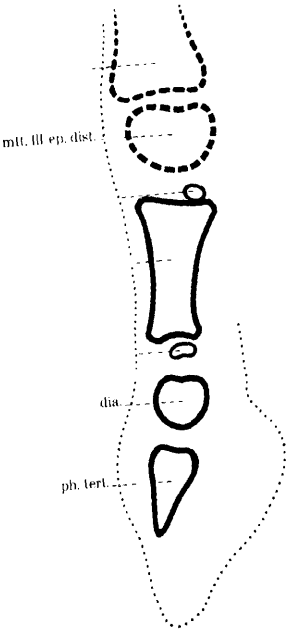
Textfig. 322



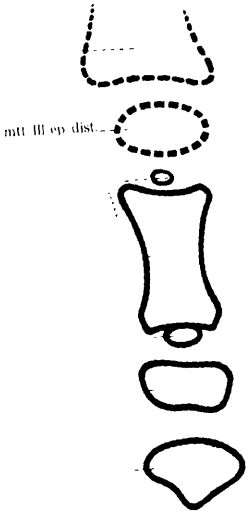
Textfig. 323



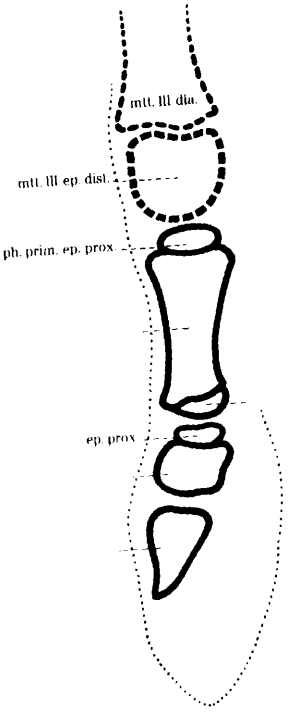
Textfig. 324



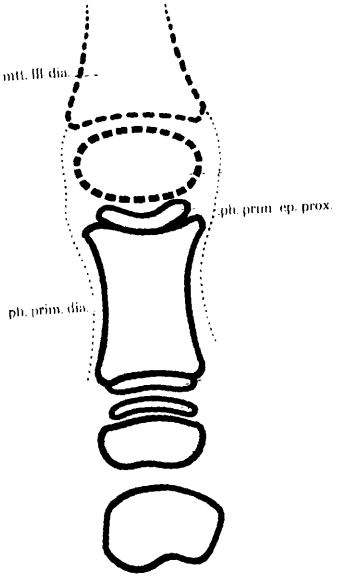
Textfig. 325



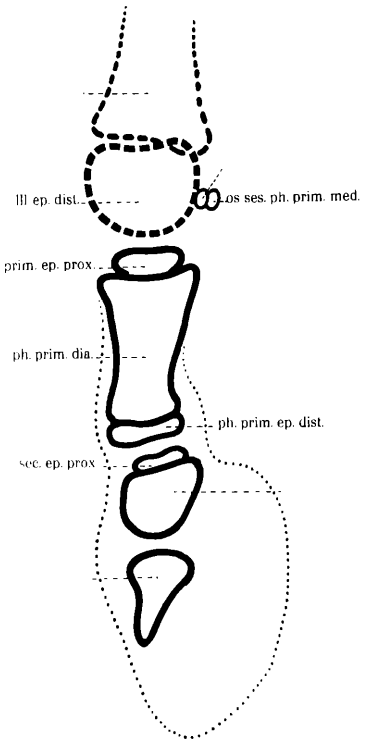
Textfig. 326



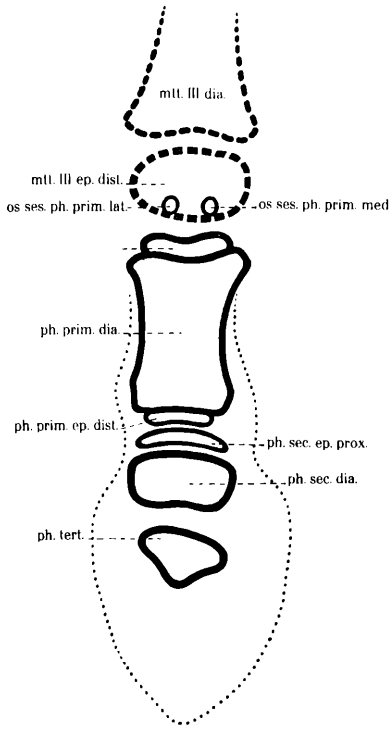
Textfig. 327



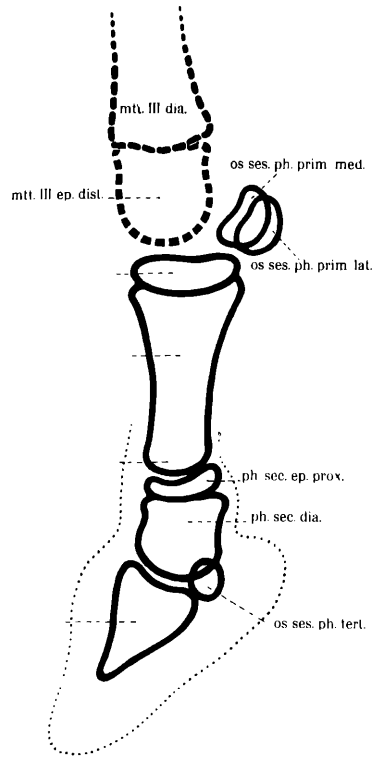
Textfig. 328



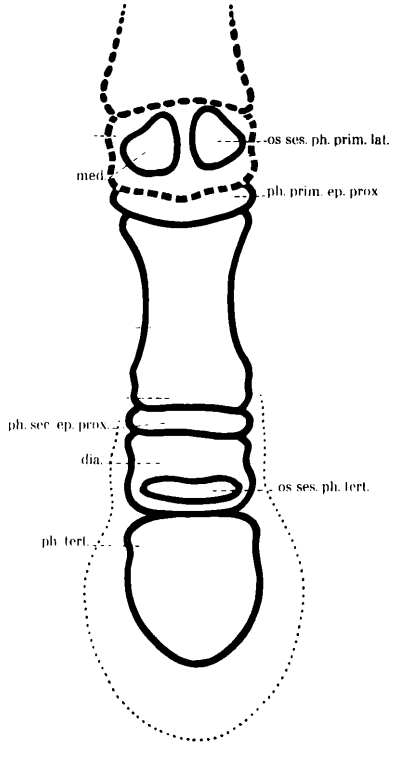
Textfig. 329



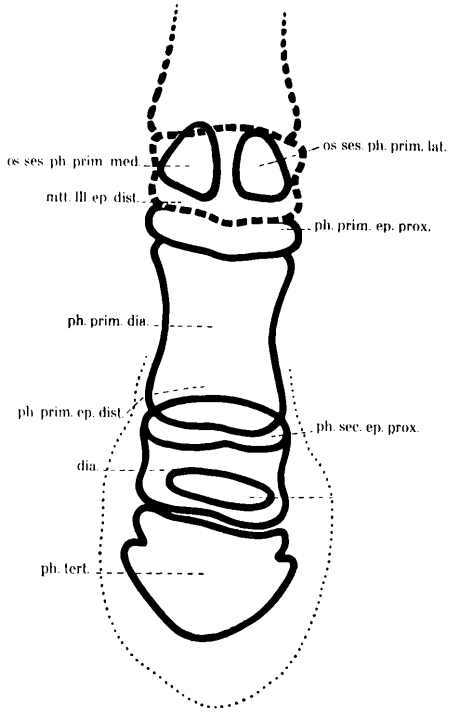
Textfig. 330



Textfig. 331



Textfig. 332



Textfig. 333

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der Mittelphalangendiaphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. sec. dia.,
speziell Textfigg. 312—333.

Als dritter Knochenkern stellt sich im Interspatium ein zwischen der knöchernen Grundphalangen-Diaphysenanlage und der knöchernen Anlage der Endphalanx sichtbar werdender Knochenpunkt in der knorpeligen Anlage der Diaphyse der Mittelphalanx ein (ph. sec. dia.). Dieser Knochenkern, der anfänglich weit unter der Grösse der beiden zuerst auftretenden Ossifikationen steht (Pf. 617, Textfigg. 7/8 u. 312/313; Pf. 543, Textfigg. 16 u. 314; Pf. 604, Textfigg. 29/30 u. 315/316; Pf. 667, Textfigg. 43/44 u. 317/318; Pf. 568, Textfigg. 46 u. 319), zeigt erst auf späteren Entwicklungsstufen ausgesprochenes Längenwachstum.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der distalen und proximalen Epiphyse der Grundphalanx

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ph. prim. ep. dist. und ph. prim. ep. prox., speziell Textfigg. 320—333.

Die epiphysäre Verknöcherung beginnt in der Hinterextremität mit dem Auftreten eines Ossifikationszentrums in der distalen Knorpelepiphysenanlage der Grundphalanx (Pf. 518, Textfigg. 56 u. 320). Dieser Epiphysenkern ist auch noch bei Pf. 545, Textfigg. 58 u. 321; Pf. 700, Textfigg. 61 u. 322; Pf. 670, Textfigg. 64/65 u. 323/324 als alleiniger Knochenkern in den knorpelig präformierten Epiphysenanlagen zu sehen.

An zweiter Stelle tritt dann ein Knochenpunkt in der knorpeligen Anlage der proximalen Epiphyse der Grundphalanx auf (Pf. 661, Textfigg. 68/69 u. 325/326), der auf den folgenden Stadien bereits vergrössert aufzufinden ist (Pf. 666, Textfigg. 72/73; Pf. 544, Textfigg. 76/77 u. 327/328), sich allmählich als flache Knochenplatte der freien Endfläche der Diaphyse auflegt (Pf. 660, Textfigg. 80/81 u. 329/330) und dann mit der Diaphyse verschmilzt (Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 331/332; Pf. 650, Textfigg. 88 u. 333).

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. sec. ep. prox.,
speziell Textfigg. 327—333.

Nachdem distale und proximale Epiphyse der Grundphalanx bereits in das knöcherne Stadium übergetreten sind, finden wir auf einem weiteren Stadium der Extremitätenentwicklung die Verknöcherung auch über die Knorpelanlage der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx ausgedehnt (Pf. 544, Textfigg. 76/77 u. 327/328.

Auftreten von Knochenpunkten in den oberen Sesambeinen und in der bindegewebigen Anlage des Strahlbeins

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ossa ses. ph. prim. bezw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med. und os ses. ph. tert.,
speziell Textfigg. 329—333.

Wie in der Vorderextremität treten auch in der Hinterextremität unter den Sesambeinen zuerst die beiden obern gleichzeitig in verknöchertem Zustand auf (Pf. 660, Textfigg. 80/81 u. 329/330, ossa ses. ph. prim. bezw. os ses. ph. prim. lat. et os ses. ph. prim. med.).

An der Hinterfläche der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens, in der Kapsel des metacarpo-phalangealen Gelenkes erscheinen in Form zweier Knochenkerne die Ossifikationszentren in den Anlagen der späteren knöchernen Sesambeine. Die bei Pf. 660 noch kleinen Knochenkerne wachsen in der Folge rasch aus und kommen mit ihren inneren Randteilen der Mittelachse des hinteren Mittelfusses immer näher (Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 331/332, sowie Pf. 650, Textfigg. 88 u. 333).

Nachdem die oberen Sesambeine bereits in den knöchernen Zustand übergetreten sind, wird als nächstes das interphalangeale untere Sesambein, das Strahlbein, in den Verknöcherungsprozess einbezogen (Pf. 559, Textfigg. 84/85 u. 331/332; Pf. 650, Textfigg. 88 u. 333). Damit wird die Verknöcherung der Hinterzehe zur kompletten Anlage.

Der Gang ist also der nämliche wie in der Vorderextremität: vorerstige Verknöcherung des Gewebes in den Diaphysen, unter diesen zunächst in den Basal- und Endphalangen, hernach im Gewebe der Knorpelformationen der diaphysären Mittelphalanx. Auf die diaphysäre Verknöcherung folgt die epiphysäre Ossifikation. Es kommt zur Verknöcherung der distalen und hernach der proximalen Grundphalangenepiphyse und späterhin noch zur Bildung eines Knochenkernes in der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx. Diesen Verknöcherungen schliesst sich die Ausbildung eines Knochenkerns in den beiden obern Sesambeinen an, worauf die Ossifikation der Anlage des präformierten Strahlbeines erfolgt.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Acropodiumanlage der Hinterextremität des Pferdes Textfigur 756 A im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

VIII. ABSCHNITT

Die vergleichsweise Betrachtung des Ossifikationsmodus in der Vorder- und Hinterextremität
Die sich ergebenden Verknöcherungsetappen

Nachdem wir in den vorangehenden Kapiteln die Befunde aus den Untersuchungen an den Gliedmassen bekannt gegeben haben und dabei zuerst auf eine Beschreibung des Materiales eingetreten sind, um hernach einzelne Ossifikationsstufen in der Vorder- und Hinterextremität aufstellen zu können und so einen Einblick in den Modus der Verknöcherung in der vorderen und hinteren Gliedmasse zu erhalten, verlohnt es sich, die an Vorder- und Hinterextremität gewonnenen Resultate miteinander zu vergleichen. Wir wollen sehen, ob bei der Überführung knorpelig angelegter Elemente in den Knochenzustand die Verknöcherung in der vorderen und hinteren Pferdegliedmasse einheitlichen Prinzipien folgt.

Wir treten zunächst auf die Beschaffenheit der aus den einzelnen Verknöcherungsstufen in Vorder- und Hintergliedmasse sich aufbauenden Stufenleiter ein.

Die Beschaffenheit der aus der Verknöcherung sich ergebenden Stufenleiter in Vorder- und Hinterextremität

Wenn wir zunächst *die Stufenleiter der Vorderextremität* betrachten, wie sie sich durch die Aneinanderreihung der einzelnen Verknöcherungsfälle mit den jeweiligen Ossifikationen (vide die gestufte ausgezogene Linie in Tab. 5, die sich aus den Teilstrichen von Serienabschlüssen vorhandener, mit + bezeichneter Verknöcherungen zusammensetzt) ergibt, so fällt in der Skala zunächst die Ungleichheit in der Stufenbreite im Verlauf der Stufenlinie auf. Diese wird bedingt durch die wechselnde Anzahl von Fällen, die einer Stufe zugehören. Es kann dem Beobachter nicht entgehen, dass ein grosser Teil der untersuchten Fälle auf Stufe 3 zu stehen kommt, wogegen der Rest sich auf die nachfolgenden Stufen zu verteilen hat, so dass in den übrigen Fällen die einzelne Stufe mit Ausnahme der letzten (13. St.) nur einen einzigen Fall umfasst. Auf der einen Seite zeigen sich also beim untersuchten Material zahlreiche Extremitäten im nämlichen Fortschritt der Verknöcherung, auf der andern Seite zahlreiche Gliedmassen, die sich durch einen besonderen Stand der Verknöcherungen gegenüber den andern unterscheiden.

Auch die Stieghöhe, welche zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stufen vorliegt, ist wechselnd. So sehen wir, dass der Absatz der von Stufe 1 zu Stufe 2 führt, nur durch ein einziges neues Knochenelement zustandekommt. Das nämliche ist der Fall beim Übergang von Stufe 2 zu Stufe 3, von Stufe 3 zu Stufe 4, von Stufe 4 zu Stufe 5, von Stufe 5 zu Stufe 6, von Stufe 6 zu Stufe 7, von Stufe 7 zu Stufe 8, von Stufe 9 zu Stufe 10. Während wir im Anfang der Stufenleiter geringe Stieghöhen zu verzeichnen haben, so zeigen dieselben namentlich von der 8. Stufe an relativ beträchtliche Werte. Diese unregelmässig gestufte Linie bekundet ein gewisses irreguläres Verhalten im zahlenmässigen Heranzug einzelner Knorpelelemente zur Ossifikation. Sie bringt zum Ausdruck, dass zu Anfang des Ablaufes des Verknöcherungsprozesses

der Einbezug der einzelnen Elemente in die Ossifikation nur in sehr beschränktem Masse vor sich geht, und dass relativ lange Phasen mit gleicher Verknöcherung innegehalten werden.

In späteren Perioden unterliegen dann relativ sehr rasch bei zahlenmässig starker Vertretung durch Einzelfälle die bisher noch nicht ossifizierten Gliedmassenteile der Verknöcherung. In bezug auf die Heranziehung einzelner neuer Elemente in den Verknöcherungsprozess wechseln demnach flaue, gleichsam durch wenig Aktivität gekennzeichnete Verknöcherungsperioden mit stürmisch Ossifikationen hervorbringenden ab, in einer nebenbei gesagt ganz entsprechenden Weise, wie wir das seinerzeit für die Rindergliedmassen dartun konnten.

Die Stufenleiter, welche auf Grund *der Verknöcherungen in der Hintergliedmasse* der untersuchten Pferde entworfen ist (Tab. 6), zeigt gegenüber der Stufenleiter für die Vorderextremität ein ganz ähnliches Verhalten. Zu Anfang der Stufenformation weist der gebrochene Linienverlauf weitausholende, breite Absätze auf, in der zweiten Hälfte dagegen wieder eine Reihe von Einzelstufen, die durch eine schmale Breite gekennzeichnet sind und deshalb der Stütze durch mehrere Fälle entbehren. In der zweiten Hälfte der Stufenformation zeigt sich sodann auch insofern mit der Vorderextremität eine gewisse Übereinstimmung, als die einzelnen Stufenabsätze, die zwischen einer vorausgehenden und einer nachfolgenden Stufe liegen, meistens durch den Hinzutritt gleich einer grösseren Anzahl von Einzelverknöcherungen in der Extremität gekennzeichnet sind, während zu Beginn der Stufenformation wiederum relativ sanfte Stufung, bedingt durch das Hinzutreten von nur einem oder zwei Knochenelementen vorliegt.

Ein Unterschied im *Charakter der Stufenleiter zwischen der Vorder- und Hinterextremität* besteht darin, dass im zweiten Abschnitt der Stufenformation die Stufung, wie sie durch die einzelnen Fälle der Verknöcherung zustandekommt, *bei der Vorderextremität anfänglich eine gleichmässige, hernach eine unregelmässige ist, bei der Hinterextremität aber* im selben Abschnitt *mehr ausgeglichen* erscheint. In der Vorderextremität treten deshalb im späteren Verlauf der Verknöcherung die neuen Elemente, die zu den bereits verknöcherten hinzutreten, zum Teil rascher und gehäufter in den knöchernen Zustand über als in der Hinterextremität, wo sie sich den bereits verknöcherten Elementen zwar ebenfalls ruckweise beigesellen, aber gewöhnlich nicht in dermassen übersetzter Zahl.

Die sich ergebenden «Etappen» der Verknöcherung in den beiden Extremitäten

Um nun die Fortschritte der Verknöcherung zu den einzelnen Zeiten in der Vorder- und Hinterextremität miteinander vergleichen zu können, wollen wir untersuchen, wie es sich mit der Beschaffenheit der Verknöcherungsstufen in der Hinterextremität verhält, wenn unter Einschluss der nämlichen Fälle die Stufen in der Vorderextremität auf den Grad der Verknöcherung hin genauer angesehen werden. Die Gegenüberstellung ergibt für die Vorder- und Hinterextremitäten eine Anzahl von Verknöcherungsetappen, innerhalb welcher festzustellen ist, in welchem Ausmass eine Übereinstimmung in der Verknöcherung der Elemente besteht und inwiefern Abweichungen vorhanden sind.

Die beifolgende Tabelle gibt darüber eine Orientierung, welche Stufen der Verknöcherung in der Hinterextremität den jeweiligen Stufen in der Vorderextremität folgen, wenn die nämlichen Fälle im Vergleich berücksichtigt werden (Tabelle S. 134).

Die Aufstellung, welche wir noch durch eine bildliche Darstellung (Schema 1) übersichtlich zu illustrieren versuchten, zeigt:

bei der 1. Etappe (Vorderextremität Stufe 1,
Hinterextremität Stufe 1).

Die Verknöcherungszustände von Vorder- und Hinterextremität decken sich der Hauptsache nach. Der Humerus-Diaphysenverknöcherung entspricht die Femur-Diaphysenverknöcherung,

Stufenvergleich in Vorder- und Hinterextremität. Aufstellung der «Etappen».

es wird in der Vorderextremität die Stufe:	umfassend den Fall (die Fälle) Pferd-Nr.:	durch die Stufe der Hinterextremität dargestellt:	wodurch gekennzeichnet wird die:
Stufe 1	602	Stufe 1	1. Etappe
Stufe 2	617, 611	Stufe 2	2. Etappe
Stufe 3	600, 543, 563, 653, 610 564, 604, 651, 657 618 und 667 568 und 658	Stufe 2 Stufe 3 Stufe 4	3. Etappe
Stufe 4	605	Stufe 4	4. Etappe
Stufe 5	518	Stufe 5	5. Etappe
Stufe 6	545	Stufe 5	6. Etappe
Stufe 7	700	Stufe 5	7. Etappe
Stufe 8	670	Stufe 6	8. Etappe
Stufe 9 Stufe 10	661 666	Stufe 7	9. Etappe
Stufe 11	544	Stufe 8	10. Etappe
Stufe 12	660	Stufe 9	11. Etappe
Stufe 13	559 und 650 u. s. f.	Stufe 10 Stufe 11	12. Etappe

Insgesamt erhält man *12 Verknöcherungsetappen,* in welche sich gleichsam die Ossifikationsstufen seitens der Vorder- und Hinterextremität hineinprojizieren.

der Ulna-Radius-Diaphysenverknöcherung die Tibia-Diaphysenverknöcherung (eine Fibula-Diaphysenverknöcherung kommt zufolge der Reduktion der Fibulaanlage auf dieser Stufe nicht augenfällig zum Ausdruck).

Der Verknöcherung im Metacarpus entspricht die Verknöcherung im Metatarsus.

In der Zehe der Vorder- und Hintergliedmasse sind die Grund- und Endphalangen in ihrem diaphysären Anteil ossifiziert, während die Diaphyse der Mittelphalangen vorn und hinten sich noch als unverknöchert erweist.

bei der 2. Etappe (Vorderextremität Stufe 2,
Hinterextremität Stufe 2).

Gemeinsam im Verhalten der Vorder- und Hinterextremität ist das *Erscheinen der verknöcherten Mittelphalangendiaphyse*, während ein Hinzutritt von weiteren neuen verknöcherten diaphysären Elementen zu den bereits vorhandenen Knochendiaphysen nicht zu verzeichnen ist.

Die *Hinterextremität* zeigt aber gegenüber der Vorderextremität *einen ersten Vorsprung* dadurch, dass sie den *Calcaneuskörper* bereits in dieser Etappe aus dem Knorpelstadium in das Knochenstadium überführt, während im Carpus nur knorpelige Elemente vorhanden sind.

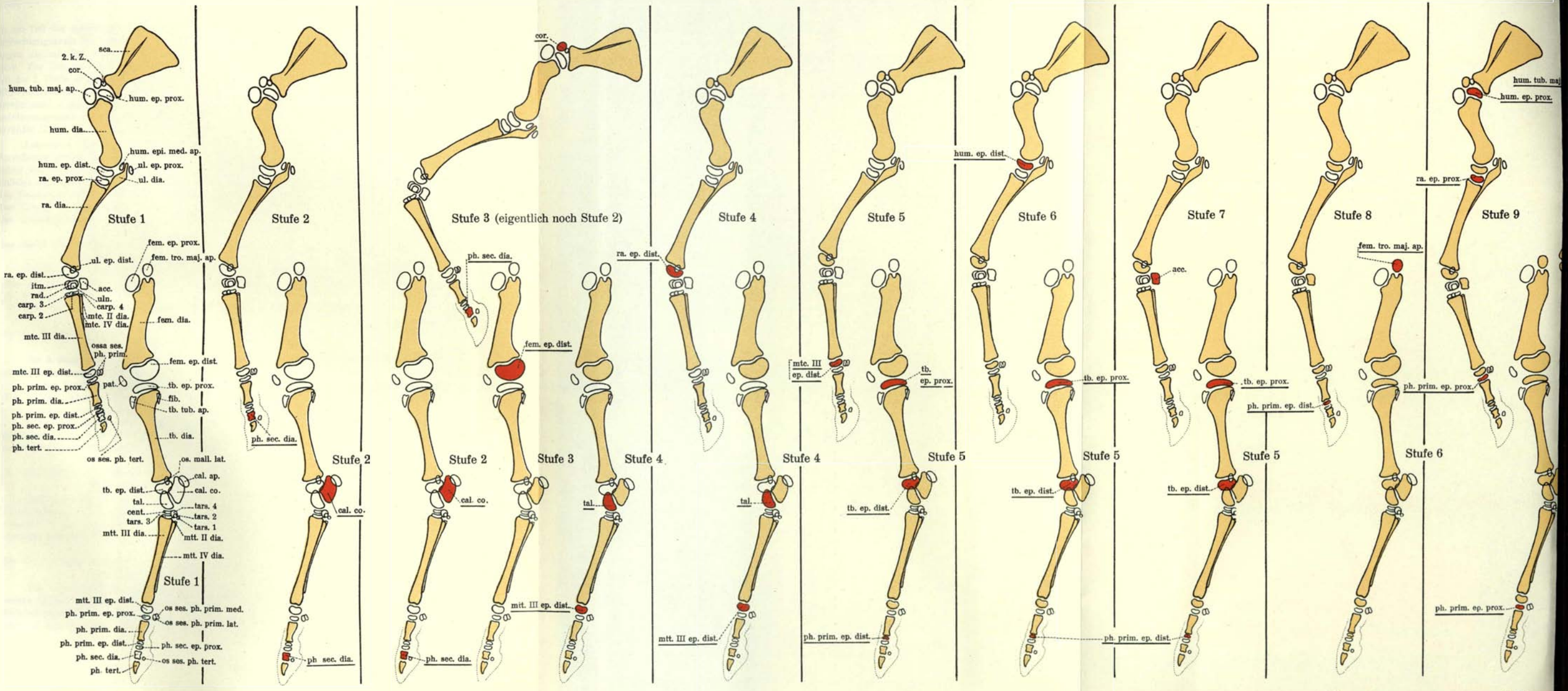
bei der 3. Etappe (Vorderextremität Stufe 3,
Hinterextremität Stufe 2, 3 und 4).

Die 3. Stufe der Verknöcherung in der Vorderextremität gehört, wie dies bereits vermerkt worden ist, streng genommen noch der 2. Stufe der Verknöcherung an, da ja das Schulterblatt

Schema 1

Bildliche Darstellung zur Illustration des Einbezugs der einzelnen Knochenanlagen in die Verknöcherung bei Vorder- und Hinterextremität des Pferdes, unter Berücksichtigung der einzelnen Ossifikationsstufen und de

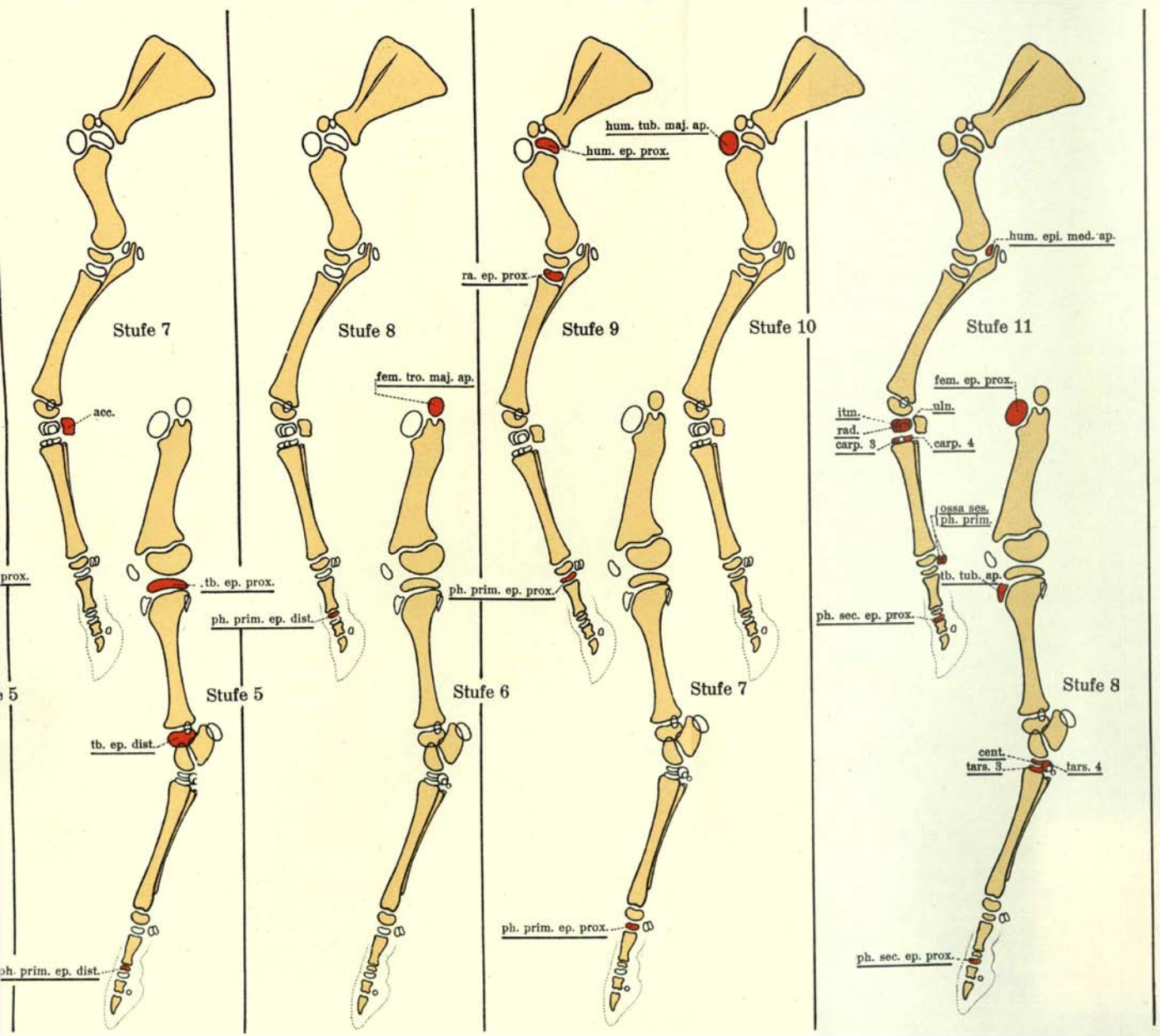
Die ohne Farbe eingezeichneten Knochen repräsentieren Anlagen in knorpeligem Zustand, die mit Rot gedeckten Komponenten die frisch in die Verknöcherung einbezogenen Elemente, die jeweils auch mit Namen versehen sind; die mit



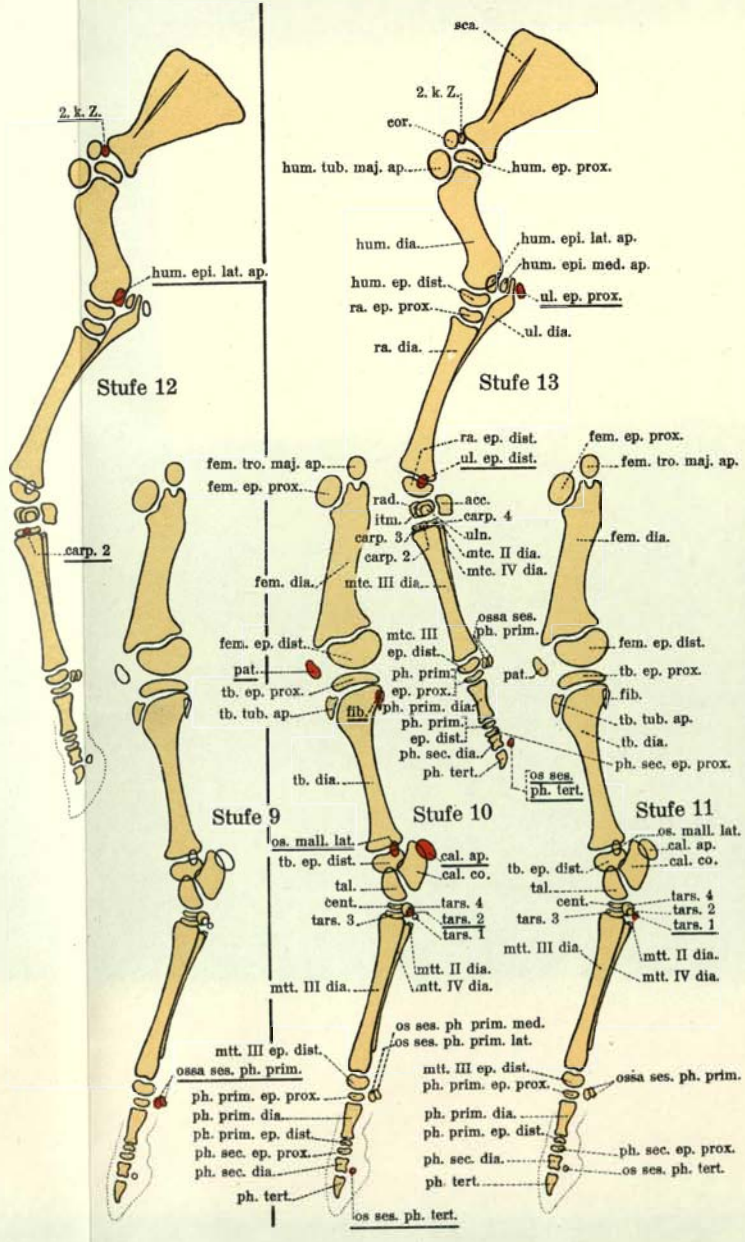
1. Etappe | 2. Etappe | 3. Etappe | 4. Etappe | 5. Etappe | 6. Etappe | 7. Etappe | 8. Etappe | 9. Etappe

Pferdes, unter Berücksichtigung der einzelnen Ossifikationsstufen und der aus diesen sich ergebenden Verknöcherungsetappen im Gliedmassenskelett

herung einbezogenen Elemente, die jeweils auch mit Namen versehen sind; die mit Gelb gedeckten Anteile die bereits in früheren Etappen verknöcherten Anlagen



7. Etappe 8. Etappe 9. Etappe 10. Etappe



11. Etappe 12. Etappe

als ein Teil des ursprünglich kompliziert aufgebauten vorderen Aufhängegürtels nicht in den Betrachtungskreis der Gliedmasse im engeren Sinn einbezogen werden darf und von Rechts wegen nur mit der Ossifikation im Aufhängeapparat der Beckengliedmasse verglichen werden kann. Zur Zeit des Auftretens eines Coracoidkerns in der Vorderextremität, die im übrigen seit der 2. Stufe keine neuen Elemente in die Ossifikation mehr einbezogen hat, sehen wir die *Hinterextremität* in der Verknöcherung einen weiteren Vorstoss machen. Sie legt sich knöchern bereits *zwei Epiphysen* an, von welchen die eine *die distale Femurknochenepiphyse* (3. Verknöcherungsstufe der Hinterextremität), die andere *die distale Metatarsalknochenepiphyse des Strahles III* (4. Stufe Hinterextremität) ist.

Ausserdem legt noch der Tarsus ein weiteres Element knöchern an, indem sich durch Ausbildung zweier Ossifikationskerne die *Talusverknöcherung* zu verwirklichen beginnt. Wir sehen also in der hintern Extremität bereits eine auf drei neue Stellen sich erstreckende Verknöcherung eintreten, die in der Vorderextremität einstweilen noch nicht um sich gegriffen hat. Die Vorderextremität ist über die Hauptdiaphysenverknöcherung noch nicht hinweggekommen. Der Carpus ist noch völlig aus knorpeligen Elementen zusammengesetzt. Epiphysen sind in der Vorderextremität zur Zeit noch nicht vorhanden.

bei der 4. Etappe (Vorderextremität Stufe 4,
Hinterextremität Stufe 4).

In der 4. Etappe *sucht die Vorderextremität* diesen *Rückstand etwas auszugleichen.* Sie lässt als *erste knöcherne Epiphyse* ein Knochenzentrum in der knorpeligen *distalen Epiphyse des Radius* entstehen.

Die Verhältnisse in der Hinterextremität bleiben sich indessen gleich.

bei der 5. Etappe (Vorderextremität Stufe 5,
Hinterextremität Stufe 5).

Die 5. Etappe zeigt schon wieder das *Vorauseilen der Hinterextremität* gegenüber der vorderen Extremität in bezug auf die Verknöcherung.

In der Vorderextremität erscheint zwar *die distale Epiphyse des Metacarpale III,* die aber in der hinteren Gliedmasse bereits in der dritten Etappe in den Verknöcherungsbefund aufgenommen werden konnte.

Gegenüber diesem einen neuen Knochenkern in der Vorderextremität zeigt *die Hintergliedmasse* als neu sich verknöchernde Elemente *die proximale und die distale Tibiaepiphyse und den distalen Epiphysenkern der Grundphalanx.*

bei der 6. Etappe (Vorderextremität Stufe 6,
Hinterextremität Stufe 5).

Auf der 6. Etappe erscheint als zweiter Epiphysenkern in der *Vorderextremität* (erster Epiphysenkern = distaler Radiusepiphysenkern) *die distale Humerusepiphyse* verknöchert, wogegen in der Hinterextremität der in der 5. Etappe festgestellte Verknöcherungszustand stationär geblieben ist.

bei der 7. Etappe (Vorderextremität Stufe 7,
Hinterextremität Stufe 5).

Die 7. Etappe bringt die *erste Verknöcherung im Carpus der Vorderextremität* zustande, welche jedoch gegenüber der Hinterextremität (erste Verknöcherung im Tarsus durch Verknöcherungsbeginn des Calcaneus auf zweiter Etappe fixiert) relativ spät einsetzt. Als erstes Element tritt im Carpus verknöchert das *Os accessorium* auf.

Die Hinterextremität zeigt die nämlichen Verhältnisse, wie sie durch die 5. Stufe gekennzeichnet sind.

bei der 8. Etappe (Vorderextremität Stufe 8,
Hinterextremität Stufe 6).

In der 8. Etappe holt die *Vorderextremität* eine Epiphysenverknöcherung nach, mit der die Hinterextremität bereits beim Durchlaufen der 5. Etappe erstmalig aufrückte; sie zeigt einen *Knochenkern in der distalen Epiphyse der Grundphalanx.*

Die *Hinterextremität* weist durch die Verknöcherung der *Trochanter major-Apophyse* einen Fortschritt gegenüber dem Vorstadium auf.

bei der 9. Etappe (Vorderextremität Stufe 9 und 10,
Hinterextremität Stufe 7).

Die 9. Etappe bedeutet für die *Vorderextremität* einen *namhaften Schritt nach vorwärts.* Die *Grundphalange* der Vorderextremität wird mit einem zweiten, *dem proximalen Epiphysenkern,* ausgerüstet. Zur vorher aufgetretenen distalen Epiphyse des Radius tritt *die proximale Epiphyse* hinzu und so erreicht die Vorderextremität erstmalig (Epiphysenverknöcherung am Unterarmskelett), was die Hinterextremität schon in der 5. Etappe (Epiphysenverknöcherung der Tibia) erlangt hat.

Auch der *Humerus* weist nunmehr *komplette Epiphysenverknöcherung* auf, indem *der proximale Epiphysenkern* zu dem in Etappe 6 auftretenden distalen Epiphysenkern tritt und ausserdem im *Tuberculum majus des Humerus ein Knochenkern* erscheint.

Die Hinterextremität entwickelt *in der Grundphalange* als *zweiten epiphysären Kern den proximalen Basalphalangen-Epiphysenkern,* sieht aber im übrigen von neuen knöchernen Anlagen ab. Die Grundphalangen der Vorder- und Hintergliedmasse sind also von diesem Zeitpunkt an mit zwei sich verknöchernden Epiphysen ausgerüstet, wogegen die Mittelphalangen weder in der vordern noch in der hintern Extremität im proximalen Epiphysenteil verknöchert sind.

Ausser einer Verknöcherung in der proximalen Epiphyse sind keine weiteren Ossifikationen in der Hinterextremität feststellbar.

bei der 10. Etappe (Vorderextremität Stufe 11,
Hinterextremität Stufe 8).

Einen sehr wichtigen Schritt im Verknöcherungsgeschehen für Vorder- und Hinterextremität stellt die 10. Etappe dar. Sie bringt in erster Linie *für beide Extremitäten* die *Verknöcherung der Fusswurzel, soweit dieselbe noch nicht durch die Ossifikation* im Verknöcherungsprozess *voraneilender Elemente eingeleitet* und durchgeführt ist [in der Vorderextremität durch Verknöcherung des Accessorium (7. Etappe), in der Hinterextremität durch Verknöcherung des Calcaneus und Talus (2. Etappe und 4. Etappe)].

In der *Vorderextremität* legt sich ein Knochenkern an, aus welchem die spätere knöcherne *mediale Epicondylus humeri-Apophyse* hervorgeht. Es verknöchern die Elemente der proximalen Reihe der Fusswurzelknochenanlagen *(Intermediale, Radiale* und *Ulnare)* und die der distalen (*Carpale 3* und *Carpale 4*) mit Ausnahme des Carpale 2, dessen Ossifizierung in der nächsten Etappe erfolgt, ferner die beiden bindegewebig präformierten *Anlagen der beiden oberen Sesambeine.*

In der *Hinterextremität* erscheint am *Femurknochen der proximale Epiphysenkern,* wogegen der distale schon viel früher, bereits in der 3. Etappe, erschienen ist.

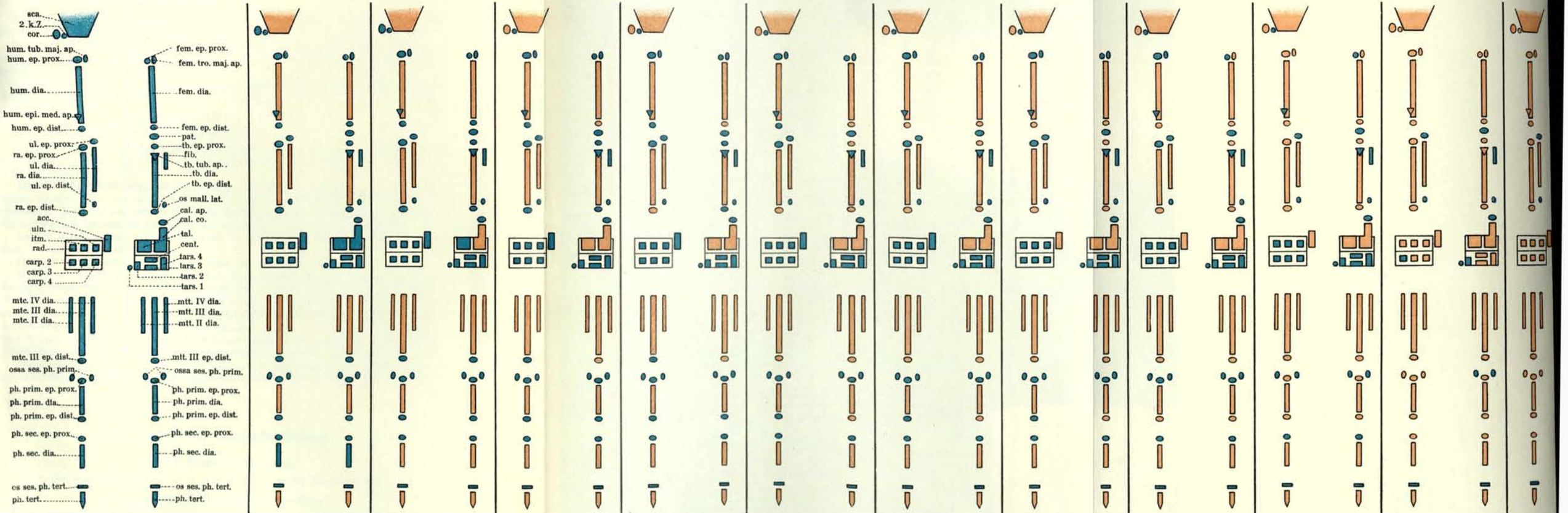
Als weiterer Kern tritt sodann an der Tibia die *Tuberositas tibiae-Verknöcherung* auf.

Im Tarsus sind es die *Anlagen des Tarsale 4, Centrale* und *Tarsale 3,* die ihren Knorpel-

Schema 2

Schematische Darstellung des Ganges der Verknöcherung in Vorder- und Hinterextremität des Pferdes • Zusammenstellung der Untersuchungsresultate zur Durchführung einer vergleichenden Betrach

Die Diaphysen der Extremitätenknochen sind mit farbigen Stäbchen, die Epiphysen, Apophysen und übrigen Elemente mit Kreisen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet
Der knorpelige Zustand der Knochenanlagen ist mit blauer, der knöcherne Zustand mit brauner Farbe angegeben

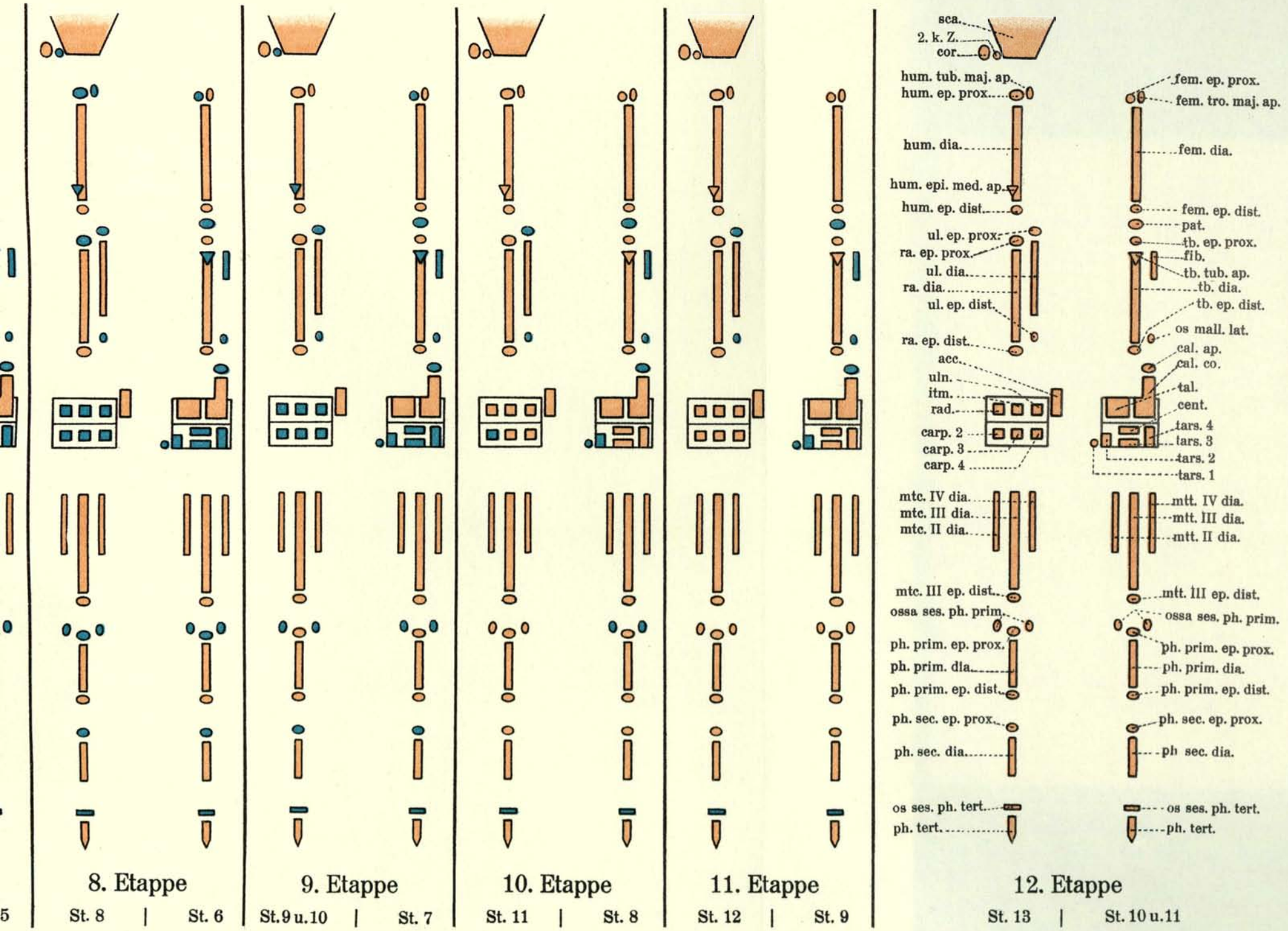


Knorpeliges Ausgangsstadium für die Extremitätenentwicklung

1. Etappe		2. Etappe		3. Etappe		4. Etappe		5. Etappe		6. Etappe		7. Etappe		8. Etappe		9. Etappe		10. Etappe		11. E
St. 1	St. 1	St. 2	St. 2	St. 3	St. 2, 3 u. 4	St. 4	St. 4	St. 5	St. 5	St. 6	St. 5	St. 7	St. 5	St. 8	St. 6	St. 9 u. 10	St. 7	St. 11	St. 8	St. 12

· Untersuchungsresultate zur Durchführung einer vergleichenden Betrachtung

nte mit Kreisen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet
orauner Farbe angegeben



8. Etappe	9. Etappe	10. Etappe	11. Etappe	12. Etappe
St. 8 | St. 6	St. 9 u. 10 | St. 7	St. 11 | St. 8	St. 12 | St. 9	St. 13 | St. 10 u. 11

zustand aufgeben und sich in knöcherne Elemente umwandeln, wogegen das Tarsale 2 erst später, zur Zeit der 12. Etappe, als knöchernes Element notiert werden kann.

Für beide Extremitäten ist sodann das *gleichzeitige Auftreten einer verknöcherten proximalen Mittelphalangenepiphyse* erwähnenswert, wodurch die Epiphysenverknöcherungen in der Vorder- und Hinterzehe ihren Abschluss finden.

bei der 11. Etappe (Vorderextremität Stufe 12,
Hinterextremität Stufe 9).

Als Ergänzung zu den bereits im vorigen namhaft gemachten Verknöcherungszentren treten auf dieser Entwicklungsstufe hinzu:

In der *Vorderextremität* ein Kern in dem bis anhin immer noch knorpelig vorgebildeten *Carpale 2,* sowie ein selbständiges Ossifikationszentrum für die *Epicondylus lateralis-humeri-Apophyse*;

in der *Hinterextremität die beiden obern Sesambeine,* die für die Vorderextremität bereits in Etappe 10 erwähnt werden konnten.

bei der 12. Etappe (Vorderextremität Stufe 13,
Hinterextremität Stufe 10 und 11).

In der Vorderextremität stellt sich endlich auch *die epiphysäre Verknöcherung der Ulna* ein. Es ist ein *proximaler und distaler Ulnaepiphysenkern* wahrzunehmen; ferner verknöchert *das untere Sesambein.*

Die *Hinterextremität* zeigt auf dieser Etappe die *Patella* in den Anfängen der Verknöcherung. Es wird ferner der Restteil der *Fibulaanlage* in verknöchertem Zustand angetroffen, ausserdem ein Herd für den späteren *Malleolus lateralis,* die *Calcaneusapophyse* und im knorpeligen *Tarsale 2,* letzterer als Ergänzung des knöchernen Bestandes im Tarsalgebiet.

Zu den bereits erfolgten Verknöcherungen in den oberen Sesambeinen tritt die Ossifikation des *unteren Sesambeines* hinzu.

Fälle mit einem *Tarsale 1* werden zu dieser Zeit ebenfalls aufgefunden.

Wir haben in einer schematisch gehaltenen Zusammenstellung (Schema 2) die im obigen bekanntgegebenen Befunde festzuhalten versucht. Die einzelnen Skelettelemente sind schematisch in Vorder- und Hinterextremität eingetragen und die knorpeligen und verknöcherten bezw. eben in Verknöcherung eingetretenen Bestandteile durch verschiedene Farbengebung auseinander gehalten. Auf diese Weise ist in jeder Etappe sogleich zu sehen, was noch in knorpeliger Anlage, was bereits in verknöchertem Zustand vorliegt, und es können die Fortschritte der Verknöcherung in der Vorder- und Hinterextremität sofort miteinander verglichen werden.

Dieses Schema (Schema 2) und die aus demselben zu entnehmenden Befunde, die wir oben angegeben haben, ermöglichen die nachstehende vergleichsweise Zusammen- und Gegenüberstellung.

Zusammen- und Gegenüberstellung

In der 1. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
der knorp. Mittelphalanxdiaphyse	die knorp. Mittelphalanxdiaphyse
der knöch. Humerusdiaphyse	die knöch. Femurdiaphyse

der knöch. Radiusdiaphyse	die knöch. Tibiadiaphyse
den knöch. Diaphysen des Metacarpus	die knöch. Diaphysen des Metatarsus
der knöch. Grundphalanxdiaphyse	die knöch. Grundphalanxdiaphyse
der knöch. Endphalanx	die knöch. Endphalanx

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Humerusepiphyse	die dist. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorpelige Malleolus lateralis
der dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knorp. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem in allen Teilen knorp. Carpus	der in allen Teilen knorp. Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	der knorp. Trochanter major
den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Diaphysen, Epiphysen, Fusswurzel und übrigen Elemente:

keine Bestandteile der Extremitäten.

In der 2. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

der knöch. Humerusdiaphyse	die knöch. Femurdiaphyse
der knöch. Radiusdiaphyse	die knöch. Tibiadiaphyse
den knöch. Diaphysen des Metacarpus	die knöch. Diaphysen des Metatarsus
der knöch. Grundphalanxdiaphyse	die knöch. Grundphalanxdiaphyse
der knöch. Mittelphalanxdiaphyse	die knöch. Mittelphalanxdiaphyse
der knöch. Endphalanx	die knöch. Endphalanx

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Humerusepiphyse	die dist. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis

der dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knorp. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der dist. knorp. vorgebildeten Reihe der Carpalknochen	die dist. knorp. vorgebildete Reihe der Tarsalknochen

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	der knorp. Trochanter major
den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die knorp. vorgebildeten Knochenanlagen in der prox. Reihe des Carpus	zum knorpeligen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 3. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem distalen Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil des knorp. vorgebildeten Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 u. 2 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die dist. knorp. Humerusepiphyse	zur dist. knöch. Femurepiphyse
die dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	zur dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe des knorp. vorgebildeten Carpus	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 4. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem dist. Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil des knorp. vorgebildeten Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 u. 2 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die dist. knorp. Humerusepiphyse	zur dist. knöch. Femurepiphyse
die dist. knöch. Radiusepiphyse	zur dist. knorp. Tibiaepiphyse
die dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	zur dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe des knorp. vorgebildeten Carpus	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 5. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis

der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem dist. Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil des knorp. vorgebildeten Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 u. 2 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die dist. knorp. Humerusepiphyse	zur dist. knöch. Femurepiphyse
die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse
die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	zur dist. knöch. Grundphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe des knorp. vorgebildeten Carpus	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 6. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem dist. Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil des knorp. vorgebildeten Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 u. 2 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse
die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	zur dist. knöch. Grundphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe des knorp. vorgebildeten Carpus	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 7. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
dem dist. Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil des knorp. vorgebildeten Tarsus
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
den in Etappe 1 u. 2 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse
die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	zur dist. knöch. Grundphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

das knorp. vorgebildete Ulnare, Intermediale und Radiale, ferner das knöch. Accessorium	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 8. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse

der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem dist. Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil. des knorp. vorgebildeten Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

das knorp. vorgebildete Ulnare, Intermediale und Radiale, ferner das knöch. Accessorium	zum knöch. Talus und knöchernen Calcaneus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

die knorp. Tuberculum majus-Apophyse	zum knöch. Trochanter major

In der 9. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tipiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem dist. Teil des knorp. vorgebildeten Carpus	der dist. Teil des knorp. vorgebildeten Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx

dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx
der knöch. Tuberculum majus-Apophyse	der knöch. Trochanter major

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knöch. Humerusepiphyse	zur prox. knorp. Femurepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

das knorp. vorgebildete Ulnare, Intermediale und Radiale, ferner das knöch. Accessorium	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 10. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knöch. Humerusepiphyse	die prox. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
der prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem prox. Teil des knöch. Carpus	der prox. Teil des knöch. Tarsus (Talus und Calcaneus)

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der im Carpale 4 und 3 knöch., im Carpale 2 knorp. ausgebildete dist. Teil des Carpus	zum im Tarsale 4, Centrale und Tarsale 3 knöch., im Tarsale 2 und 1 knorp. ausgebildeten dist. Teil des Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

die knöch. Sesambeine der Grundphalanx	zu den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx

In der 11. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knöch. Humerusepiphyse	die prox. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
der prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
dem prox. knöch. Teil des Carpus	der prox. knöch. Teil des Tarsus
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx
den knöch. Sesambeinen der Grundphalanx	die knöch. Sesambeine der Grundphalanx
der knöch. Tuberculum majus-Apophyse	der knöch. Trochanter major

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
der im Carpale 4, 3 und 2 knöchern ausgebildete Teil des Carpus	zum im Tarsale 4, Centrale und Tarsale 3, knöchern, im Tarsale 2 und 1 knorp. ausgebildeten dist. Teil des Tarsus

In der 12. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
sämtlichen knöch. Epiphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöch. vorhandenen Epiphysen

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der in allen Teilen verknöcherte Carpus (Accessorium, Ulnare, Intermediale, Radiale, Carpale 4, 3 und 2)	dem in allen Teilen verknöcherten Tarsus (Calcaneus + knöch. Apophyse, Talus, Tarsale 4, Centrale, Tarsale 3, Tarsale 2 und Tarsale 1)

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

sämtlichen in Berücksichtigung gezogenen verknöcherten Elementen	die gleichwertigen verknöcherten Elemente

Aus der Zusammenstellung geht hervor, dass *bei den Pferden im allgemeinen Vorder- und Hinterextremitäten* in bezug auf Verknöcherung *gleichen Schritt halten,* und dass Vorder- und Hinterextremitäten den nämlichen Plan im Aufbau in bezug auf Verfestigung der Gliedmasse aufweisen. So herrscht betreffs Verknöcherung der Diaphysen sowohl wie in bezug auf die Anlage der Knochenkerne in den Epiphysen und in den übrigen Elementen im allgemeinen Übereinstimmung.

Im Carpus und Tarsus zeigt sich z. B., dass die Ossifikation zuerst in der proximalen Reihe der Knochenanlagen (Accessorium und Intermediale; Calcaneus und Talus) beginnt, dass die axial gelegene Reihe in Vorder- und Hinterextremität (Intermediale, Carpale 3; Talus, Centrale, Tarsale 3) im oberen (mittleren) und unteren Teil die beiden Knochenkerne früher erhält als die radial, bezw. tibial gelegene Anlagenreihe (Radiale, Carpale 2; Tarsale 2 und Tarsale 1), in der Carpusanlage auch früher als die ulnar gelegene Elementengruppe (Ulnare, Carpale 4), wogegen im Tarsus die fibular gelegene Reihe der Elemente (Calcaneus, Tarsale 2) zuerst ossifiziert.

Immerhin ist ersichtlich, dass *die Hinterextremität einige Abweichungen* aufweist. Im Einbeziehen einzelner Elemente in die Verknöcherung eilt die Hinterextremität der Vorderextremität etwas voraus.

Es mag dem Verständnis nicht allzu grosse Schwierigkeiten bieten, dass auch in bezug auf die Abwicklung der Verknöcherung in Vorder- und Hinterextremität etwelche Unterschiedlichkeiten im Laufe der Zeit sich festgelegt haben. Dies hängt zusammen mit den allgemein sich ergebenden Baudifferenzen in Vorder- und Hinterextremität.

Die Unterschiedlichkeiten, die nicht nur im Bau der Vorder- und Hinterextremitäten zum Ausdruck kommen, sondern auch in der Regelung der Verknöcherungen in Schulter- und Beckengliedmasse, sind zweifellos im Zusammenhang mit den verschiedenen Beanspruchungen bei der physiologischen Leistung zu verstehen. Wir stimmen ZIETZSCHMANN bei, wenn er sagt: «die Funktion der Gliedmasse ist der modifizierende Faktor. Tiere mit springender Bewegung betonen die Länge der Beckengliedmasse, von der der Antrieb ausgeht»; ebenso WEBER: «Die hintere Extremität, die übrigens dem Körper ausschliesslich als Stützorgan dient, schiebt ihn... durch die Stossbewegung vorwärts, indem sie gebeugt vorgesetzt wird mit darauffolgender Streckung».

Der in etlichen Anlagen der Hinterextremität anfänglich früher als in der Vorderextremität zur Durchführung gelangende Ossifikationsprozess dürfte mit dem Bestreben möglichst bald die Beckengliedmasse zu festigen, im Zusammenhange stehen. Unterschiede prinzipieller Natur aber finden sich in der Realisierung der einheitlichen Baukonstruktion nicht.

Ein Vergleich des Vorganges in der Verknöcherung des Tarsus mit der im Carpus sich abspielenden Ossifikation lehrt, dass die Hinterfusswurzel der Vorderfusswurzel in der Umbildung der knorpeligen Anteile zu knöchernen Elementen vorauseilt, indem geraume Zeit vor dem Eintritt der Ossifikation des Os accessorium — welcher Knochen in der Vorderextremität zuerst seinen Knochenkern im Gelenk ausbildet — in der hinteren Fusswurzel der Calcaneus

und hernach der Talus erscheint. Erst nachdem Calcaneus und Talus sich zu ansehnlichen Knochenelementen entwickelt haben, hält dann die Verknöcherung in der Hinterextremität mit der Ossifikation in der Vorderextremität ungefähr gleichen Schritt, indem dann rasch aufeinander die übrigen Elemente im Tarsus sich einstellen und auch im Carpus die entsprechenden Bestandteile ihre Verknöcherung erkennen lassen.

Unter den Elementen im Fusswurzelgelenk sehen wir den Calcaneus und dann auch den Talus den rein örtlich entsprechenden Elementen in der Vordergliedmasse vorauseilen (Accessorium, proximale Reihe der Knochenanlagen im Carpus), und zwar tritt die zufolge der Calcaneusossifikation vorzeitige Verknöcherung im Tarsus für die Dauer von 5 Etappen ein, während welchen in der Vordergliedmasse der Carpus noch in knorpeligem Zustand verharrt. In der 7. Etappe, wo als erstes Element im Carpus der Vorderextremität das Accessorium auftritt, sind Talus und Calcaneus zusammen schon seit der 3. Etappe, der Calcaneus allein sogar schon seit der 2. Etappe verknöchert vorhanden.

Unter den Epiphysen eilt in der Hinterextremität den topographisch entsprechenden Elementen in der Vorderextremität voraus:

die distale Femurepiphyse für die Dauer von 3 Etappen (Etappen 3, 4 und 5);
die proximale Tibiaepiphyse für die Dauer von 4 Etappen (Etappen 5, 6, 7 und 8);
die distale Metatarsale III-Epiphyse für die Dauer von 2 Etappen (Etappen 3 und 4);
die distale Grundphalangenepiphyse für die Dauer von 3 Etappen (Etappen 5, 6 und 7).

Unter den übrigen Elementen:

der Trochanter major für die Dauer von einer Etappe (Etappe 8).

Immerhin zeigt auch *die Vorderextremität einige Vorsprünge* in der Verknöcherung gegenüber der Hinterextremität.

Unter den diaphysären Elementen sind zwar keine vorauseilenden Anlagen im Verknöcherungsprozess namhaft zu machen;

unter den epiphysären Elementen eilt die proximale Humerusepiphyse für die Dauer von einer Etappe der proximalen Femurepiphyse (Etappe 9) und die distale Radiusepiphyse ebenfalls für die Dauer von einer Etappe (Etappe 4) der distalen Tibiaepiphyse voraus.

Unter den übrigen Elementen (inklusive Fusswurzelanlagen) zeigen in der Vorderextremität die oberen Sesambeine um eine Etappe früher die Ossifikation an, als die entsprechenden Anlagen in der Hinterextremität (Etappe 10), desgleichen Carpale 2 gegenüber Tarsale 2, bezw. Tarsale 1 (Etappe 11).

B. Untersuchungen an den Eselgliedmassen

I. ABSCHNITT

Die vorliegenden untersuchten Stadien der Extremitätenverknöcherung (Kasuistik)

In entsprechender Weise, wie wir es bei den Pferden getan haben, wollen wir bei Behandlung des Esel-Materials unseren weiteren Untersuchungen zunächst eine Beschreibung der einzelnen Fälle mit den vorliegenden Extremitäten dieser Tiere voranstellen. Wir wollen uns dabei kurz fassen. Wir bringen die Befunde für jeden Fall zur Kenntnis und benützen die Gelegenheit, auf die betreffenden Bilder, welche auf die einzelnen Gliedmassen und Gliedmassenteile Bezug nehmen, hinzuweisen.

Fall a 1: Esel, bez. Do. 67

Hierzu das Tafelbild Taf. XIV, Fig. a 1.

Fall a 1 repräsentiert den kleinsten Embryo der Eselentwicklung, den wir in die Untersuchung einbezogen haben. Der ca. 3,9 cm lange Embryo, den wir auf Taf. XIV, Fig. a 1 in der röntgenologischen Aufnahme reproduzierten, lässt keine knöchernen Anlagen bei Anwendung unserer Technik erkennen. Er liegt deshalb noch ausserhalb dem Materialrahmen, der für uns erst von Fall 1 an für die Untersuchung der in den Gliedmassen vorkommenden und feststellbaren Verknöcherungen die positive Unterlage bildet.

Über die Anlage der Gliedmassenknochen in knorpeligem Zustand erfahren wir von SAARNI (1921) folgendes. Bereits im Anfang der sechsten Woche sind die Gliedmassen in allen Teilen verknorpelt. Einige Skelettabschnitte haben schon zu dieser Zeit grosse Ähnlichkeit mit dem ausgebildeten Knochen, wie z. B. der humerus, das os femoris und die beiden ersten Phalangen. Andere Teile weisen noch kleinere und grössere Formunterschiede gegen später auf.

Fall 1: Esel, bez. Do. 113

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafel:

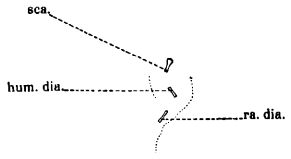
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 334; Taf. XIV: Fig. 1;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 335; Taf. XIV: Fig. 1.

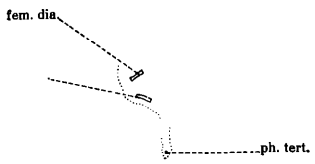
Das früheste Stadium, auf welchem wir bereits verknöcherte Elemente in den Gliedmassen auf Grund röntgenologischer Untersuchungen an unserem vorliegenden Material feststellen können, liegt in Esel *Do. 113* vor.

An den Vorder- und Hinterextremitäten bleiben die Verknöcherungen auf die Diaphysen beschränkt. Diese liegen in Form von zum Teil länglichen, durch knochengewebefreie Zwischenräume deutlich voneinander getrennten, zum Teil kernförmigen Elementen vor.

In der *Vorderextremität* sind, sehen wir vom verknöcherten Schulterblatt ab, das bei der Exartikulation der Gliedmasse miteinbezogen ist, die Humerusdiaphyse, die Radiusdiaphyse



Textfig. 334 (Do. 113) [1])



Textfig. 335 (Do. 113)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 8,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/2 nat. Grösse.
Textfig. 334, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 335, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

und die Diaphyse des späteren Hauptmittelfussknochens ossifiziert[2]). Von den Phalangen ist interessanterweise nur die Endphalanx verknöchert (Textfig. 334; Taf. XIV: Fig. 1, ph. tert.).

Ganz entsprechende Verhältnisse zeigen sich nun auch in der *Hinterextremität*. Es liegen die Femurdiaphyse, die Tibiadiaphyse, der Mittelschaft des Hauptstrahles des hinteren Mittelfusses verknöchert vor. Was die Nebenstrahlen anbetrifft, so ist über sie das nämliche zu sagen, was bereits bei der Besprechung der Vorderextremität ausgeführt worden ist. Wie in der Vorderextremität findet man von den Phalangen nur die Endphalanx in Form eines nach dem distalen Ende der Extremität hin zugespitzten Knochenkernes (Textfig. 335; Taf. XIV: Fig. 1, ph. tert.).

Fall 2: Esel, bez. Do. 55

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 336 u. 337; Tafel XIV: Figg. 2a u. 2c;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 338 u. 339; Tafel XIV: Figg. 2b u. 2c.

Wie für den ersten Fall, so ist auch für den zweiten Fall, *Do. 55*, die Verknöcherung der diaphysären Teile der Hauptröhrenknochen charakteristisch. Vorder- und Hinterextremität zeigen in bezug auf die Ossifikation ein annähernd gleiches Bild, doch treten schon etwelche Unterschiede im Erscheinen einzelner Elemente in der Schultergliedmasse gegenüber der Beckengliedmasse auf.

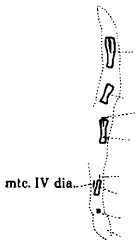
In der *Vordergliedmasse,* wo wiederum die Scapula in verknöchertem Zustand wahrzunehmen ist, treten die Humerus-, Ulna- und Radius-, Metacarpale III-, VI- und II-Diaphysen in Form einer ossifizierten Anlage auf. Ausserdem tritt in Form eines Knochenkernes eine Diaphysenanlage für die Grundphalanx in Erscheinung. Es ist also als neues Element *ein Knochenkern für die Grundphalanx* (Textfig. 336, ph. prim. dia.) zu der bereits im ersten Fall in Form eines Ossifikationskernes vorliegenden Endphalanx hinzugekommen.

[1]) Die in Abkürzungen angegebenen Knochenanlagen-Bezeichnungen finden sich auf Legende zu Tafel XXV und XXVI. Über Geschlecht und Alter gibt die Materialübersicht (Tab. 2) Aufschluss.

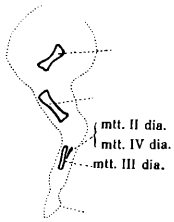
[2]) Die Nebenmittelfussknochen sind auf unseren röntgenologischen Aufnahmen noch nicht als selbständige Elemente wahrzunehmen, projizieren sich aber mutmasslich auf den Hauptmittelfussknochen.



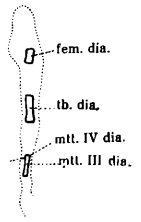
Textfig. 336 (Do. 55)



Textfig. 337 (Do. 55)



Textfig. 338 (Do. 55)



Textfig. 339 (Do. 55

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 11,2 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/2 nat. Grösse.
Textfigg. 336 und 337, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 338 und 339, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Die *Hinterextremität* lässt die nämlichen Elemente erkennen, die wir im vorigen Fall bereits aufgeführt haben, also eine Anlage für die verknöcherte Femurdiaphyse, für die Tibiadiaphyse, für die drei Diaphysen des hintern Mittelfusses und ein Knochenkern für die Endphalanx. Die Grundphalanx ist, soweit die Anwendung der röntgenologischen Methode ein sicheres Urteil zulässt, noch nicht in das knöcherne Stadium eingetreten, doch hat es den Anschein, als ob eine Verdichtung der hierfür geltenden Gewebeunterlage bereits vorliegt, zumal sich gegenüber den übrigen Weichteilen ein allerdings nicht sehr deutlich hervortretender Schattenkern abgrenzt.

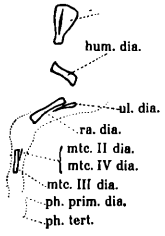
Fall 3: Esel bez. Do. 0.24

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

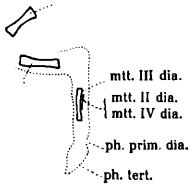
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 340; Tafel XIV: Fig. 3;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 341; Tafel XIV: Fig. 3.

Wir kommen zur Besprechung des in Fall 3, *Do. 0.24*, vorliegenden Stadiums. Fall 3 unterscheidet sich von Fall 2 dadurch, dass die einzelnen Elemente jetzt etwas kräftiger entwickelt in Erscheinung treten wie bei Do. 55, und dass in den *Hinterextremitäten die Grundphalangen* ohne allen Zweifel nunmehr auf den Aufnahmen sich in verknöchertem Zustand zeigen.



Textfig. 340 (Do. 0.24)



Textfig. 341 (Do. 0.24)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 14 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/2 nat. Grösse.
Textfig. 340, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 341, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

In den *Vorderextremitäten* treten ausser der Scapula die Humerusdiaphyse, die Ulna- und Radiusdiaphysen, die Diaphysen des vorderen Mittelfusses, sowie die Grund- und Endphalanx auf.

In den *Hinterextremitäten* sind die den Elementen in der Vorderextremität entsprechenden Anlagen in verknöchertem Zustand wahrzunehmen. Es sind festzustellen: die Femurdiaphyse, die Tibiadiaphyse, die Diaphysen des hinteren Mittelfusses, sowie die Grund- und Endphalanx in Form von zwei deutlichen Knochenkernen.

Fall 4: Esel, bez. Do. 16742

Fall 5: Esel, bez. Do. 16682

Fall 6: Esel, bez. Do. 81

Fall 7: Esel, bez. Do. 0.76

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafeln:

ad Fall 4 (Do. 16742):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 342 u. 343; Taf. XIV: Figg. 4, 4a u. 4c;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 344 u. 345; Taf. XIV: Figg. 4, 4b u. 4d.

ad Fall 5 (Do. 16682):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 346 u. 347; Taf. XV: Figg. 1, 1a u. 1c;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 348 u. 349; Taf. XV: Figg. 1, 1b u. 1d.

ad Fall 6 (Do. 81):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 350 u. 351; Taf. XV: Figg. 2, 2', 2b u. 2b';

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 352 u. 353; Taf. XV: Figg. 2a, 2a', 2c u. 2c'.

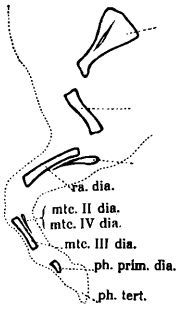
ad Fall 7 (Do. 0.76):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 354 u. 355;

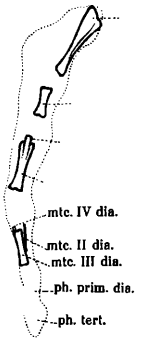
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 356 u. 357.

Die vier jetzt anzuschliessenden ontogenetischen Stadien mit den Fällen 4 (*Do. 16742*) 5 (*Do. 16682*), 6 (*Do. 81*) und 7 (*Do. 0.76*) dürfen zusammen zur Abhandlung gelangen. Sie zeigen gegenüber Fall 3 (Do. 0.24) keine weiteren verknöcherten Elemente. Die Fälle dürften vielmehr als Demonstrationen für das fortgesetzte Wachstum der einzelnen Elemente innerhalb der Extremität und der Gliedmassen selber einzuschätzen sein. Sie sind aber deshalb nicht minder wertvoll, zeigen sie doch, wie das Wachstum der Embryonen ganz bedeutende Fortschritte machen kann, ohne dass eine Komplettierung des Skelettbestandes im Sinne progressiver Verknöcherung und Einbeziehung von neuen Elementen in diese notwendigerweise zu erfolgen braucht. Entsprechend dem Wachstum der einzelnen Gliedmassen und der ossifizierten Knochenanlagen haben sich aber auch die zwischen den verknöcherten Anteilen liegenden Knorpelzonen ausgedehnt, sodass die Hartteile in relativ weitem Abstand auseinander liegen.

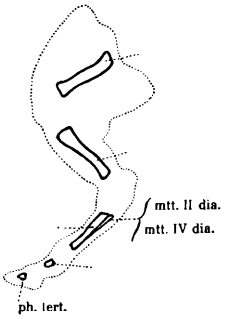
Verknöchert liegen — wie im vorigen Fall (Fall 3, Do. 0.24) — vor: in der *Vorderextremität* ausser einer verknöcherten Scapula eine verknöcherte Humerusdiaphyse, eine verknöcherte



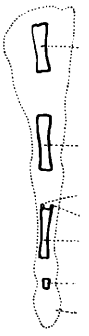
Textfig. 342 (Do. 16742)



Textfig. 343 (Do. 16742)

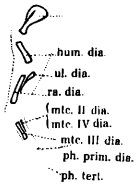


Textfig. 344 (Do. 16742)

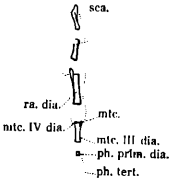


Textfig. 345 (Do. 16742)

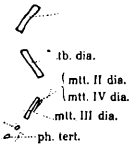
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 17,8 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/2 nat. Grösse.
Textfigg. 342 und 343, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 344 und 345, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



Textfig. 346 (Do. 16682)



Textfig. 347 (Do. 16682)



Textfig. 348 (Do. 16682)



Textfig. 349 (Do. 16682)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 23 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 346 und 347, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 348 und 349, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



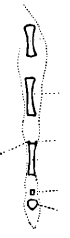
Textfig. 350 (Do. 81)



Textfig. 351 (Do. 81)



Textfig. 352 (Do. 81)

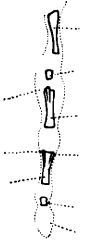


Textfig. 353 (Do. 81)

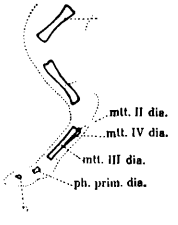
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 29 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 350 und 351, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 352 und 353, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



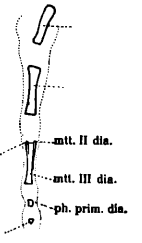
Textfig. 354 (Do. 0.76)



Textfig. 355 (Do. 0.76)



Textfig. 356 (Do. 0.76)



Textfig. 357 (Do. 0.76)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 30,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 354 und 355, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 356 und 357, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Ulna- und Radiusdiaphyse, die Ossa metacarpalia III, IV und II; ferner die ossifizierte Diaphyse der Grundphalanx und ein Endphalangenkern; in der *Hinterextremität* eine Diaphyse für den späteren Femurknochen, eine Tibiadiaphyse, Diaphysen (Strahl III, IV und II) im hinteren Mittelfuss und Kerne für die Grundphalangendiaphyse und die Endphalanx.

In Fall 6 (Do. 81) tritt in der Hinterextremität der Calcaneus als leicht verdichteter Kern im Knorpelgewebe auf, ein erstes Anzeichen dafür, dass an dieser Stelle Umwandlungsprozesse im Sinne der Calcifikation stattfinden, und dass der Calcaneus bald seinen knorpeligen Charakter endgültig aufgeben wird.

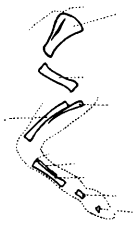
Fall 8: Esel, bez. Do. 16710

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

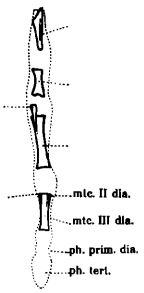
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 358 u. 359; Taf. XVI: Figg. 1, 1a, 1a', 1b;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 360 u. 361; Taf. XVI: Figg. 1, 1c, 1d, 1e.

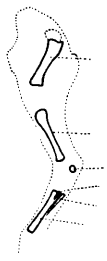
Fall 8, *Do. 16710,* zeigt in bezug auf die *Vorderextremität* die nämlichen Verhältnisse wie die eben beschriebenen Vorderextremitäten der vier vorangegangenen Fälle. Neue Elemente sind keine vom fortschreitenden Verknöcherungsprozess erfasst worden.



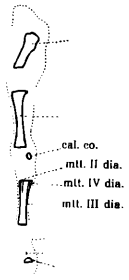
Textfig. 358 (Do. 16710)



Textfig. 359 (Do. 16710)



Textfig. 360 (Do. 16710)



Textfig. 361 (Do. 16710)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 35 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 358 und 359, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 360 und 361, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

In der *Hinterextremität* macht sich in der Weise ein Fortschritt geltend, als der *Calcaneus* als deutlicher Knochenkern auf den Seiten- und Frontbildern (Textfigg. 360 u. 361; Taf. XVI: Figg. 1, 1c, 1d u. 1e, cal. co.) auftritt, wo er in etwelcher Entfernung von der Tibiadiaphyse im knorpeligen Zwischenraum zwischen der Tibia- und den Metatarsusdiaphysen erscheint. Der Knochenkern zeigt zunächst mit der Tibiadiaphyse noch keinerlei Kontakt.

In den Seiten- und Frontbildern der Hinterextremität (Textfigg. 360 u. 361; Taf. XVI: Figg. 1 u. 1c) wird man sodann eines kleinen zwischen Grund- und Endphalanx gelegenen Verknöcherungskernes gewahr. Dieser Kern repräsentiert *das Verknöcherungszentrum,* von welchem aus die Diaphysenossifikation *der Mittelphalanx* vor sich geht.

Fall 9: Esel, bez. Do. 16684
Fall 10: Esel, bez. Do. 16766
Fall 11: Esel, bez. Do. 16734

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafel:

ad Fall 9 (Do. 16684):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 362 u. 363; Taf. XVII: Figg. 1, 6 u. 7;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 364 u. 365; Taf. XVII: Figg. 2, 3, 4 u. 5.

ad Fall 10 (Do. 16766) [1]):

a) für die Vorderextremität:
Taf. XVII: Figg. 8 u. 9;

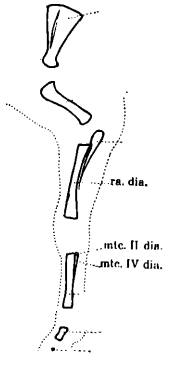
b) für die Hinterextremitäi:
Taf. XVII: Figg. 10 u. 11.

ad Fall 11 (Do. 16734):

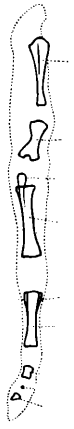
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 366 u. 367;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 368 u. 369.

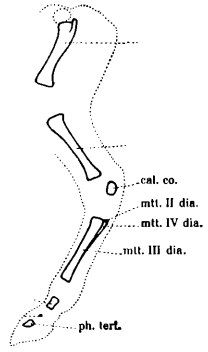
Die drei hier aufgeführten Fälle zeigen insofern gegenüber Fall 8 (Do. 16710) einen Fortschritt in der Verknöcherung, als nunmehr auch in der *Vorderextremität* zwischen der Grundphalanx und der Endphalanx ein Knochenkern auftritt, der den Beginn der Verknöcherung im *Diaphysenteil der Mittelphalanx* ankündigt, und der auf den Seiten- und Frontbildern der obigen Fälle vorzufinden ist (Textfigg. 362 u. 363; Taf. XVII: Fig. 1, 6 u. 7; Taf. XVII: Figg. 8 u. 9, Textfigg. 366 u. 367, ph. sec. dia.). Die Kerne sind relativ noch klein und treten an Grösse gegenüber dem Grundphalangen- und Endphalangenkern stark zurück. Somit sind in der Vorderextremität die Anlagen verknöchert vorhanden: der Scapula, der Diaphysen des Humerus, der Ulna und des Radius, der Metacarpalknochen und der drei Phalangen.



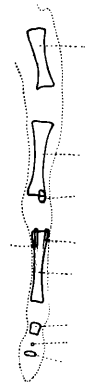
Textfig. 362 (Do. 16684)



Textfig. 363 (Do. 16684)



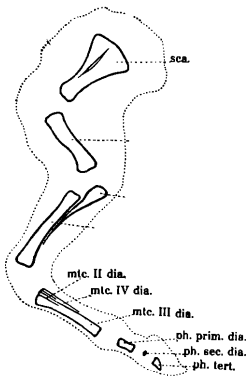
Textfig. 364 (Do. 16684)



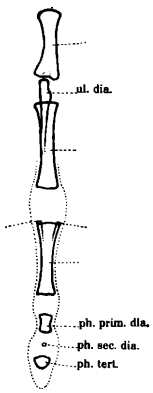
Textfig. 365 (Do. 16684)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 36 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 362 und 363, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 364 und 365, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

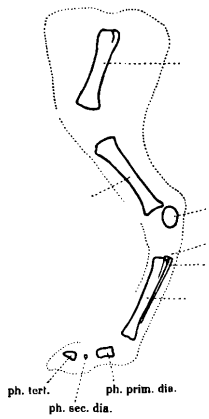
[1]) In den Tabellen 7 u. 8 nicht aufgeführt.



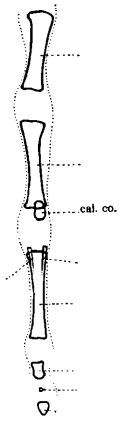
Textfig. 366 (Do. 16734)



Textfig. 367 (Do. 16734)



Textfig. 368 (Do. 16734)



Textfig. 369 (Do. 16734)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 49,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 366 und 367, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 368 und 369, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

In der *Hinterextremität* sind keine neuen verknöcherten Elemente zum alten Bestand hinzugetreten. Die Grundphalanx lag ja bereits bei Do. 16710 in einem Diaphysenknochenkern vor. Der Fortschritt liegt somit für alle die drei Fälle nur im peri- und enchondralen Wachstum der einzelnen Elemente. So ist z. B., wie Frontbilder von der Hinterextremität deutlich zeigen, das Knochenelement für den Calcaneus bei der ausgestreckten Extremität bereits über den distalen Querrand der Tibiadiaphyse hinaufgerückt und überragt im proximalen Teil denselben (Textfig. 365; Textfig. 369, cal. co.). Als Verknöcherungen sind in der Hinterextremität folgende zu notieren: Femurdiaphyse, Tibiadiaphyse, Calcaneuskörper, Metatarsalia-Diaphysen III, IV und II, Grund- und Mittelphalangendiaphysen und die Endphalanx.

Fall 12: Esel, bez. Do. 16720

Fall 13: Esel, bez. Do. 16696

Fall 14: Esel, bez. Do. 141

Fall 15: Esel, bez. Do. 146

Hierzu die Textfiguren:

ad Fall 12 (Do. 16720):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 370 u. 371;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 372 u. 373.

ad Fall 13 (Do. 16696):

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 374;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 375.

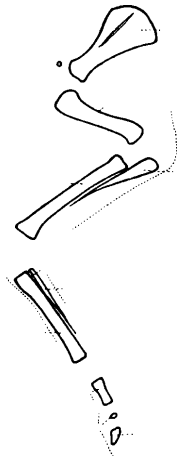
ad Fall 14 (Do. 141):
- a) für die Vorderextremität: Textfig. 376;
- b) für die Hinterextremität: Textfig. 377.

ad Fall 15 (Do. 146):
- a) für die Vorderextremität: Textfigg. 378 u. 379;
- b) für die Hinterextremität: Textfigg. 380 u. 381.

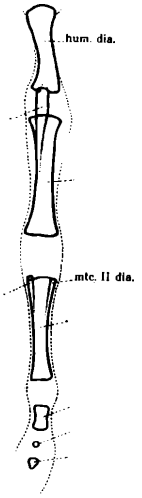
Die nun aufzuführenden Einzelfälle, welche wir oben bekannt gegeben haben, zeigen weder in der Vorderextremität noch in der Hinterextremität gegenüber den vorigen (Fälle 9–11) neu verknöcherte Elemente, soweit die eigentlichen Gliedmassen in Frage kommen. Die Aufnahmen dieser Fälle veranschaulichen nur das starke Längen- und Dickenwachstum der bereits im Vorkommen festgestellten und in die Verknöcherung übergetretenen Elemente. Die langen Hauptknochen haben sich zu starken Knochensäulen umgestaltet, die auch äusserlich immer mehr sich der definitiven Grundform nähern.

Die *Vorderextremität* zeigt in proximo-distaler Richtung die Humerus-, Ulna- und Radius-, die Metacarpal-, Grund- und Mittelphalangendiaphysen, sowie die Endphalanx in verknöcherter Form.

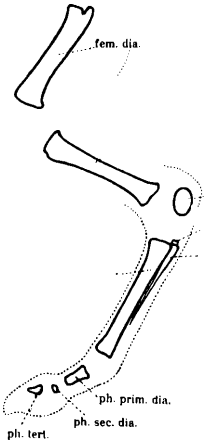
Wie bereits früher erwähnt, ist aber bei der Vorderextremität auch der Aufhängegürtel in die Untersuchungen einbezogen worden. Gegenüber den vorgängig beschriebenen Fällen zeigen nun die Esel *Do. 16720, Do. 16696, Do. 141* und *Do. 146* im Schultergürtel nicht nur die Scapula in typischer Form verknöchert; es tritt vielmehr im Bereich der Scapula noch ein Knochenkern auf, den wir vorläufig ebenfalls — wie bei den Pferden — als «*Coracoidkern*» bezeichnen (Textfigg. 370, 374, 376 und 378, cor.).



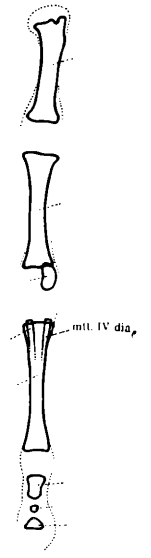
Textfig. 370 (Do. 16720)



Textfig. 371 (Do. 16720)

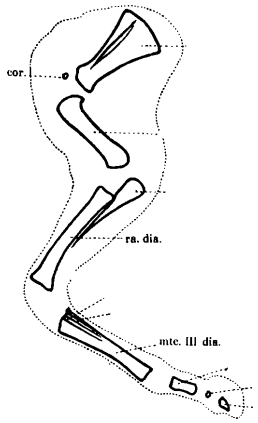


Textfig. 372 (Do. 16720)

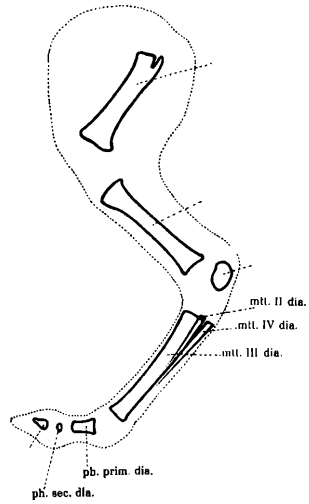


Textfig. 373 (Do. 16720)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 54 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 370 und 371, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 372 und 373, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

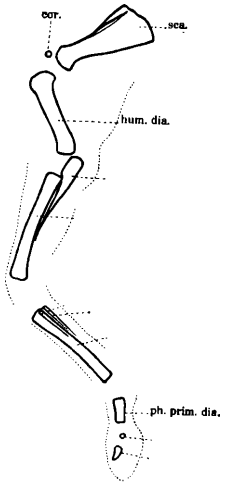


Textfig. 374 (Do. 16696)

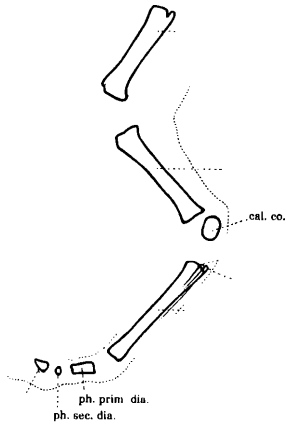


Textfig. 375 (Do. 16696)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 57,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 374, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 375, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

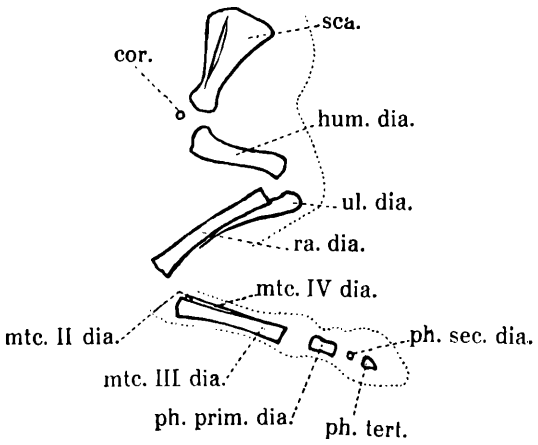


Textfig. 376 (Do. 141)

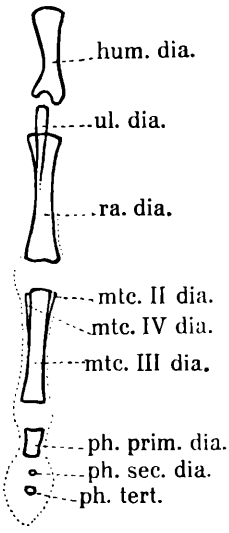


Textfig. 377 (Do. 141)

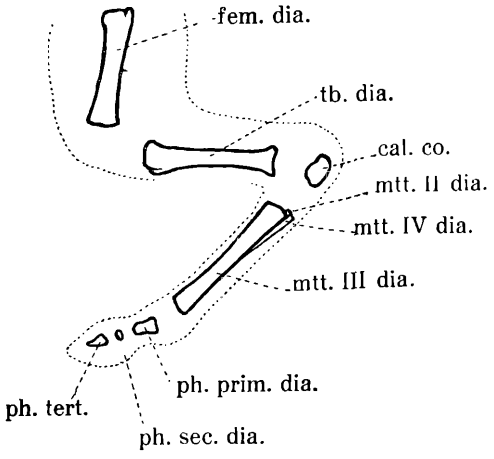
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 52 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. nat. Grösse.
Textfig. 376, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 377, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.



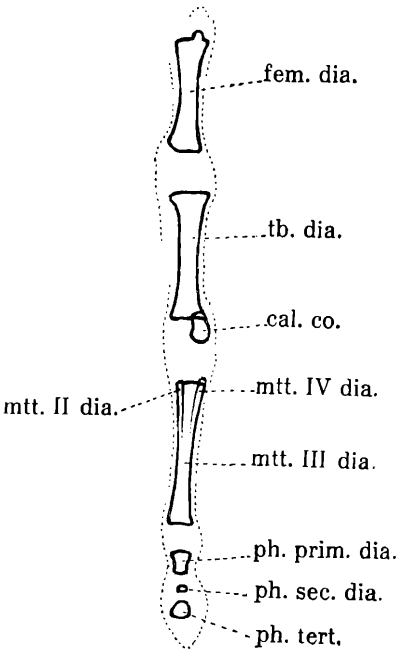
Textfig. 378 (Do. 146)



Textfig. 379 (Do. 146)



Textfig. 380 (Do. 146)



Textfig. 381 (Do. 146)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 58,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 378 und 379, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 380 und 381, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

Die *Hinterextremität* wird durch folgende Knochenelemente charakterisiert: durch die Femur- und Tibiadiaphyse, den Calcaneuskern, drei Diaphysen im Metatarsus, sowie eine Grund- und Mittelphalangendiaphyse und ein Element in der Hufbeinanlage.

Fall 16: Esel bez. Do. 16746
Fall 17: Esel bez. Do. 16706

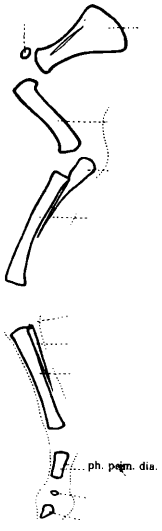
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

ad Fall 16 (Do. 16746):
- a) für die Vorderextremität:
  Textfig. 382;
- b) für die Hinterextremität:
  Textfig. 383.

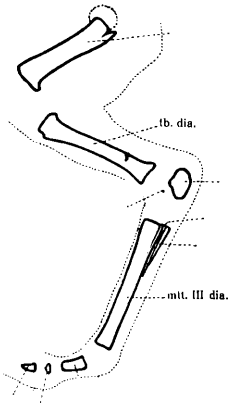
ad Fall 17 (Do. 16706):
- a) für die Vorderextremität:
  Textfig. 384; Taf. XVIII: Fig. 1;
- b) für die Hinterextremität:
  Textfig. 385; Taf. XVIII: Fig. 2.

Die beiden hier aufgeführten Fälle 16 und 17, mit *Do. 16746* und *Do. 16706*, zeigen untereinander in den Vorder- und Hinterextremitäten die nämlichen Verknöcherungszustände: dieselben Anlagen des Extremitätenskelettes finden sich in verknöchertem Zustand vor. Beide Fälle weisen gegenüber den Fällen in der vorangehenden Gruppe aber einen neuen Knochenkern auf. Es ist dies ein Verknöcherungszentrum, das bis anhin noch nicht wahrgenommen

werden konnte, und das im Tarsus der Hinterextremität neben dem Calcaneus erscheint (Textfigg. 383 u. 385; Taf. XVIII: Fig. 2, tal.). Das Knochenzentrum kündigt den Beginn der Verknöcherung im *Talus* an. Bei Do. 16706 ist dieser Kern bereits etwas stärker entwickelt als bei Do. 16746.

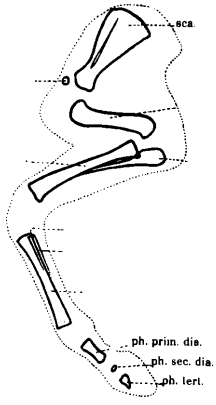


Textfig. 382 (Do. 16746)

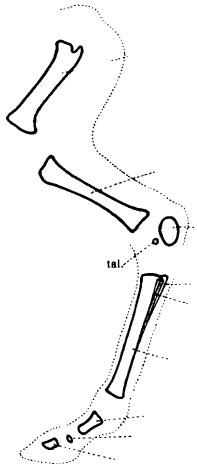


Textfig. 383 (Do. 16746)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 54 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfig. 382, Vorderextremität in Seitenflächenansicht, Textfig. 383, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.



Textfig. 384 (Do. 16706)



Textfig. 385 (Do. 16706)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 48 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse. Textfig. 384, Vorderextremität in Seitenflächenansicht, Textfig. 385, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

Die Befundung der Verknöcherung in den Extremitäten dieser beiden Fälle ergibt: In den *Vorderextremitäten* in Form von Anlagen ossifiziert vorhanden: die Scapula und ein von ihr isoliert stehender Nebenkern («Coracoid»), die Humerus-, Ulna-, Radius-, sowie die Metacarpus-Diaphysen, die Diaphysen der Grund-, Mittel- und Endphalanx; in den *Hinterextremitäten* dagegegen die Femurknochen- und Tibiadiaphysen, Kerne im Calcaneus und Talus, sowie die Diaphysen im Metatarsus und im Zehengebiet (Grund- und Mittelphalangendiaphysen und Endphalanx).

Fall 18: Esel, bez. Do. 16687

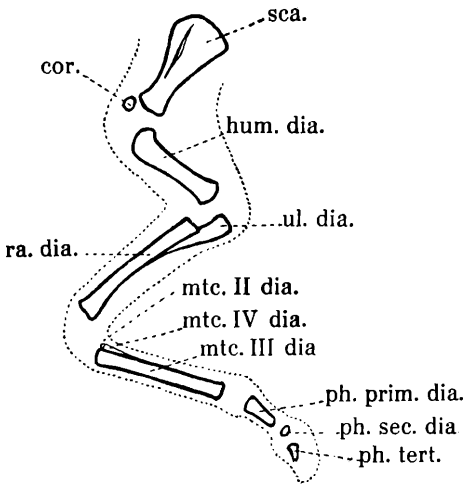
Hierzu die Textfiguren:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 386 u. 387;

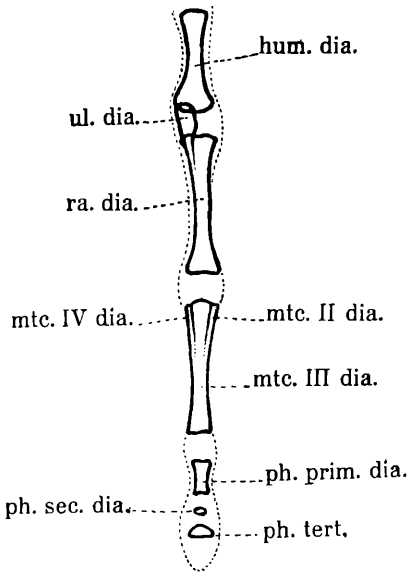
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 388 u. 389.

Die *Vorderextremität* des Falles 18 (*Do. 16687*) hat sich in bezug auf Vorkommnisse verknöcherter Elemente nicht verändert; sie hält den nämlichen Entwicklungsgrad inne wie die Vorderextremität von Do. 16746 und Do. 16706. Diejenigen verknöcherten Anlagen, welche wir bei Do. 16746 und Do. 16706 vorgefunden und als Ergebnis der Untersuchung für die Fälle 16 und 17 aufgeführt haben, sind auch im Falle 18 (Do. 16687) vorhanden. Neue Elemente sind nicht hinzugetreten.

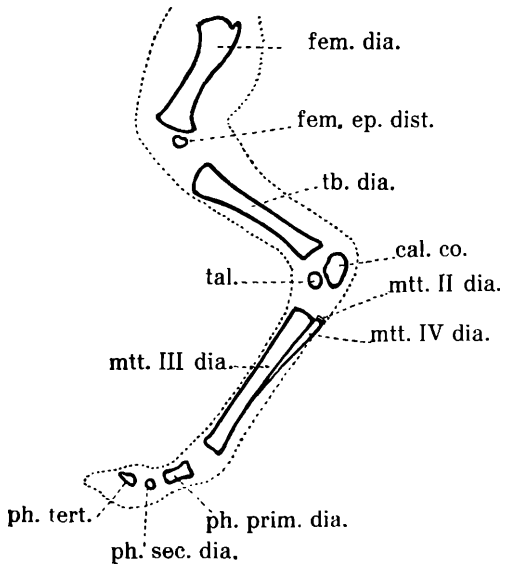
Wie in den beiden vorangehenden Fällen ist es wiederum die *Hinterextremität,* die ein neues Knochenelement neben den bereits in der Entwicklung bekannt gewordenen ausgebildet hat. Zum erstenmal erscheint am Femurknochen ein *Kern in der distalen Epiphyse* (Textfigg. 388 und 389, fem. ep. dist.). Dieses neue Verknöcherungszentrum ist das erste ossifizierte Epiphysenelement in den Knorpelepiphysen der langen und kurzen Röhrenknochen, das in den Vorder- und Hinterextremitäten wahrzunehmen ist.



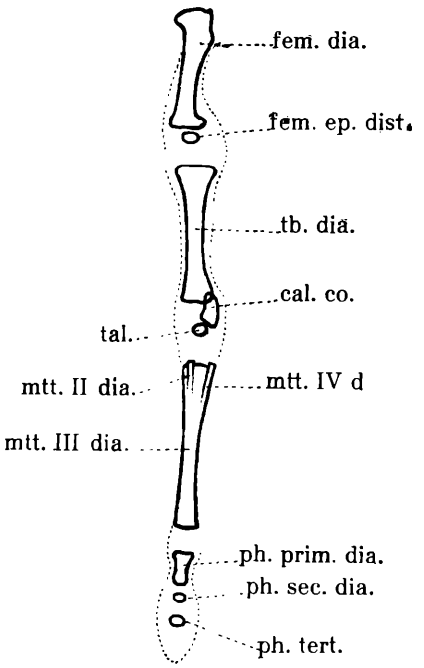
Textfig. 386 (Do. 16687)



Textfig. 387 (Do. 16687)



Textfig. 388 (Do. 16687)



Textfig. 389 (Do. 16687)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 60 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 386 und 387, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 388 und 389, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

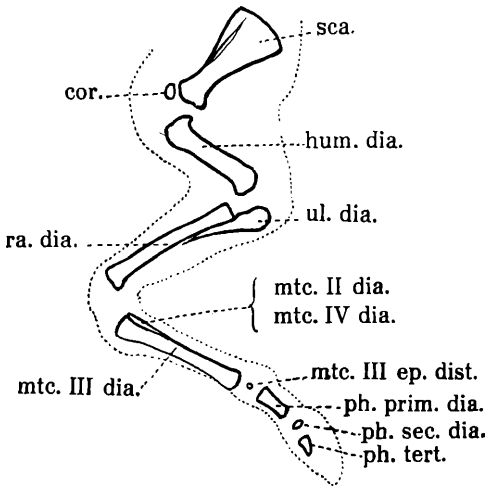
Fall 19: Esel, bez. Do. 16698

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

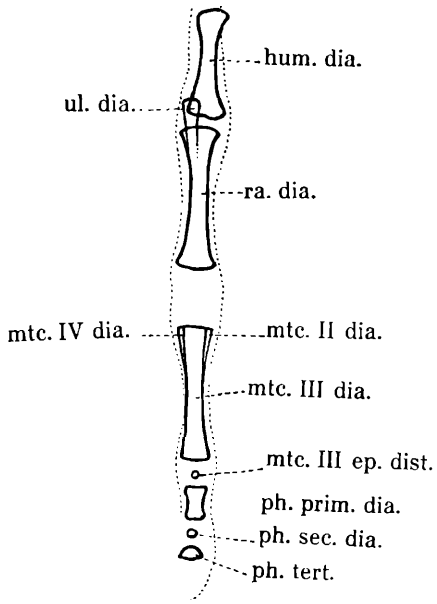
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 390 u. 391; Taf. XIX: Figg. 1—5;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 392 u. 393; Taf. XIX: Figg. 6—14.

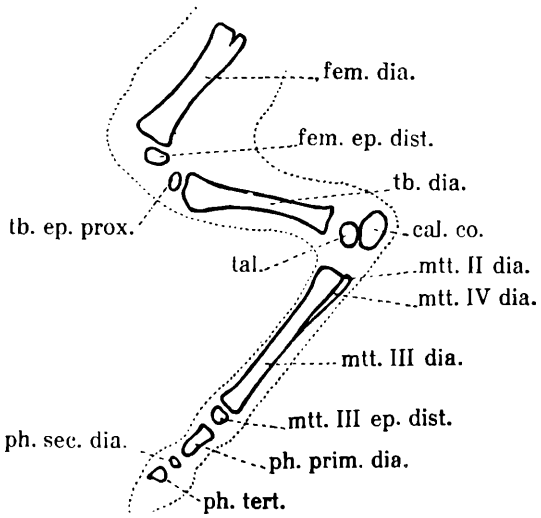
Der neue in die Besprechung der Einzelfälle aufzunehmende Fall 19, *Do. 16698,* weist drei neue bisher noch nicht in verknöchertem Zustand erschienene Elemente im Gliedmassenskelett auf. Sie verteilen sich auf die Vorder- und Hinterextremität, wobei erstere durch einen, letztere durch zwei neue Kerne bereichert wird.



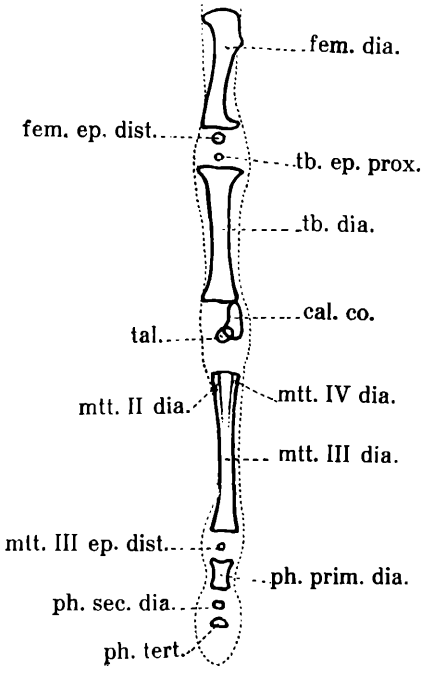
Textfig. 390 (Do. 16698)



Textfig. 391 (Do. 16698)



Textfig. 392 (Do. 16698)



Textfig. 393 (Do. 16698)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 62,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 390 und 391, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 392 und 393, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

In der *Vorderextremität* tritt als neuer Knochenkern ein *Ossifikationspunkt in der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens* auf (Textfigg. 390 u. 391; Taf. XIX: Figg. 1 u. 4, mtc. III ep. dist.). Der Kern ist auf Seiten- und Frontaufnahmen deutlich zu sehen.

Die *Hinterextremität* bringt gleichzeitig zwei neue Kerne im Epiphysenbereich hervor, einen *Knochenkern* in der proximal gelegenen *Knorpelepiphyse der Tibia* (Textfigg. 392 u. 393; Taf. XIX: Figg. 6, 7 u. 10, tb. ep. prox.) und einen *Kern im distalen Knorpelepiphysengebiet des Hauptmittelfussknochens* (Textfigg. 392 u. 393; Taf. XIX: Figg. 6 u. 12, mtt. III ep. dist.).

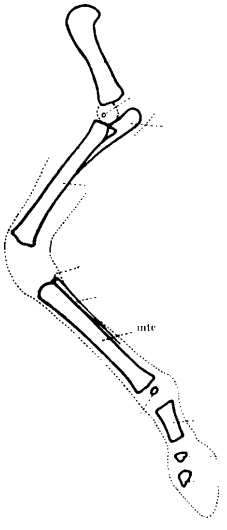
Fall 20: Esel, bez. Do. 115

Hierzu die Textfiguren:

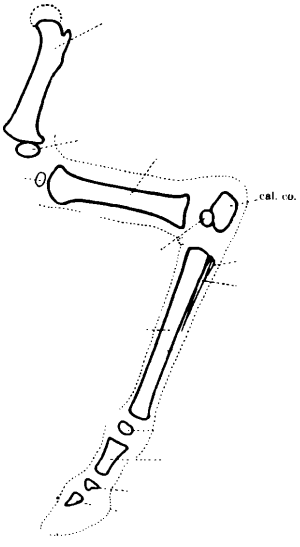
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 394;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 395.

Fall 20, *Do. 115,* bringt in der *Vorderextremität* einen weiteren Fortschritt im Verknöcherungsprozess. Er zeigt sich im Auftreten eines *Verknöcherungszentrums in der distalen Epiphyse des Humerus* (Textfig. 394, hum. ep. dist.). Der Kern ist zwar noch ausserordentlich klein, sodass die Verknöcherung der distalen Humerusepiphyse in diesem Zeitmoment eben einzusetzen beginnt. Der knöcherne Epiphysenkern des Hauptmittelfussknochens hat sich im Vergleich zum entsprechenden Verknöcherungselement in Fall 19 bedeutend weiter entwickelt (Textfig. 394, mtc. III ep. dist.).



Textfig. 394 (Do. 115)



Textfig. 395 (Do. 115)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 58 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse
Textfig. 394, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 395, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

In der *Hinterextremität* sind keine neuen Knochenkerne zum alten Bestand (Do. 16698) hinzugetreten. Wir finden als verknöcherte Elemente vor: die Femurdiaphyse, die distale Epiphyse des Oberschenkelknochens, die proximale Tibiaepiphyse und die Diaphyse des Unterschenkelknochens, den Calcaneuskörper und den Talus, die drei Diaphysen des hintern Mittelfusses, sowie die distale Epiphyse des Hauptknochens des hintern Mittelfusses, die Grund-, Mittel- und Endphalanx (Textfig. 395).

Fall 21: Esel, bez. Do. 135

Fall 22: Esel, bez. Do. 77

Hierzu die Textfiguren:

ad Fall 21 (Do. 135):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 396 u. 397;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 398 u. 399.

ad Fall 22 (Do. 77):

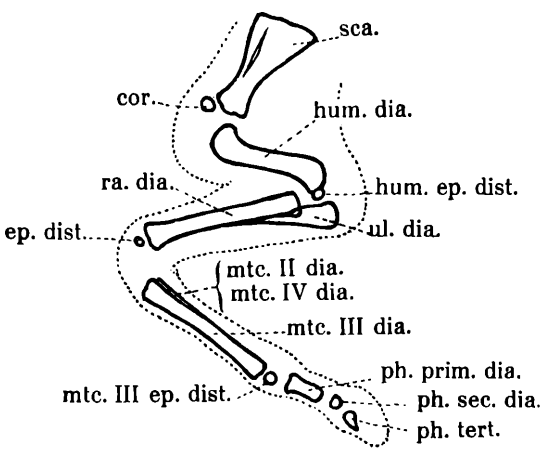
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 400 u. 401;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 402 u. 403.

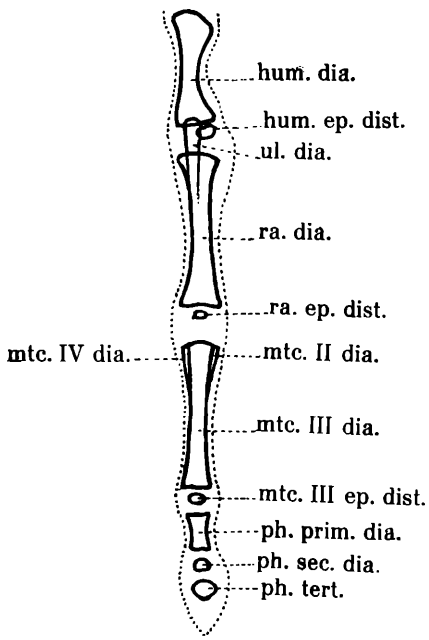
In den beiden Fällen 21 (*Do. 135*) und 22 (*Do. 77*) liegen in der Vorder- und Hinterextremität gleiche Verhältnisse bezüglich der Verknöcherung vor. Die beiden Fälle dürfen deshalb zusammen aufgeführt und besprochen werden.

Der Fortschritt in der Ossifikation liegt beiderorts in der *Vorderextremität,* wo zum erstenmal ein *Knochenkern in der distalen Knorpelepiphyse des Radius* wahrzunehmen ist (Textfigg. 396 u. 397 und Textfigg. 400 u. 401, ra. ep. dist.).

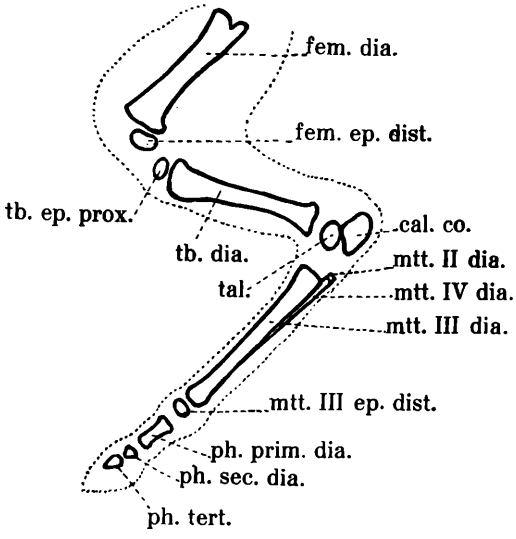
Sehen wir vom Schultergürtel ab, der verknöchert in Form der Scapula und einer Coracoidossifikation vorliegt, so sind als Diaphysen in der Vorderextremität die Femur-, Ulna- und Radius-, die Metacarpal- und Phalangendiaphysen, als Epiphysen die distalen Humerus-, Radius- und Hauptmittelfussknochen-Epiphysen vorhanden.



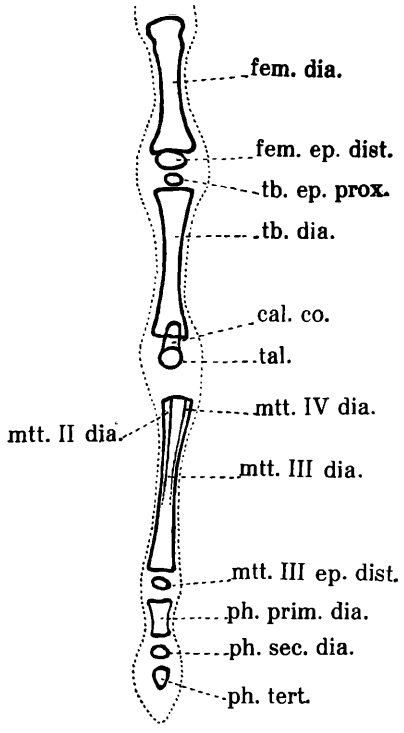
Textfig. 396 (Do. 135)



Textfig. 397 (Do. 135)

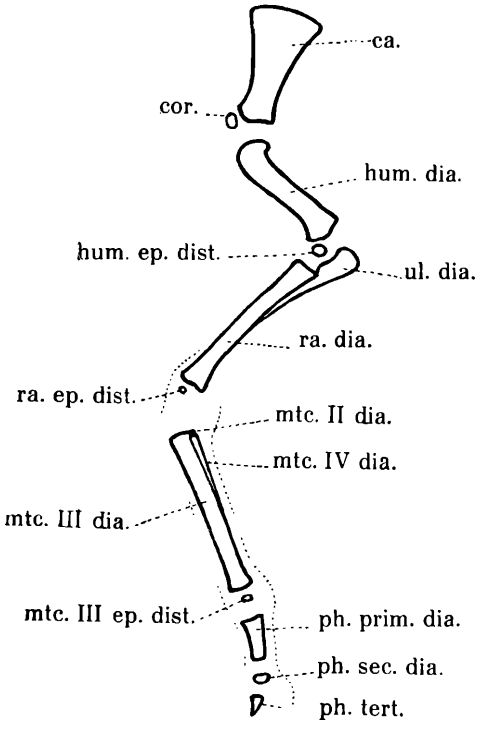


Textfig. 398 (Do. 135)

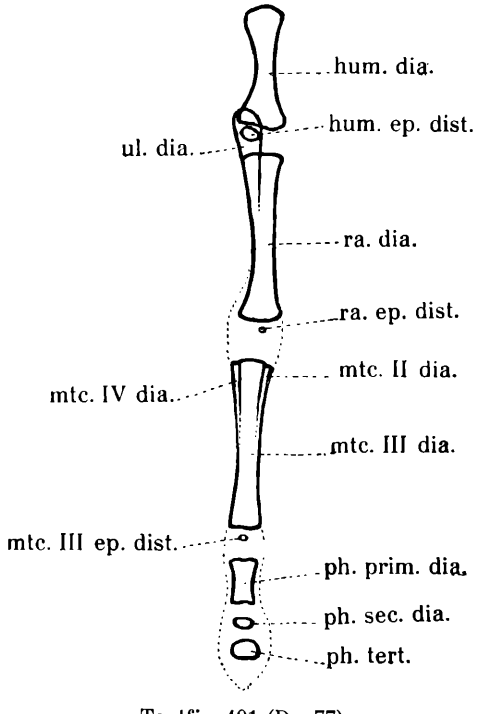


Textfig. 399 (Do. 135)

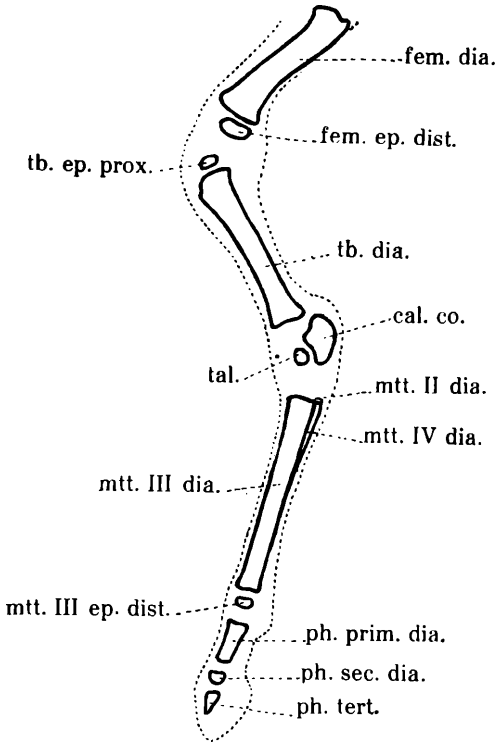
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 42,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 396 und 397, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 398 und 399, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



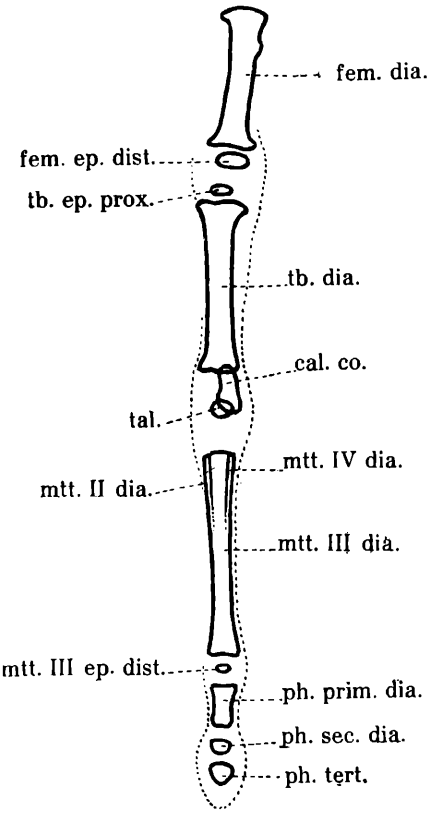
Textfig. 400 (Do. 77)



Textfig. 401 (Do. 77)



Textfig. 402 (Do. 77)



Textfig. 403 (Do. 77)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 67,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 400 und 401, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 402 und 403, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

In den *Hinterextremitäten* hat sich bei Do. 135 und Do. 77 gegenüber Fall 20, Do. 115, nichts im knöchernen Anlagenbestand des Gliedmassenskelettes verändert. Wir finden dieselben Elemente unter den Diaphysen, Epiphysen und Verknöcherungen im Tarsus vor, die in der Hinterextremität von Do. 115 anzutreffen sind. Es sind verknöchert als Anlagen vorhanden: die Femur-, Tibia-, Metatarsal- und Phalangendiaphysen, die distale Epiphyse des Femurknochens und des Hauptmittelfussknochens, sowie die proximale Epiphyse der Tibia, der Calcaneuskörper und der Talus je in einem Knochenkern.

Fall 23: Esel, bez. Do. 16676

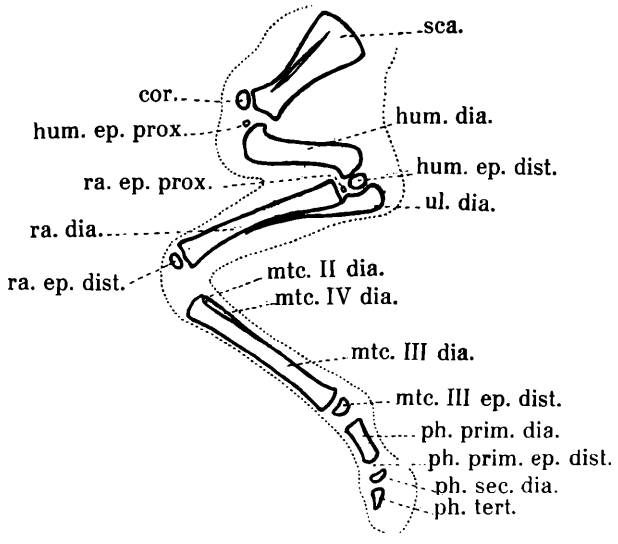
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 404 u. 405; Tafel XX: Figg. 1—5, 5a, 8a u. 8b:

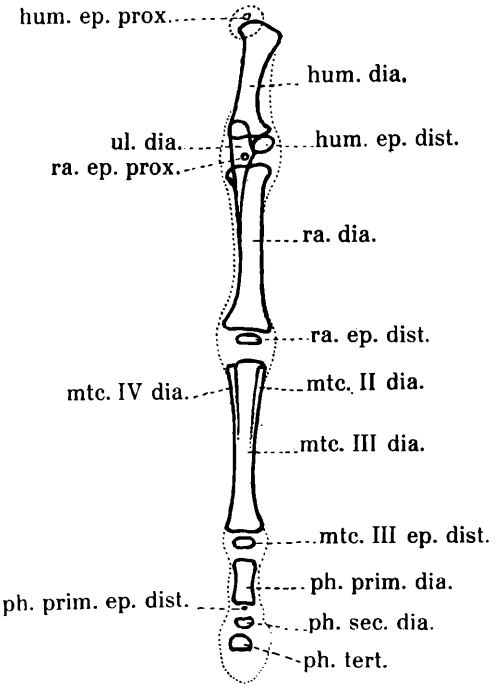
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 406 u. 407: Taf. XX: Figg. 6, 7, 9, 10 u. 11.

Vorder- und Hinterextremität des Falles 23 (*Do. 16676*) zeigen Fortschritte in der Verknöcherung.

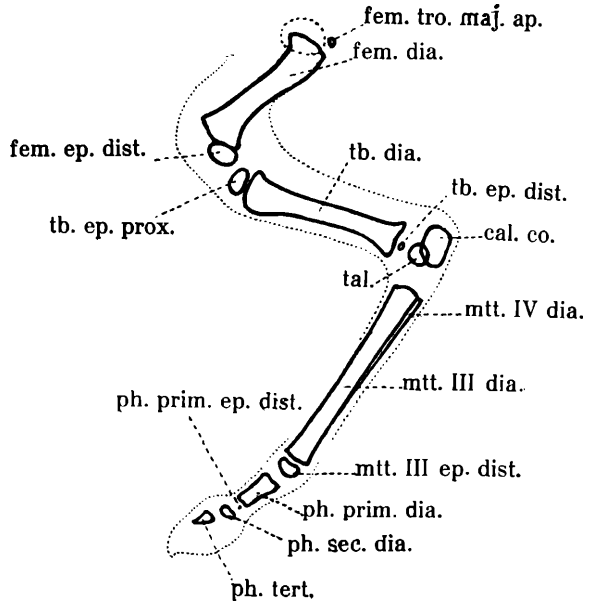
In den *Vorderextremitäten* sehen wir neben den bereits bekanntgegebenen Anlagen drei neue Epiphysen auftreten. Der *Humerus* zeigt einen Knochenkern in seiner *proximalen Epiphyse* (Textfigg. 404 u. 405; Taf. XX: Figg. 1, 5 u. 8a, hum. ep. prox.); der *Radius* einen solchen eben-



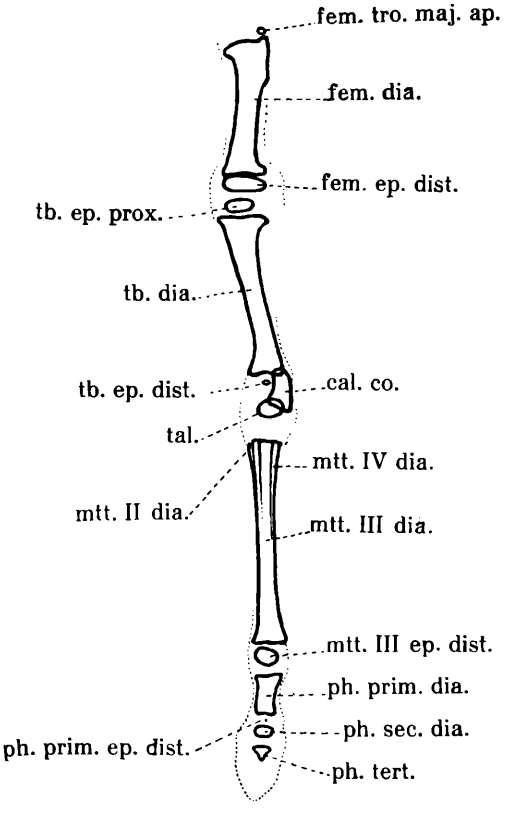
Textfig. 404 (Do. 16676)



Textfig. 405 (Do. 16676)



Textfig. 406 (Do. 16676)



Textfig. 407 (Do. 16676)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 65 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. nat. Grösse.
Textfigg. 404 und 405, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 406 und 407, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

falls in seiner *proximalen Epiphyse* (Textfigg. 404 u. 405; Taf. XX: Figg. 2, 5 u. 8a, ra. ep. prox.), während die *Grundphalanx* in der *distalen Epiphyse* ein Ossifikationszentrum erstmalig erkennen lässt (Textfigg. 404 u. 405; Taf. XX: Figg. 4 u. 8b, ph. prim. ep. dist.).

In den *Hinterextremitäten* treten ein neuer Apophysen- und zwei Epiphysenkerne als neue Elemente auf. Es ist der Femurknochen, die Tibia und die Grundphalanx, die mit neuen knöchernen Elementen ausgestattet werden.

Am *Femurknochen* tritt ein *Kern für den Trochanter major* auf (Textfigg. 406 u. 407; Taf. XX: Figg. 6 u. 9, fem. tro. maj. ap.), an der *Tibia* ein Ossifikationspunkt *in der distalen Epiphyse* (Textfigg. 406 u. 407; Taf. XX: Figg. 6 u. 10, tb. ep. dist.), *ebenso* an der *Grundphalanx* (Textfigg. 406 u. 407; Taf. XX: Fig. 7, ph. prim. ep. dist.).

Fall 24: Esel, bez. Do. 0.20

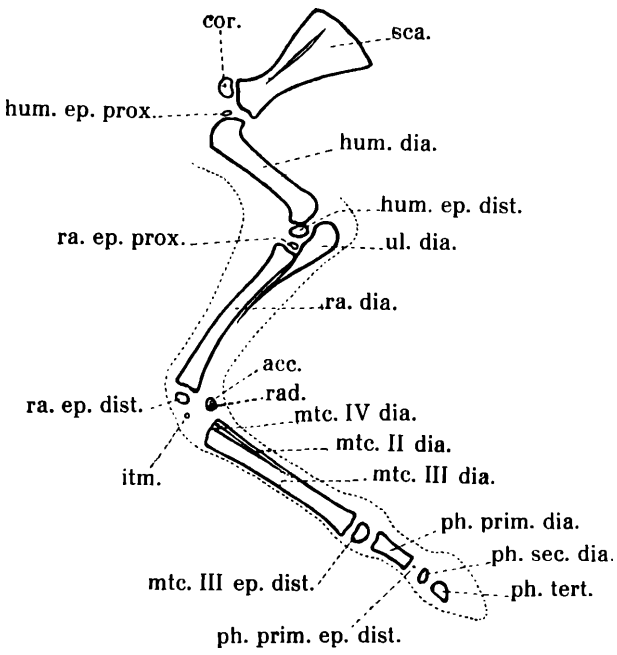
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 408 u. 409; Taf. XXI: Figg. 1, 1a, 2—16;

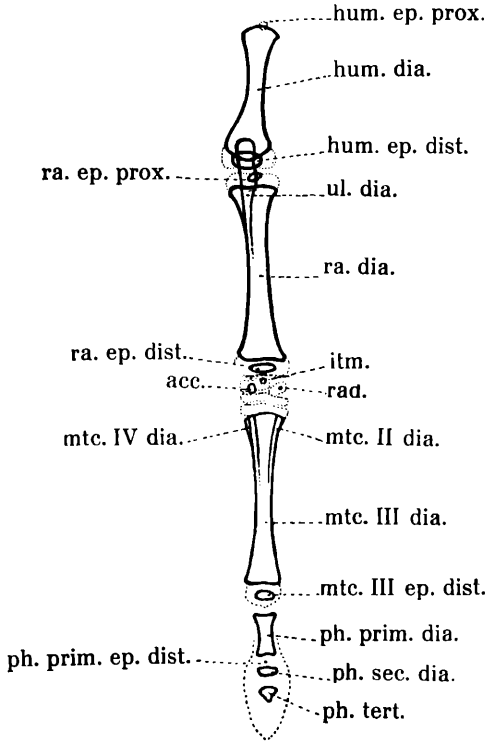
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 410 u. 411; Taf. XXI: Figg. 17—32.

Der in Fall 24, *Do. 0.20,* auftretende Zustand zeigt Fortschritte in der Verknöcherung der Vorder- und Hinterfusswurzel, sowie in der Ossifikation der Tibia.

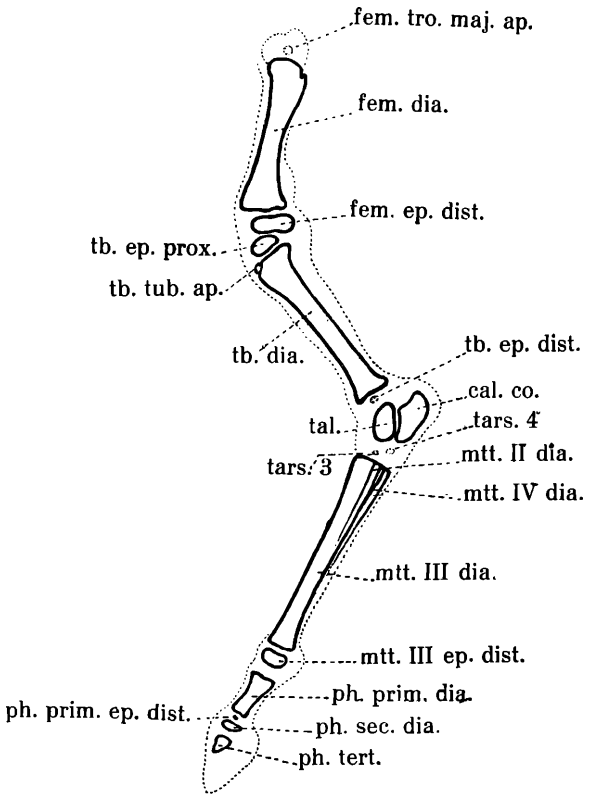
In der Vorderfusswurzel der *Schultergliedmasse* tritt zunächst als Anhangsknochen das *Accessorium in ossifiziertem Zustand* auf (Textfigg. 408 u. 409; Taf. XXI: Figg. 1, 4, 8, 9, 13,



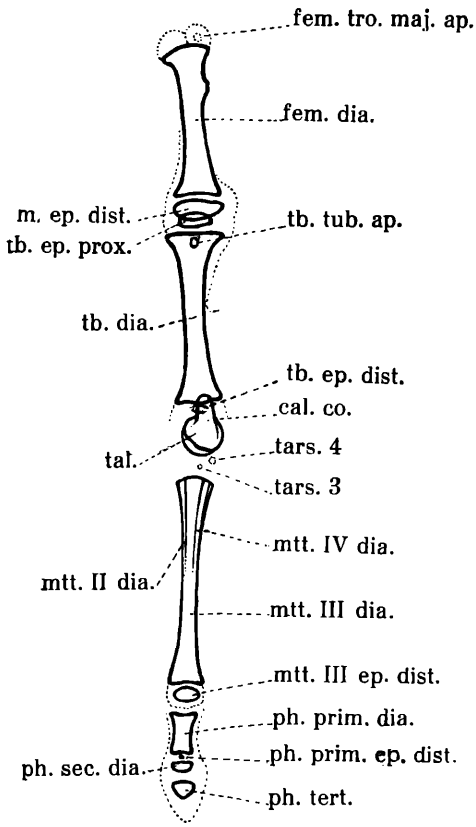
Textfig. 408 (Do. 0.20)



Textfig. 409 (Do. 0.20)



Textfig. 410 (Do. 0.20)



Textfig. 411 (Do. 0.20)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselembryo von 65 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 408 und 409, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 410 und 411, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

14 u. 15, acc.). Als weitere Knochenkerne in der proximalen Reihe der Knochenanlagen sind das *Intermediale* (Textfigg. 408 u. 409; Taf. XXI: Figg. 1, 4, 8, 9, 13, 14 u. 15, itm.) und das *Radiale* (Textfigg. 408 u. 409; Taf. XXI: Figg. 4, 8 u. 9, rad.) festzustellen, während in der distalen Reihe der Anlagen noch keine knorpeligen Elemente in den Ossifikationszustand übergetreten sind. Ausser den Verknöcherungen im Carpus treten keine weiteren neuen Elemente zu den im vorigen Fall angeführten hinzu.

In der *Hinterextremität* sind zwei Knochenkerne im Tarsus wahrzunehmen. Sie treten unterhalb der bereits in verknöchertem Zustand vorhandenen Calcaneus- und Taluskerne auf. Der lateral gelegene Kern ist eine Verknöcherung in der knorpeligen Anlage für das *Tarsale 4* (Textfigg. 410 u. 411; Taf. XXI: Figg. 17, 20, 27, 29, 30 u. 31, tars. 4), der mehr medial und distal gelegene Kern eine Ossifikation in der knorpeligen Anlage für das *Tarsale 3* (Textfigg. 410 u. 411; Taf. XXI: Figg. 17, 20, 27, 29, 30 u. 31, tars. 3). Ein weiterer Neukern ist ein Verknöcherungszentrum im Gebiet der *Tuberositas tibiae* (Textfigg. 410 u. 411; Taf. XXI: Figg. 17, 19, 23 u. 26, tb. tub. ap.). Ein Knochenkern in der distalen Grundphalangenepiphyse (Textfigg. 410 u. 411; ph. prim. ep. dist.) ist nur auf den Originalaufnahmen, nicht aber auf den einzelnen diese wiedergebenden Bildern prägnanter in Erscheinung tretend (Taf. XXI: Fig. 28, ph. prim. ep. dist.). In der Vorderextremität ist die distale Phalangenepiphyse auf den Originalfilmen ganz deutlich zu sehen, auf den entsprechenden verkleinerten Reproduktionen allerdings ebenfalls nur in der Andeutung erkennbar (Taf. XXI: Fig. 1a).

Fall 25: Esel, bez. Do. 139

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 412 u. 413; Taf. XXX: Figg. 13, 16, 19, 21 u. 22;

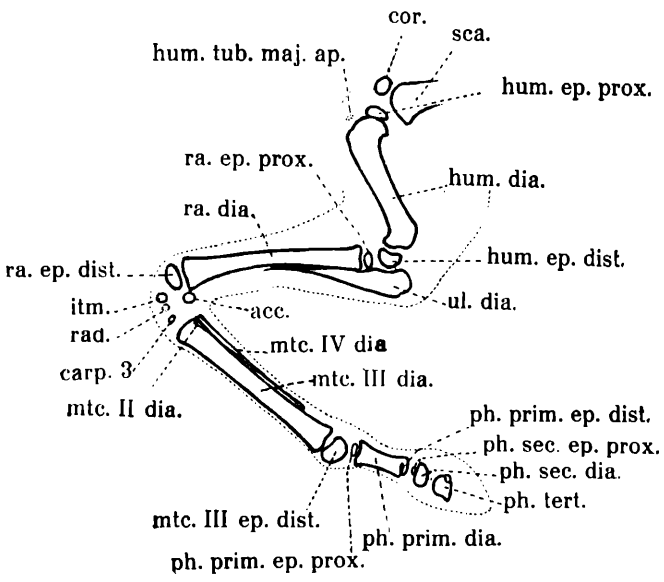
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 414 u. 415; Taf. XXX: Fig. 20.

Stadium *Do. 139* (Fall 25) bringt einen weiteren Fortschritt in der Vervollständigung der für den Aufbau des Extremitätenskelettes vorgesehenen Verknöcherungszentren.

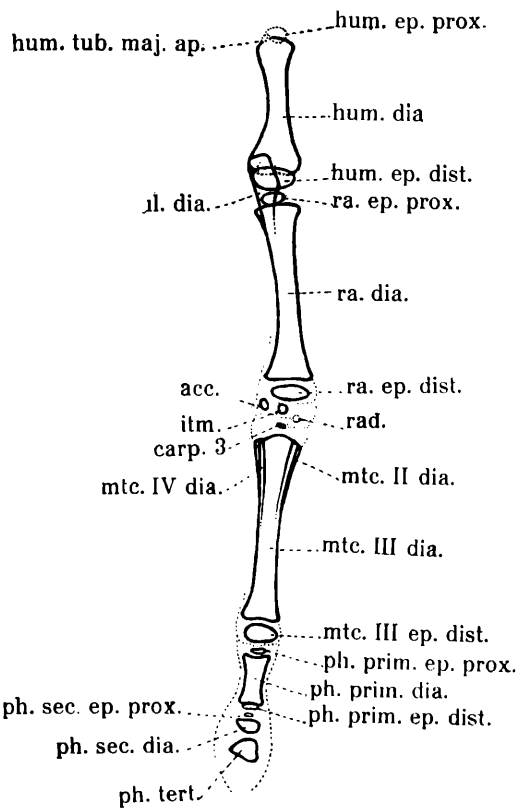
In der *Vorderextremität* tritt zum bereits vorhandenen proximalen Epiphysenkern ein in der *Tuberculum majus-Apophyse* sich entwickelnder Verknöcherungspunkt hinzu (Textfigg. 412 u. 413, hum. tub. maj. ap.). Im Carpus erscheint ein Knochenkern im *Carpale 3* (Textfigg. 412 u. 413; Taf. XXX: Figg. 16, 19 u. 22, carp. 3), so dass mit Ausnahme eines Kernes im Ulnare die obere aus Intermediale, Radiale und Accessoriumkern bestehende Reihe komplett vorhanden ist (Textfigg. 412 u. 413; Taf. XXX: Figg. 13, 16, 19 u. 22, itm., rad. u. acc.), die untere dagegen nur in einem einzigen Kern (Taf. XXX: Fig. 22, carp. 3).

In der vorderen Zehe beobachtet man den Hinzutritt von zwei neuen Epiphysenkernen, von welchen einer an der *Grundphalange* in der *proximalen Knorpelepiphyse* (Textfigg. 412 u. 413, ph. prim. ep. prox.), einer an der *Mittelphalange in der proximalen* knorpeligen *Epiphyse* (Textfigg. 412 u. 413, ph. sec. ep. prox.) erscheint.

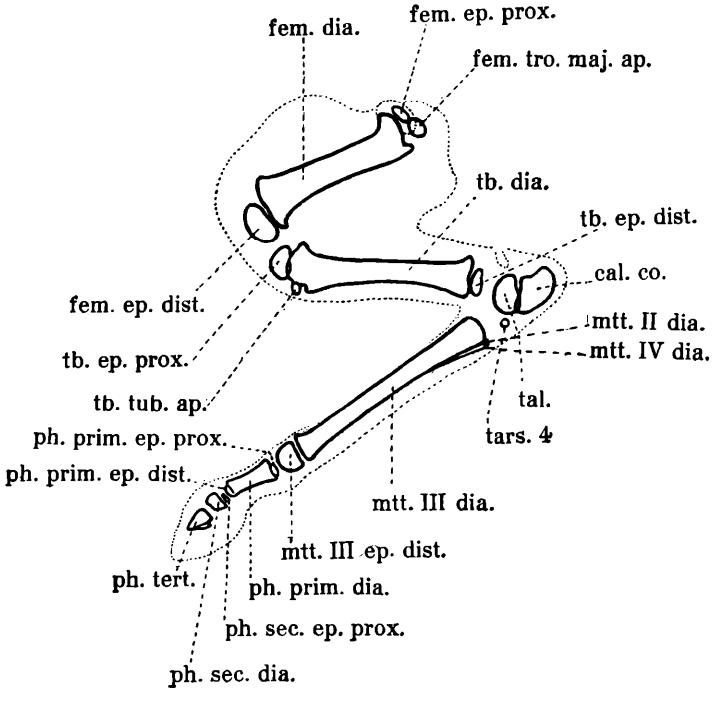
In der *Hinterextremität* tritt als neuer, zweiter Kern ein Verknöcherungspunkt in der *proximalen Epiphyse des Femurknochens* auf (Textfigg. 414 u. 415, fem. ep. prox.), welcher



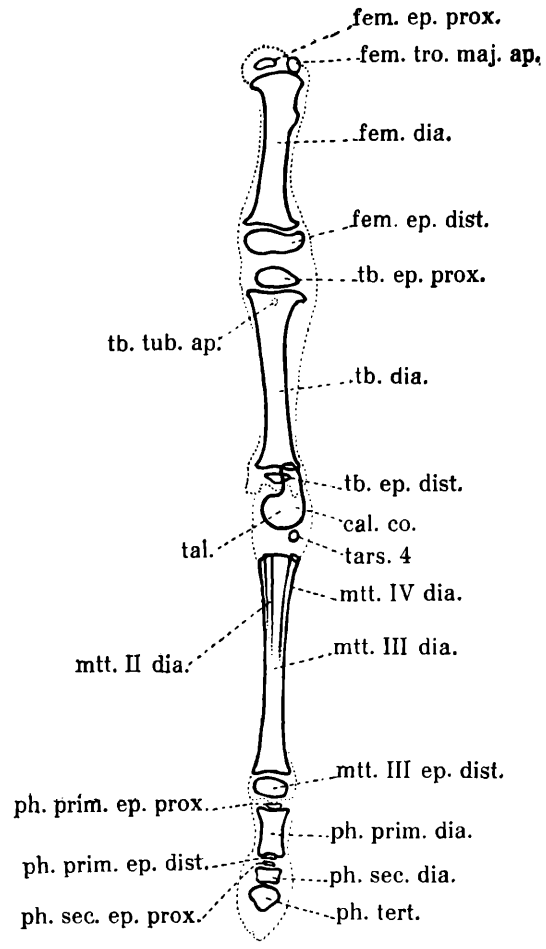
Textfig. 412 (Do. 139)



Textfig. 413 (Do. 139)



Textfig. 414 (Do. 139)



Textfig. 415 (Do. 139)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselföten von 74,5 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. nat. Grösse.
Textfigg. 412 und 413, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 414 und 415, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

sich medial vom lateral gelegenen bereits vorhandenen Trochanter major-Apophysenkern einstellt.

In ganz entsprechender Weise, wie in der Zehe der Vorderextremität, stellen sich in der Zehe der Hinterextremität an der *Grund- und Mittelphalange* Verknöcherungen in den *proximalen Epiphysen* ein (Textfigg. 414 u. 415, ph. prim. ep. prox. und ph. sec. ep. prox.), so dass Vorder- und Hinterextremitäten in bezug auf die Verknöcherung der Zehenglieder dasselbe Bild zeigen.

Ausser dem Calcaneus und Talus finden wir in der hintern Fusswurzel nur den Verknöcherungskern für das Tarsale 4 (Textfigg. 414 u. 415; Taf. XXX: Fig. 20, tars. 4), wogegen der mit diesen Knochenpunkten ebenfalls schon im Fall 24, Do. 0.20, erstmalig auftretende Verknöcherungskern im knorpelig vorgebildeten Tarsale 3 noch nicht erkennbar ist. Die sich vorbereitende Ossifikation ist durch das Auftreten einer flockigen Gewebestruktur auf den Originalfilmen signifiziert. Wir müssen aber Fall 25 gleichwohl bei der Beschreibung hierorts in die Reihe einfügen. Der Befund, nach welchem das eine oder andere Element in der Entwicklung ausnahmsweise etwas verzögert in Erscheinung treten kann, bestärkt eben nur die einer Betonung würdige Tatsache, dass es sich jetzt in den aufzuführenden Fällen um Stadien der Extremitätenentwicklung handelt, auf welchen in einzelnen Abschnitten der Gliedmasse die verschiedenen Elemente rasch aufeinanderfolgen, so dass in einem bestimmten Fall gewisse

eben sich bildende Knochenkerne angetroffen werden, die dann auf einem Stadium, das der obwaltenden allgemeinen Verknöcherung wegen als weiter fortgeschrittenes bezeichnet werden muss, noch fehlen.

Fall 26: Esel, bez. Do. 66

Fall 27: Esel, bez. Do. 134

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafeln:

ad Fall 26 (Do. 66):

a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 416 u. 417; Taf. XXII: Figg. 1—18;

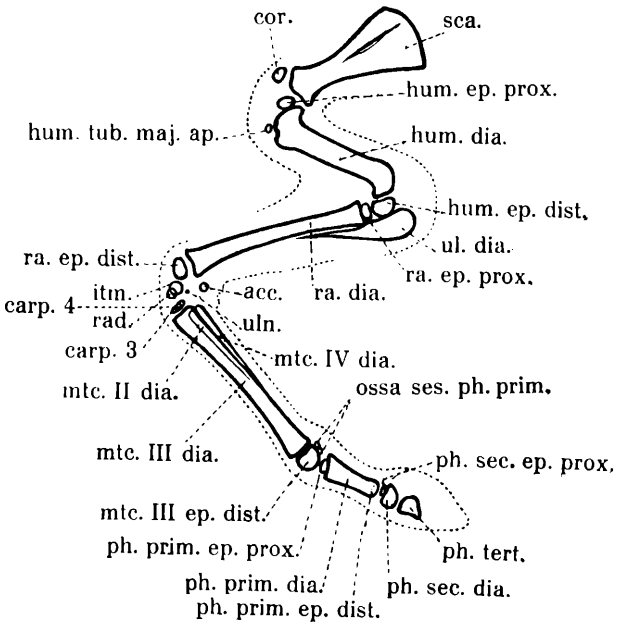
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 418 u. 419; Taf. XXII: Figg. 19—36.

ad Fall 27 (Do. 134):

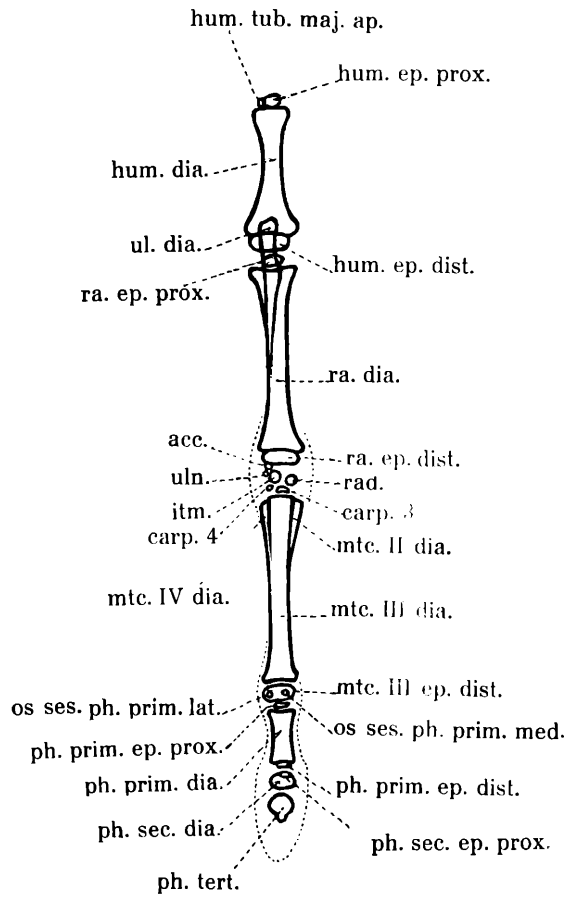
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 420 u. 421; Taf. XXX: Figg. 6, 11 u. 12;

b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 422 u. 423; Taf. XXX: Figg. 5, 7, 8.

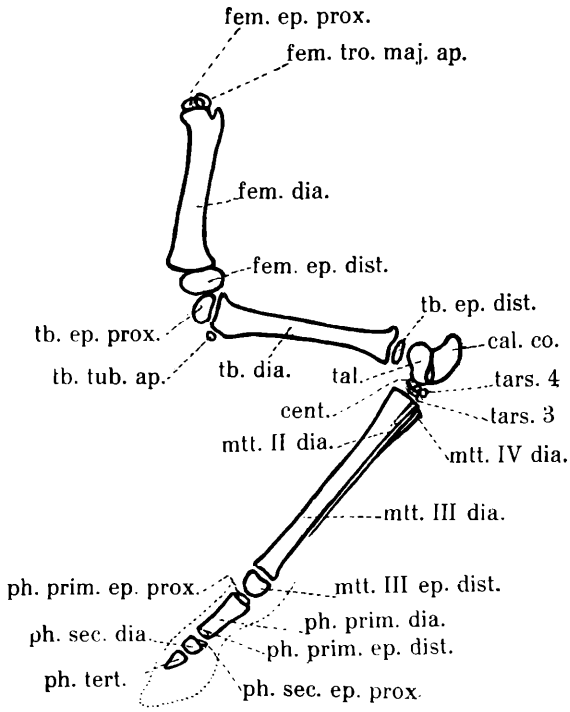
An Fall 25 sind nun zwei Fälle anzuschliessen (Fall 26, *Do. 66;* Fall 27, *Do. 134*), die unter sich denselben Verknöcherungszustand aufweisen, gegenüber dem vorigen Fall aber weitere Fortschritte in der Verknöcherung zeigen. Die Fortschritte finden ihre Verwirklichung



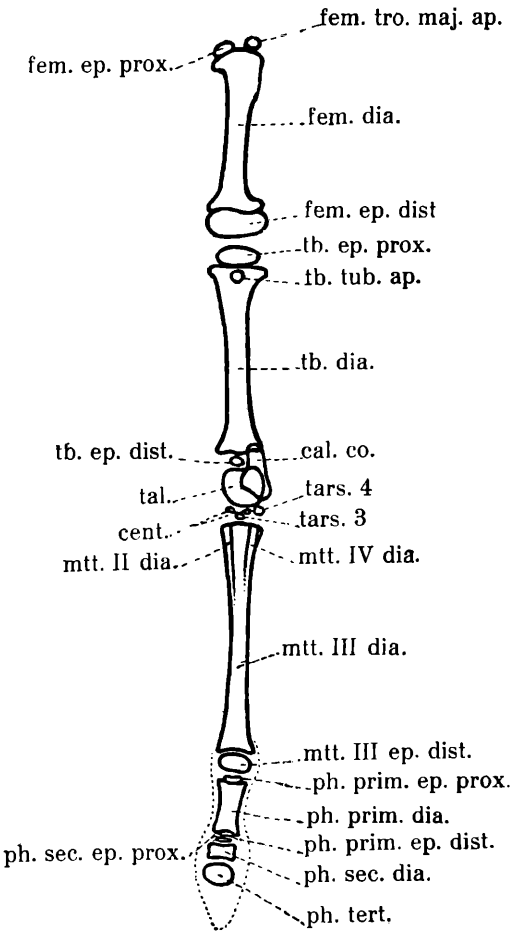
Textfig. 416 (Do. 66)



Textfig. 417 (Do. 66)

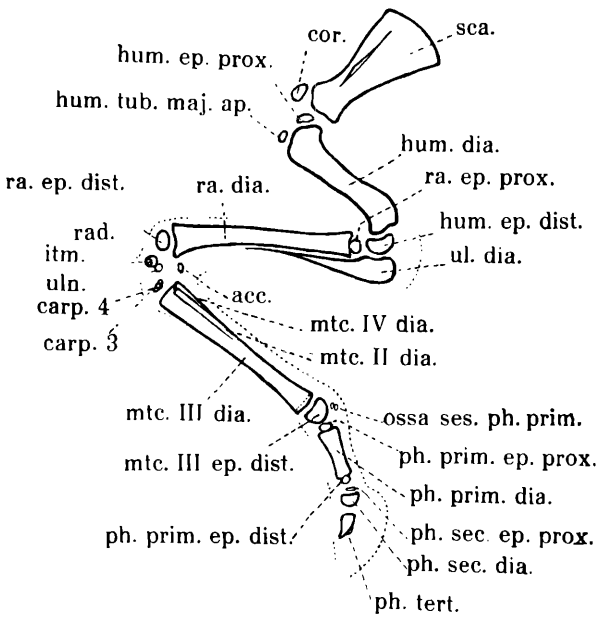


Textfig. 418 (Do. 66)

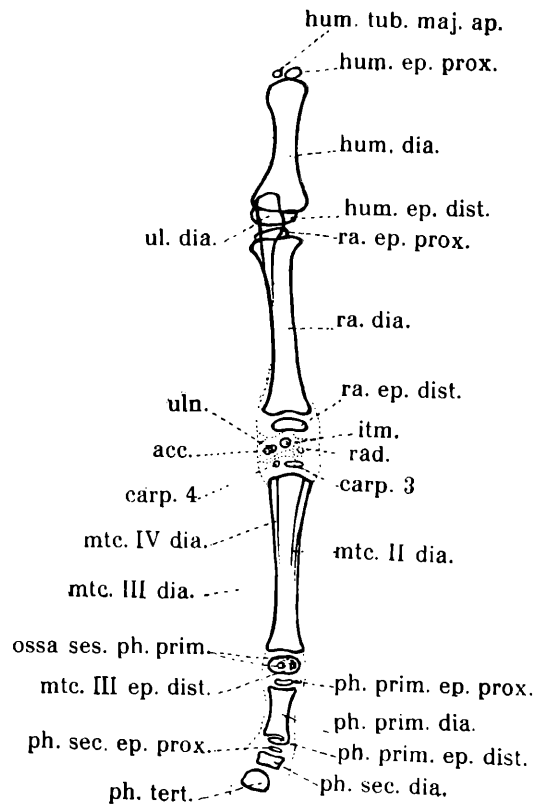


Textfig. 419 (Do. 66)

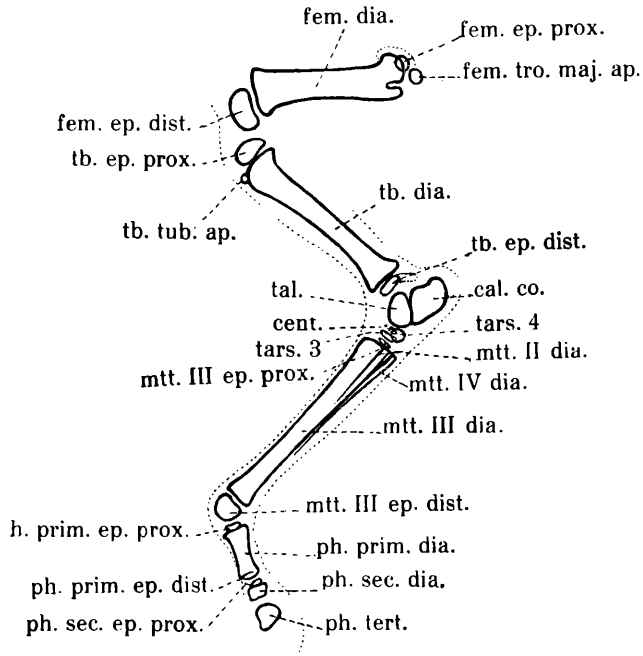
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselföten von 62 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 416 und 417, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 418 und 419, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



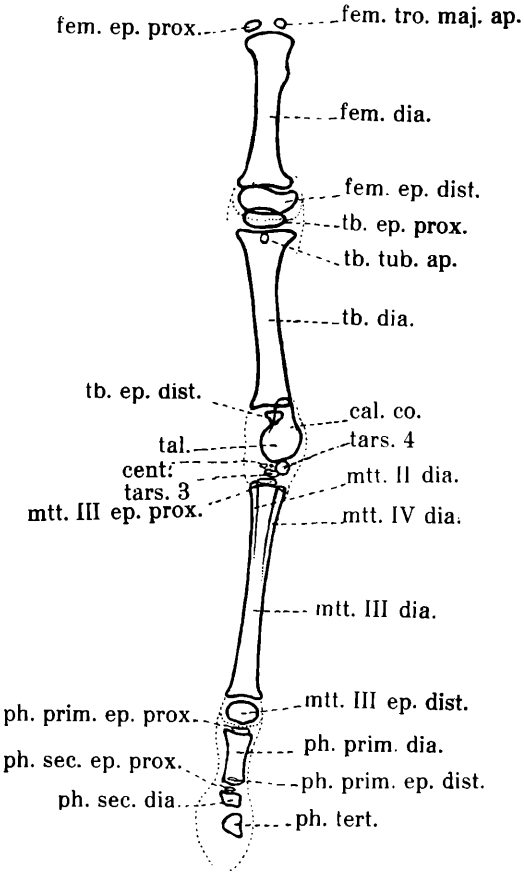
Textfig. 420 (Do. 134)



Textfig. 421 (Do. 134)



Textfig. 422 (Do. 134)



Textfig. 423 (Do. 134)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselföten von 74 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 420 und 421, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 422 und 423, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

sowohl in der Vorder- wie in der Hinterextremität und lassen sich hauptsächlich im Carpus und Tarsus erkennen.

In der *Vorderextremität* tritt in der oberen Reihe der Carpalknochenanlagen als weiterer Kern ein Verknöcherungspunkt im knorpelig vorgebildeten *Ulnare* auf (Textfigg. 416 u. 417; Taf. XXII: Figg. 2, 7, 8, 9, 10, 14 u. 18, uln. — Textfigg. 420 u. 421, uln.), wodurch nun sämtliche Vorderfusswurzelknochenanlagen der oberen (proximalen) Reihe durch einen Verknöcherungspunkt vertreten sind.

In der unteren Reihe gesellt sich zum Carpale 3 (Textfigg. 416 u. 417; Taf. XXII: Figg. 5, 10, 11 u. 12, carp. 3 Textfigg. 420 u. 421; Taf. XXX: Figg. 6 u. 12, carp. 3), dessen Auftreten schon im Fall 25 (Do. 139) festzustellen war, ein Verknöcherungspunkt im *Carpale 4* (Textfigg. 416 u. 417; Taf. XXII: Figg. 5, 10, 11 u. 12, carp. 4 Textfigg. 420 u. 421; Taf. XXX: Figg. 6 u. 12, carp. 4).

Zum erstenmal verknöchert erscheinen in der Vorderextremität in beiden Fällen *das laterale und mediale obere Sesambein* (Textfig. 416, ossa ses ph. prim.; 417, os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.; Taf. XXII: Fig. 6, ossa ses. ph. prim. und Fig. 15, os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.; Textfigg. 420 u. 421, ossa ses. ph. prim.). Diese Knochenelemente zeigen sich auf den Seitenbildern hinter der distalen Metacarpalepiphyse des Strahles III und treten auch auf den Frontansichten, und zwar in der Höhe der erwähnten Epiphyse auf.

In der *Hinterextremität* ist ebenfalls ein Fortschritt im Verknöcherungsprozess wahrzunehmen. Es ist speziell die Hinterfusswurzel, in welcher neue Knochenkerne aufzudecken sind. Ausser den bereits schon früher aufgezeichneten Verknöcherungen im Calcaneus und Talus, in den Ossa tarsalia 4 und 3 (die Ossifikation im Tarsale 3 konnte freilich in Fall 25, Do. 139 noch nicht mit Sicherheit wahrgenommen, bereits aber in Fall 24, Do. 0.20 nachgewiesen werden), sind im Tarsus zwei neue Knochenpunkte aufzufinden, welche wir als *Zentren der Ossifikation des späteren «Centrale»* (os centrale) ansprechen müssen (Textfigg. 418 u. 419, cent., Taf. XXII: Figg. 21, 23 u. 26, cent. mit doppeltem Verweisstrich; Figg. 32, 34 u. 35, cent. mit einfachem Verweisstrich; — Textfigg. 422 u. 423, cent. mit Verweisstrich zu zwei kleinen nebeneinanderliegenden Knochenpunkten; Taf. XXX: Figg. 7 u. 8, cent. mit doppeltem Verweisstrich). Die Ossifikation im knorpeligen Centrale tritt also in Gestalt von zwei kleinen, nebeneinanderliegenden Ossifikationspunkten auf, in einem näher dem Tarsale 4 zugewandten und in einem mehr medial von diesem gelagerten Knochenkern.

Verknöcherungen in den beiden oberen Sesambeinen (Textfigg. 418 u. 419 und Textfigg. 422 u. 423, Partie zwischen dem distalen Ende der Diaphyse des Metatarsale III und dem proximalen Ende der Grundphalangen-Diaphyse) sind in den Hinterextremitäten weder in Fall 26, Do. 66, noch in Fall 27, Do. 134, wahrzunehmen.

Zum Schluss unserer auf die beiden Fälle 26 und 27 bezugnehmenden Beschreibung sei noch kurz eine Übersicht über die Vorkommnisse der verknöcherten Zentren in der Vorder- und Hintergliedmasse aufgeführt: In der *Vorderextremität* finden sich in mehr oder weniger weit verknöchertem Zustand vor: die Humerusdiaphyse mit der proximalen und distalen Epiphyse und einem Kern für das Tuberculum majus, die Ulna- und die Radiusdiaphyse mit einer proximalen und distalen Speichenepiphyse, das Accessorium, das Intermediale, Radiale und Ulnare, sowie das Carpale 3 und Carpale 4, die drei Diaphysen des Metacarpus mit der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens, die Grundphalangendiaphyse mit den beiden Epiphysen, die Mittelphalangendiaphyse mit der proximal gelegenen Epiphyse, die Endphalanx und die beiden oberen Sesambeine.

In der *Hinterextremität* dagegen finden sich in mehr oder weniger weit verknöchertem Zustand vor: die Femurdiaphyse mit der proximalen und distalen Epiphyse und einem Kern für den Trochanter major, die Tibiadiaphyse mit der proximalen und distalen Epiphyse und einem Kern für die Tuberositas tibiae, der Calcaneuskörper und der Talus, das Tarsale 4, Centrale und Tarsale 3, die drei Diaphysen des hinteren Mittelfusses samt einer distalen Epiphyse für den Hauptmittelfussknochen, die Grundphalangendiaphyse mit den beiden Epiphysen, die Mittelphalanx mit der proximalen Epiphyse und die Endphalanx.

Fall 28: Esel, bez. Do. 143

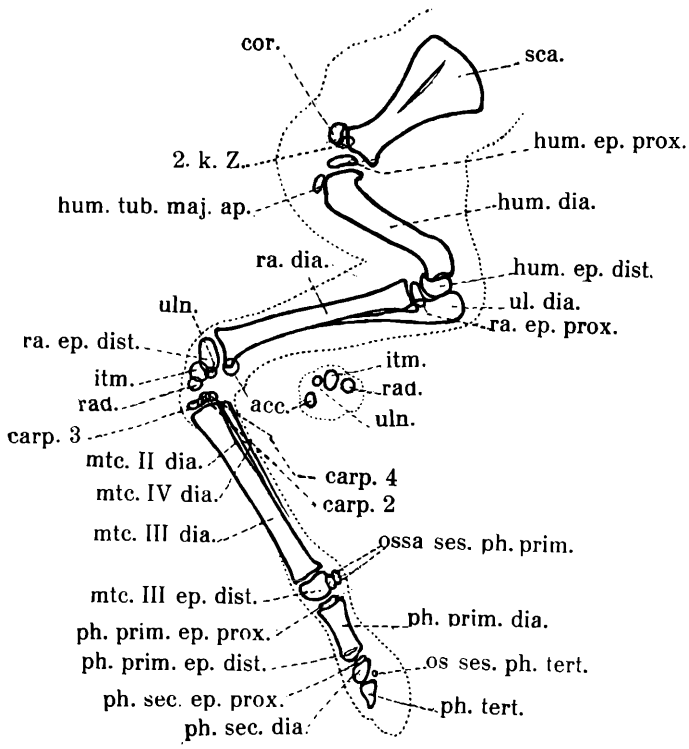
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 424; Taf. XXIII: Figg. 1, 2, 11, 12, 13 u. 14;

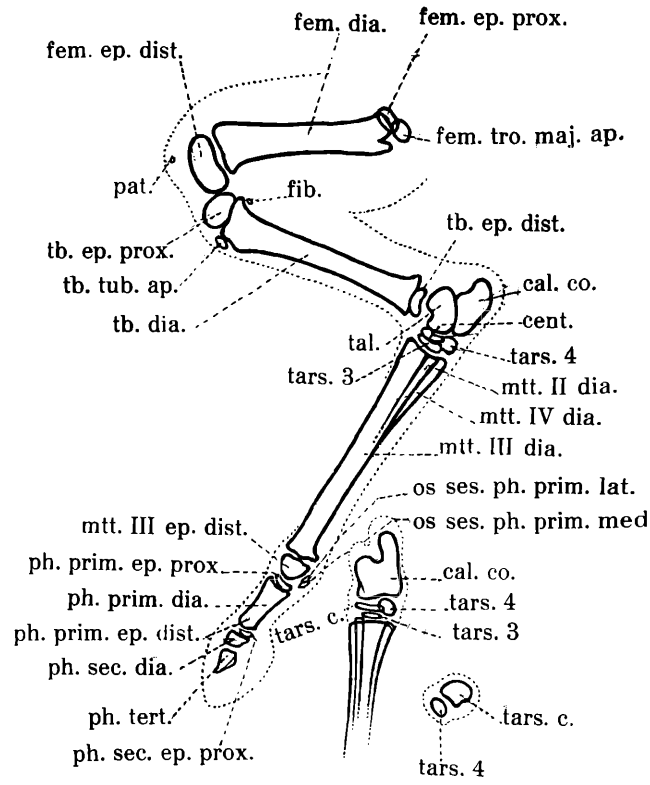
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 425; Taf. XXIII: Figg. 3–10.

Fall 28, *Do. 143,* zeigt gegenüber den beiden eben beschriebenen Fällen noch einige weitere Knochenkerne, deren Auftreten im Sinne einer progressiven Ossifikation der Extremität zu verstehen ist.

In der *Vorderextremität* sei zunächst auf einen Befund im Schultergürtel hingewiesen. Er betrifft die Entwicklung eines Knochenkernes, der selbständig zwischen der verknöcherten Scapula und dem bis anhin als «Coracoidkern» bezeichneten Verknöcherungselement in Er-



Textfig. 424 (Do. 143)



Textfig. 425 (Do. 143)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselföten von 74 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfig. 424, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 525, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

scheinung tritt. Wir wollen ihn zunächst als *zweiten Coracoidkern im Zonoskelett* bezeichnen. Der Kern ist deutlich auf der Textfig. 424 zu sehen, sowie auf Taf. XXIII: Fig. 1, 2. k. Z.

Der Carpus erhält ein Ossifikationszentrum im knorpelig vorgebildeten *Carpale 2,* wodurch die in die Verknöcherung übertretenden Elemente in der Vorderfusswurzel vollzählig geworden sind (Textfig. 424; Taf. XXIII: Figg. 2, 12 u. 14, carp. 2).

Auch die Sesambeinossifikation wird in der Vorderextremität vollständig. Zwischen dem Kron- und dem Hufbein zeigt sich auf Filmen, welche Seitenaufnahmen wiedergeben, ein rundlich umgrenztes Knochenelement, welches als das in den knöchernen Zustand übergetretene *untere Sesambein, Strahlbein,* zu gelten hat (Textfig. 424; Taf. XXIII: Fig. 2, os ses. ph. tert.).

Die *Hinterextremität* lässt zum erstenmal die *Patella* in verknöchertem Zustand erscheinen (Textfig. 425; Taf. XXIII: Fig. 3, pat.).

An der Tibia tritt ein Restteil des Wadenbeines in verknöchertem Zustand auf (Textfig. 425; Taf. XXIII: Fig. 3, fib.).

In der Hinterextremität erscheinen erst jetzt *die oberen Sesambeine* (Textfig. 425; Taf. XXIII: Fig. 4, os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.), die in der vorderen Extremität schon in Fall 26, Do. 66, nachgewiesen werden konnten und in dieser durch die Verknöcherung des unteren Sesambeines eine Ergänzung im knöchernen Gleichbeinbestand erhalten haben, sodass vorn alle, hinten dagegen nur die beiden oberen Gleichbeine in der Verknöcherung vorhanden sind.

Der Tarsus zeigt weiterhin keine neuen Knochenelemente. Das Centrale (Textfig. 425, cent. und Taf. XXIII: Fig. 4, tars. c.) hat sich aus zwei ursprünglich getrennt auftretenden Ossifikationszentren heraus zu einer einheitlichen Knochenanlage entwickelt. Unter ihr befindet sich in verknöchertem Zustand das Tarsale 3 (Textfig. 425; Taf. XXIII: Figg. 4, 5, 6 u. 7, tars. 3).

Fall 29; Esel, bez. Do. 92.

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

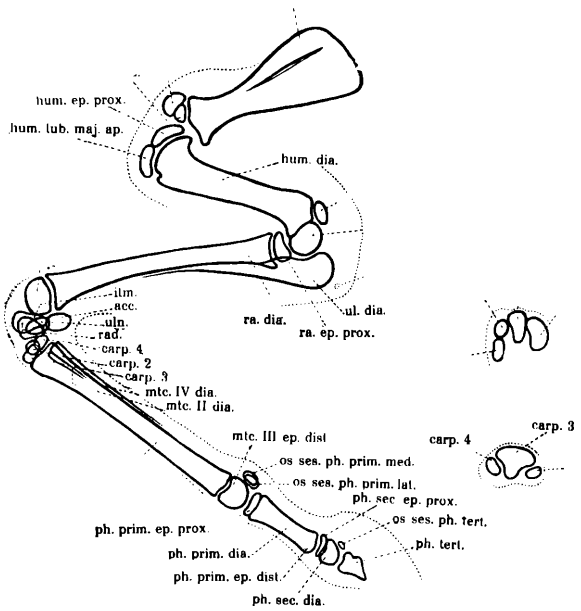
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 426; Taf. XXIV: Figg. 1, 4 u. 5;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 427; Taf. XXIV: Figg. 2, 3 u. 6.

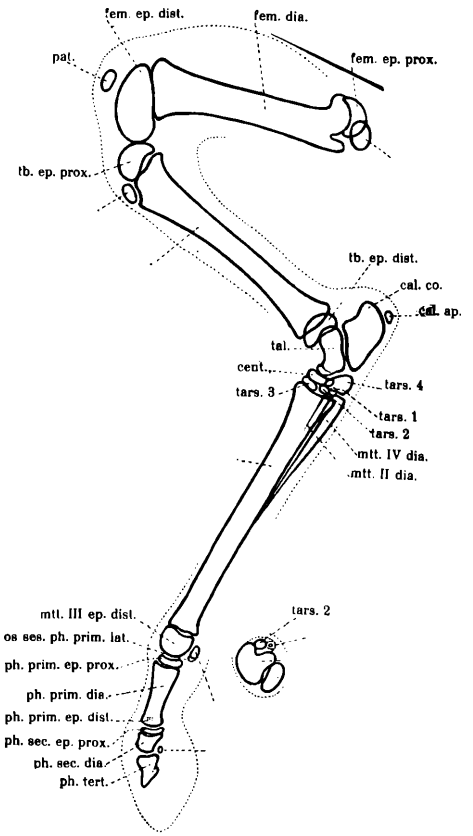
Bei Betrachtung der *Vorderextremität* fällt als neu auftretendes Knochenelement ein Ossifikationskern im Umbezirk des distalen Teiles der Humerusepiphyse auf (Textfig. 426; Taf. XXIV: Fig. 1, hum. epi. med. ap.), ein Kern, aus welchem der spätere *Epicondylus medialis* hervorgeht und deshalb kurz als Epicondylus medialis Apophysen-Kern aufgeführt werden kann. Er zeigt sich am Humerus neben der verknöcherten distalen Epiphyse, so dass nun auch im distalen Gebiet der Diaphyse zwei Kerne sichtbar werden, wie im proximalen, wo in Form eines proximalen Humerus-Epiphysenkerns und eines Kernes für die Tuberculum majus-Apophyse zwei Ossifikationen zur Ausbildung gelangen.

Ferner beginnt die Ulna am proximalen Ende des Ulnarprocessus ihren proximalen Epiphysenkern knöchern anzulegen (Textfig. 426, ul. ep. prox.), der in Form eines verdichteten, noch wenig scharf umrissenen Ossifikationspunktes in Erscheinung tritt. (Leider ist bei der Reproduktion des Tafelbilds Taf. XXIV, Fig. 1, der proximale Ulnaepiphysenkern verloren gegangen.)

An der *Hinterextremität* stellen wir neben den bereits bekanntgegebenen Ossifikationen fest: einen *Apophysenkern für den Calcaneuskörper* (Textfig. 427; Taf. XXIV: Fig. 3, cal. ap.),



Textfig. 426 (Do. 92)



Textfig. 427 (Do. 92)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselföten von 72 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ^{1} nat. Grösse.
Textfig. 426, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 427, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

sowie je eine Verknöcherung für das *Tarsale 2* (Textfig. 427 und Nebenfigur 427a; Taf. XXIV: Fig. 3 u. 6, tars. 2) und das *Tarsale 1* (Textfig. 427 und Nebenfigur 427a; Taf. XXIV: Fig. 3 u. 6, tars. 1), wobei letzteres die Knochenanlage für den Tarsus zu einer vollständigen werden lässt.

In der Hinterextremität wird durch das Auftreten einer *Verknöcherung im unteren Sesambein* (Strahlbein) die Ossifikation in den Anlagen der Gleichbeine eine komplette (Textfig. 427; Taf. XXIV: Fig. 3, os ses. ph. tert.).

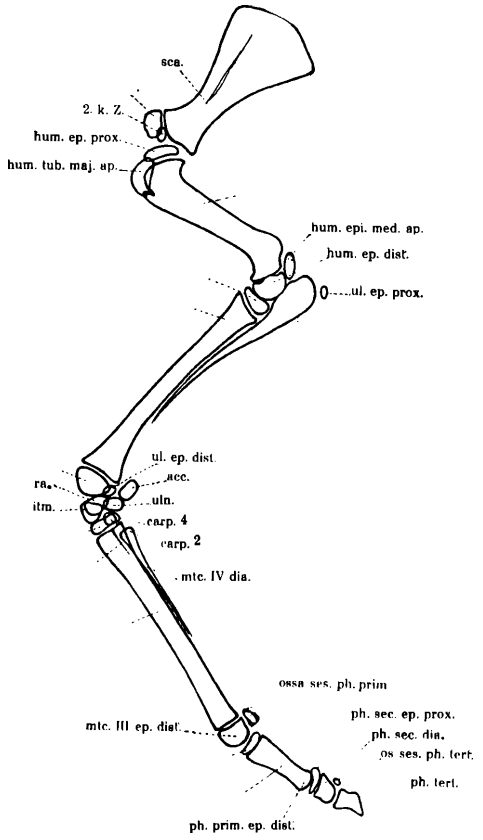
Fall 30: Esel, bez. Do. 63

Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

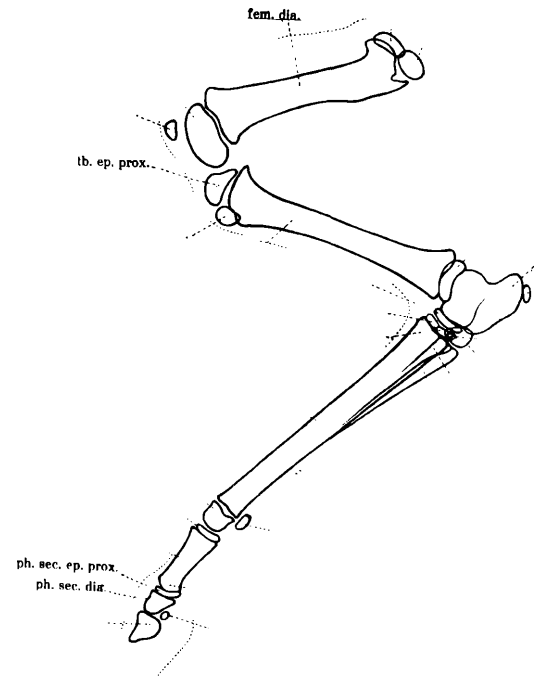
a) für die Vorderextremität:
Textfig. 428; Taf. XXIV: Figg. 7, 8, 9, 12 u. 13;

b) für die Hinterextremität:
Textfig. 429; Taf. XXIV: Figg. 10, 11 u. 14.

Fall 30, *Do. 63,* weicht, was zunächst die *Vorderextremität* anbelangt, bezüglich der Ossifizierung der Hartteilanlagen nicht wesentlich von dem eben beschriebenen Falle ab. Als Neukern tritt am lateralen Rande der verknöcherten Radiusepiphyse der *distale Ulnaepiphysenkern* auf (Textfig. 428; Taf. XXIV: Fig. 8, ul. ep. dist.). Der Kern in der proximalen Epiphyse ist erstmalig schon in Fall 29, Do. 92, konstatiert worden und hat sich inzwischen nur vergrössert (Textfig. 428; Taf. XXIV: Fig. 8, ul. ep. prox.).



Textfig. 428 (Do. 63)



Textfig. 429 (Do. 63)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselföten von 70 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/5 nat. Grösse.
Textfig. 428, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 429, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

Die *Hinterextremität* zeigt keine neu hinzutretenden Knochenelemente. Im Tarsus ist das Os tarsale primum, das schon im Fall 29, Do. 92, als isolierter Knochenkern deutlich festzustellen war, ebenfalls noch als selbständig entwickeltes Knochenelement vorhanden (Textfig. 429, tars. 1 und Taf. XXIV: Fig. 11, tars. 1).

An der Grundphalanx hat der Verschmelzungsprozess zwischen dem Diaphysenteil und der distalen Epiphyse noch weitere Fortschritte gemacht (Textfig. 429, ph. prim. ep. dist.). Ein eigentlicher distaler Epiphysenkern ist nicht mehr sichtbar. Er ist mit dem knöchernen Teil der Diaphyse der Grundphalanx verschmolzen.

Fall 31: Esel, bez. Do. 86

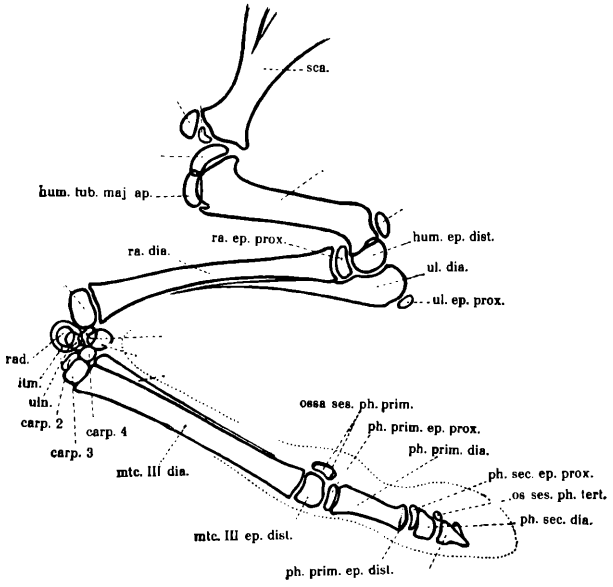
Hierzu die Textfiguren und die Bild-Tafel:

a) für die Vorderextremität:
Textfig. 430; Taf. XXX; Figg. 2 u. 3;

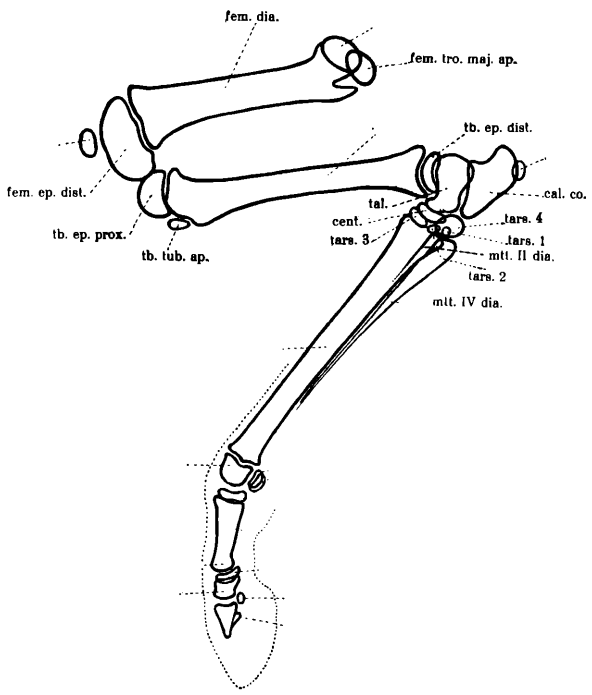
b) für die Hinterextremität:
Textfig. 431; Taf. XXX: Figg. 1 u. 4.

Fall 31, *Do. 86,* zeigt, was die *Vorderextremität* anbelangt, keinen weiteren Fortschritt mehr in bezug auf Neuauftreten weiterer Knochenelemente.

Die *Hinterextremität* lässt allerdings bei Überprüfung der Verhältnisse im Tarsus, in Abweichung der beschriebenen Befunde in Fall 30, Do. 63, eine *distale Talusapophyse* getrennt vom Taluskörper auftreten. Dieses Element (Taf. XXX: Fig. 4, Kern unter dem Talus: tal.) scheint allerdings mit diesem sehr rasch wieder in der Folge zu verschmelzen. Wir haben das Vorkommnis als Ausnahmebefund zu registrieren. Im übrigen sind aber keine neuen Knochenelemente zum bereits festgestellten Bestand hinzugekommen.



Textfig. 430 (Do. 86)



Textfig. 431 (Do. 86)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen von 76 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: 1/5 nat. Grösse.
Textfig. 430, Vorderextremität in Seitenflächenansicht,
Textfig. 431, Hinterextremität in Seitenflächenansicht.

Fall 32: Eselfohlen, bez. Do. 140
Fall 33: Eselfohlen, bez. Do. 87
Fall 34: Eselfohlen, bez. Do. 147
Fall 35: Eselfohlen, bez. Do. 16772
Fall 36: Eselfohlen, bez. Do. 16714
Fall 37: Eselfohlen, bez. Do. 149
Fall 38: Eselfohlen, bez. Do. 132
Fall 39: Eselfohlen, bez. Do. 131
Fall 40: Eselfohlen, bez. Do. 103
Fall 41: Eselfohlen, bez. Do. 58
Fall 42: Eselfohlen, bez. Do. 16749
Fall 43: Eselfohlen, bez. Do. 90

Hierzu die Textfiguren und Bild-Tafeln:

ad Fall 32 (Do. 140):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 432 u. 433; Taf. XXX: Fig. 14;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 434 u. 435; Taf. XXX: Figg. 9, 10 u. 15.

ad Fall 33 (Do. 87):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 436 u. 437; Taf. XXX: Figg. 24 u. 25;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 438 u. 439; Taf. XXX: Figg. 17, 18 u. 23.

ad Fall 34 (Do. 147):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 440 u. 441; Taf. XXX: Figg. 26, 27; Taf. XXXI: Figg. 4, 5, 6 u. 7;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 442 u. 443; Taf. XXX: Figg. 28 u. 28a; Taf. XXXI: Figg. 3 u. 8.

ad Fall 35 (Do. 16772):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 448 u. 449;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 450 u. 451.

ad Fall 36 (Do. 16714):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 452 u. 453; Taf. XXV: Figg. 1 6, 10—15, 20, 22 u. 26;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 454 u. 455; Taf. XXV: Figg. 7—9, 16, 17, 18, 19, 21, 23, 24, 25, 27 u. 28.

ad Fall 37 (Do. 149):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 456 u. 457;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 458 u. 459.

ad Fall 38 (Do. 132):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 460 u. 461;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 462 u. 463.

ad Fall 39 (Do. 131):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 464 u. 465; Taf. XXVI: 1—10 u. 12;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 466 u. 467; Taf. XXVI: Figg. 11, 13—23.

ad Fall 40 (Do. 103):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 468 u. 469;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 470 u. 471.

ad Fall 41 (Do. 58):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 472 u. 473:
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 474 u. 475.

ad Fall 42 [1]) (Do. 16749):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 444 u. 445; Taf. XXVII: Figg. 1—16;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 446 u. 447; Taf. XXVIII: Figg. 1—18.

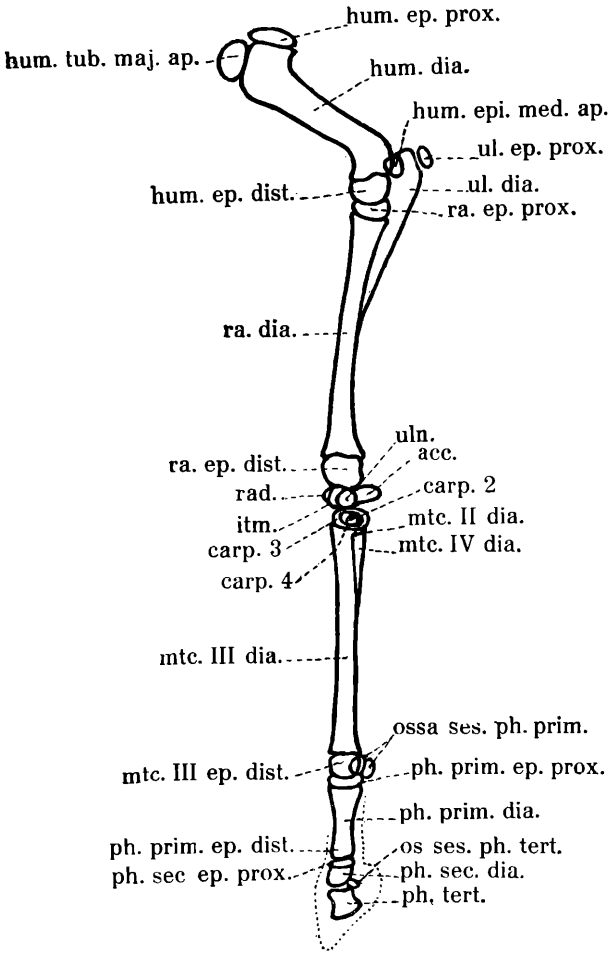
ad Fall 43 (Do. 90):
a) für die Vorderextremität:
Textfigg. 476 u. 477; Taf. XXIX: Figg. 1—8 u. 18;
b) für die Hinterextremität:
Textfigg. 478 u. 479; Taf. XXIX: Figg. 9—17.

Die vorstehenden Fälle sind alle dadurch einheitlich ausgezeichnet, dass sie sämtliche Knochenanlagen in den Extremitäten in verknöchertem Zustand nunmehr präsentieren können.

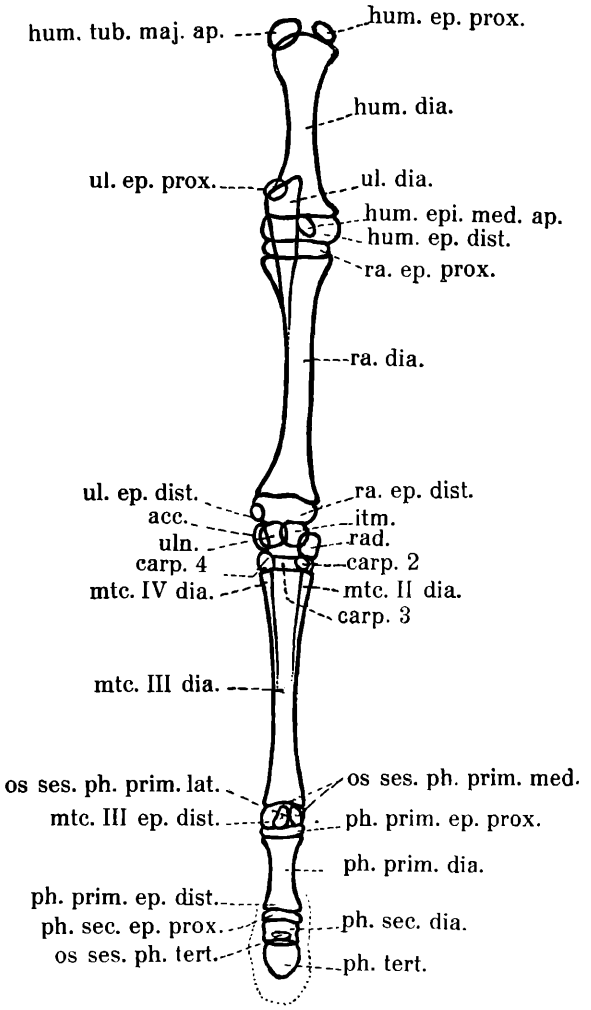
In den *Vorderextremitäten* findet man im Schultergütel die Scapula und den Coracoidkern in verknöchertem Zustand vor.

In Fall 30, *Do. 140,* ist die Scapula bei den Aufnahmen nicht mitberücksichtigt worden (Textfig. 432). Sie fehlt auch in Fall 36, *Do. 16714* (Textfig. 452) und 41, *Do. 58* (Textfig. 472). In den Fällen 33, *Do. 87;* 34, *Do. 147,* 42, *Do. 16749* und 35, *Do. 16772,* wo sie in die Untersuchung miteinbezogen worden ist, tritt im Schultergürtel der bereits erwähnte zweite Coracoid-

[1]) Fall 42 kommt eigentlich infolge Entwicklung und Verknöcherung der Gliedmassen nach Fall 34, Do. 147, zu stehen.



Textfig. 432 (Do. 140)

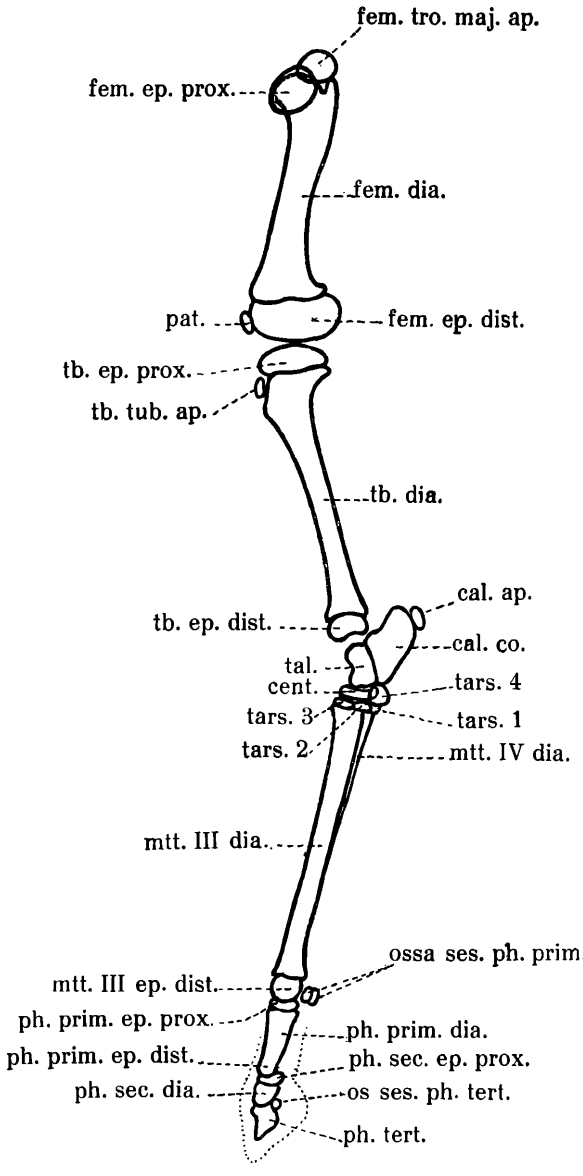


Textfig. 433 (Do. 140)

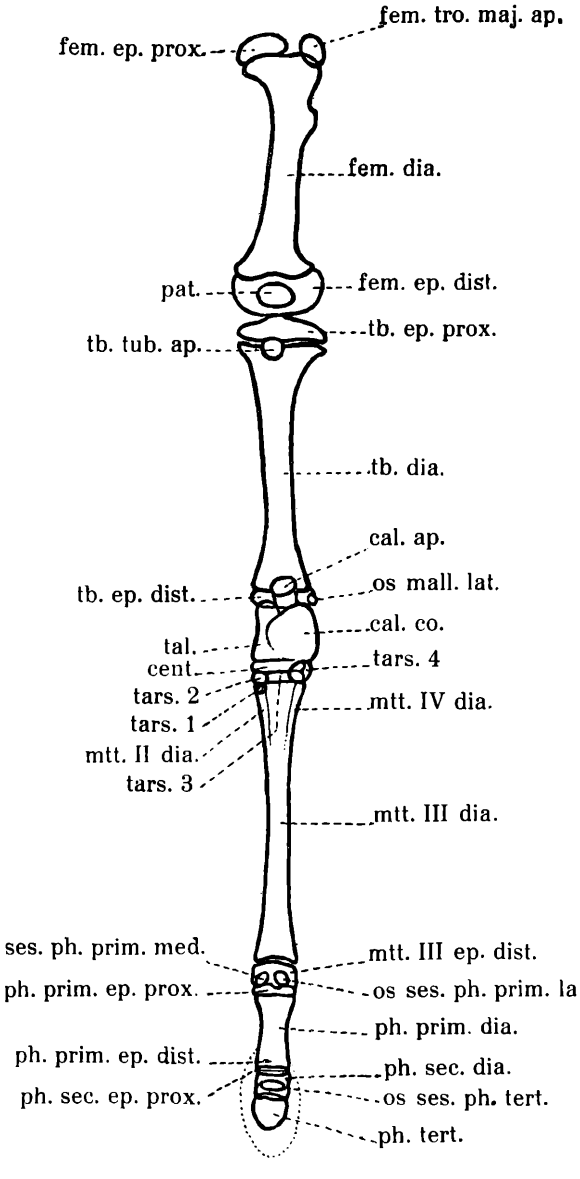
kern auf und zeigt sich immer noch als isoliertes Ossifikationzentrum zwischen dem Coracoidkern und dem Gelenkrand der Scapula (Textfig. 436, Textfig. 440, Textfig. 444, Textfig. 448, 2 k. Z.). In den folgenden Fällen, in Fall 33, *Do. 149;* Fall 38, *Do. 132;* Fall 39, *Do. 131;* Fall 40, *Do. 103* und Fall 43, *Do. 90* ist dieser zweite Kern im Schultergürtel bereits mit der Scapula verschmolzen, mit der sich allmählich auch der Coracoidkern selber knöchern verbindet (Textfig. 456, Textfig. 460, Textfig. 464, cor. (2. k. Z.) und Taf. XXVI: Fig. 12, Textfigg. 468, 476, cor.).

Die Humerusdiaphyse zeigt im proximalen Endbezirk die proximale Humerusepiphyse und die Tuberculum majus-Apophyse, im distalen Endbezirk die distale Humerusepiphyse und die Epicondylus-Apophyse in Form von Knochenkernen (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: hum. ep. prox., hum. tub. maj. ap., hum. dia., hum. ep. dist. und hum. epi. med. ap.).

Im Unterarmskelett findet man Knochen bezw. Knochenkerne in Form der Radiusdiaphyse, der distalen und proximalen Radiusepiphyse, der Ulnadiaphyse und der proximalen und distalen Ulnaepiphyse (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden ein-



Textfig. 434 (Do. 140)



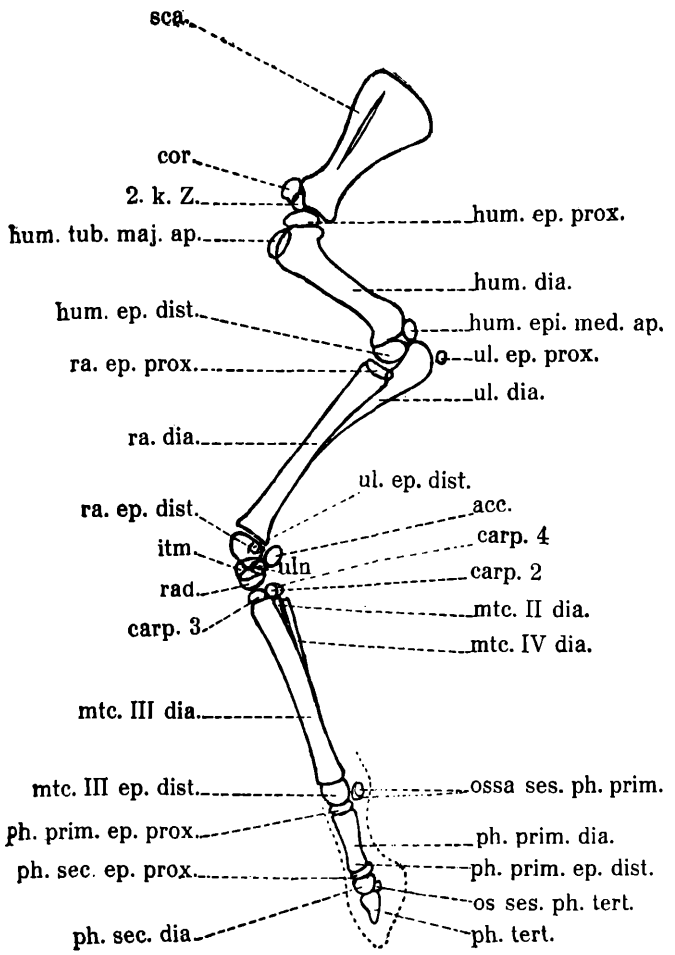
Textfig. 435 (Do. 140)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen, 24 Tage alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 432 und 433, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 434 und 435, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

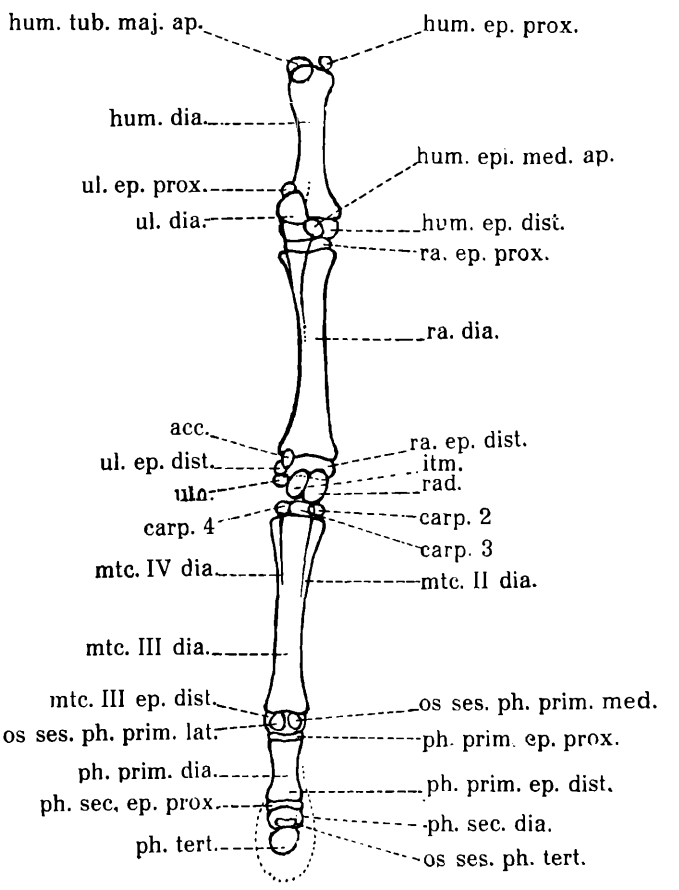
schlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: ra. dia., ra. ep. prox., ra. ep. dist., ul. dia., ul. ep. prox. und ul. ep. dist.).

Im Carpus sind folgende knöcherne Elemente anzutreffen: das Accessorium, das Ulnare, Intermediale, Radiale, das Carpale 4, Carpale 3 und Carpale 2 (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: acc., uln., itm., rad., carp. 4, carp. 3 und carp. 2).

Im Mittelfuss zeigen sich folgende Skelettbestandteile: die Diaphysen für die Strahlen III, IV und II der Metacarpalknochen und die distale Epiphyse des Hauptmittelfussknochens (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf



Textfig. 436 (Do. 87)



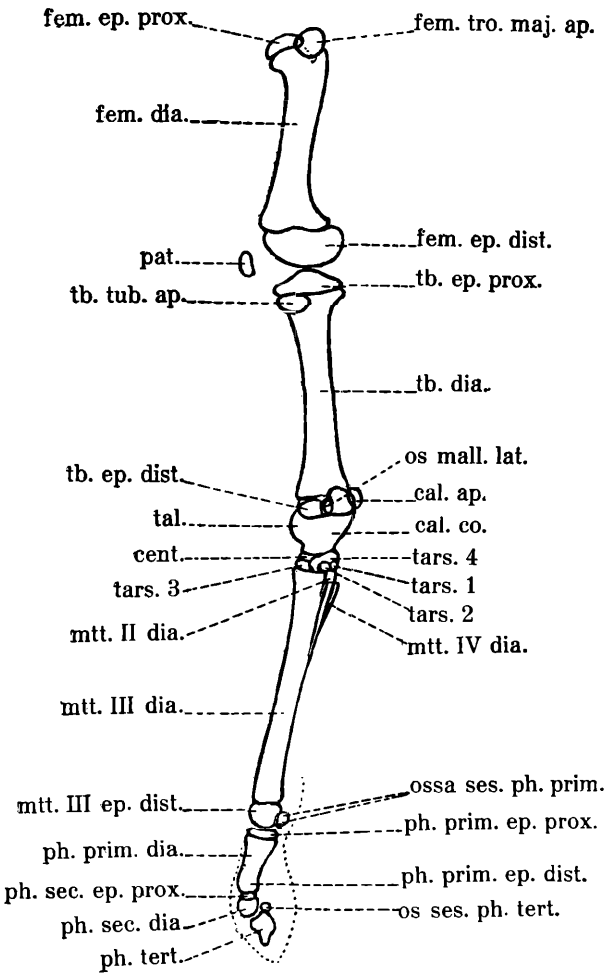
Textfig. 437 (Do. 87)

den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: mtc. III, mtc. IV und mtc. II, mtc. III ep. dist.).

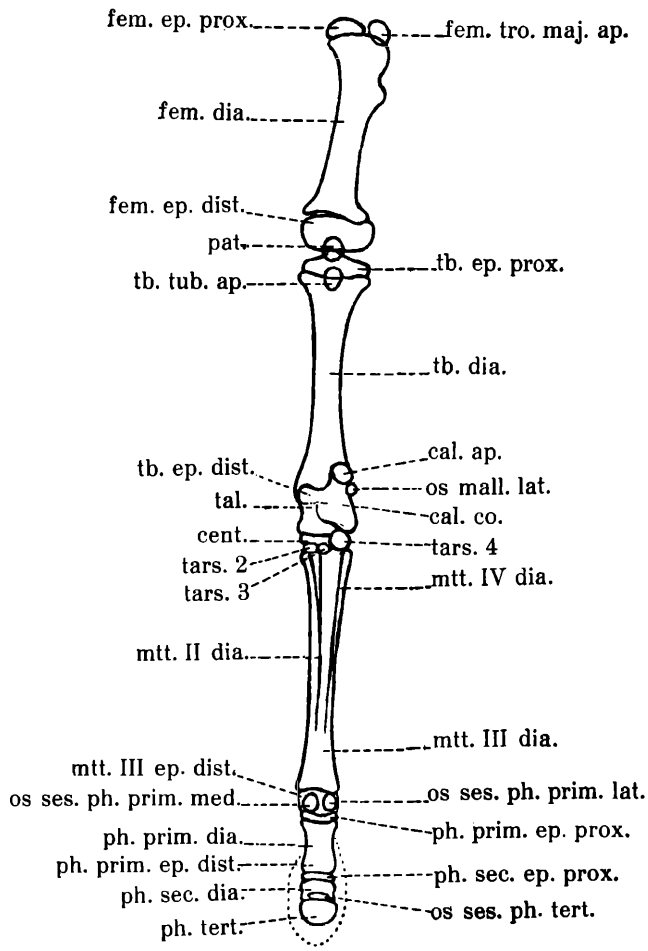
Im Zehenbereich sind verknöchert die Grundphalangendiaphyse, mit der proximalen und distalen Epiphyse, (welch letztere allerdings in diesen vorgerückten Fällen der Hartteilossifikation bereits mit der Diaphyse verschmolzen ist und nicht mehr als selbständiger Knochenkern auftritt), die Mittelphalangendiaphyse mit der proximalen Epiphyse und das Hufbein, sowie die oberen und das untere Sesambein (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: ph. prim. dia., ph. prim. ep. prox., ph. prim. ep. dist., ph. sec. dia., ph. sec. ep. prox., ph. tert., ossa ses. ph. prim. bezw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med., os ses. ph. tert.).

Die Vorderextremität zeigt zufolgedessen keine weiteren neuen Elemente. Es sind die nämlichen, die bereits Fall 31, Do. 86, selbst schon Fall 30, Do. 63 zeigt.

In den *Hinterextremitäten* finden wir gegenüber den in Fall 30 und den früheren Fällen vorgefundenen Verhältnissen als neue Ossifikation ein ursprünglich selbständig auftretender Kern im zukünftigen *Malleolus lateralis* (os mall. lat.: Fall 32, Do. 140, Textfig. 435, Taf. XXX: Fig. 10; Fall 33, Do. 87, Textfigg. 437 u. 439, Taf. XXX: Fig. 23; Fall 34, Do. 147, Textfig. 443,



Textfig. 438 (Do. 87)



Textfig. 439 (Do. 87)

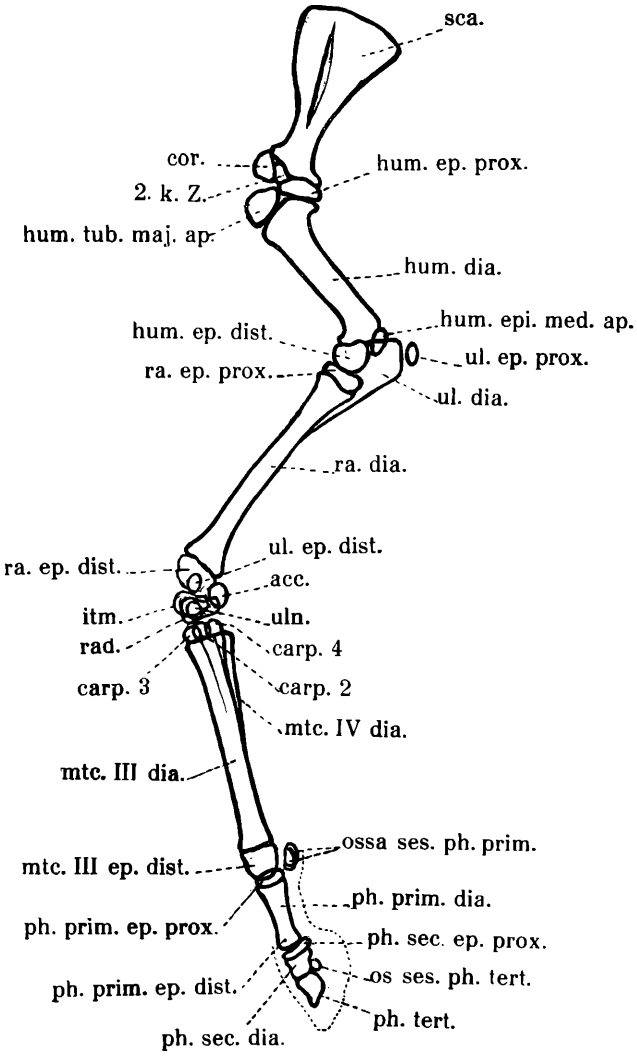
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen von 88 cm Kopf-Steisslänge; 4 Tage post partum. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.

Textfigg. 436 und 437, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 438 und 439, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

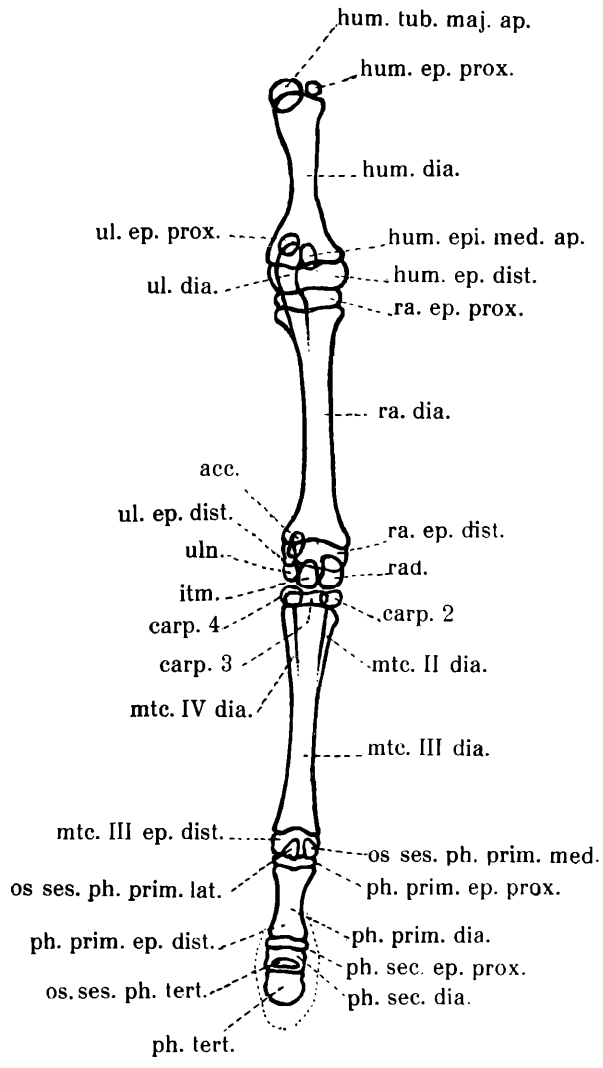
Taf. XXXI: Fig. 3; Fall 42, Do. 16749, Textfig. 447, Taf. XXVIII: Figg. 5, 6, 7 u. 8; Fall 35, Do. 16772, Textfig. 451; Fall 36, Do. 16714, Textfigg. 454 u. 455, Taf. XXV: Figg. 7, 8, 9; Fall 38, Do. 132, Textfig. 463; Fall 39, Do. 131, Textfig. 467 und Taf. XXVI: Fig. 14; Fall 41, Do. 58, Textfigg. 474 u. 475; Fall 43, Do. 90, Textfig. 479). Im übrigen treffen wir die nämlichen Ossifikationen an, wie sie bereits im Fall 31, Do. 86 vorliegen.

Im Bereich des Oberschenkelknochens sind als ossifizierte Elemente zu unterscheiden: die Femurdiaphyse, ein Kern für den Trochanter major des Os femoris, ein Kern für den Femurkopf, eine distale Femurepiphyse und die Patella (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: fem. dia., fem. tro. maj. ap., fem. ep. prox., fem. ep. dist., pat.).

Im Bereich des Unterschenkelknochens trifft man die Tibiadiaphyse, die proximale Epiphyse der Tibia, die Tuberositas tibia, die distale Epiphyse des Schienbeins und das neu jetzt hinzutretende Os malleolare laterale (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: tb. dia., tb. ep. prox., tb. tub. ap.; tb. ep. dist. und os mall. lat.).



Textfig. 440 (Do. 147)

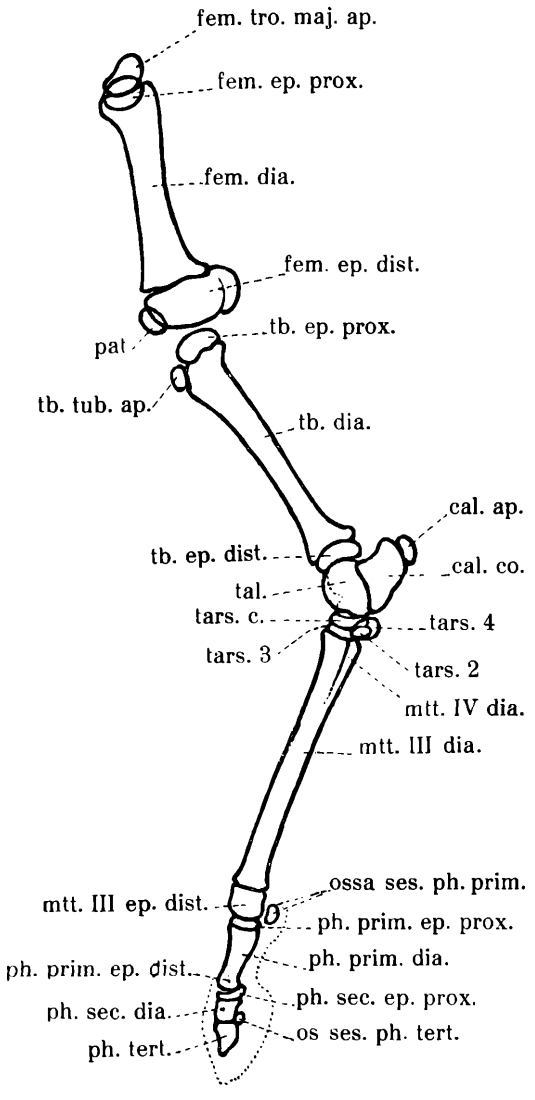


Textfig. 441 (Do. 147)

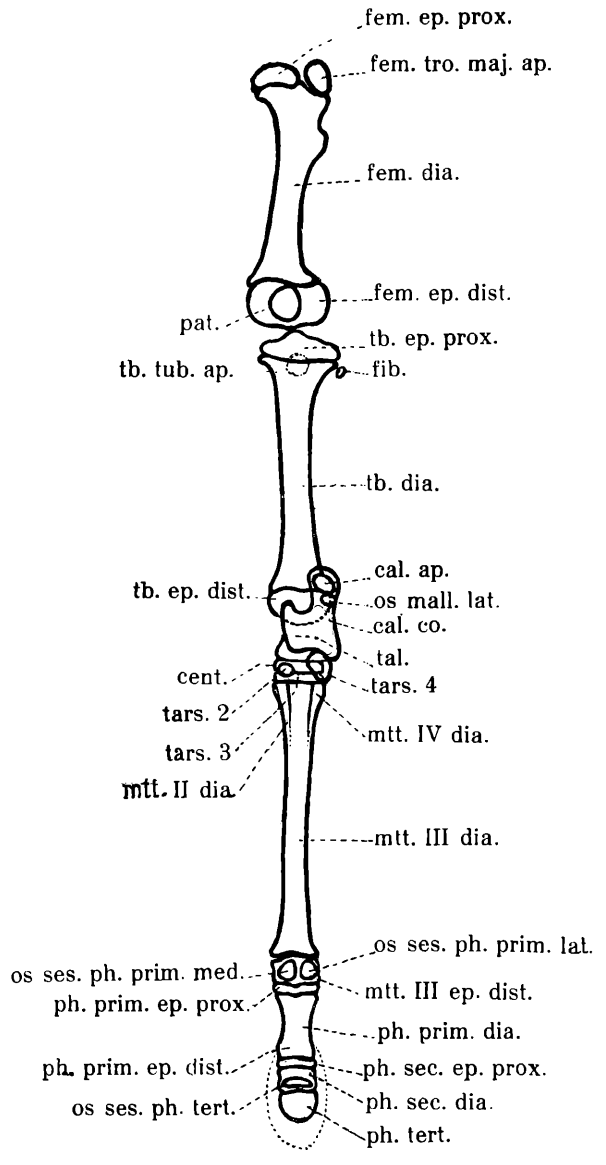
Im Tarsus sind anzutreffen der verknöcherte Calcaneuskörper, die Calcaneus-Apophyse, der Talus, das Centrale, Tarsale 4, Tarsale 3, Tarsale 2 und allenfalls Tarsale 1 (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: cal. co., cal. ap., tal., cent., bezw. tars. c., tars. 4, tars. 3, tars 2, tars. 1).

Im hinteren Mittelfuss sind aufzuführen die Verknöcherungen der drei Diaphysen der Strahlen III, IV und II, sowie die distale Epiphyse für den Hauptstrahl (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: mtt. III dia., mtt. IV dia., mtt. II dia., mtt. III ep. dist.).

Im Zehenbereich liegen in verknöchertem Zustande vor: die Grundphalangendiaphyse mit der proximalen Grundphalangenepiphyse und der mit der Diaphyse der Grundphalanx bereits verschmolzenen distalen Epiphyse, die Mittelphalangendiaphyse mit einer proximalen Epiphyse, das Hufbein und die oberen und das untere Sesambein (vide die betr. Textfiguren und die an Hand der Legenden aufzufindenden einschlägigen Bilder auf den Tiefdrucktafeln im einzelnen Fall mit den Abkürzungen: ph. prim. dia., ph. prim. ep. prox., ph. prim. ep. dist., ph. sec. dia.,



Textfig. 442 (Do. 147)

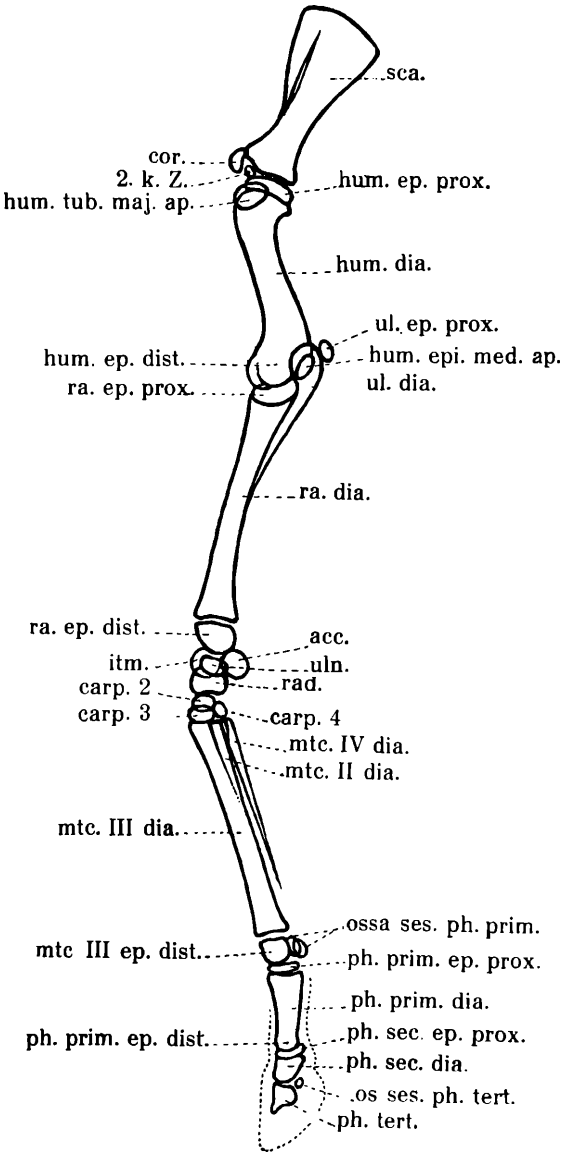


Textfig. 443 Do. 147

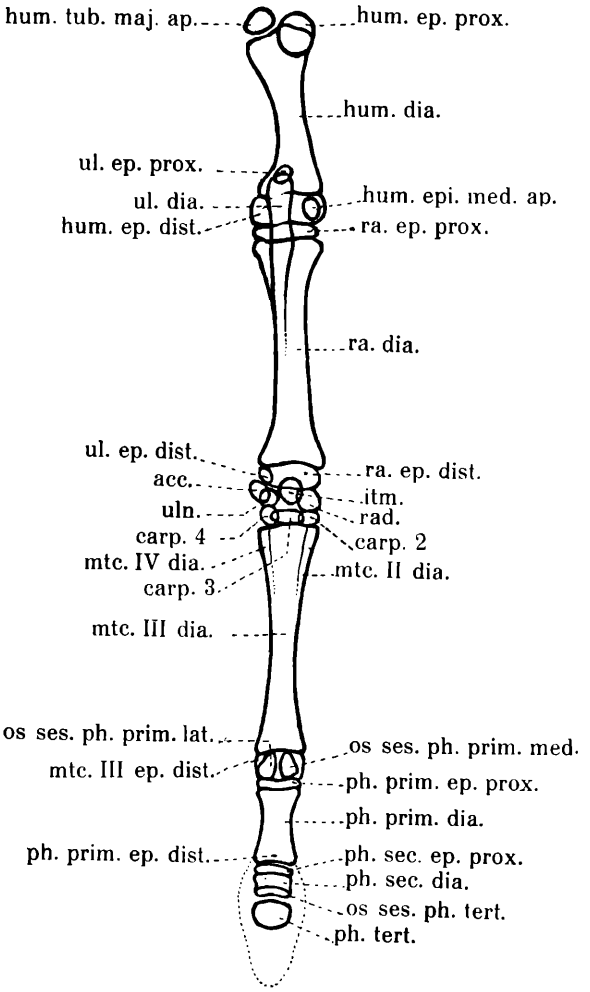
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen von 74 cm Kopf-Steisslänge; 5 Tage alt.
Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 440 und 441, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 442 und 443, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

ph. sec. ep. prox., ph. tert., ossa ses. ph. prim. bezw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med., os ses. ph. tert.).

In entsprechender Weise wie im Abschnitt, der von der Kasuistik des Pferdematerials handelt, lassen wir auch an dieser Stelle, d. h. im Anschluss an die Besprechung der einzelnen Fälle von Gliedmassenverknöcherung bei Eseln zwei Tabellen, Tab. 7 u. 8, folgen, die in übersichtlicher Weise bei Vorder- und Hinterextremität Aufschluss über die jeweils vorhandenen Ossifikationen (die wiederum mit + angegeben sind) erteilen.



Textfig. 444 (Do. 16749)



Textfig. 445 (Do. 16749)

Tabelle 7

Tabellarische Zusammenstellung der Verknöcherungsbefunde an den untersuchten Extremitäten des Eselmaterials
(Vorderextremitäten)

Materialbezeichnung	Do. 113	Do. 55	Do. 0.24	Do. 16742	Do. 16682	Do. 81	Do. 0.76	Do. 16710	Do. 16684	Do. 16734	Do. 16720	Do. 16696	Do. 141	Do. 146	Do. 16746	Do. 16706	Do. 16687	Do. 16698	Do. 115	Do. 135	Do. 77	Do. 16676	Do. 0.20	Do. 139	Do. 66	Do. 134	Do. 143	Do. 92	Do. 63	Do. 86	Do. 140	Do. 87	Do. 147	Do. 16749	Do. 16772	Do. 16714	Do. 149	Do. 132	Do. 131	Do. 103	Do. 58	Do. 90
Kopfsteiss-Längen in cm, bezw. Alter	8,5	11,2	14	17,8	23	29	30,5	35	38	49,5	54	57,5	52	58,5	54	48	60	62,5	58	42,5	67,5	65	65	74,5	62	74	74	72	70	76	ca. 3 Wo.	88	74	86	—	ca. 1 Wo.	ca. 18 Wo.	29 Wo.	—	ca. 100 Wo.	ca. 85 Wo.	91
Geschlecht	—	—	—	—	♂	♀	♀	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀
Dazu gehöriges Illustrationsmaterial [1]) Textfiguren	334	336 337	340	342 343	346 347	350 351	354 355	358 359	362 363	366 367	370 371	374	376	378 379	382	384	386 387	390 391	394	396 397	400 401	404 405	408 409	412 413	416 417	420 421	424	426	428	430	432 433	436 437	440 441	444 445	448 449	452 453	456 457	460 461	464 465	468 469	472 473	476 477
Tafel	XIV	XIV	XIV	XIV	XIV	XV	—	XVI	XVII	—	—	—	—	—	—	XVIII	—	XIX	—	—	—	XX	XXI	XXX	XXII	XXX	XXIII	XXIV	XXIV	XXX	XXX	XXX	XXX / XXXI	XXVII	—	XXV	—	—	XXVI	—	—	XXIX
Figg.	1	2a, 2c	3	4, 4a, 4c	1, 1a, 1c	2, 2′, 2b, 2b′	—	1, 1a 1a′, 1b	1, 6, 7	—	—	—	—	—	—	1	—	1—5	—	—	—	1—5, 5a, 8a, 8b	1, 1a, 2—16	13, 16, 19, 21, 22	1—18	6, 11, 12	1, 2, 11, 14	1, 4, 5	7—9, 12, 13	2, 3	14	24, 25	26, 27 / 4—7	1—6	—	1—6, 10—15, 20, 22, 26	—	—	1—10, 12	—	—	1—8, 18
Scapula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Coracoid	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus:																																									
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tubercul. maj., Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epicond. lat. Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Epicond. med. Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulna:																																									
Epiphyse, proximale (Olecranon)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	(?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius:																																									
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Carpalia:																																									
Os carpi ulnare (Ulnare)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi intermediale (Intermediale)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi radiale (Radiale)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi accessorium (Accessorium)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 4 (Carpale 4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 3 (Carpale 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 2 (Carpale 2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 1 (Carpale 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—
Metacarpalia:																																									
Metacarpale IV, Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale IV, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—?	+	—	+	+	+	+	+	—?
Metacarpale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale III, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale II, Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale II, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—?	+	—	+?	+	+	+	+	—?
Phalangen:																																									
Grundphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sesamoidea (Sesambeine):																																									
Os sesam. phal. prim. laterale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os sesam. phal. prim. mediale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os sesam. phal. tert.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

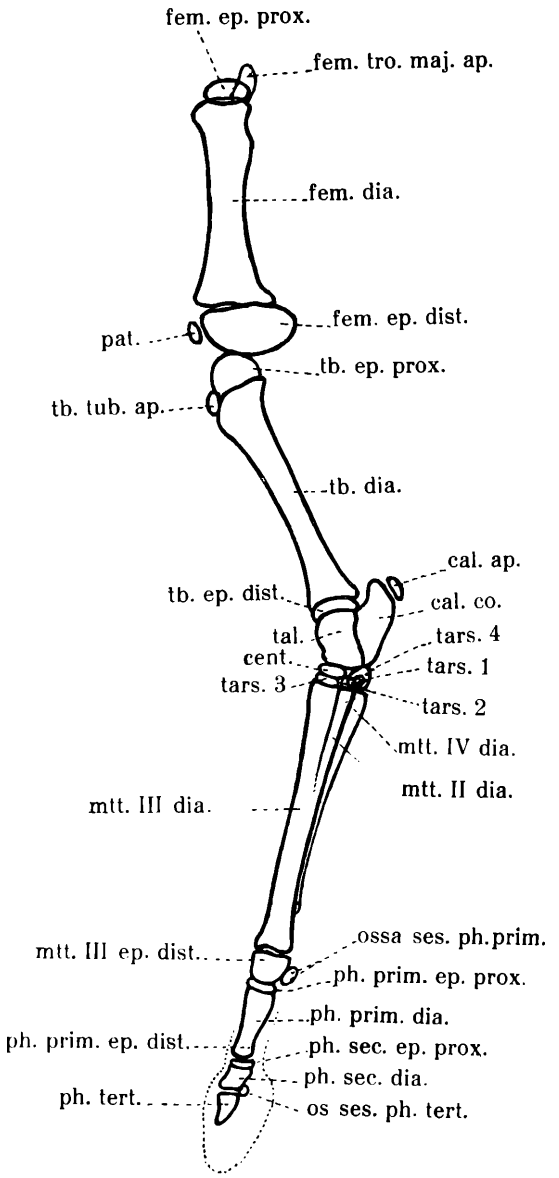
[1]) Angegeben sind nur die vollständigen Textfiguren der ganzen Gliedmassen, nicht aber die Nummern der Detailfiguren, die der Tabelle 2 (Materialübersicht) entnommen werden können; ferner die Tafelillustrationen

Tabelle 8

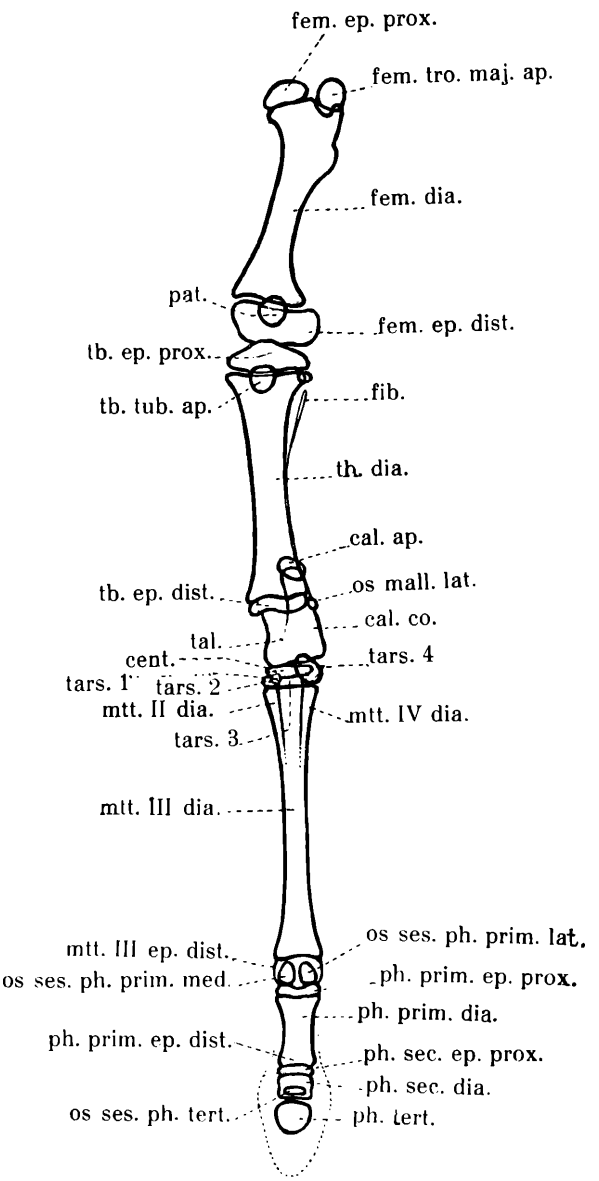
Tabellarische Zusammenstellung der Verknöcherungsbefunde an den untersuchten Extremitäten des Eselmaterials
(Hinterextremitäten)

Materialbezeichnung	Do. 113	Do. 55	Do. 0.24	Do. 16742	Do. 16682	Do. 81	Do. 0.76	Do. 16710	Do. 16684	Do. 16734	Do. 16720	Do. 16696	Do. 141	Do. 146	Do. 16746	Do. 16706	Do. 16687	Do. 16698	Do. 115	Do. 135	Do. 77	Do. 16676	Do. 0.20	Do. 139	Do. 66	Do. 134	Do. 143	Do. 92	Do. 63	Do. 86	Do. 140	Do. 87	Do. 147	Do. 16749	Do. 16772	Do. 16714	Do. 149	Do. 132	Do. 131	Do. 103	Do. 58	Do. 90
Kopfsteiss-Längen in cm, bezw. Alter	8,5	11,2	14	17,8	23	29	30,5	35	36	49,5	54	57,5	52	58,5	54	48	60	62,5	58	42,5	67,5	65	65	74,5	62	74	74	72	70	76	ca. 3 Wo.	88	74	86	—	ca. 1 Wo.	ca. 18 Wo.	29 Wo.	—	ca. 10 Wo.	ca. 85 Wo.	91
Geschlecht	—	—	—	—	♂	♀	♀	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♂	♀	♀	♀	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♀	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀
Dazu gehöriges Illustrationsmaterial [1]) Textfiguren	335	338 339	341	344 345	348 349	352 353	356 357	360 361	364 365	368 369	372 373	375	377	380 381	383	385	388 389	392 393	395	398 399	402 403	406 407	410 411	414 415	418 419	422 423	425	427	429	431	434 435	438 439	442 443	446 447	450 451	454 455	458 459	462 463	466 467	470 471	474 475	478 479
Tafel	XIV	XIV	XIV	XIV	XIV	XV	—	XVI	XVII	—	—	—	—	—	—	XVIII	—	XIX	—	—	—	XX	XXI	XXX	XXII	XXX	XXIII	XXIV	XXIV	XXX	XXX	XXX	XXX XXXI	XXVIII	—	XXV	—	—	XXVI	—	—	XXIX
Figg.	1	2b, 2c	3	4, 4b, 4d	1, 1b, 1d	2a, 2a′, 2c, 2c′	—	1, 1c, 1d, 1e	2—5	—	—	—	—	—	—	2	—	6—14	—	—	—	6, 7, 9, 10, 11	17—32	20	19—36	5, 7, 8	3—10	2, 3, 6	10, 11, 14	1, 4	9, 10, 15	17, 18, 23	28, 28a 3, 8	1—18	—	7—9, 16—19, 21, 23, 24, 25, 27, 28	—	—	11, 13—23	—	—	9—17
Femur:																																										
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trochanter maj., Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale (trochlea)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patella:	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fibula:																																									
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+?	+?	+?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	—	+	—	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tibia:																																									
Epiphyse, proximale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tuberositas, Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epiphyse, distale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malleolus lateralis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malleolus medialis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tarsalia:																																									
Calcaneus, Apophyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calcaneus, Körper	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Talus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os tarsi centrale (Centrale)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os tarsale 4 (Tarsale 4)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os tarsale 3 (Tarsale 3)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os tarsale 2 (Tarsale 2)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os tarsale 1 (Tarsale 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	—	+	+	+	—	?	—	?
Metatarsalia:																																									
Metatarsale IV, Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale IV, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Metatarsale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale III, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale II, Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale II, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phalangen:																																									
Grundphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sesamoidea (Sesambeine):																																									
Os sesam. phal. prim. laterale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os sesam. phal. prim. mediale	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os sesam. phal. tert.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

[1]) Angegeben sind nur die vollständigen Textfiguren der ganzen Gliedmassen, nicht aber die Nummern der Detailfiguren, die der Tabelle 2 (Materialübersicht) entnommen werden können; ferner die Tafelillustrationen

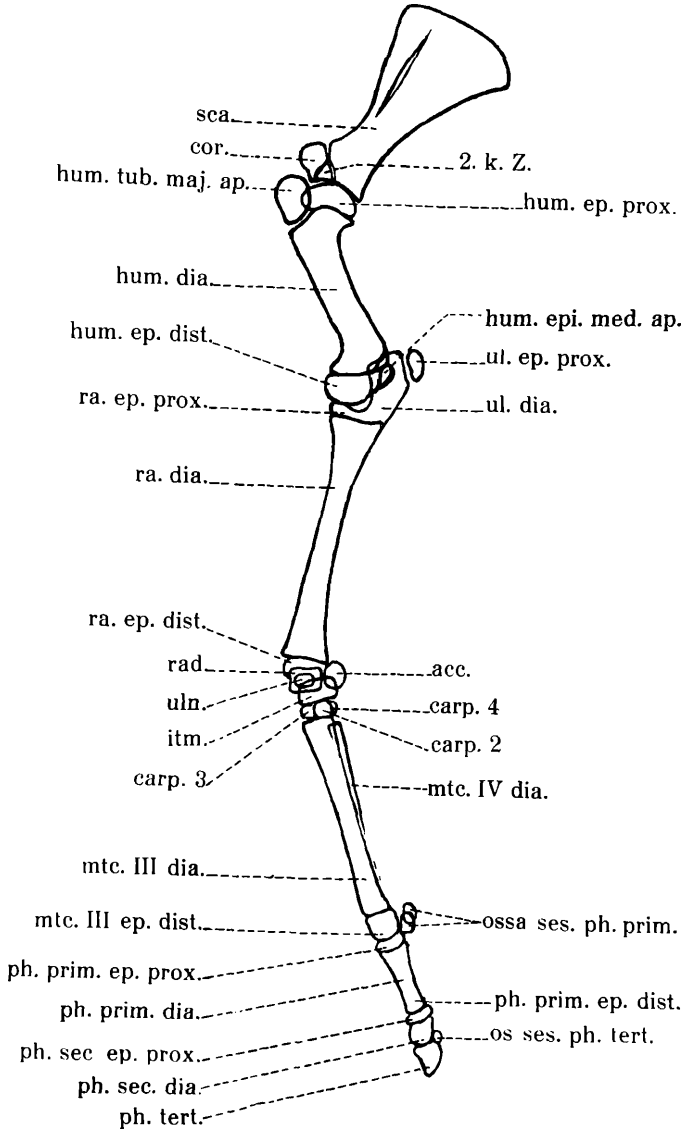


Textfig. 446 (Do. 16749)

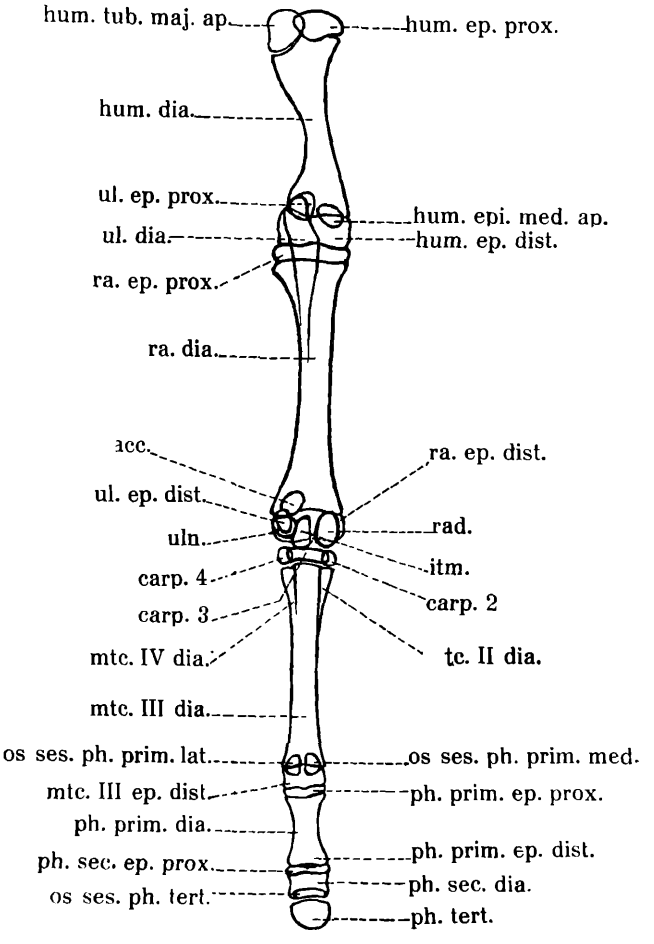


Textfig. 447 (Do. 16749)

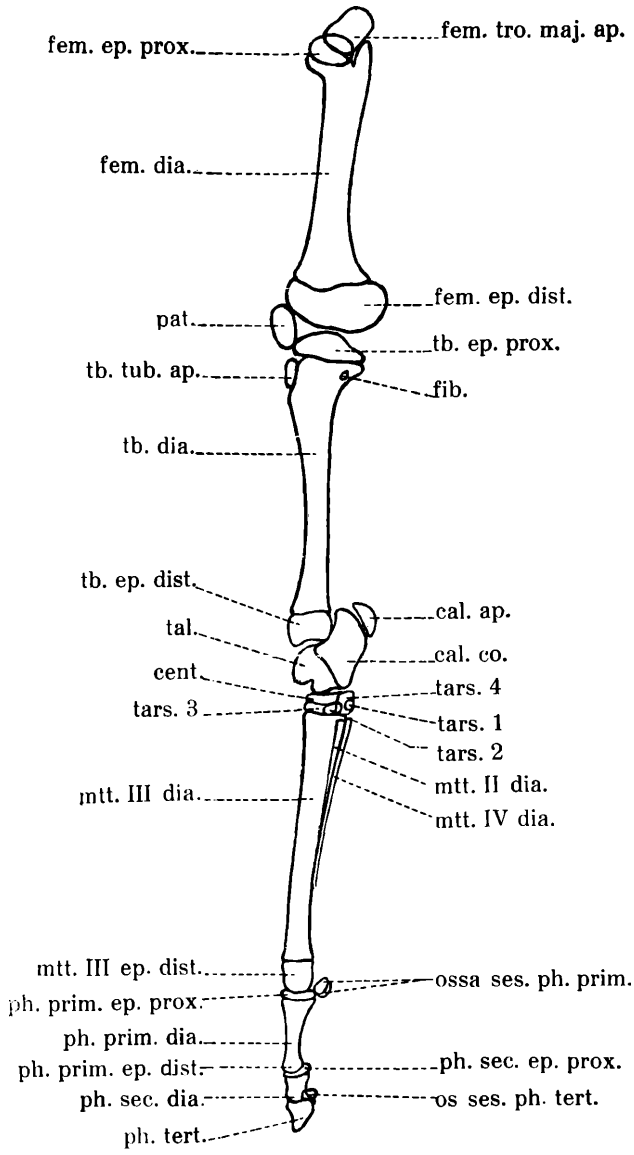
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen von 86 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 444 und 445, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 446 und 447, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



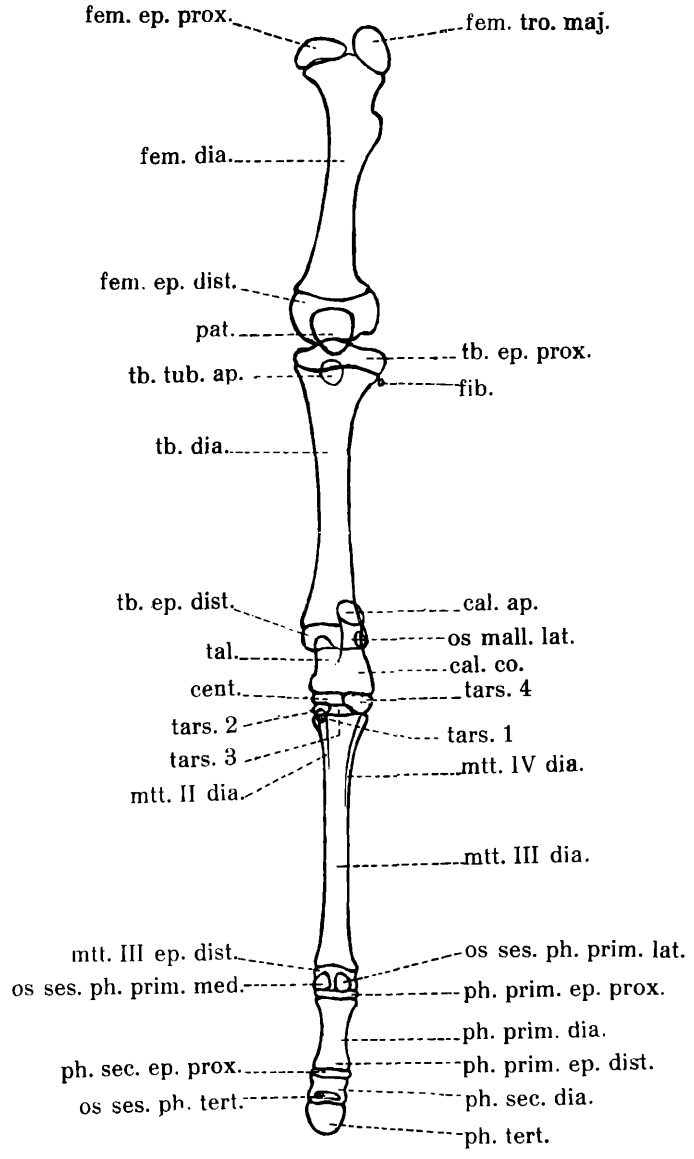
Textfig. 448 (Do. 16772)



Textfig. 449 (Do. 16772)

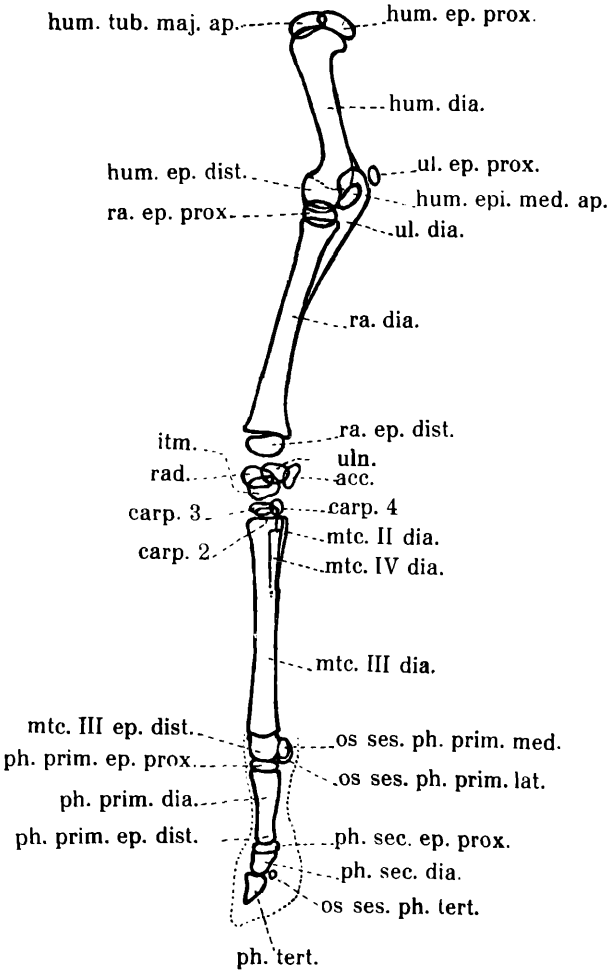


Textfig. 450 (Do. 16772)

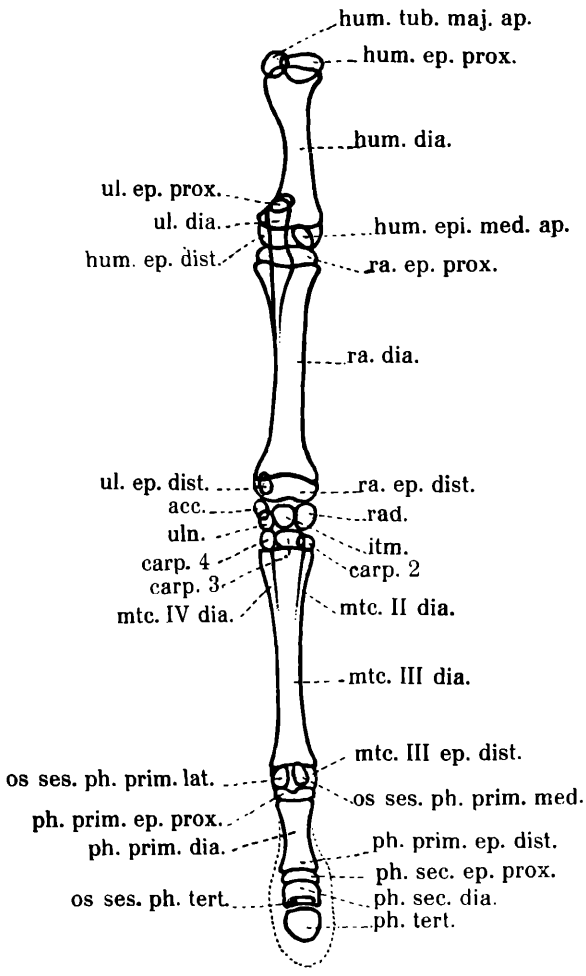


Textfig. 451 (Do. 16772)

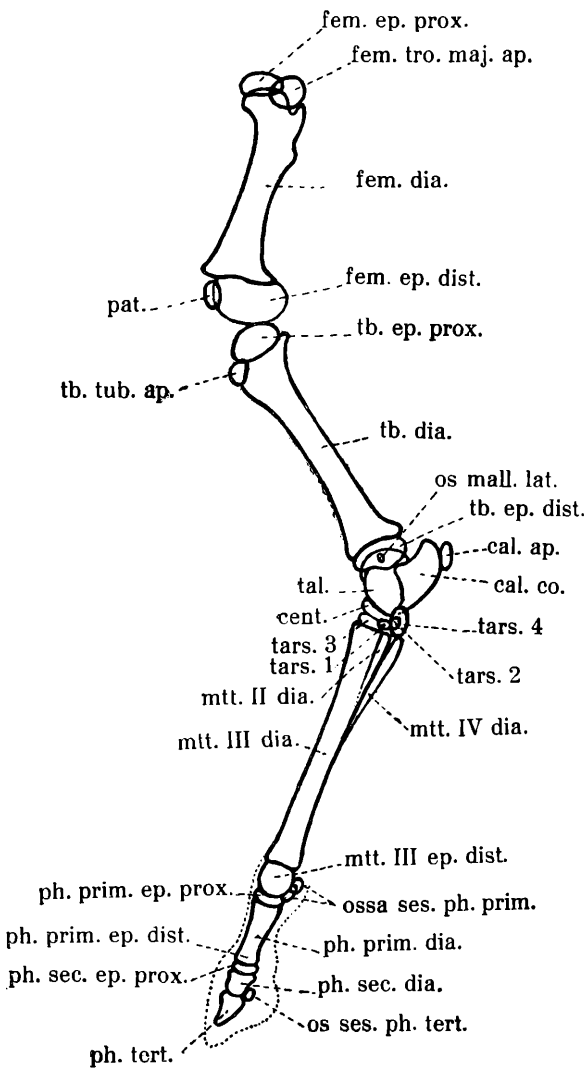
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 448 und 449, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 450 und 451, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



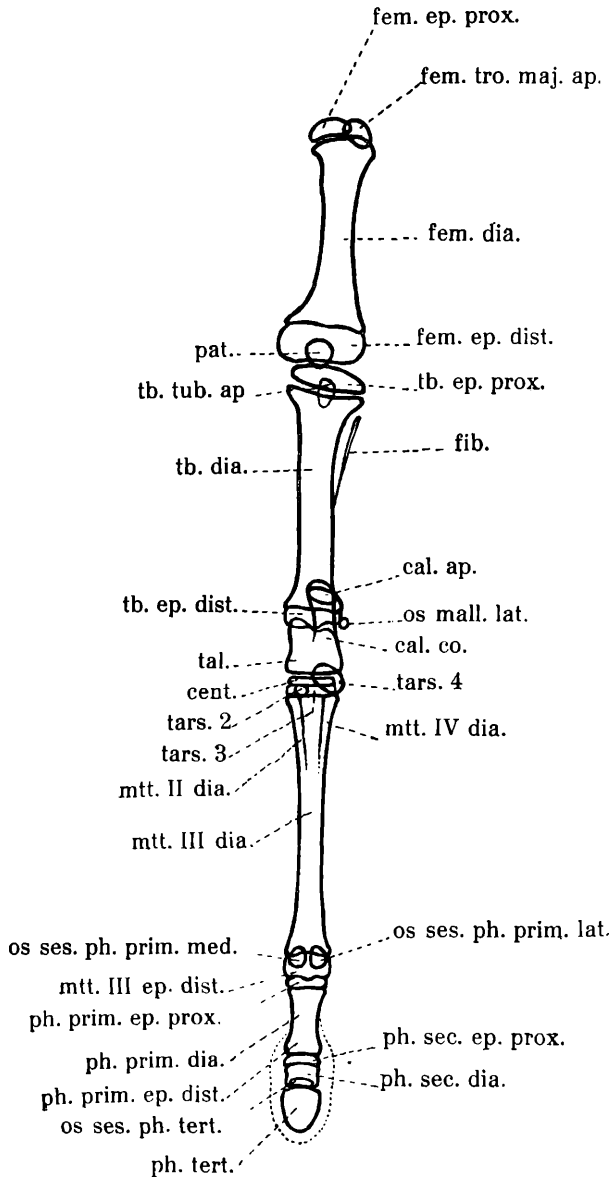
Textfig. 452 (Do. 16714)



Textfig. 453 (Do. 16714)

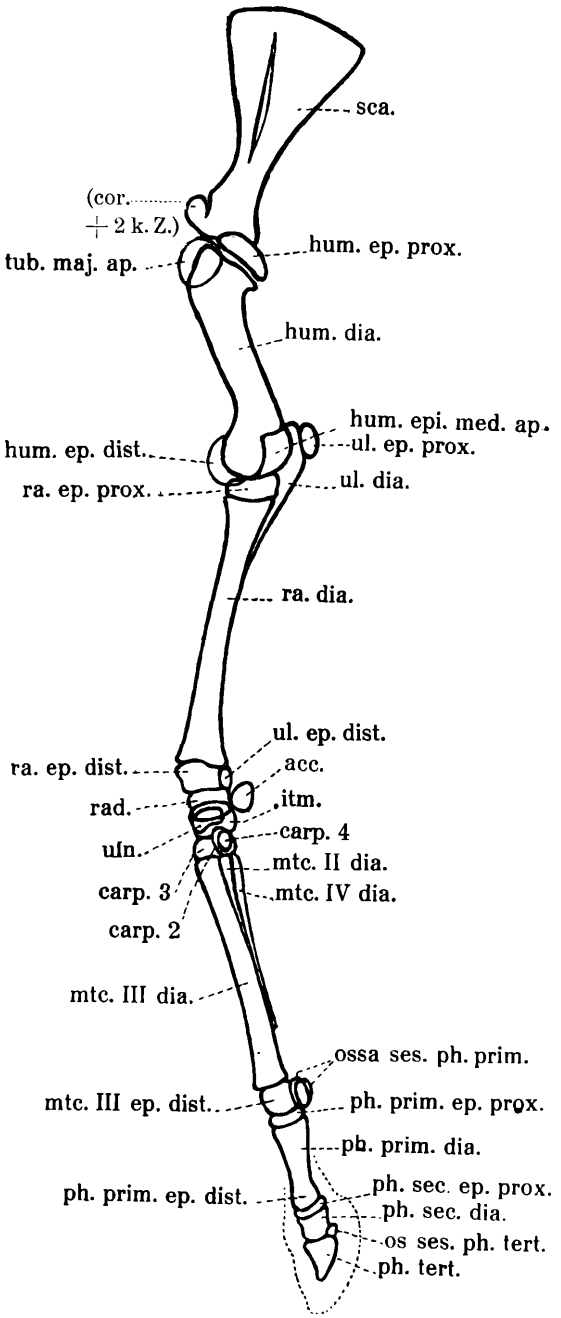


Textfig. 454 (Do. 16714)

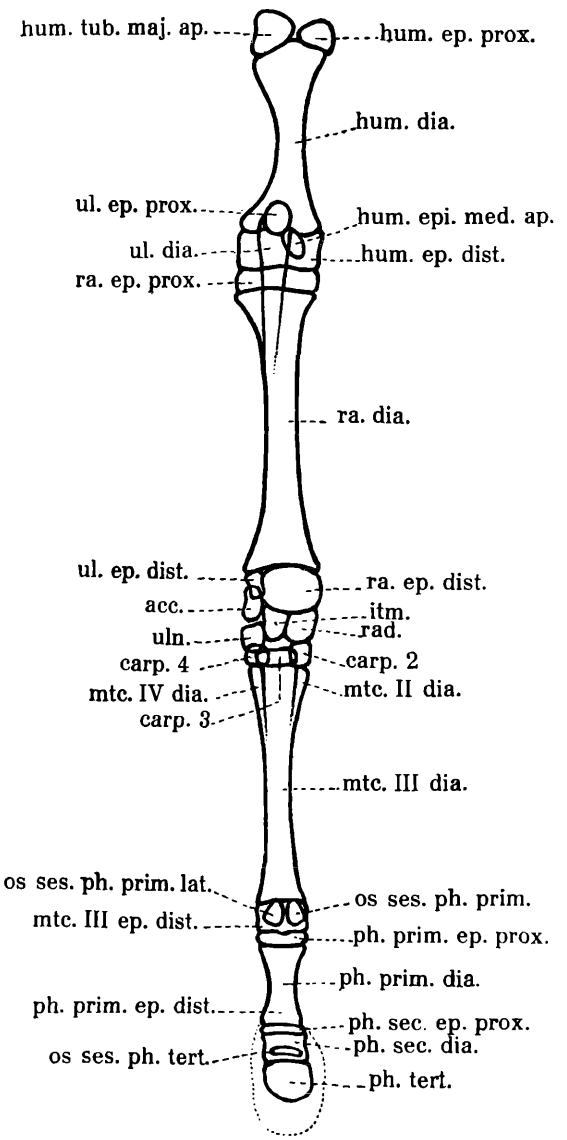


Textfig. 455 (Do. 16711)

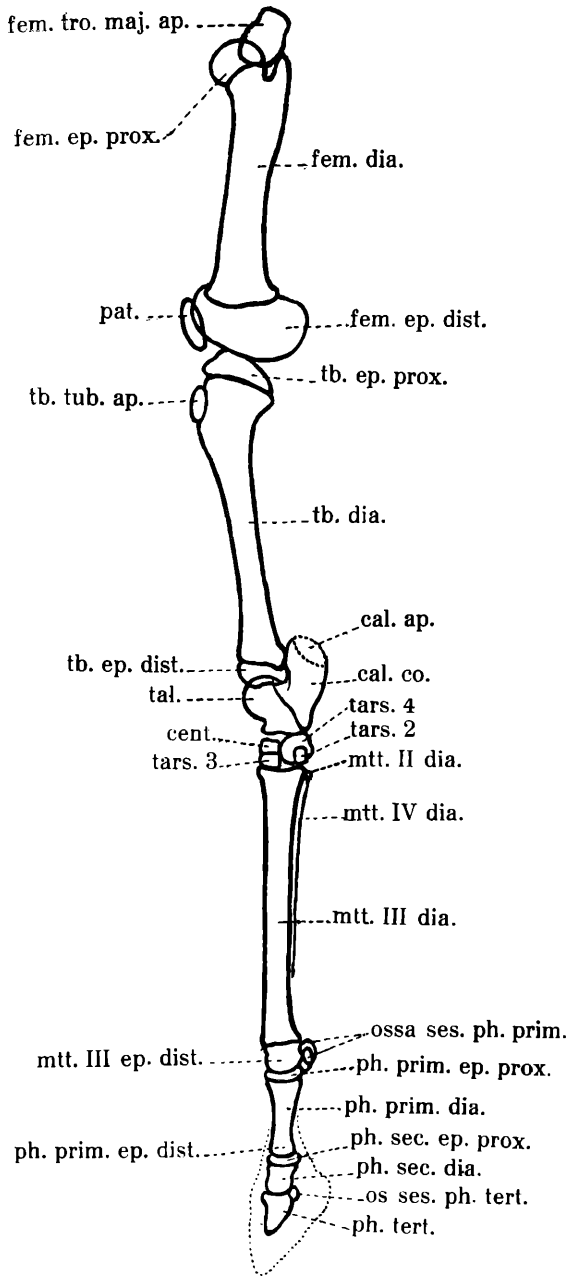
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen, 6 Tage alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 452 und 453, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 454 und 455, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



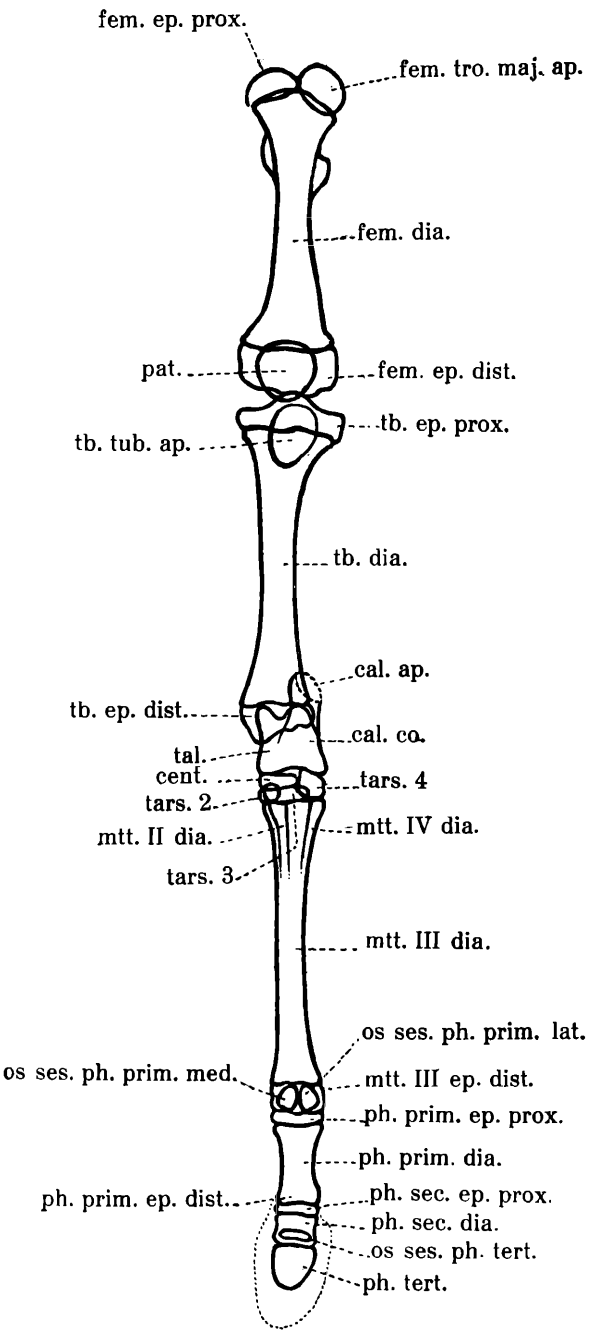
Textfig. 456 (Do. 149)



Textfig. 457 (Do. 149)

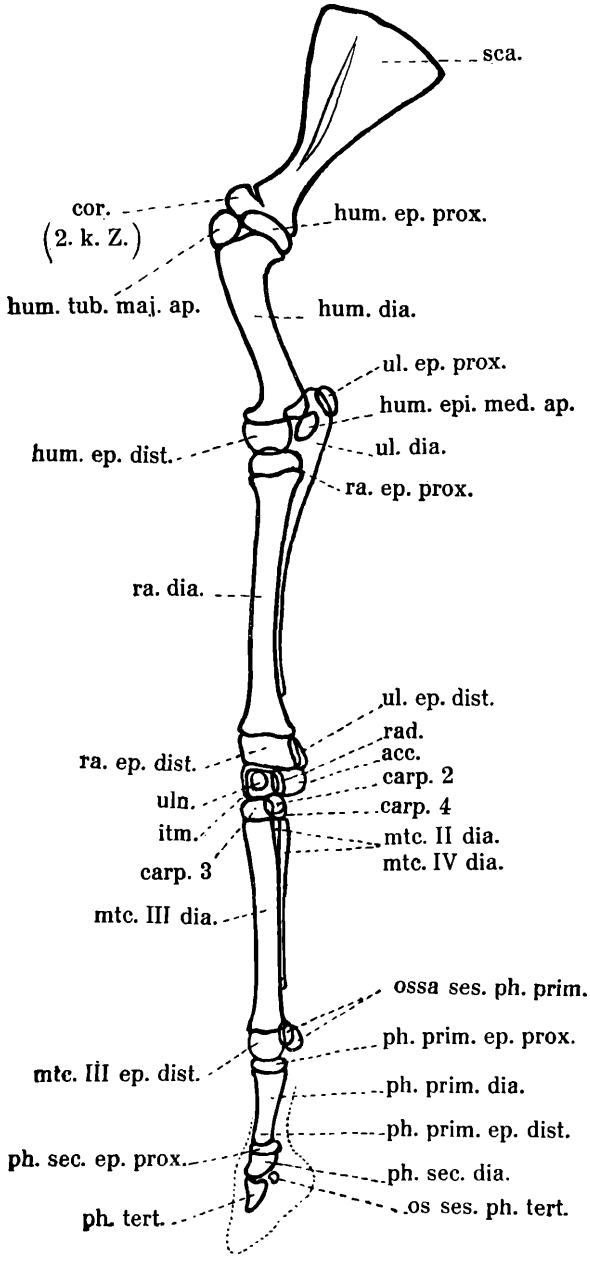


Textfig. 458 (Do. 149)

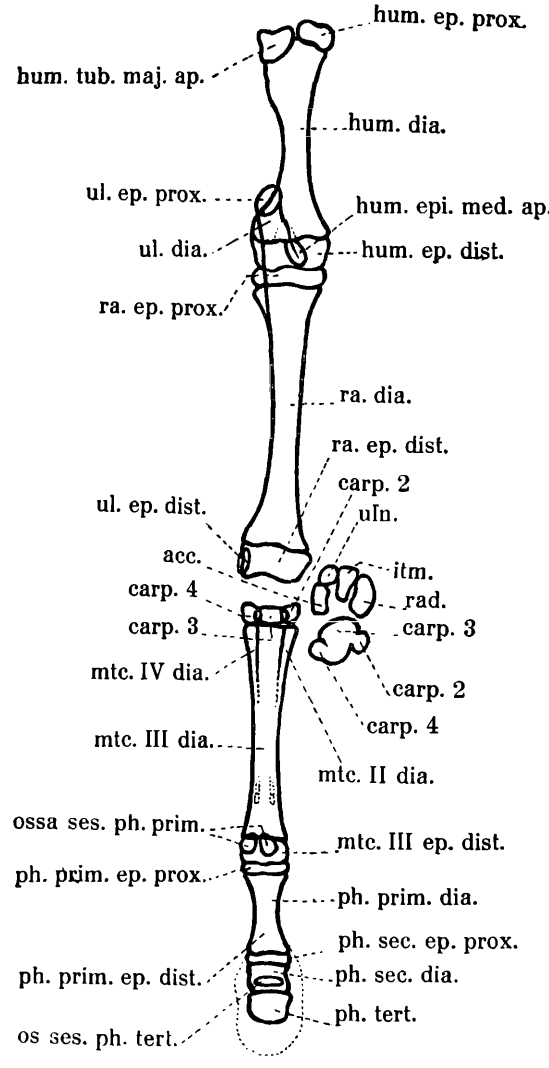


Textfig. 459 (Do. 149)

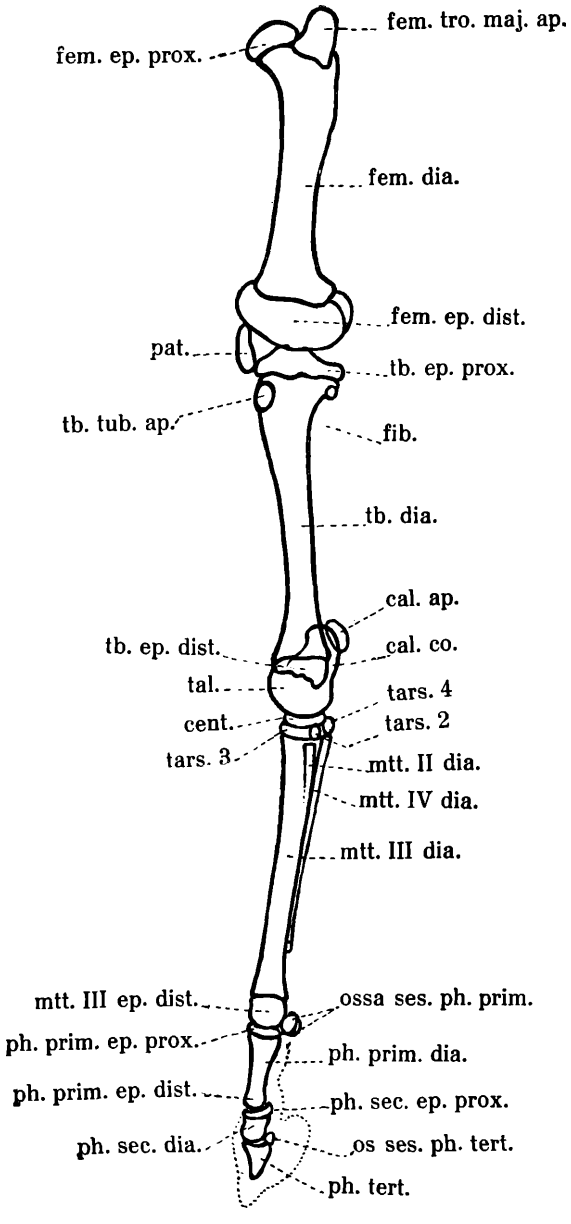
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen, 127 Tage alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 456 und 457, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 458 und 459, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



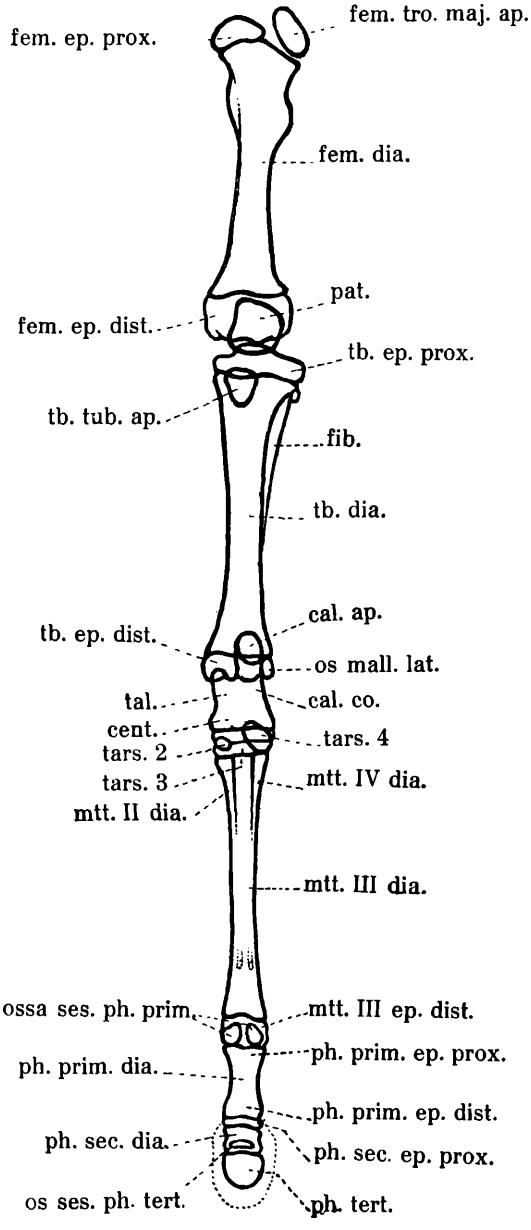
Textfig. 460 (Do. 132)



Textfig. 461 (Do. 132)

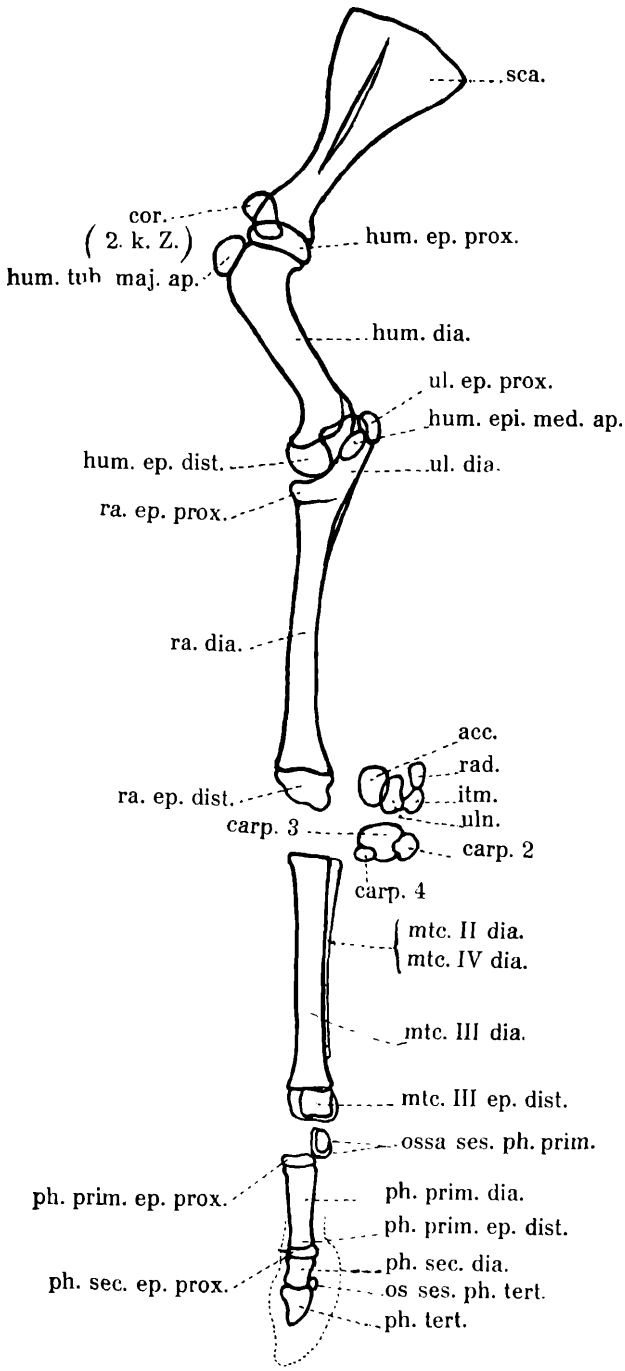


Textfig. 462 (Do. 132)

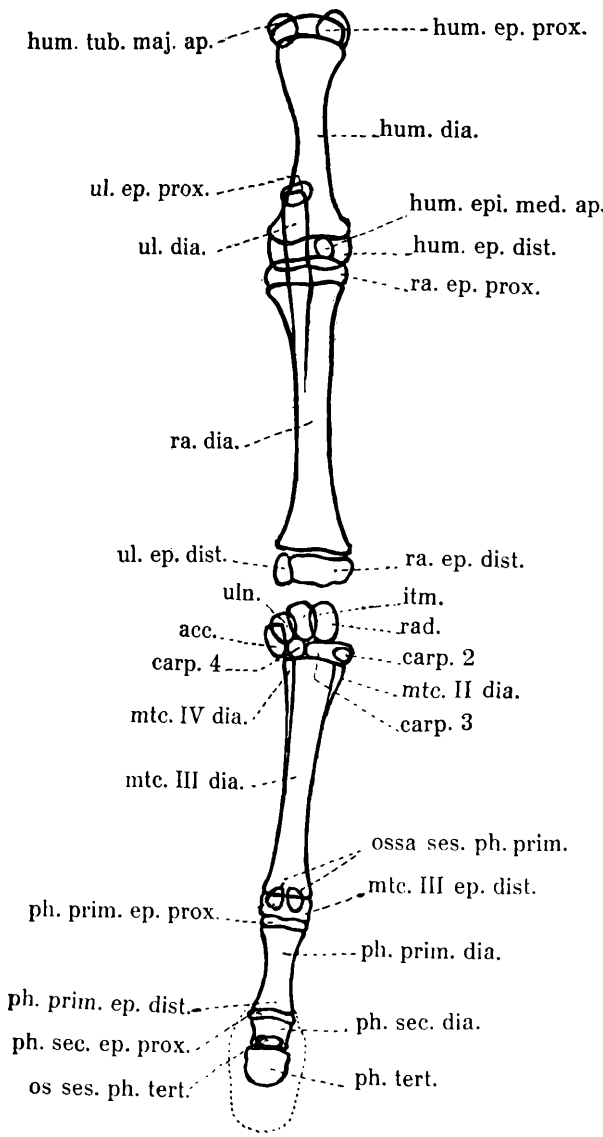


Textfig. 463 (Do. 132)

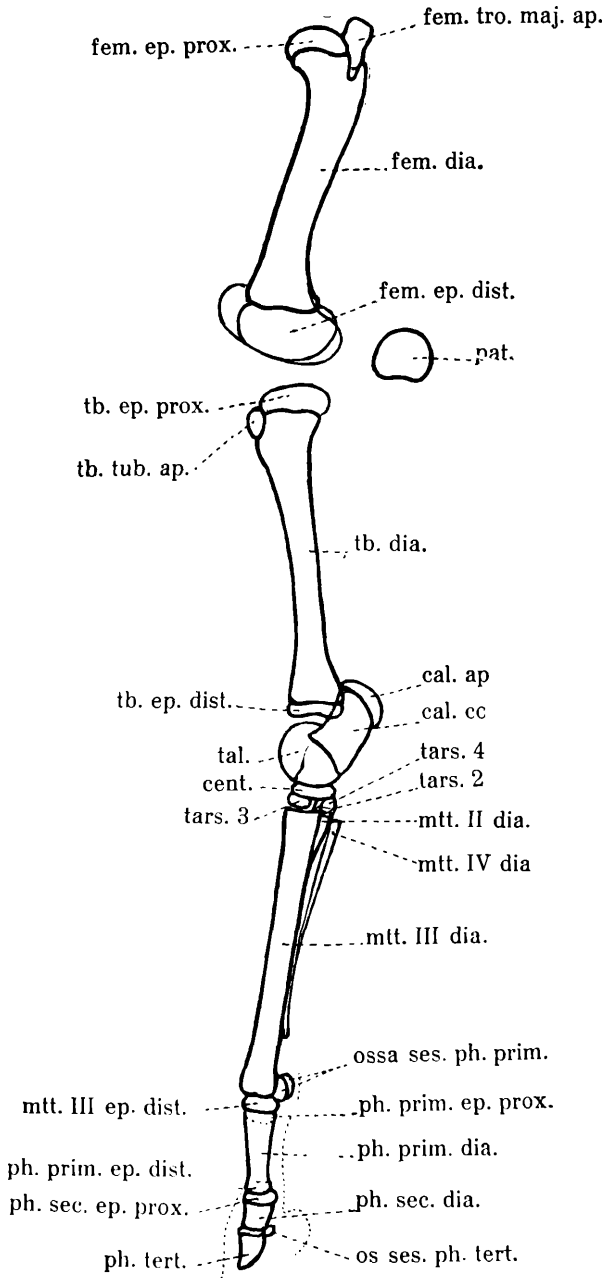
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen, 202 Tage post partum. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 460 und 461, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 462 und 463, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



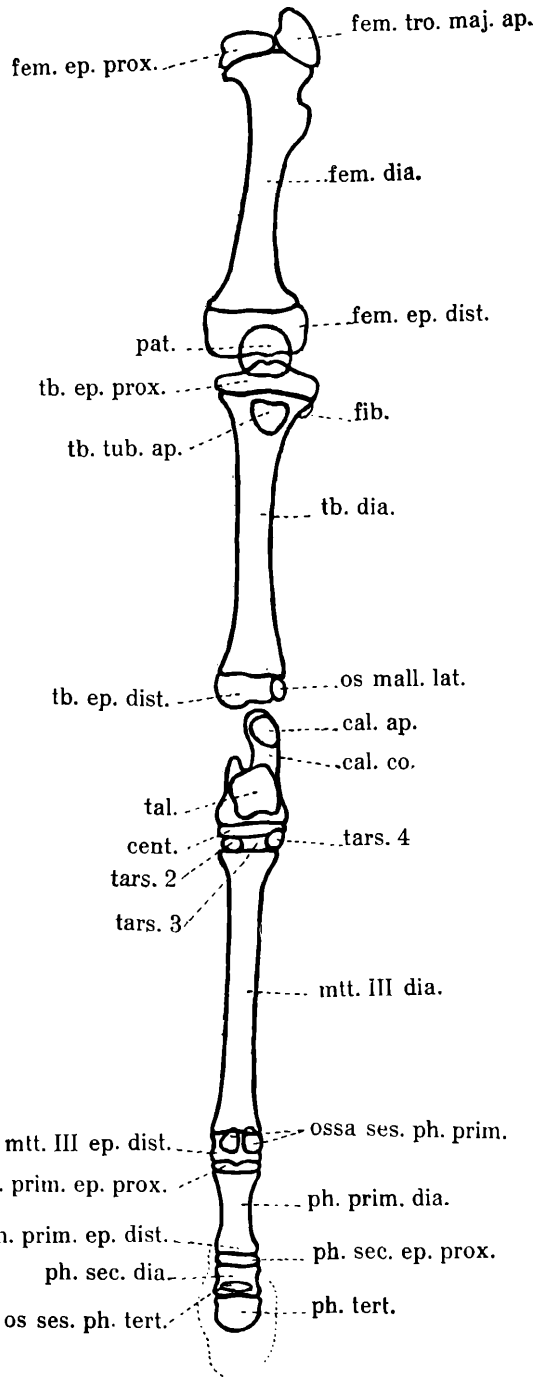
Textfig. 464 (Do. 131)



Textfig. 465 (Do. 131)

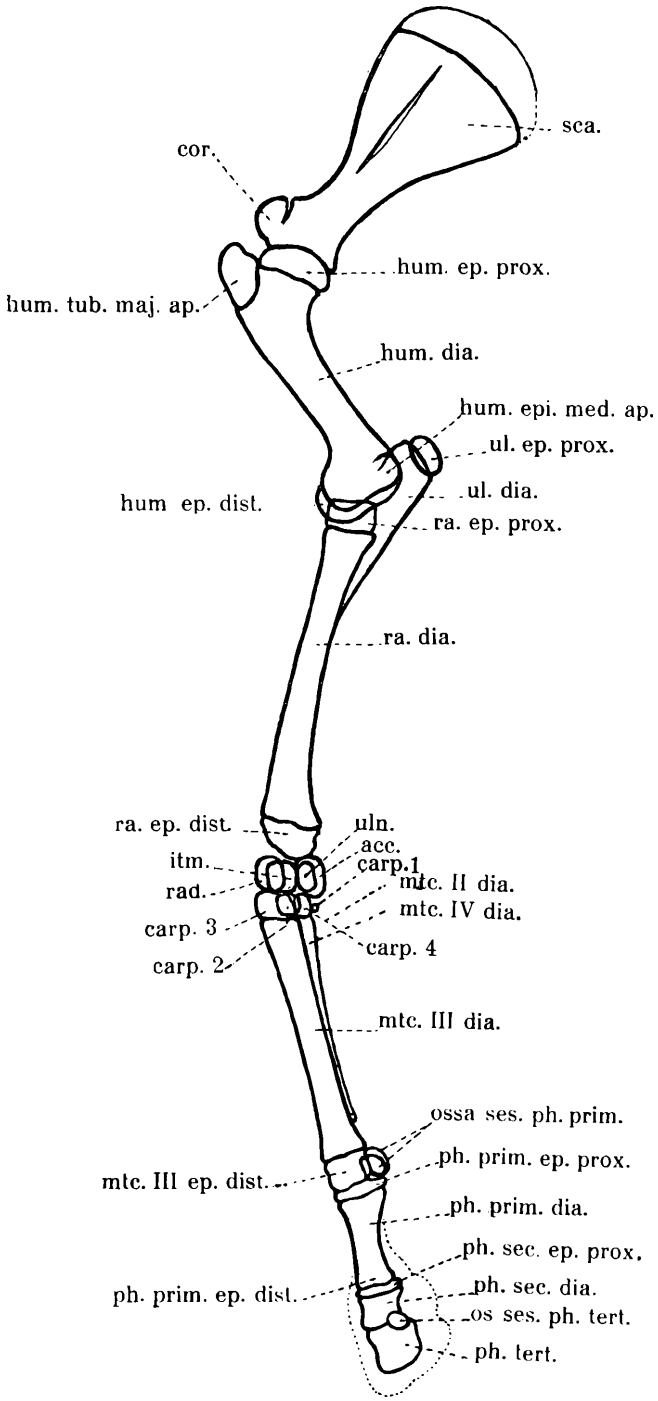


Textfig. 466 (Do. 131)

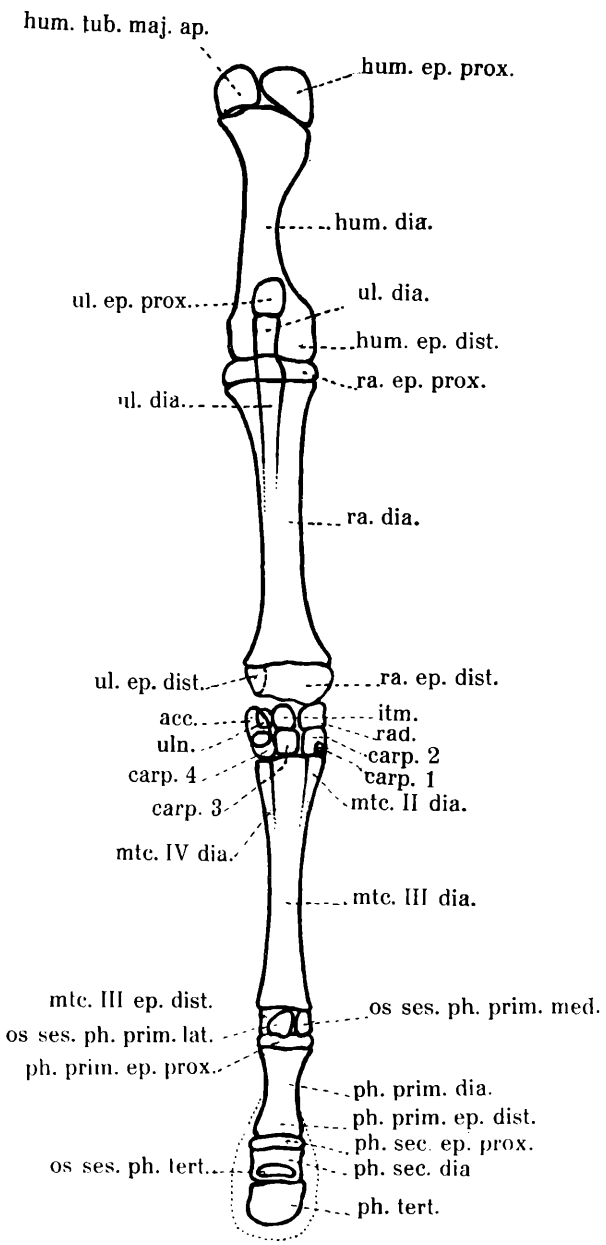


Textfig. 467 (Do. 131)

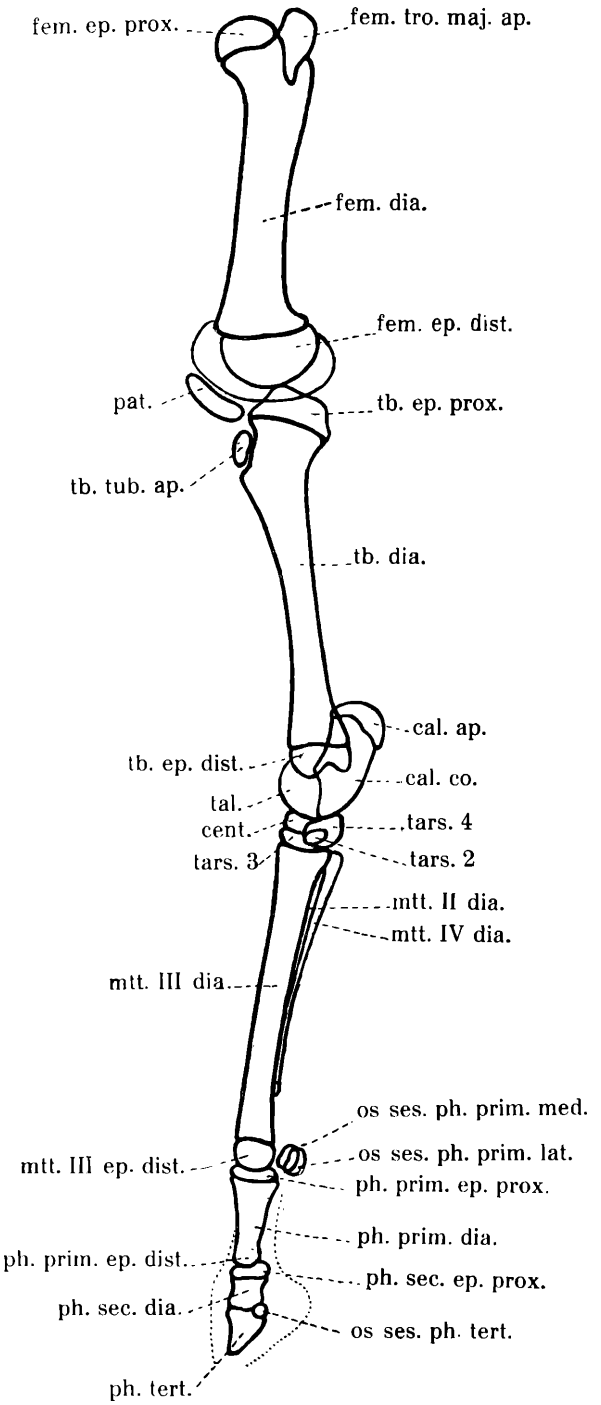
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 464 und 465, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 466 und 467, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



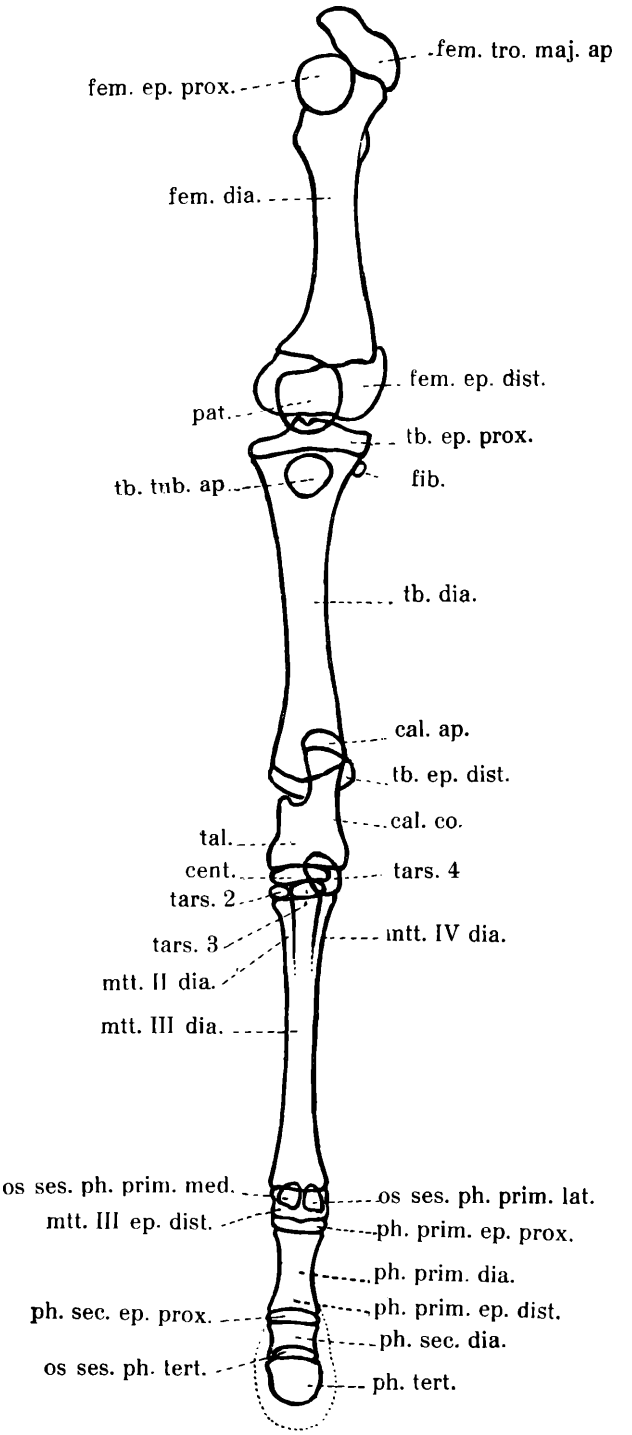
Textfig. 468 (Do. 103)



Textfig. 469 (Do. 103)

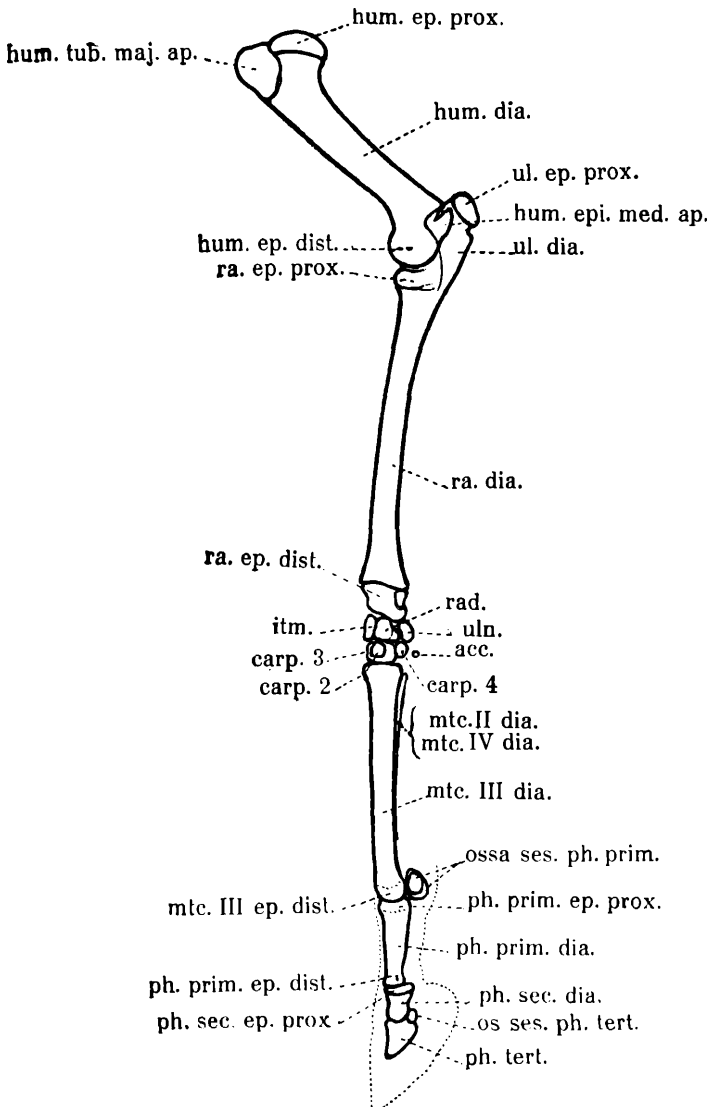


Textfig. 470 (Do. 103)

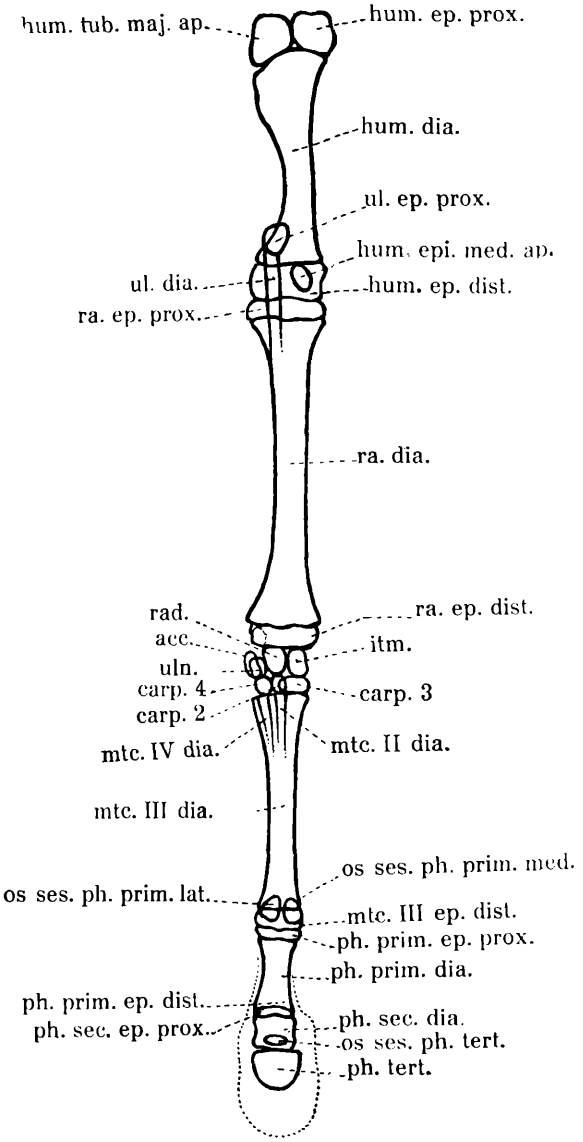


Textfig. 471 (Do. 103)

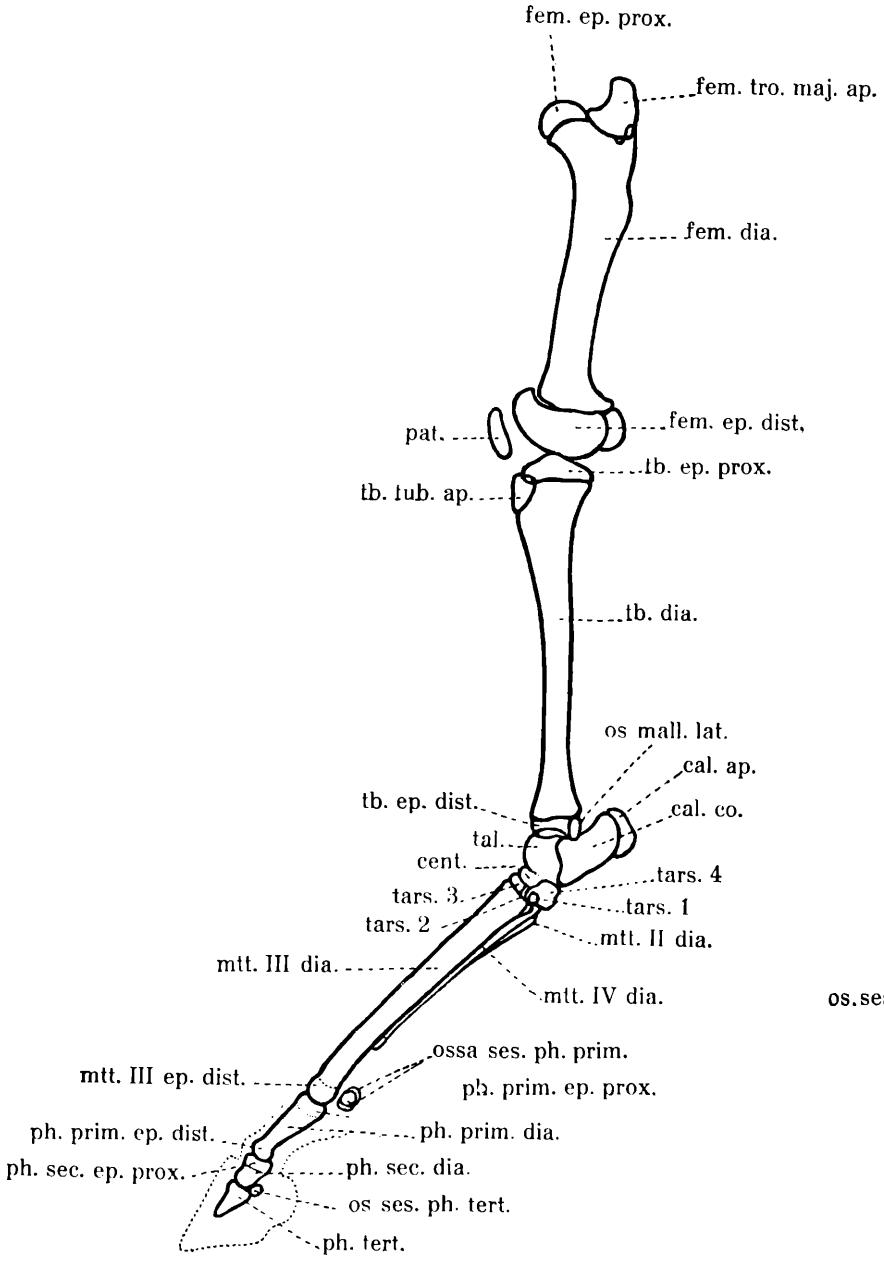
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen; Alter gegen 2 Jahre. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 468 und 469, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 470 und 471, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



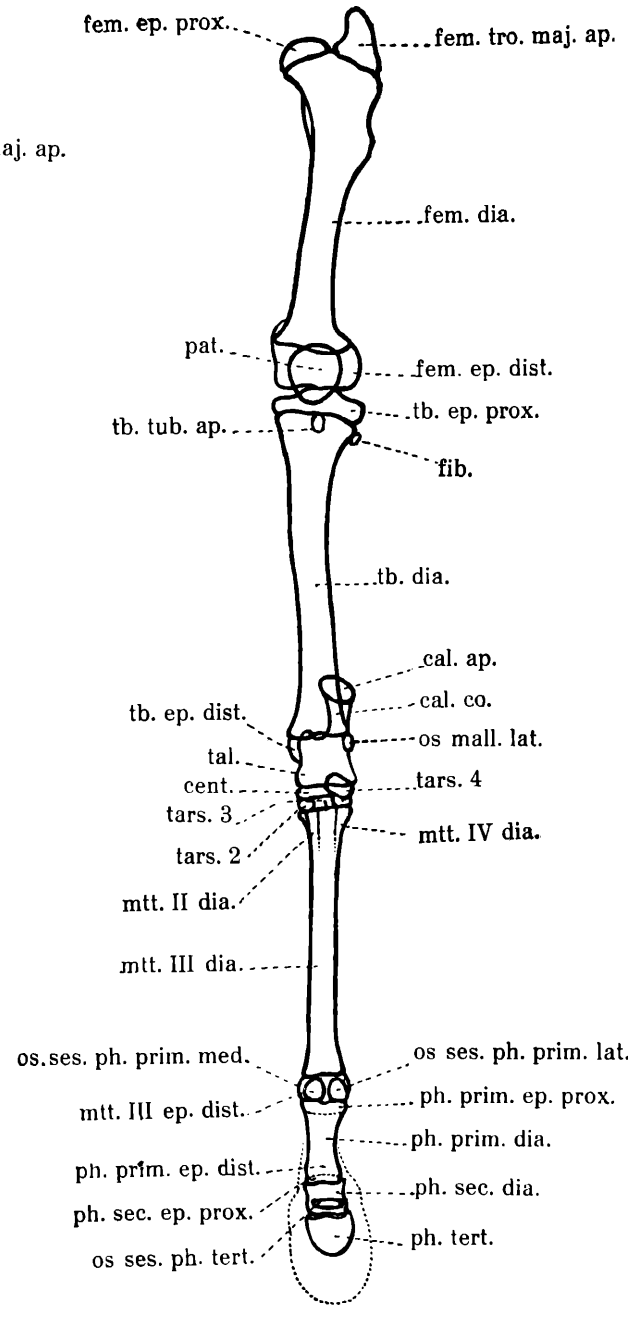
Textfig. 472 (Do. 58)



Textfig. 473 (Do. 58)

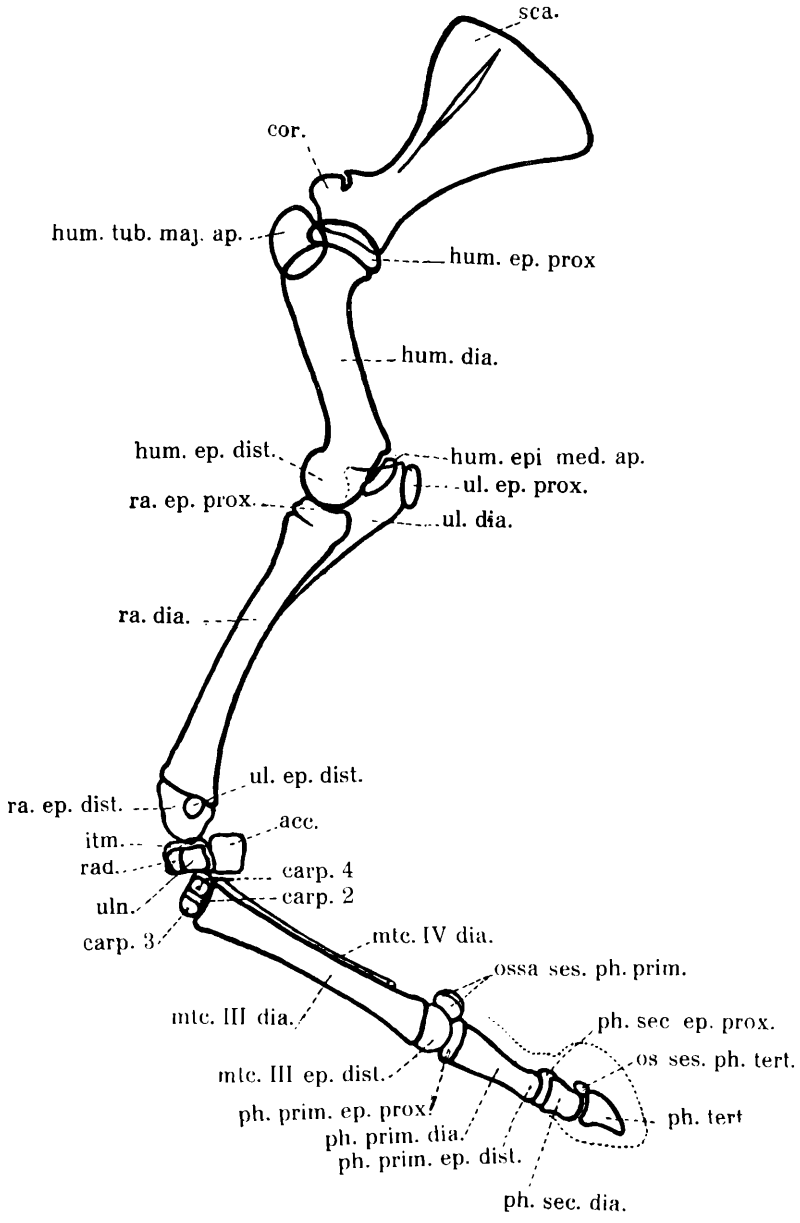


Textfig. 474 (Do. 58)

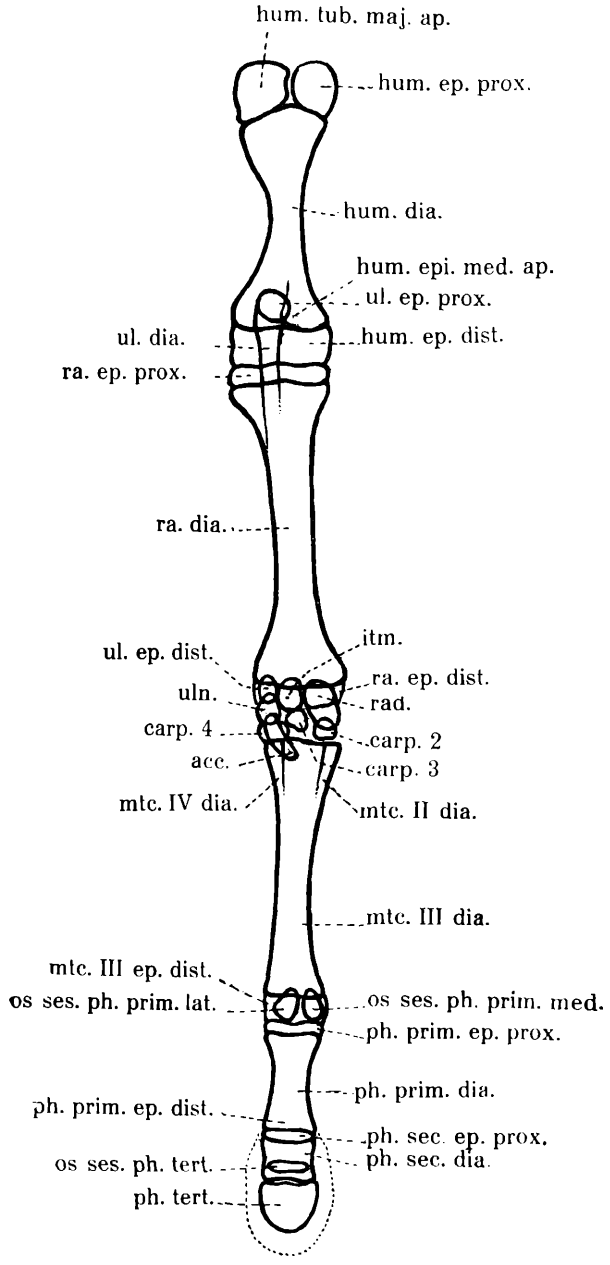


Textfig. 475 (Do. 58)

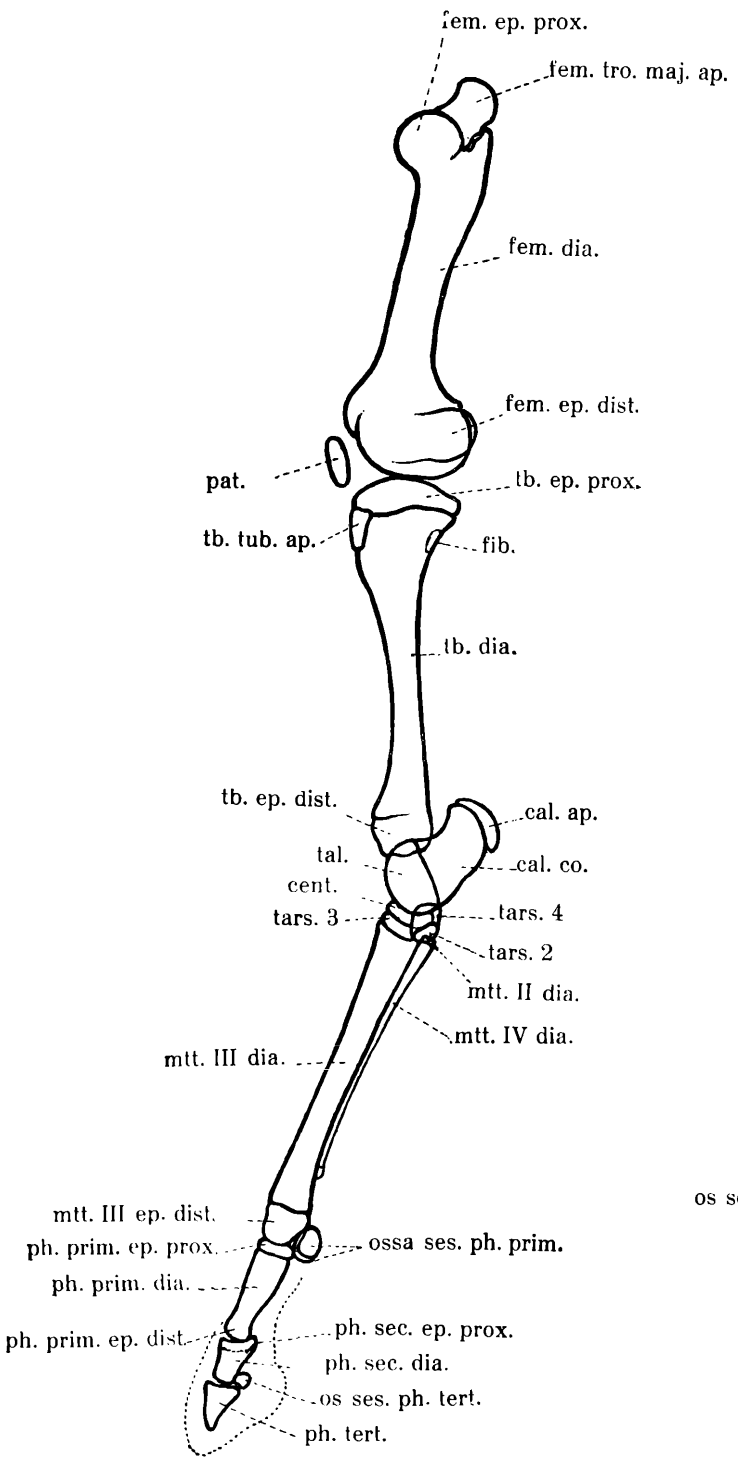
Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen; 1 Jahr, 7 Monate und 21 Tage alt. Reduktion: ca. 1/6 nat. Grösse.
Textfigg. 472 und 473, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 474 und 475, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.



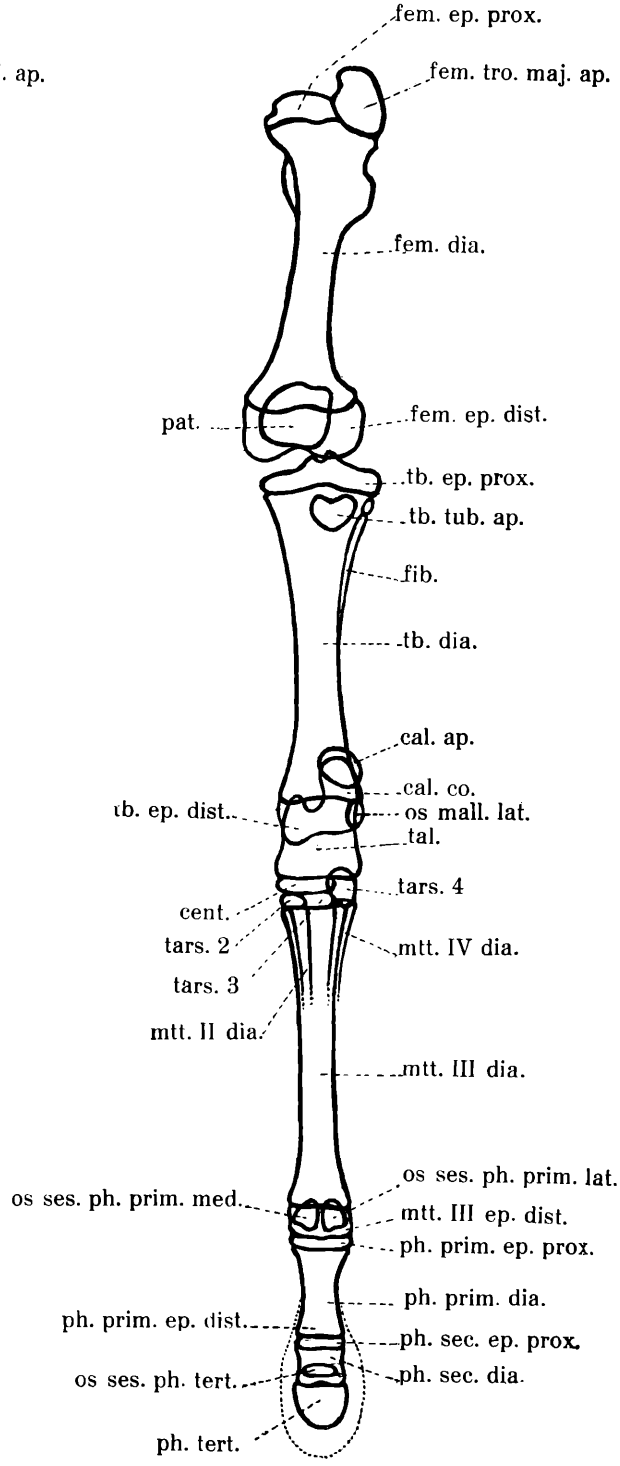
Textfig. 476 (Do. 90)



Textfig. 477 (Do. 90)



Textfig. 478 (Do. 90)



Textfig. 479 (Do. 90)

Gliedmassen-Verknöcherung bei einem Eselfohlen von 91 cm Kopf-Steisslänge. Reduktion: ca. $^1/_6$ nat. Grösse.
Textfigg. 476 und 477, Vorderextremität in Seiten- und Frontflächenansicht,
Textfigg. 478 und 479, Hinterextremität in Seiten- und Frontflächenansicht.

II. ABSCHNITT

Die auf Grund des untersuchten Materials sich ergebenden Ossifikationsstufen

Wie wir nach der Aufführung und Beschreibung des Gliedmassenmateriales von den Pferden eine Gruppierung der Einzelfälle folgen liessen, die in übersichtlicher Weise die Casus mit gleichem Ossifikationsfortschritt zusammenfasste und somit stufenweise bei der Vorder- und Hinterextremität die allmähliche Komplettierung der knöchernen Gliedmassenteile zur Veranschaulichung brachte, wollen wir *die Ossifikationsstufenbildung* am Gliedmassenmaterial der Eselembryonen und -Föten verfolgen.

Eine Übersicht über die nach dem oben angedeuteten Vorgehen gewonnenen Ossifikationsstufen für die Vorder- und Hinterextremität der Esel enthalten die beiden Tabellen 9 und 10, wobei Tabelle 9 eine Übersicht über die Verknöcherungsstufen in der Vorderextremität, Tabelle 10 eine solche über die Verknöcherungsstufen in der Hinterextremität enthält.

Die beiden Tabellen sind nach demselben Schema zusammengestellt, das den das Pferdematerial berücksichtigenden Tabellen 5 und 6 zugrunde gelegt worden ist, so dass in einer Horizontalkolonne von links nach rechts die Nummern bezw. Bezeichnungen der betreffenden Esel anzutreffen sind, deren verknöchert vorhandene mit + bezeichnete Skelettelemente in einer darunter sich befindlichen Vertikalkolonne eingetragen sind. Die Namen der betreffenden Elemente stehen auf gleicher Höhe vorn in den Tabellen. Steht statt des Zeichens «+» ein «—», so bedeutet das, dass die betreffende Ossifikation nicht vorhanden ist. Die einzelnen Vertikalkolonnen werden mit einer starken Horizontallinie nach dem zuletzt in Erscheinung tretenden Element abgeschlossen, wodurch wieder ein stufenartiger Linienverlauf zustande kommt. Wiederum wird auf diese Weise die Zugehörigkeit eines einzelnen Falles zu einer bestimmten Stufe (Stufen 1 bis 13, bez. 1 bis 12) ersichtlich.

Da Vorder- und Hintergliedmassen nicht immer im Verknöcherungsprozess ein gleichartiges Tempo aufweisen und die Heranziehung der einzelnen Elemente zur Verknöcherung nicht immer eine derartige ist, dass zu gleicher Zeit in beiden Gliedmassen die einander entsprechenden Elemente ossifizieren, so ergibt sich eine gesonderte natürliche Stufenbildung aus dem vorhandenen untersuchten Material sowohl für die Vorder- wie für die Hinterextremität.

1. Die Stufen der Verknöcherung in der Vordergliedmasse

Auf Grund des vorliegenden Materiales können wir mit Rücksicht auf die Verhältnisse in der Vorderextremität insgesamt 14 Gruppen von Extremitäten auseinanderhalten, die die Verknöcherungsstufen a 1 und 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 repräsentieren. Da Stufe a 1 erst nachträglich hinzugekommen ist, haben wir bereits die formulierten Stufenbezeichnungen «1- 13» bestehen lassen und Stufe a 1 nicht mit Stufe 1, Stufe 1 nicht mit Stufe 2 usw. bezeichnet. Der Übersichtlichkeit und spätern Möglichkeit, das Material der Vorderextremitäten mit Rücksicht auf die Stufen mit dem der Hinterextremitäten innerhalb der Esel und innerhalb der Pferde und unter beiden Vertretern der Equiden zu vergleichen, tut dies keine Einbusse.

Tabelle 9

Tabelle, enthaltend die einzelnen Ossifikations-Stufen bezw. die für jeden Fall massgeblichen Verknöcherungen bei den Eseln
(Vorderextremitäten)

Nummernbezeichnung der untersuchten Esel	Do. 113	Do. 55	Do. 0.24	Do. 16742	Do. 16682	Do. 81	Do. 0.76	Do. 16710	Do. 16684	Do. 16734	Do. 16720	Do. 16696	Do. 141	Do. 146	Do. 16746	Do. 16706	Do. 16687	Do. 16698	Do. 115	Do. 135	Do. 77	Do. 16676	Do. 0.20	Do. 139	Do. 66	Do. 134	Do. 143	Do. 92	Do. 63	Do. 86	Do. 140	Do. 87	Do. 147	Do. 16749	Do. 16772	Do. 16714	Do. 149	Do. 132	Do. 131	Do. 103	Do. 58	Do. 90
Kopf-Steisslängen in cm (bezw. Alter)	8,5	11,2	14	17,8	23	29	30,5	35	36	49,5	54	57,5	52	58,5	54	48	60	62,5	58	42,5	67,5	65	65	74,5	62	74	74	72	70	76	ca. 3 Wo.	88	74	86	—	ca. 1 Wo.	ca. 18Wo.	ca. 29Wo.	—	ca. 100Wo.	ca. 85Wo.	91
Textfiguren (F), Tafeln (T) [1]	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F	F/T	F/T	F	F	F	F	F	F	F/T	F	F/T	F	F	F	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F	F/T	F	F	F/T	F	F	F/T
Scapula	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulna, Diapyse	(?)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale III, Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale IV, Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale II, Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	St. a1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	.	.	.	.	St. 1	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Coracoid	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 2		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metacarpale III, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 3	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 5	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 6		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Radius, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Accessorium	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi intermediale (Intermediale)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi radiale (Radiale)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Humerus, tuberculum majus, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 8	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 3 (Carpale 3)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpi ulnare (Ulnare)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 9	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 4 (Carpale 4)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
«Zweiter Coracoidkern im Zonoskelett»	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 10		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os carpale 2 (Carpale 2)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, «Strahlbein»	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Epicondylus medialis humeri, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 11	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulna, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 12	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ulna, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 13														

[1] Mit F wird Vorhandensein von Textfiguren, mit T Vorhandensein von Tafelbildern bezeichnet, deren Nummernangaben auf Tabelle 2 (Materialübersicht) für jeden einzelnen Fall gegeben ist.

Tabelle 10

Tabelle, enthaltend die einzelnen Ossifikations-Stufen bezw. die für jeden Fall massgeblichen Verknöcherungen bei den Eseln
(Hinterextremitäten)

Nummernbezeichnung der untersuchten Esel	Do. 113	Do. 55	Do. 0.24	Do. 16742	Do. 16682	Do. 81	Do. 0.76	Do. 16710	Do. 16684	Do. 16734	Do. 16720	Do. 16696	Do. 141	Do. 146	Do. 16746	Do. 16706	Do. 16687	Do. 16698	Do. 115	Do. 135	Do. 77	Do. 16676	Do. 0.20	Do. 139	Do. 66	Do. 134	Do. 143	Do. 92	Do. 63	Do. 86	Do. 140	Do. 87	Do. 147	Do. 16749	Do. 16772	Do. 16714	Do. 149	Do. 132	Do. 131	Do. 103	Do. 58	Do. 90
Kopf-Steisslängen in cm (bezw. Alter)	8,5	11,2	14	17,8	23	29	30,5	35	36	49,5	54	57,5	52	58,5	54	48	60	62,5	58	42,5	67,5	65	65	74,5	62	74	74	72	70	76	ca. 3 Wo.	88	74	86	—	ca. 1 Wo.	ca. 18Wo.	ca. 29Wo.	—	ca. 100We.	ca. 85Wo.	91
Textfiguren (F), Tafeln (T) [1]	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F	F/T	F/T	F	F	F	F	F	F	F/T	F	F/T	F	F	F	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F/T	F	F/T	F	F	F/T	F	F	F/T
Femur-Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia-Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale III-Diaphyse	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale IV-Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale II-Diaphyse	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Endphalanx	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, Diaphyse	St. a1		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calcaneus, Körper	.	.	.	.	St. 1	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, Diaphyse	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Talus	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 2	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Femur, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 3		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 4	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Metatarsale III, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Femur, Trochanter major, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 5			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, distale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tibia, Tuberositas, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tarsale 4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tarsale 3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	—	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Femur, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 7	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Grundphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mittelphalanx, proximale Epiphyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Centrale (os centrale)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 8	++	++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Patella	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 9		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fibula (proximale Epiphyse)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+?	+?	+?	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calcaneus, Apophyse	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 10	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tarsale 2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tarsale 1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	—	—?	—?	—	+	—?	
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, «Strahlbein»)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Malleolus lateralis	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	St. 11	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
																														St. 12												

[1]) Mit F wird Vorhandensein von Textfiguren, mit T Vorhandensein von Tafelbildern bezeichnet, deren Nummernangaben auf Tabelle 2 (Materialübersicht) für jeden einzelnen Fall gegeben ist.

a 1. Stufe

mit Fall: Do. 113 (Textfigg. 334 u. 335; Taf. XIV: Fig. 1).

Die Stufe a 1 umschliesst den Fall Do. **113**. Es handelt sich um ein frühes Stadium der embryonalen Entwicklung, auf welchem die verknöcherten Elemente röntgenologisch eben einwandfrei noch erfasst werden können.

Als verknöcherte Elemente lassen sich aufführen: im Schultergürtel eine Ossifikation für *die Scapula,* für die *Humerusdiaphyse,* die *Ulnadiaphyse* (?; schwer zu erkennen), die *Radiusdiaphyse,* eine Diaphysenverknöcherung im *Hauptstrahl des Mittelfusses* (Verknöcherungen in den Diaphysen der beiden Nebenstrahlen IV und II können nicht mit Sicherheit festgestellt werden) und eine *Ossifikation in der Endphalangenanlage.*

Interessanterweise zeigt also schon die Vorderextremität dieses frühen Entwicklungsstadiums eine ganze Reihe von Verknöcherungen, die als solche auf den röntgenologischen Aufnahmefilmen zu sehen sind. Zweifellos mangeln deshalb diesen Hartteilanlagen auch nicht die knöchernen histologischen Strukturcharaktere. Es verblüfft aber, auf so frühem Stadium schon eine relativ so grosse Anzahl von Elementen ihres Knorpelcharakters entraten vorzufinden. Die Ossifikation erstreckt sich, wie die «erste» Stufe (Stufe a 1) zeigt, auf die Diaphysen der grossen Hauptachse in der Vorderextremität, wobei — sehen wir von der Ulnadiaphyse und den Diaphysen der Nebenstrahlen im vorderen Mittelfuss ab, die auf den Seitenaufnahmen nur sehr schwer oder überhaupt nicht zu erkennen sind, die aber doch schon knöchern angelegt vorhanden sein können — die Grund- und Mittelphalangendiaphysen von der Verknöcherung zunächst noch ausgeschaltet bleiben.

1. Stufe

mit den Fällen:

Do. 55 (Textfigg. 336 u. 337; Taf. XIV: Figg. 2a u. 2c);
Do. 0.24 (Textfig. 340; Taf. XIV: Fig. 3);
Do. 16742 (Textfigg. 342 u. 343; Taf. XIV: Figg. 4, 4a u. 4c);
Do. 16682 (Textfigg. 346 u. 347; Taf. XV: Figg. 1, 1a u. 1c);
Do. 81 (Textfigg. 350 u. 351; Taf. XV: Figg. 2, 2', 2b u. 2b');
Do. 0.76 (Textfigg. 354 u. 355);
Do. 16710 (Textfigg. 358 u. 359; Taf. XVI: Figg. 1, 1a, 1a', 1b).

Auf der Stufe 1 lassen sich die Extremitäten von nicht weniger als sieben Fällen vereinigen, die wir eben angeführt haben.

Die Stufe ist durch die Ossifikation fast sämtlicher Diaphysen der Röhrenknochenanlagen charakterisiert. In verknöchertem Zustand noch nicht vorhanden sind die Diaphysen der Mittelphalangen. Gegenüber den auf Stufe a 1 vorkommenden bereits ossifizierenden, bekanntgegebenen Elementen tritt als neue Ossifikation ein **Knochenkern in der Grundphalangendiaphyse** auf.

Vorhanden sind somit in verknöchertem Zustand die *Humerus-, Ulna-* (die jetzt einwandfrei nachweisbar), *Radius-Diaphyse,* die *drei Diaphysen im vorderen Mittelfuss,* indem ganz deutlich nun auch die *Diaphysen der Nebenstrahlen IV und II* auf den röntgenologischen Bildern sich zeigen, sowie die *Endphalanx* und die *Grundphalangendiaphyse.*

Wie oben erwähnt, liegt aber die Mittelphalanx noch nicht im verknöcherten Zustand vor und ebensowenig sind Verknöcherungskerne im Carpus und in den übrigen Teilen der für das Hartskelett bestimmten Gewebegebiete erkennbar.

2. Stufe

mit den Fällen:

Do. 16684 (Textfigg. 362 u. 363; Taf. XVII: Figg. 1, 6 u. 7);
Do. 16766[1]) (Taf. XVII: Figg. 8 u. 9);
Do. 16734 (Textfigg. 366 u. 367).

Auf die 2. Stufe entfallen die drei Fälle, die wir mit den Bezeichnungen der Eselembryonen und mit den betreffenden Bildern, bezw. Belegen oben bekanntgeben. Die Begründung zur Aufstellung einer 2., weiteren Stufe liegt im Auftreten eines **Knochenkerns in der Mittelphalangendiaphyse,** der auf Stufe 1 und a1 noch nicht nachweisbar ist. Durch das Auftreten des Ossifikationskernes in der Diaphyse der Mittelphalanx wird die Phalangendiaphysen-Ossifikation vollständig.

Die Vorderextremität zeigt somit neben den verknöcherten *Diaphysen im Humerus*, in der *Ulna,* im *Radius* und in den *Mittelfussknochen* Knochenkerne in den Diaphysen der *Grund-, Mittel-* und *Endphalanx.*

3. Stufe

mit den Fällen:

Do. 16720 (Textfigg. 370 u. 371);
Do. 16696 (Textfig. 374);
Do. 141 (Textfig. 376);
Do. 146 (Textfigg. 378 u. 379);
Do. 16746 (Textfig. 382);
Do. 16706 (Textfig. 384; Taf. XVIII: Fig. 1);
Do. 16687 (Textfigg. 386 u. 387).

Wir haben die obenstehenden sieben Fälle zu einer neuen Ossifikationsstufe, die als 3. Stufe hier angeführt ist, zusammengefasst und damit die nämliche Inkonsequenz begangen, deren wir uns schon bei der Aufstellung der Ossifikationsstufen für das Pferdematerial schuldig machten. Wir haben in den Ossifikationen etwas berücksichtigt, das streng genommen nicht zur eigentlichen Extremität gehört, und das als entsprechende Bildung überdies nicht in der Hinterextremität berücksichtigt wurde. Sehen wir von diesem neu auftretenden Knochenelement, das im Aufhängeapparat der Vordergliedmasse erscheint, ab, so haben wir die 3. Stufe als direkte und gleichwertige Fortsetzung der 2. Stufe anzureihen und in diese einzubeziehen. Die 3. Stufe enthält in der eigentlichen Gliedmasse kein neues Element der Verknöcherung, zumal die Anzahl und die Arten der Ossifikationskerne die nämlichen sind, wie in den Vorderextremitäten der Eselembryonen, die wir zum Material für die 2. Stufe zusammengefasst haben. In bezug auf die Einbeziehung von knorpeligen Elementen in die Verknöcherung verhalten sich die unter Stufe 3 angeführten Fälle, sofern es sich um Elemente handelt, die der Extremität im engeren Sinne angehören, wie die unter Stufe 2 bekanntgegebenen.

Die Stufe 3 zeichnet sich aber gegenüber der Stufe 2 dadurch aus, dass im Aufhängegürtel nicht nur das Schulterblatt in verknöchertem Zustand erscheint (Fälle der 2. und der beiden ersten Stufen), sondern auch ein Gewebezentrum, das als selbständiger Ossifikationsherd in Form eines mit der ossifizierenden Scapula noch nicht in eine knöcherne Verbindung tretenden Kernes auftaucht. Es handelt sich um das Auftreten des **«Coracoidkernes am Schulterblatt».**

[1]) Do. 16766 ist in den Tabellen 9 u. 10 (wie übrigens auch in den Tabellen 7 u. 8) nicht aufgeführt, da in Textfiguren nicht vorhanden und nur in Form von Tiefdrucktafelbildern reproduziert.

4. Stufe

mit dem Fall: Do. 16698 (Textfigg. 390 u. 391; Taf. XIX: Figg. 1—5).

Die Stufe 4 wird von einem einzigen Fall, Do. **16698**, vertreten. Die 4. Stufe bringt der Extremität die erste Epiphysenverknöcherung. Es erscheint als erste Epiphysenverknöcherung ein **Ossifikationskern in der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens.** Durch das Auftreten dieses ersten Knochenkernes in den Knorpelepiphysen der Diaphysen wird die Epiphysenossifikation in der Vorderextremität eingeleitet.

5. Stufe

mit dem Fall: Do. 115 (Textfig. 394).

Auch die 5. Stufe wird, wie die 4., nur von einem einzigen Fall eingenommen.

In der Vordergliedmasse des Esels Do. **115** erscheint ausser der bereits auf Stufe 4 feststellbaren Epiphysenossifikation ein neuer Epiphysenkern; es beginnt weiterhin die **distale Humerusepiphyse** zu ossifizieren, sodass neben den Ossifikationen in den *Diaphysen des Humerus,* der *Ulna,* des *Radius,* des *Metacarpus* und der *Phalangen* die beiden Verknöcherungen in den *distalen Epiphysen des Metacarpale III* und des *Oberarmknochens* zu erwähnen sind.

6. Stufe

mit den Fällen:

Do. 135 (Textfigg. 396 u. 397);

Do. 77 (Textfigg. 400 u. 401).

Die Epiphysenossifikation, welche auf den Stufen 4 und 5 ihren Anfang genommen hat, findet auf der Stufe 6 ihre Fortsetzung. Als Belege hierfür dienen die den Eseln Do. **135** und Do. **77** angehörenden Extremitäten, in welchen ausser einem Knochenkern der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens und des Humerus eine Verknöcherung in der **distalen Epiphyse des Radius** wahrzunehmen ist. Der Verknöcherungskern in der distalen Radiusepiphyse tritt erstmalig in Erscheinung.

7. Stufe

mit dem Fall: Do. 16676 (Textfigg. 404 u. 405; Taf. XX: Figg. 1—5, 5a, 8a u. 8b).

Die wiederum nur durch einen einzigen Fall vertretene neue Ossifikationsstufe 7 zeigt, dass die bereits die Stufen 4, 5 und 6 einbeziehende Epiphysenossifikation weiter im Gange ist und den auf diesen drei Stufen erkennbaren Epiphysenverknöcherungen noch weitere neue anzugliedern hat. Die 7. Stufe ist durch das Auftreten von drei neuen Epiphysenkernen charakterisiert, die sich den bereits vorhandenen, früher entwickelten Ossifikationszentren in den Diaphysen und Epiphysen anschliessen. In Erscheinung treten je ein neuer Kern in zwei proximalen und in einer distalen Epiphyse: Die **proximale Humerus- und Radiusepiphyse** wird vom allgemeinen Ossifikationsprozess berührt; ferner die **distale Grundphalangenepiphyse.** In diesen auf Stufe 6 noch in knorpeligem Zustand vorhandenen Epiphysen tritt ein Knochenkern auf.

8. Stufe

mit dem Fall: Do. 0.20 (Textfigg. 408 u. 409; Taf. XXI: Figg. 1, 1a, 2—16).

Do. **0.20** repräsentiert die 8. Ossifikationsstufe. Sie veranschaulicht erstmalig eine Verknöcherung im Carpus, indem im **Accessorium, Intermediale** und **Radiale** Verknöcherungen auftreten, die bisher noch nicht festzustellen waren. Die distale, untere Reihe der Carpalknochenanlagen findet sich noch im knorpeligen Zustande vor.

Verknöchert erscheinen zufolgedessen: die *Diaphysen* des *Humerus,* des *Radius* und der *Ulna,* des *Metacarpus* und der *Phalangen,* die *distalen Epiphysen des Hauptmittelfussknochens,* des *Humerus* und *Radius,* die *proximalen Epiphysen des Oberarmknochens* und der *Speiche,* die *distale Epiphyse* der *Grundphalanx;* im Carpus das *Accessorium, Intermediale* und *Radiale.*

9. Stufe

mit dem Fall: Do. 139 (Textfigg. 412 u. 413; Taf. XXX: Figg. 13, 16, 19, 21 u. 22).

Die 9. Stufe wird von Fall Do. **139** eingenommen. Wieder sind es mehrere Elemente, die in verknöchertem Zustand erstmalig in Erscheinung treten. Am **Humerus** wird ein Knochenkern im Gebiet des **Tuberculum majus** wahrgenommen, das in einem eigenen Kern sich knöchern anlegt.

Im Carpus greift die Verknöcherung auf die distale Reihe der Knochenanlagen über und lässt das **Carpale 3** als ossifiziertes Element erscheinen.

Im Zehenskelett kommt es zur Anlage von zwei knöchernen Epiphysen, indem in der knorpelig vorgebildeten **proximalen Epiphyse der Grund- und Mittelphalanx** Knochenkerne in Erscheinung treten.

10. Stufe

mit den Fällen:

Do. 66 (Textfigg. 416 u. 417; Taf. XXII: Figg. 1—18);

Do. 134 (Textfigg. 420 u. 421; Taf. XXX: Figg. 6, 11 u. 12).

Die beiden Fälle Do. **66** und Do. **134,** welche die 10. Stufe der Verknöcherung einnehmen, zeigen gegenüber Stufe 9 zwei neue Ossifikationen im Carpus und Ossifizierungen in den beiden oberen Sesambeinen. In Ergänzung der früher (8. und 9. Stufe) aufgetretenen Verknöcherungen im Carpus treten auf der 10. Stufe das **Ulnare** in der **proximalen** und das **Carpale 4** in der **distalen Carpalknochenreihe** in ossifiziertem Zustande auf. Zwei Knochenkerne treten sodann hinter der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens auf. Es sind die knöchern gewordenen **Ossa sesamoidea phalangis primae.**

11. Stufe

mit dem Fall: Do. 143 (Textfig. 424; Taf. XXIII: Figg. 1, 2, 11, 12, 13 u. 14).

In der Vorderextremität des Falles Do. **143,** der die 11. Stufe ausmacht, müssen als neu hinzutretende Knochenkerne namhaft gemacht werden: im Carpus das **Carpale 2** und im Bereich der Fußspitze das verknöcherte **Strahlbein (Os sesamoideum phalangis tertiae).**

Im Bereich der Scapula tritt neben dem «Coracoidkern», zwischen diesem und der kranialen Ecke der ventralen Partie der verknöcherten Scapula ein **«zweiter Kern im Zonoskelett»** auf.

Der Stand der Verknöcherung ist zufolgedessen in der Vorderextremität folgender: Als verknöcherte Elemente oder ossifizierende Knochenanlagen liegen vor: die *Diaphysen* des *Humerus,* der *Ulna* und des *Radius,* der *Ossa metacarpalia des Mittelfusses,* der *Grund-, Mittel-* und *Endphalanx;* die *proximal* und *distal gelegenen Epiphysen des Humerus* und das *Tuberculum majus des Oberarmknochens,* die *proximal und distal gelegenen Epiphysen des Radius,* das *Accessorium, Ulnare, Intermediale, Radiale, Carpale 4, Carpale 3 und* **Carpale 2** *des Carpus,* die *distale Epiphyse des Hauptmittelfussknochens,* die *proximal* und *distal gelegene Epiphyse der Grundphalanx,* die *proximal gelegene Epiphyse der Mittelphalanx, die oberen* und das *untere Sesambein,* die *Scapula,* der *Coracoidkern* und ein «*zweiter Kern im Zonoskelett*».

12. Stufe

mit Fall: Do. 92 (Textfig. 426; Taf. XXIV: Figg. 1, 4, 5).

Die 12. Stufe, die wir mit dem Fall Do. **92** belegen können, fügt zwei Knorpelanlagen als verknöcherte Elemente dem bisherigen Bestand der Verknöcherungen in der Vorderextremität zu: einen Knochenkern, der aus sich heraus den spätern **Epicondylus medialis am Humerus** entstehen lässt und einen Epiphysenkern an der Ulna, der seiner Lage wegen als **proximaler Ulnaepiphysenkern** anzusprechen ist.

13. Stufe

mit den Fällen:

Do. 63 (Textfig. 428; Taf. XXIV: Figg. 7, 8, 9, 12 u. 13);
Do. 86 (Textfig. 430; Taf. XXX: Figg. 2 u. 3);
Do. 140 (Textfigg. 432 u. 433; Taf. XXX: Fig. 14);
Do. 87 (Textfigg. 436 u. 437; Taf. XXX: Figg. 24 u. 25);
Do. 147 (Textfigg. 440 u. 441; Taf. XXX: Figg. 26 u. 27; Taf. XXXI: Figg. 4, 5, 6 u. 7);
Do. 16749 (Textfigg. 444 u. 445; Taf. XXVII: Figg. 1—16);
Do. 16772 (Textfigg. 448 u. 449);
Do. 16714 (Textfigg. 452 u. 453; Taf. XXV: Figg. 1—6, 10—15, 20, 22 u. 26);
Do. 149 (Textfigg. 456 u. 457);
Do. 132 (Textfigg. 460 u. 461);
Do. 131 (Textfigg. 464 u. 465; Taf. XXVI: Figg. 1—10 u. 12);
Do. 103 (Textfigg. 468 u. 469);
Do. 58 (Textfigg. 472 u. 473);
Do. 90 (Textfigg. 476 u. 477; Taf. XXIV: Figg. 1—8 u. 18).

Die restlichen Fälle, die uns zur Untersuchung der Extremitäten zur Verfügung stunden, entfallen auf die letzte, 13. Stufe. Diese zeigt gegenüber der 12. Stufe noch einen weiteren Knochenkern in der Vorderextremität, indem sich der in der 12. Stufe aufgefundenen proximalen Epiphysenverknöcherung die **distale Epiphysenverknöcherung an der Ulna** anschliesst. Dadurch wird aber die Anzahl der aus knorpeligen Grundlagen hervorgehenden Knochenelemente vollzählig.

2. Die Stufen der Verknöcherung in der Hintergliedmasse

In der Hinterextremität ergibt die Zusammenstellung der im vorigen Kapitel beschriebenen Einzelfälle insgesamt *13 Stufen der Verknöcherung,* die wir als Stufe a1 und Stufe 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 und 13 in der Tab. 10 und in der nachstehenden Charakterisierung aufführen.

a1. Stufe

mit den Fällen:

Do. 113 (Textfig. 335; Taf. XIV: Fig. 1);
Do. 55 (Textfigg. 338 u. 339; Taf. XIV: Figg. 2b u. 2c).

Die Stufe a1, die, wie bereits früher vermerkt worden ist, erst nachträglich an die Stufe 1 angeschlossen werden konnte, umfasst die beiden Fälle Do. **113** und Do. **55**.

Die Verknöcherungsstufe zeigt Hinterextremitäten, deren Knorpeldiaphysen zum guten Teil schon in den knöchernen Zustand übergetreten sind. Als deutlich verknöcherte Diaphysenanlagen sind wahrzunehmen die *Femurdiaphyse,* die *Tibiadiaphyse,* die *Diaphyse des Haupt-*

mittelfussknochens, die der Endphalange. Da von Fall Do. 113 der Untersuchung nur eine Aufnahme des ganzen Embryos in Seitenansicht vorliegt und von Fall Do. 55 in nämlicher Orientierung ausser der Totalaufnahme noch Bilder von den einzelnen abgetrennten Extremitäten vorhanden sind, so ist es nicht leicht, namentlich nicht beim Embryo Do. 113, der von beiden Entwicklungsstadien das weniger weit fortgeschrittene ist, die ausserordentlich feinen Verknöcherungen in den Nebenmittelfußstrahlen, in den Diaphysen des Metatarsale IV und II, zu erkennen. Sie projizieren sich eben zum Teil auf den verknöcherten, schon stärker ausgebildeten, verkalkten Hauptstrahl. Immerhin glauben wir nicht irre zu gehen, wenn wir behaupten, dass dieselben bereits vorhanden sind, wenn auch kaum mit dem röntgentechnischen Verfahren eine deutliche Darstellung dieser zartgefügten Elemente möglich wird. Eine Grundphalangendiaphyse liegt in verknöchertem Zustand noch nicht vor, ebensowenig eine verknöcherte Mittelphalangendiaphyse.

1. Stufe

mit den Fällen:

Do. 0.24 (Textfig. 341; Taf. XIV: Fig. 3);
Do. 16742 (Textfigg. 344 u. 345; Taf. XIV: Figg. 4, 4b u. 4d);
Do. 16682 (Textfigg. 348 u. 349; Taf. XV: Figg. 1, 1b u. 1d);
Do. 81 (Textfigg. 352 u. 353; Taf. XV: Figg. 2a, 2a', 2c, 2c');
Do. 0.76 (Textfigg. 356 u. 357).

Die in die Stufe 1 einzubeziehenden Fälle, die wir eben mit ihren Bezeichnungen bekanntgegeben haben, zeichnen sich gegenüber den Fällen der a1 Stufe durch Extremitäten aus, in welchen neben der Endphalanx eine **Grundphalangendiaphysenverknöcherung** vorliegt: im Bereich der Zehenentwicklung stellt ausser dem Knochenkern in der Endphalanx, der schon auf Stufe a 1 vorzufinden ist, sich ein Knochenkern in der Grundphalanx ein. Es sind demzufolge in Form von verknöcherten Anlagen vorhanden: die *Diaphysen für* den *Ober-* und *Unterschenkelknochen,* die *Diaphysen des Hauptstrahles* und *der beiden Nebenstrahlen des Metatarsus,* die *Endphalanx* und die *Grundphalangendiaphyse.*

2. Stufe

mit den Fällen:

Do. 16710 (Textfigg. 360 u. 361; Taf. XVI: Figg. 1, 1c, 1d u. 1e);
Do. 16684 (Textfigg. 364 u. 365; Taf. XVII: Figg. 2, 3, 4 u. 5);
Do. 16766 [1]) (Taf. XVII: Figg. 10 u. 11);
Do. 16734 (Textfigg. 368 u. 369);
Do. 16720 (Textfigg. 372 u. 373);
Do. 16696 (Textfig. 375);
Do. 141 (Textfig. 377);
Do. 146 (Textfigg. 380 u. 381).

Auf die folgende, 2. Stufe, entfallen ebenfalls eine grössere Anzahl von Einzelfällen. Wir haben sie oben aufgeführt. Die Hinterextremitäten der mit ihren Bezeichnungen namhaft gemachten Fälle können dieser Stufe der Verknöcherung zugewiesen werden. Die zweite Stufe zeigt bereits den **Calcaneus** im Sprunggelenk in Form eines Knochenkernes. Die **Diaphyse der Mittelphalanx,** die noch bis anhin knöchern ausblieb, hat sich in einen deutlichen Knochenkern umgewandelt. Wir finden also auf der zweiten Stufe schon eine ganze Reihe von typi-

[1]) In Tabelle 10 nicht aufgeführt.

schen Verknöcherungen vor; die *Femur-, Tibia-, Ossa metatarsalia-Diaphysenverknöcherungen,* eine *Ossifikation in der Calcaneusanlage, Knochenkerne für die Endphalanx, die Grund-* und *Mittelphalangendiaphyse.*

3. Stufe

mit den Fällen:

Do. 16746 (Textfig. 383);

Do. 16706 (Textfig. 385; Taf. XVIII: Fig. 2).

Die 3. Stufe wird dargestellt von den beiden Fällen Do. **16746** und Do. **16706,** deren Hinterextremitäten gegenüber den Beckengliedmassen der zur 2. Stufe gehörenden Eselembryonen sich dadurch unterscheiden, dass als weiterer Knochenkern in der Nähe des erstmals in der vorigen Stufe knöchern auftretenden Calcaneus ein **Ossifikationspunkt im Talus** erscheint. Ausser diesem neuen knöchernen Element bleibt der Rahmen, innerhalb welchem die Ossifikationen erscheinen, derselbe, wie er der 2. Stufe eigen ist. Nur in der hinteren Fusswurzel sind statt einem jetzt zwei Elemente ossifiziert vorhanden *(Calcaneus-Körper* und *Talus).*

4. Stufe

mit dem Fall: Do. 16687 (Textfigg. 388 u. 389).

Die 4. Stufe bringt mit Fall Do. **16687** die erste Epiphysenverknöcherung: die **distale Femurepiphyse** ossifiziert und entwickelt einen Knochenkern.

Die übrigen Verknöcherungen bleiben sich gleich.

5. Stufe

mit den Fällen:

Do. 16698 (Textfigg. 392 u. 393; Taf. XIX: Figg. 6–14);

Do. 115 (Textfig. 395);

Do. 135 (Textfigg. 398 u. 399);

Do. 77 (Textfigg. 402 u. 403).

Auf der 5. Stufe haben wir die vier vorstehend bekanntgegebenen Fälle. Die Hinterextremitäten zeigen alle den gleichen Grad der Verknöcherung. Neue Knochenkerne in der **proximalen Epiphyse der Tibia** und in der **distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens** treten auf.

Ausser den *Diaphysen der langen Röhrenknochen,* ausser den *Phalangendiaphysen* einschliesslich der *Endphalanx,* zeigen die Extremitäten Knochenkerne im Tarsus (*Calcaneus* und *Taluskern*) und in einzelnen Epiphysen der langen Röhrenknochen (*distale Femurepiphyse, proximalen Tibiaepiphyse,* und *distale Epiphyse des Metatarsale III).*

6. Stufe

mit dem Fall: Do. 16676 (Textfigg: 406 u. 407; Taf. XX: Figg. 6, 7, 9, 10 u. 11).

Die 6. Stufe wird durch Fall Do. **16676** dargestellt. Im Bereich des proximalen Femurknochenendes tritt ein Ossifikationspunkt auf, welcher sich zum spätern Trochanter major am Femur entwickelt. Es ist der **Trochanter major-Apophysenkern.** Die **Tibia,** welche bereits auf der 5. Stufe ihre proximale Epiphyse knöchern umzuwandeln begonnen hat, entwickelt nun auch in ihrer **distalen Epiphyse** einen Knochenkern.

Auch im Zehenbereich beginnen die Epiphysen zu verknöchern. Auf der 6. Stufe wird ein Ossifikationspunkt zunächst in der **distalen Epiphyse der Grundphalanx** festgestellt.

7. Stufe

mit dem Fall: Do. 0.20 (Textfigg. 410 u. 411; Taf. XXI: Figg. 17—32).

Die 7. Stufe wird von Fall Do. **0.20** eingenommen. Die Extremität vermehrt ihren Bestand an knöchernen Elementen um drei neue Knochenkerne. Am proximalen Ende der Tibiadiaphyse tritt an der Vorderseite des Knochens ein Ossifikationszentrum auf, aus welchem die spätere **Tuberositas tibiae** hervorgeht. Der neue Knochenkern tritt als freie Verknöcherungsstelle neben dem Schaft des Schienbeines auf. Die im Tarsus bereits früher (auf der 2. und 3. Ossifikationsstufe) eingetretene, durch den Knochenkern des Calcaneus und Talus manifest gewordene Verknöcherung findet ihre Komplettierung durch das Erscheinen eines verknöcherten **Tarsale 4** und **Tarsale 3.**

Unter Berücksichtigung der neu hinzugetretenen Elemente und unter Einschluss der bereits auf den früheren Stufen erschienenen Ossifikationen zeigt die der Stufe 7 angehörende Hinterextremität folgendes Ossifikationsbild: es sind verknöchert vorhanden die *Diaphysen der langen Röhrenknochen,* die *Phalangendiaphysen* einschliesslich der *Endphalanx,* am *Femurknochen* der Kern für die *Trochanter major-Apophyse* und die *distale Epiphyse,* an der *Tibia* die *proximale und distale Epiphyse,* sowie die *Tuberositas tibiae,* im Tarsus der *Calcaneuskörper* und der *Talus*, sowie das *Tarsale 4* und *Tarsale 3* im Metatarsus die *distale Epiphyse des Hauptmittelfussknochens,* im Zehengebiet die *distale Epiphyse der Grundphalanx.*

8. Stufe

mit dem Fall: Do. 139 (Textfigg. 414 u. 415; Taf. XXX: Fig. 20).

Der die 8. Stufe vertretende Fall Do. **139** zeigt gegenüber der Vorstufe drei neue Verknöcherungen an, die alle Epiphysenverknöcherungen sind. Es gelangt auf der 8. Stufe zur Verknöcherung die **proximale Epiphyse des Oberschenkelknochens,** die **proximale Epiphyse der Grundphalanx** und ebenso die **proximale Epiphyse der Mittelphalanx.** Im übrigen zeigt die Extremität alle diejenigen Elemente in mehr oder weniger weit fortgeschrittener Ossifikation, welche wir als für Stufe 7 charakteristisch ausgegeben haben.

9. Stufe

mit den Fällen:

Do. 66 (Textfigg. 418 u. 419; Taf. XXII: Figg. 19—36);

Do. 134 (Textfigg. 422 u. 423; Taf. XXX: Figg. 5, 7 u. 8).

Stufe 9, eingenommen von den beiden Fällen Do. **66** und Do. **134**, zeigt in den Hinterextremitäten die nämlichen Ossifikationsverhältnisse wie Stufe 8, hat aber deshalb Anrecht auf Selbständigkeit und Höherbewertung im Sinne einer progressiven Ossifikation, weil Anfänge einer Verknöcherung in der Anlage für das Centrale im Tarsus nachweisbar sind. Die Hinterextremitäten von Do. 66 und Do. 134 zeigen **im Tarsus zwei getrennt voneinander liegende Ossifikationspunkte, aus welchen heraus sich das einheitliche knöcherne spätere Centrale entwickelt.**

10. Stufe

mit dem Fall: Do. 143 (Textfig. 425; Taf. XXIII: Figg. 3—10).

Stufe 10, obwohl nur von einem einzigen Fall eingenommen, verrät das rasche Aufeinanderfolgen der bis anhin noch nicht in die Ossifikation einbezogenen Elemente, zumal gegenüber dem Verhalten der Extremität auf Stufe 9 drei (bezw. vier) Neukerne plötzlich wahrzunehmen sind: ein *Kern* in der **Patellaanlage,** ein Knochenelement im Gewebekomplex **der rückgebildeten Fibula** (proximale Fibulaepiphyse) und **zwei Kerne als Verknöcherungen der oberen Sesambeine.**

11. Stufe

mit den Fällen:

Do. 92 (Textfig. 427; Taf. XXIV: Figg. 2, 3 u. 6);
Do. 63 (Textfig. 429; Taf. XXIV: Figg. 10, 11 u. 14);
Do. 86 (Textfig. 431; Taf. XXX: Figg. 1 u. 4).

Die Fälle Do. **92**, Do. **63** und Do. **86** machen zusammen die 11. Stufe der Verknöcherung aus. Im Sprunggelenk erhält der **Calcaneus** einen ossifizierten **Apophysenkern.** Im Tarsus künden sodann weiterhin das **Tarsale 2** und **Tarsale 1** mit je einem Knochenkern die eingetretene Umwandlung der knorpeligen Unterlage in die Knochenform an. Deutlich tritt sodann im verknöcherten Zustand auch das **untere Sesambein (Strahlbein)** auf der Rückseite der untersten Phalanx auf.

12. Stufe

mit den Fällen:

Do. 140 (Textfigg. 434 u. 435; Taf. XXX: Figg. 9, 10 u. 15);
Do. 87 (Textfigg. 438 u. 439; Taf. XXX: Figg. 17, 18 u. 23);
Do. 147 (Textfigg. 442 u. 443; Taf. XXX: Figg. 28 u. 28a u. Taf. XXI: Figg. 3 u. 8);
Do. 16749 (Textfigg. 446 u. 447; Taf. XXVIII: Figg. 1—18);
Do. 16772 (Textfigg. 450 u. 451);
Do. 16714 (Textfigg. 454 u. 455; Taf. XXV: Figg. 7—9, 16—19, 21, 23—25, 27—28);
Do. 149 (Textfigg. 458 u. 459);
Do. 132 (Textfigg. 462 u. 463);
Do. 131 (Textfigg. 466 u. 467; Taf. XXVI: Figg. 11, 13—23);
Do. 103 (Textfigg. 470 u. 471);
Do. 58 (Textfigg. 474 u. 475);
Do. 90 (Textfigg. 478 u. 479; Taf. XXIX: Figg. 9—17).

Eine ganze Reihe von untersuchten Fällen, die Hinterextremitäten der unter Stufe 12 aufgeführten Eselföten bezw. Fohlen, müssen der letzten Ossifikationsstufe zugereiht werden. Als ein bis anhin noch nicht in die Verknöcherung einbezogenes Element hat ein Knochenkern zu gelten, der der lateralen Seite der distalen Tibiaepiphyse anliegt, ursprünglich aber keine Verschmelzung mit dieser zeigt, sondern zunächst als knöcherner selbständiger Teil erscheint. Es ist ein Kern, welcher als knöcherne Grundlage für die Weiterentwicklung des spätern **Malleolus lateralis** zu gelten hat.

III. ABSCHNITT

Die auf Grund der aufgestellten Ossifikationsstufen sich ergebende Elementenfolge im Ossifikationsgeschehen

1. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Vorderextremität

Stellt man die im Verknöcherungsprozess sukzessive aufeinanderfolgenden Elemente, die, auf die Extremitäten der einzelnen Fälle verteilt, zur Unterscheidung der im Vorigen aufgeführten und beschriebenen Ossifikationsstufen führen, in einer Reihe zusammen, so finden die in die Verknöcherung eintretenden Anlagen in nachstehender Ordnung ihre Aufstellung:

(Scapula [sca.]),
Humerus-Diaphyse (hum. dia.),
Ulna-Diaphyse (ul. dia.),
Radius-Diaphyse (ra. dia.),
Metacarpale III-Diaphyse (mtc. III dia.),
Metacarpale IV-Diaphyse (mtc. IV dia.),
Metacarpale II-Diaphyse (mtc. II dia.),
Endphalanx (ph. tert.),
Grundphalangen-Diaphyse (ph. prim. dia.),
Mittelphalangen-Diaphyse (ph. sec. dia.),
(Coracoid [cor.]),
distale Metacarpale III-Epiphyse (mtc. III ep. dist.),
distale Humerus-Epiphyse (hum. ep. dist.),
distale Radius-Epiphyse (ra. ep. dist.),
proximale Humerus-Epiphyse (hum. ep. prox.),
proximale Radius-Epiphyse (ra. ep. prox.),
distale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. dist.),
Accessorium (acc.),
Os carpi intermediale (Intermediale) (itm.),
Os carpi radiale (Radiale) (rad.),
Tuberculum majus-Apophyse des Humerus (hum. tub. maj. ap.),
Carpale 3 (carp. 3),
proximale Epiphyse der Grundphalanx (ph. prim. ep. prox.),
proximale Epiphyse der Mittelphalanx (ph. sec. ep. prox.),
Os carpi ulnare (Ulnare) (uln.),
Carpale 4 (carp. 4),
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine) (ossa ses. ph. prim. bezw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.),
(2. Coracoidkern im Zonoskelett [2. k. Z.]),

Carpale 2 (carp. 2),
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, Strahlbein) (os ses. ph. tert.),
Epicondylus medialis-Apophyse des Humerus (hum. epi. med. ap.),
proximale Ulna-Epiphyse (ul. ep. prox.),
distale Ulna-Epiphyse (ul. ep. dist.).

Als die zuerst sich verknöchernden Elemente erweisen sich auch in der Vorderextremität bei Eseln die Diaphysen der langen Röhrenknochen, denen sich unmittelbar darauf oder gleichzeitig mit ihnen als ossifizierte Teile die Diaphysen der Zehenglieder beigesellen.

Auf die Diaphysenverknöcherung folgt die Epiphysenossifikation, die sich zuerst im Auftreten von Knochenkernen in distalen, hernach in proximalen Epiphysen anzeigt.

Während die Epiphysenverknöcherung noch nicht ihren definitiven Abschluss gefunden hat, setzen bereits die Ossifikationen im Carpus, welche durch die Verknöcherung des Anhangknochens (Accessorium) eingeleitet wird, ein. Während sie noch im Gange ist, treten Knochenkerne in den bis anhin knorpelig gebliebenen und noch nicht in die Ossifikation einbezogenen proximalen Epiphysen der Grund- und Mittelphalange auf. Als ein etwas verspätet in die Verknöcherung gezogenes Element unter den Anlagen des Carpus scheint sich das Carpale 2 herauszustellen.

Die Ossifikation der Sesambeine setzt auch bei den Eseln erst ein, nachdem die Diaphysenverknöcherung alle, die Epiphysen- und Fusswurzelverknöcherung die meisten Elemente zwecks Ausbildung einer knöchernen Anlage zur Entwicklung der definitiven Knochen erfasst hat. Wiederum sind es zuerst die oberen Sesambeine der Grundphalanx, die ihren knorpeligen Zustand aufgeben und sich in knöcherne Elemente verwandeln.

Das Strahlbein der Endphalanx folgt erst später nach und tritt knöchern auf.

Während die Bildung eines Knochenkernes, aus dem heraus das Tuberculum majus des Humerus sich entwickelt, schon in die Zeit der Verknöcherung der einzelnen Elemente der proximalen Reihe der Carpalknochenanlagen hineinfällt, bildet sich der Kern zur Ausgestaltung des späteren Epicondylus medialis erst in der Zeit des Auftretens eines knöchernen Sesambeins der Endphalanx aus.

Relativ sehr späte Epiphysenverknöcherung liegt in der Bildung von Knochenkernen in der proximalen und distalen Epiphyse der Ulna vor. Die proximale und distale Ulnaepiphyse verknöchern gleichzeitig, aber erst nachdem alle übrigen Knorpelanlagen in knöcherne Teile übergegangen sind. Proximale und distale Ulna-Epiphyse sind die zuletzt sich verknöchernden Epiphysen und gehören überhaupt zu denjenigen Elementen in der Extremität, die am längsten ihren knorpeligen Zustand behaupten.

2. Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente in der Hinterextremität

Führen wir in einer Reihe, die der sukzessiven Einbeziehung der Anlagen in die Verknöcherung entspricht, die einzelnen Teile als Unterlagen für die in der Hinterextremität sich abspielenden Ossifikationsprozesse auf, so haben wir in folgender Weise die Komponenten zu ordnen:

Femur-Diaphyse (fem. dia.),
Tibia-Diaphyse (tb. dia.),
Metatarsale III-Diaphyse (mtt. III dia.),
Metatarsale IV-Diaphyse (mtt. IV dia.),

Metatarsale II-Diaphyse (mtt. II dia.),
Endphalanx (ph. tert.),
Grundphalangen-Diaphyse (ph. prim. dia.),
Calcaneuskörper (cal. co.),
Mittelphalangen-Diaphyse (ph. sec. dia.),
Talus (tal.),
distale Femur-Epiphyse (fem. ep. dist.),
proximale Tibia-Epiphyse (tb. ep. prox.),
distale Metatarsale III-Epiphyse (mtt. III ep. dist.),
Trochanter major-Apophyse des Femurknochens (fem. tro. maj. ap.),
distale Tibia-Epiphyse (tb. ep. dist.),
distale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. dist.),
Tuberositas tibiae-Apophyse (tb. tub. ap.),
Tarsale 4 (tars. 4),
Tarsale 3 (tars. 3),
proximale Femur-Epiphyse (fem. ep. prox.),
proximale Grundphalangen-Epiphyse (ph. prim. ep. prox.),
proximale Mittelphalangen-Epiphyse (ph. sec. ep. prox.),
Os centrale, «Centrale» (cent. = os. cent.),
Patella (pat.),
(proximale Fibula-Epiphyse) (fib. ep. prox.),
Ossa sesamoidea phalangis primae (obere Sesambeine) (ossa ses. ph. prim.; os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.),
Calcaneus-Apophyse (cal. ap.),
Tarsale 2 (tars. 2),
Tarsale 1 (tars. 1),
Os sesamoideum phalangis tertiae (unteres Sesambein, Strahlbein) (os ses. ph. tert.),
Malleolus lateralis (Os malleolare laterale) (os mall. lat.).

Die Hinterextremitäten der untersuchten Stadien der Embryonal- und Fötalentwicklung bei Eseln lassen erkennen, dass die Ossifikationsprozesse wiederum planmässig wie an den Gliedmassen der Pferde, ihre Abwicklung nehmen.

Die Natur sorgt zunächst wiederum für die Verknöcherung der grossen Hauptachse und zieht zu diesem Zweck die Diaphysen der langen Röhrenknochen und die Phalangendiaphysen heran. Die Epiphysen und die Hinterfusswurzel bleiben zunächst und noch für längere Zeit frei von ossifizierenden Vorgängen im Gewebe.

Schon in die Zeit der Diaphysenverknöcherungen hinein fällt die Ausbildung eines Knochenkernes im Calcaneuskörper, dem sich auch bald ein Taluskern beigesellt. Durch die Verzögerung der Verknöcherung der Mittelphalanx bezw. die verfrühte Verknöcherung des Calcaneuskörpers spielen die ersten ossifizierenden Prozesse in der Fusswurzel in die Diaphysenverknöcherungsperiode hinein.

Nach Abschluss der Verknöcherungen in den Diaphysen und nach Einsetzen einer Ossifikation in der Calcaneus- und Talusanlage sind es auch bei den Eseln in der Hinterextremität wiederum die Epiphysen, welche einzeln oder zu mehreren zugleich ihre knorpelige Beschaffenheit aufgeben, um als knöcherne Elemente fürderhin in Erscheinung zu treten.

Die epiphysären Verknöcherungen nehmen ihren Anfang mit der Ossifikation der distalen Femurepiphyse, worauf dann weitere, in andern proximalen und distalen Epiphysen vor sich gehende Verknöcherungen folgen. Die Epiphysen der Phalangenglieder verknöchern während diesen epiphysären Ossifikationsprozessen wiederum erst am Schluss.

Während der Ossifikationen in den Epiphysen tauchen die Kerne im Tarsale 4 (tars. 4) und Tarsale 3 (tars. 3) auf, Knochenzentren, die zwar erst nachdem eine ganze Anzahl Epiphysen ihre Knochenpunkte bereits zur Entwicklung gebracht haben, zu dem viel früher ossifizierenden Calcaneuskörper und Talus als weitere Elemente des Tarsus hinzutreten.

Das Centrale, das Tarsale 2 und Tarsale 1 verknöchern noch später. Daraus ergibt sich, dass, wenn man die Ossifikationen in andern und in den übrigen Elementen bei einer Befundung mit einbezieht, auch bei den Eseln, wie dies bereits bei den Pferden wahrzunehmen war, die einzelnen Elemente des Tarsus nicht zu einem gegebenen Zeitpunkt alle miteinander zugleich aus dem Knorpelstadium in das Knochenstadium übertreten, sondern dass diese Verknöcherungen mehr oder weniger «verzettelt» erfolgen.

Relativ spät treten wiederum die Verknöcherungen in den Sesambeinen auf. Die oberen Sesambeine haben gegenüber dem unteren Sesambein in der Hinterextremität wie in der Vorderextremität bei den Eseln wie bei den Pferden den Vorrang.

Die Verknöcherung der Patella erfolgt erst nach Abschluss der Diaphysen- und Epiphysenverknöcherung und nachdem schon eine grössere Zahl, oder die Mehrzahl, der Elemente des Tarsus Knochenkerne ausgebildet haben.

Während den in den Epiphysen und in den Anlagen des Tarsus vor sich gehenden Verknöcherungsprozessen treten auch einzelne Knochenkerne auf, aus welchen sich spätere ausserdia- und ausserepiphysäre Anteile von Knochen bilden. So erscheint nach der Verknöcherung der distalen Grundphalangenepiphyse ein Knochenkern, der die Grundlage für die Tuberositas tibiae-Apophyse bildet, nach der Verknöcherung der obern Sesambeine ein Knochenzentrum für die Calcaneuskörper-Apophyse, nach der Ossifikation des untern Sesambeins ein knöchernes Element, das später mit dem distalen Teil der Tibia verschmilzt und den zukünftigen Malleolus lateralis am Knochen repräsentiert.

IV ABSCHNITT

Der Modus im Einbezug der diaphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung

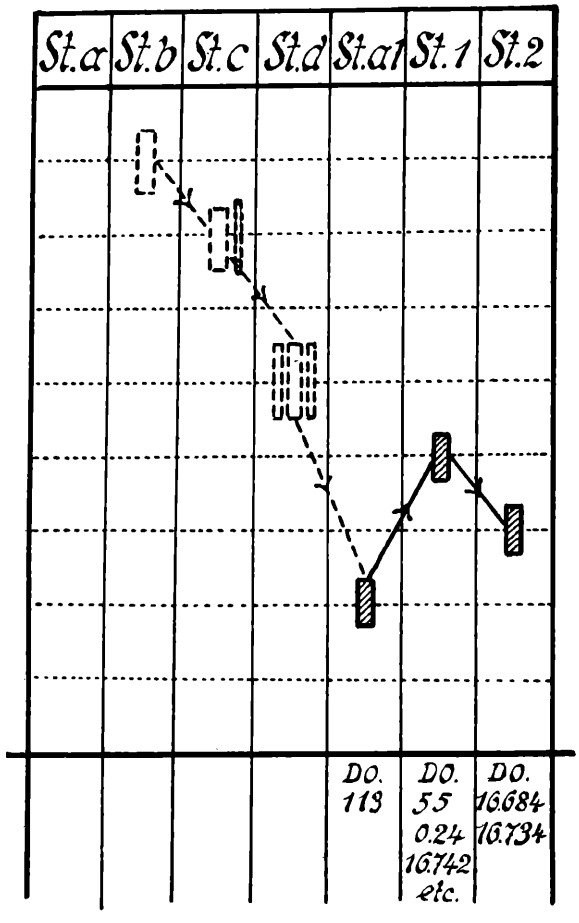
1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität

In entsprechender Weise, wie wir es für die Extremitäten der Pferdeembryonen getan haben, wollen wir bei den Extremitäten der Esel versuchen, eine Darstellung vom Modus des Einbezugs der einzelnen knorpeligen Diaphysenanlagen in die Verknöcherung zu geben. Wir haben zu diesem Zwecke oben beginnend wiederum in einer vorderen Kolonne die einzelnen Diaphysen eingetragen, wie sie in der Extremität vom Rumpfe an nach der Gliedmassenspitze hin anzutreffen sind. In den einzelnen, die betreffenden Stufen der Verknöcherung zur Darstellung bringenden Nebenkolonnen trugen wir jeweils die Diaphyse ein, die in der betreffenden Periode sich verknöchert hat und deren Namen auf gleicher Höhe in der ersten Kolonne sich vorfindet, wodurch auf jeder Stufe zu sehen ist, was an verknöcherten Diaphysen erscheint.

Die ausgezogenen schraffierten Diaphysen-Elemente konnten wir auf Grund unserer Beobachtungen der betreffenden Verknöcherungsstufe zuweisen, während die nicht ausgezogenen punktierten Elemente jene Diaphysen veranschaulichen, die wir auf unserem jüngsten Stadium der Embryonalentwicklung schon alle verknöchert vorfanden, die aber wahrscheinlich einzeln in der dargestellten Weise sukzessive an der Extremität in verschiedenen Zeitperioden (Stufen a--d) aus dem Knorpelzustand in den Knochenzustand übertreten.

Nach dieser Darstellung, die, wie gesagt, nur zum Teil auf direkten Beobachtungen beruht, zum andern Teil auf einer Annahme basiert, geht hervor, dass auch an den Vorderextremitäten der Eselembryonen die Diaphysen einzeln in einer bestimmten Reihenfolge in die Verknöcherung einbezogen werden, wobei im allgemeinen in proximo-distaler Richtung die Ossifikation vorwärts schreitet, aber auch hier wieder wie bei den Pferden insofern eine Abweichung von diesem Prinzip besteht, als nach den diaphysären Verknöcherungen im Metacarpus zuerst die Endphalange statt die Grundphalange ossifiziert und dann erst die Grundphalange und Mittelphalange. Der in proximo-distaler Richtung fortschreitende Verknöcherungsprozess wird also an einer bestimmten Stelle gleichsam rückläufig, indem er auf einmal, nachdem er bereits das am meisten distal gelegene Element ergriffen hat, in mehr proximal gelegenen Elementen (Grundphalangen- und Mittelphalangendiaphysen) Knochenkerne zur Ausbildung bringt.

Die stufenweise Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Diaphysen in die Verknöcherung bei Eselembryonen

Diaphysenbezeichnung	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Diaphysenverknöcherungen wahrzunehmen
Humerus-Diaphyse .	
Radius- und Ulna-Diaphysen	
Metacarpalia-Diaphysen	
Grundphalangen-Diaphyse	
Mittelphalangen-Diaphyse	
Endphalanx	

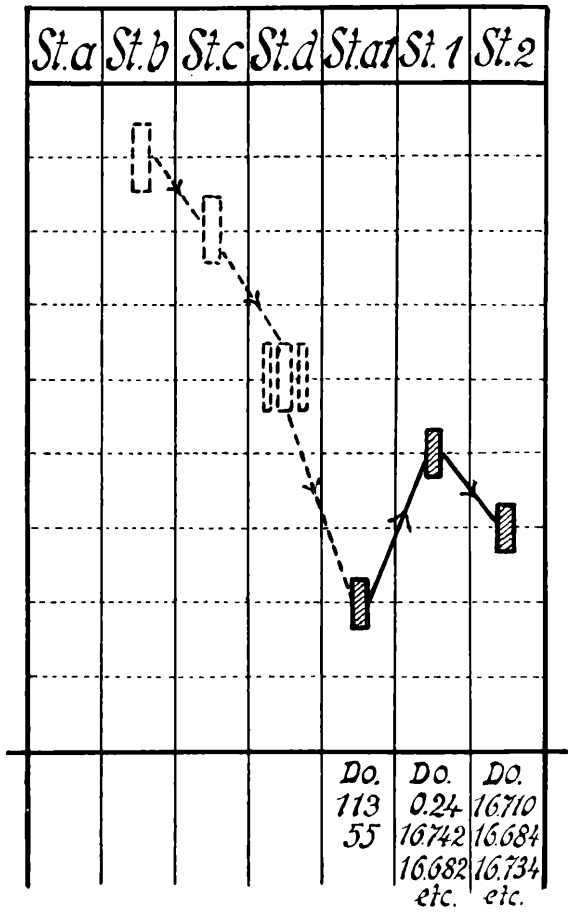
Textfig. 480

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

In der Hinterextremität schlägt die Diaphysenverknöcherung, soweit wir die Aussage auf Grund unserer eigenen Untersuchungen machen können, den nämlichen Modus im Einbeziehen der Elemente ein, wie er von den Pferdeembryonen her uns bekannt geworden ist.

Wir finden auf Stufe a 1 verknöchert die Endphalangen-Diaphyse, auf Stufe 1 die Grundphalangen- und auf Stufe 2 die Mittelphalangendiaphysen. Es liegt kein Grund vor, die sukzessive Verknöcherung der Femur-, Tibia- und Metatarsalknochendiaphysen nicht in der im Schema angegebenen Weise auf- und nacheinander folgen zu lassen. Damit ist die Richtung, in welcher der Ossifikationsprozess an der Hinterextremität bei Eselembryonen vorwärtsschreitet, eine nach der Fußspitze hin gerichtete und wird wiederum nur dadurch in ihrem geradlinigen Verlauf etwas gestört, dass die Verknöcherung der Endphalanx früher einsetzt als die Ossifikation der Grund- und Mittelphalangen-Diaphyse.

Die stufenweise Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Diaphysen in die Verknöcherung bei Eselembryonen

Diaphysenbezeichnung	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Diaphysenverknöcherungen wahrzunehmen
Femur-Diaphyse Tibia-Diaphyse Metatarsalia-Diaphysen Grundphalangen-Diaphyse Mittelphalangen-Diaphyse Endphalanx	

Textfig. 481

V. ABSCHNITT

Der Modus im Einbezug der epiphysären Anteile der Extremität in die Verknöcherung

Nachdem wir uns die einzelnen Fälle mit den Verknöcherungen in den Gliedmassen bei den Eseln angesehen haben und auch dem Bedürfnis nachgekommen sind, das Untersuchungsmaterial nach dem Mass des Verknöcherungsfortschrittes durch die Aufstellung verschiedener Stufen zu ordnen, bot schon das vorige Kapitel Gelegenheit, eine Kategorie von Knochenelementen des ganzen Systems, die Diaphysen, herauszugreifen und sie auf die Regel ihres Auftretens in der Extremität hin zu prüfen.

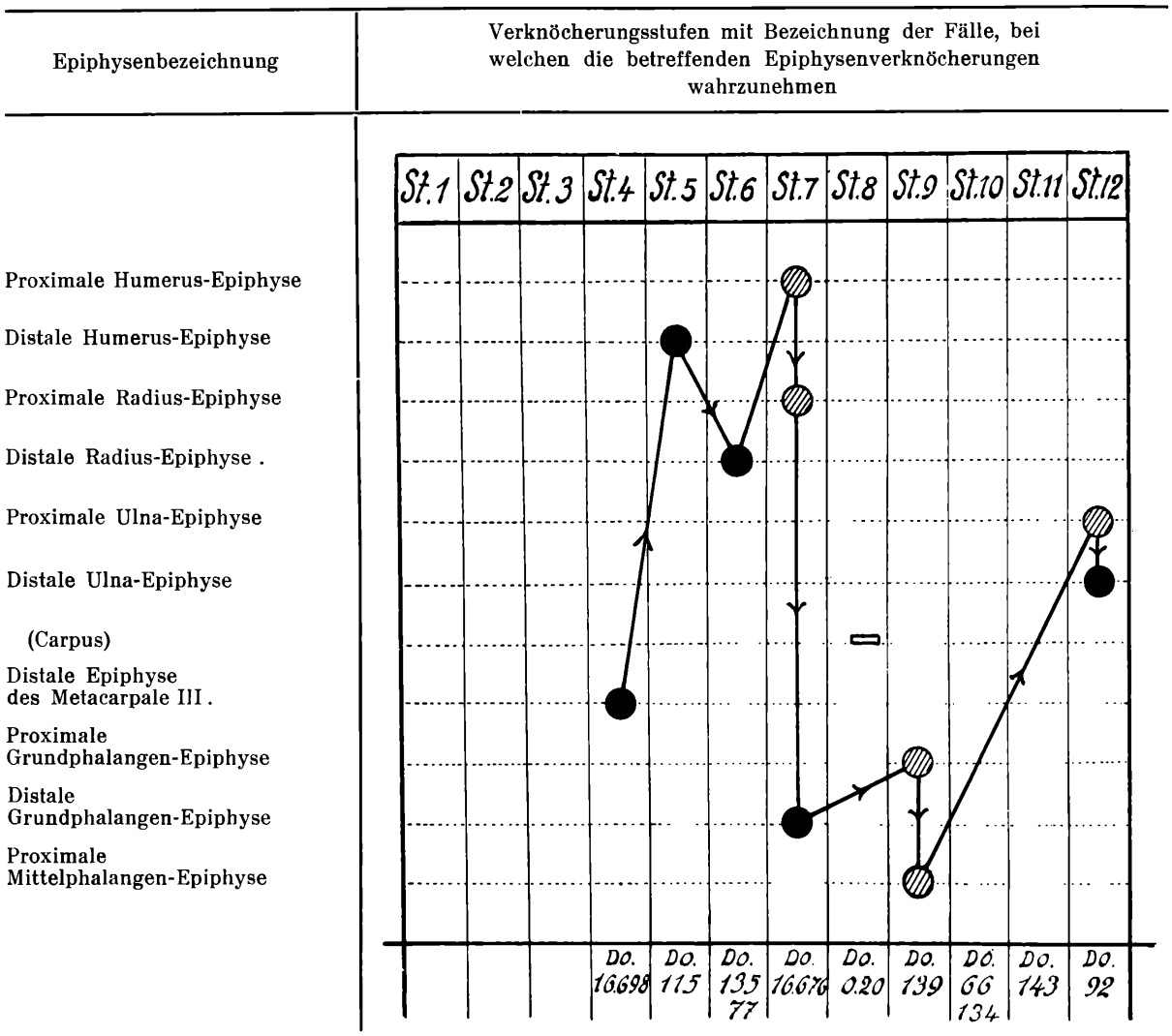
Wir wollen in diesem Kapitel uns den Epiphysen-Verknöcherungen zuwenden und die Verhältnisse in den Vorder- und Hinterextremitäten gesondert betrachten.

1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität

Wir benutzen wieder zur Schilderung des bestehenden Modus im Einbezug der einzelnen Elemente in den Verknöcherungsprozess eine Darstellung, die auf die nämliche Weise, wie es bei den Vordergliedmassen der Pferde durch die Textfig. 91 geschehen ist, uns über die Folge der Verknöcherungen in den Epiphysen während der einzelnen Zeitabschnitte (innerhalb der Ossifikationsstufen-Skala) orientiert. Die vorderste Kolonne der Textfigur enthält wiederum die Namen der Epiphysen nach ihrer Lage und ihrem Vorkommen in der Extremität in proximodistaler Richtung geordnet. Die rechts davon liegenden Nebenkolonnen umfassen die durch ausgefüllte (distale Epiphysen) und schraffierte Kreise (proximale Epiphysen) angedeuteten epiphysären Knochenkernanlagen, deren Namen in der Hauptkolonne auf gleicher Höhe wiedergegeben sind, und deren erstmaliges Erscheinen auf einer der angegebenen Stufen (Stufe 4—12) erfolgt. Die ersten 3 Kolonnen sind noch frei von Verknöcherungskernen. Die vierte Kolonne repräsentiert die 4. Stufe der Ossifikation; die Extremität ist durch einen Knochen-Neukern in der distalen Epiphyse des Metacarpale III ausgezeichnet. Die 5. Stufe lässt die distale Humerusepiphyse verknöchert erscheinen, die 6. Stufe die distale Radiusepiphyse, die 7. Stufe die proximale Humerus- und die proximale Radiusepiphyse, sowie die distale Grundphalangen-Epiphyse. Die 9. Stufe bringt einen Knochenkern in der knorpeligen proximalen Grundphalangenepiphysen- und proximalen Mittelphalangenepiphysen-Anlage hervor, während die 12. Stufe durch das Auftreten eines Knochenkernes in den bis anhin knorpelig verbliebenen proximalen und distalen Ulnaepiphysen gekennzeichnet ist.

Die Darstellung zeigt, dass die Epiphysenverknöcherung auch hier, bei den Eseln, in den *distalen Epiphysen* zuerst beginnt, und dass diese es sind, welche gegenüber den proximalen Epiphysen bei der Verknöcherung im allgemeinen den Vortritt erhalten. In der Vorderextremität der Esel wird der epiphysäre Verknöcherungsprozess eröffnet durch die Anlage eines Knochenzentrums in der knorpeligen *distalen Epiphyse des Metacarpale III.* Auch die beiden folgenden, dem allgemeinen Verknöcherungsprozess der Gliedmasse unterworfenen Epiphysen sind wiederum distale Epiphysen-Anlagen (distale Humerus- und distale Radius-Epiphyse). Bevor die vierte Verknöcherung in einer distalen Epiphyse wahrzunehmen ist, die dann durch die Anlage eines Knochenkerns in der distalen Grundphalangen-Epiphyse ihre Verwirklichung findet, sind zwei neue Verknöche-

Graphische Darstellung zur Illustration der sukzessiven Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Epiphysen in die Extremitäten-Ossifikation



Textfig. 482

rungspunkte in proximalen Epiphysen festzustellen. Aber diesem Einbruch in die Vervollständigung der Verknöcherung distaler Epiphysen durch das plötzliche Auftreten zweier proximaler Epiphysen kommt keine allzugrosse Bedeutung zu, zumal die proximale Humerus- und die proximale verknöcherte Radiusepiphyse auf der nämlichen Ossifikationsstufe (St. 7) erscheinen wie der Knochenkern in der distalen Grundphalangenepiphyse und die zeitliche Differenz im Auftreten dieses oder jenes Kernes unter den drei Elementen keine allzu grosse sein kann.

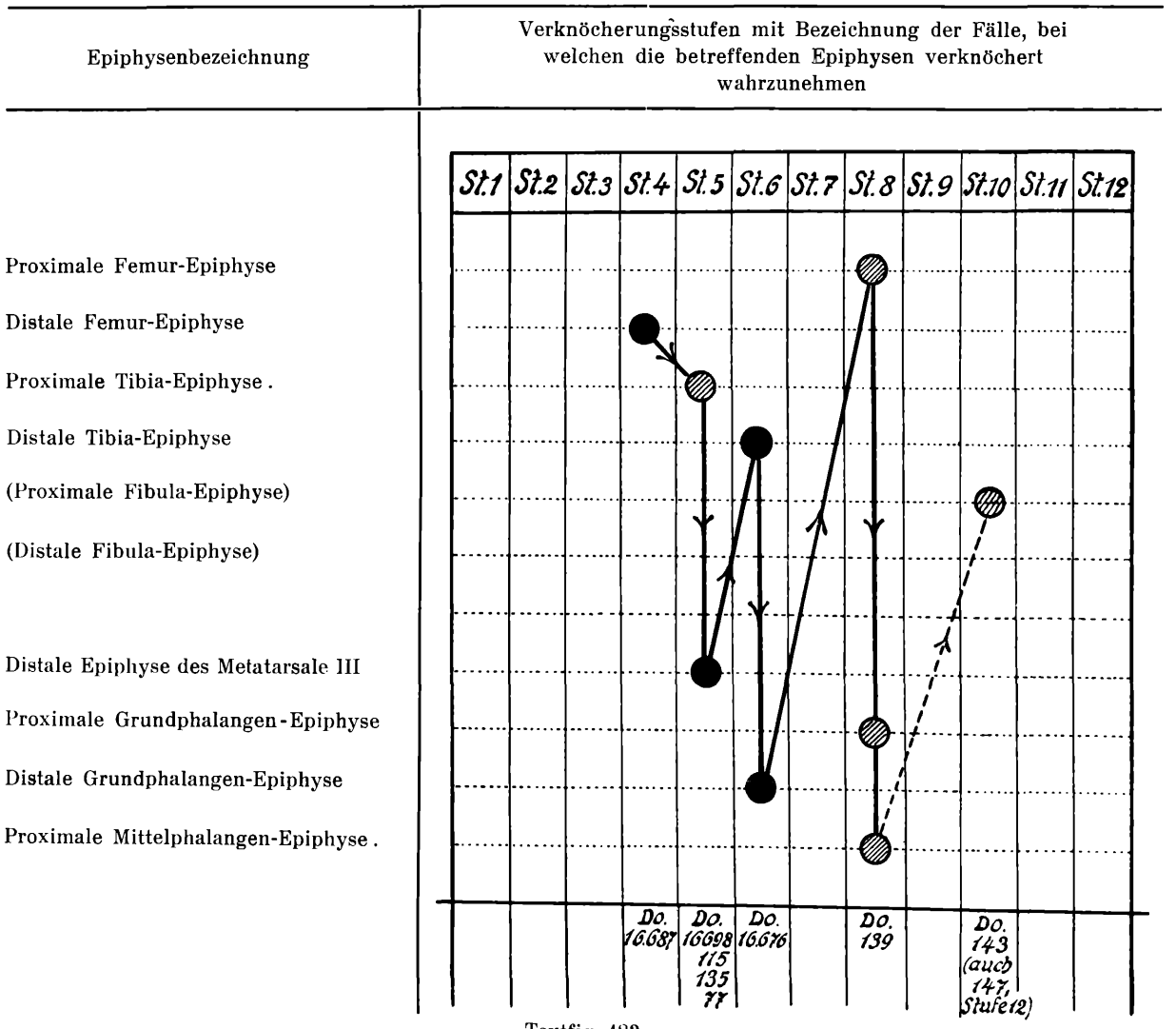
Nach der distalen Grundphalangen-Epiphyse erhalten nun eine Anzahl proximaler Epiphysen ihren Knochenkern. Es verknöchern nacheinander oder gleichzeitig die proximale Grundphalangen-Epiphyse und die proximale Mittelphalangen-Epiphyse, beide auf der nämlichen Stufe der Verknöcherung, dann zeitlich viel später als dritte, bezw. fünfte proximale Epiphyse die proximale Ulna-Epiphyse, die aber gleichzeitig den knöchernen Zustand mit der distalen Ulna-Epiphyse teilt, welche als letzte Epiphyse durch Entwicklung eines Knochenkerns sich den bisherigen epiphysären Ossifikationen anschliesst.

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

Verfolgt man das Auftreten der Verknöcherungskerne in den einzelnen Epiphysen an Hand des die Hinterextremitäten unserer Eselembryonen, -Föten und -Fohlen umfassenden Materials, so führt die Untersuchung zu einem Resultat, wie wir es in der Textfig. 483 bildlich veranschaulicht haben. Die zusammenfassende Darstellung ist in Anlehnung der zwischen Seite 206/207 wiedergegebenen Tabelle (Tab. 10) entworfen.

In Voll- und Schraffurkreisen haben wir die erstmalig verknöchert aufgefundenen Epiphysen in die einzelnen Nebenkolonnen, welche verschiedene Zeitabschnitte bezw. Ossifikationsstufen (Stufe 1—12) repräsentieren, eingetragen. Ihre Namen finden sich in der vorderen Hauptkolonne auf der gleichen Höhe, auf welcher der jeweilige Knochenpunkt der Epiphyse liegt. In der Hauptkolonne sind die Epiphysen unter Berücksichtigung ihrer Lage in den Gliedmassen angegeben, so dass zu oberst die am meisten proximal gelegene, zu unterst die am meisten distal gelagerten Elemente anzutreffen sind.

Graphische Darstellung zur Illustration der sukzessiven Einbeziehung der knorpelig vorgebildeten Epiphysen in die Extremitäten-Ossifikation



Textfig. 483

Zwei im Verknöcherungsprozess aufeinanderfolgende Epiphysenkerne sind durch Linien miteinander verbunden, und es ist mit einem Pfeil die Richtung angedeutet, in welcher sich der über die epiphysären Elemente sich erstreckende Ossifikationsprozess bewegt.

Der Darstellung kann folgendes entnommen werden:

Die Epiphysenverknöcherung in der Hinterextremität beginnt auch bei den Eseln in einer *distalen* Epiphyse. Auf der 4. Ossifikationsstufe tritt in der zuerst sich verknöchernden *distalen Epiphyse des Femurknochens* ein Knochenkern in Erscheinung. Auch die dritte, vierte und fünfte Epiphysen-Ossifikation ereignet sich in lauter distalen Epiphysen. Eine Ausnahme der Regel vom vorausgehenden Einbezug der distalen Epiphysenanlagen in die Verknöcherung und der nachfolgenden Ossifizierung der proximalen Epiphysen bildet die proximale Tibia-Epiphyse, die nach der Verknöcherung der distalen Femur-Epiphyse schon ihren Knochenkern erhält und somit die mit der letzteren begonnene, mit der Verknöcherung der distalen Epiphyse des Hauptstrahles im Metatarsus und derjenigen der Tibia und Grundphalanx fortgesetzte distale Epiphysenverknöcherung durch eine frühzeitige Ossifikation in einem proximalen Epiphysenelement unterbricht. Nach der Einbeziehung der distalen Epiphysen in die Ossifikation gelangen die weitern proximalen Epiphysen zur Verknöcherung. Die Ossifikationsprozesse, welche die proximale Femur-Epiphyse, die proximale Grundphalangenepiphyse und die proximale Mittelphalangenepiphyse ergreifen, bringen in den betreffenden Epiphysen Knochenkerne zur Ausbildung, die sich auf der Ossifikationsstufe 8 nachweisen lassen. Nach Abschluss der Ossifikation in den distal gelegenen Epiphysen setzen die Verknöcherungen in den proximal gelegenen ein oder nehmen, da bereits die proximale Tibia-Epiphyse als erste proximale Epiphyse auf der 5. Ossifikationsstufe aufgetreten ist, ihren Fortgang: es erscheinen die auf Stufe 8 bereits namhaft gemachten Epiphysenkerne. Auf der 10. Stufe sehen wir reduzierte Restbestandteile der Fibula in Form eines Verknöcherungsherdes (proximale Fibula-Epiphyse) auftreten.

Auch die Hinterextremität der Esel zeigt bei der Verfolgung der Ossifikationen in den einzelnen Epiphysen, dass jene nicht, wie diejenigen in den Diaphysen, in einem bestimmten Element beginnen, um dann, in proximo-distaler Richtung vorwärtsschreitend, weitere Elemente gemäss ihrer topographischen Lagerung in die Extremität einzubeziehen, sondern dass die Ossifikationen mehr *sprungweise* einzelne Epiphysen befallen, die recht weit unter Umständen auseinanderliegen, wobei die nächstfolgende zur Verknöcherung gelangende Epiphyse bald distal, bald proximal vom ersten Knochenherd gelegen sein kann.

VI. ABSCHNITT

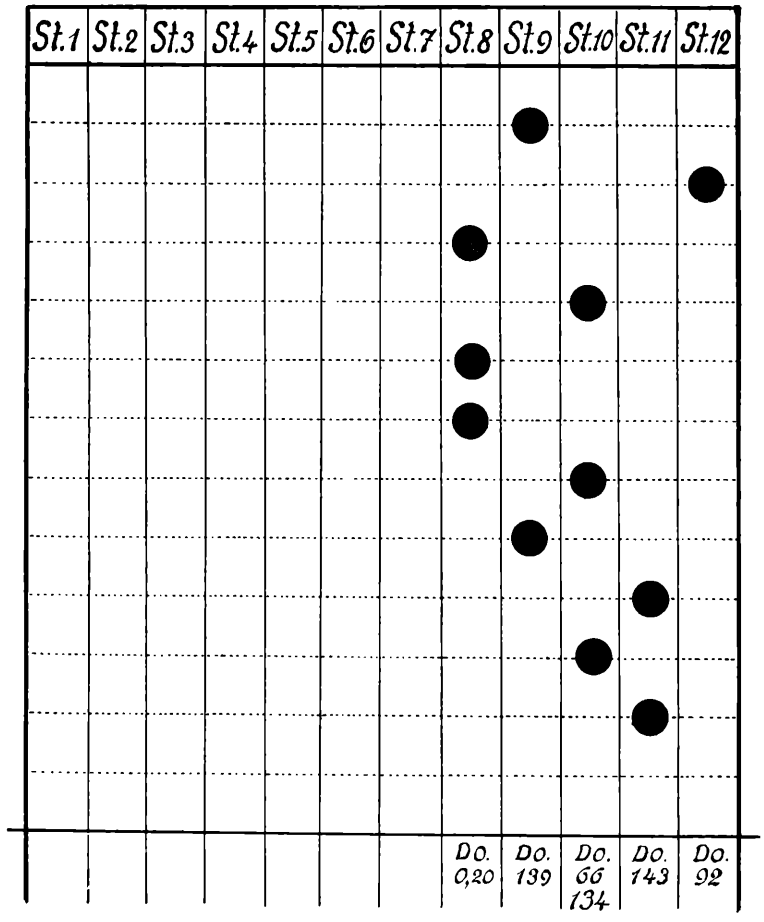
Der Modus im Einbezug der übrigen (ausserdia- und ausserepiphysären) Anteile der Extremität in die Verknöcherung

1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität

(Stufenweise Einbeziehung der Apophysen-, Epicondylen- und Fusswurzelknochenanlagen sowie der Gleichbeine in die Verknöcherung.)

Auftreten der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente bei der Extremitäten-Ossifikation[1]

Bezeichnung der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Verknöcherungen wahrzunehmen



Textfig. 484

[1] Die Verhältnisse am Schultergürtel sind bei der Ausarbeitung der Textfigur nicht mitberücksichtigt.

Nachdem wir aus der Gruppe der einzelnen Verknöcherungen der Vorderextremität der Esel die Diaphysen- und Epiphysenverknöcherungen aussortiert und in ihrer zeitlichen Folge betrachtet haben, erübrigt uns noch, alle diejenigen Elemente in ihrem Auftreten an der Gliedmasse zu berücksichtigen, die in Form selbständiger Knochenkerne erscheinen und die Gliedmassen in ihrem Aufbau vervollständigen.

Wir haben, wie es für die Vordergliedmassen der Pferde geschehen ist, die in Rede stehenden Elemente in obiger Textfigur in Form von Vollkreisen eingetragen und bei der Registration die Ossifikationsstufen mitberücksichtigt. Die Namen der Elemente, welche innerhalb der einzelnen Stufen zur Verknöcherung gelangen, finden sich in der vorderen Hauptkolonne auf der nämlichen Höhe wie die Ossifikationskerne in den Nebenkolonnen.

Dieser Zusammenstellung kann wiederum entnommen werden, dass die Dia- und Epiphysenverknöcherung zeitlich früher anhebt als die Verknöcherung der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente, indem die Verknöcherungsstufen 1—7 keinerlei Verknöcherungen in Apophysen-, Epicondylen-, Mittelfussknochen- und Gleichbeinanlagen aufweisen. Ihre Ossifikationskerne treten erst auf der 8. Stufe in Erscheinung. Die 8. Stufe bringt eine Verknöcherung im Accessorium, Intermediale und Radiale. Die Verknöcherungen in den übrigen hierher gehörenden Anlagen folgen auf dem Fusse nach und beschlagen die 9., 10., 11. und 12. Ossifikationsstufe, unter denen eine jede mit einer grösseren oder kleineren Anzahl neuer Ossifikationskerne ausgezeichnet ist. Wir sehen auf der 9. Stufe einen Knochenkern für die Tuberculum majus-Apophyse und das Carpale 3, auf der 10. Stufe für das Ulnare, Carpale 4, das laterale und mediale obere Sesambein, auf der 11. Stufe für das Carpale 2 und untere Sesambein, auf der 12. Stufe für den Epicondylus medialis auftreten.

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

(Stufenweise Einbeziehung der knorpeligen Anlagen der Ossa tarsalia, der Knochenfortsätze und Knochenhöcker sowie der Sesambeine in die Verknöcherung.)

Endlich erübrigt uns noch zu zeigen, in welcher Weise die ausserdia- und ausserepiphysären Elemente im Bereich der Hinterextremität bei den Eseln in die Verknöcherung einbezogen werden. Es handelt sich dabei um die zeitliche Ossifikationsfolge von an der Gestaltung verschiedener Fortsätze und Oberflächendifferenzierungen beteiligter Bildungen, sowie um die Elemente der Hinterfusswurzel und die Sesambeine.

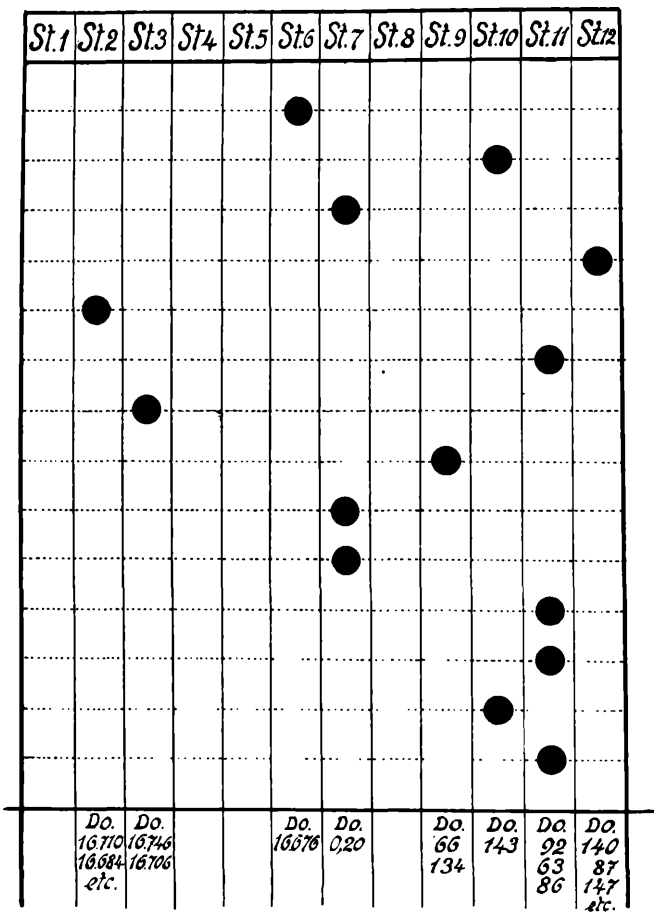
Wir haben zu diesem Zweck wiederum in die Textfigur eingetragen die betreffenden der Ossifikation unterworfenen Elemente (Vollkreise), deren Namen auf gleicher Höhe in einer Hauptkolonne aufgeführt sind. Die Nebenkolonnen, mit Stufe 1—12 bezeichnet, repräsentieren die verschiedenen Ossifikationsstufen, auf welchen die Verknöcherungen jeweils anzutreffen sind.

Die beigegebene Zusammenstellung lässt erkennen, dass die Ossifikationen auf relativ nur wenige Ossifikationsstufen fallen und dass wir den Knochenkernen, von zwei Ausnahmen abgesehen, erst von der 6. Ossifikationsstufe an in der Extremität begegnen. Sie folgen dann allerdings rasch aufeinander, so dass fast jede Ossifikationsstufe einen oder mehrere neue Kerne zur Entwicklung bringt.

Allen hier in Betracht fallenden Ossifikationen eilt aber der Calcaneuskörper und der Talus in der Ossifikation voraus. Der Calcaneuskörper entwickelt nämlich schon auf der 2. Stufe einen Knochenkern, dem dann als zweiter Hartkern im Tarsus ein Ossifikationszentrum im Talus folgt (3. Verknöcherungsstufe). Auf der 6. Stufe erst erscheint dann ein Knochenkern in der Trochanter major-Apophyse, auf der 7. Stufe Kerne zur Bildung der späteren Tuberositas tibiae und der Ossa tarsalia 4 und 3. Die 9. Stufe verrät den Beginn der Verknöcherung im Os centrale, während die 10. Stufe in der Patella und in den Ossa sesamoidea phalangis primae Verknöcherungsvorkehren durch Auftreten von Knochenkernen trifft. Die 11. Stufe

Auftreten der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente bei der Extremitäten-Ossifikation

Bezeichnung der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente	Verknöcherungsstufen mit Bezeichnung der Fälle, bei welchen die betreffenden Verknöcherungen wahrzunehmen
Trochanter major-Apophyse	
Patella	
Tuberositas tibiae-Apophyse	
Malleolus lateralis	
Calcaneus-Körper	
Calcaneus-Apophyse .	
Talus	
Os centrale	
Tarsale 4	
Tarsale 3	
Tarsale 2	
Tarsale 1	
Obere Sesambeine	
Unteres Sesambein (Strahlbein)	



Textfig. 485

bleibt für die Ausbildung eines Kernes reserviert, der als Apophyse dem Calcaneuskörper sich beigesellt (Calcaneus-Apophysenkern) sowie für die Bildung eines knöchernen Tarsale 2 und 1. Auf Stufe 11 gibt ferner die untere Sesambeinanlage ihren primären gewebigen Weichzustand auf und tritt in den Knochenzustand über. Auf der 12. Stufe kommt die letzte ausserdia- und ausserepiphysäre Ossifikation in Form eines Knochenkernes zur Entwicklung, aus welchem der Malleolus lateralis an der Tibia hervorzugehen pflegt.

VII. ABSCHNITT

Die einzelnen Zonen des Extremitätenskelettes in der Verknöcherung

1. Die Verhältnisse in der Vorderextremität[1])

a) Die Zonoskelett-Verknöcherung (Schultergürtel)

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen sca., cor., 2. k. Z., speziell Textfigg. 486—496.

Der Schultergürtel des Eselskelettes entwickelt sich in ganz gleicher Weise wie der Schultergürtel bei den Pferden. Der Verknöcherung liegt das nämliche genetische Ossifikationsschema zugrunde. (Vide betreffenden Abschnitt beim Pferd und Hauptteil C «Zonoskelett».)

Der Scapulakörper nimmt aus einem einzigen einheitlichen Knochenherd heraus seine Entstehung. Auf den Entwicklungsstadien der Esel Do. 113, Textfig. 334; Do. 55, Textfig. 486; Do. 0.24, Textfig. 340; Do. 16742, Textfig. 342; Do. 16682, Textfig. 346; Do. 81, Textfig. 350; Do. 0.76, Textfig. 354; Do. 16710, Textfig. 358; Do. 16684, Textfig. 362; Do. 16734, Textfig. 487, tritt die Scapula als einzig verknöchertes Element des Zonoskelettes in Erscheinung.

Textfigg. 486—496

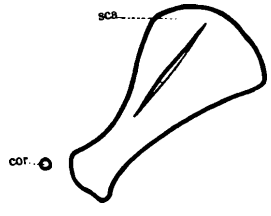
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Zonoskelettes (Schultergürtel) beim **Esel** (Scapula-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



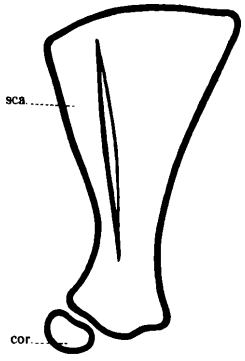
Textfig. 486



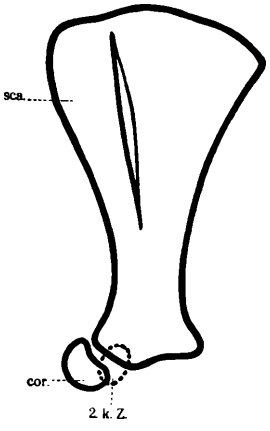
Textfig. 487



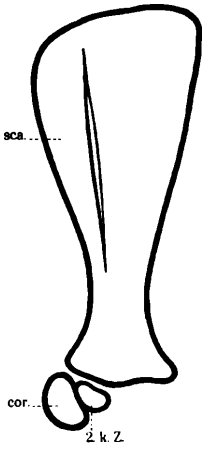
Textfig. 488



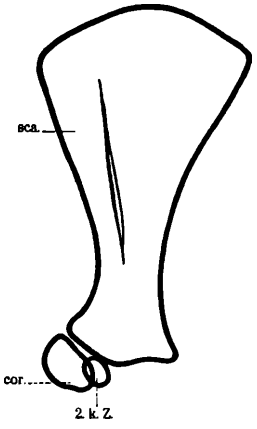
Textfig. 489



Textfig. 490

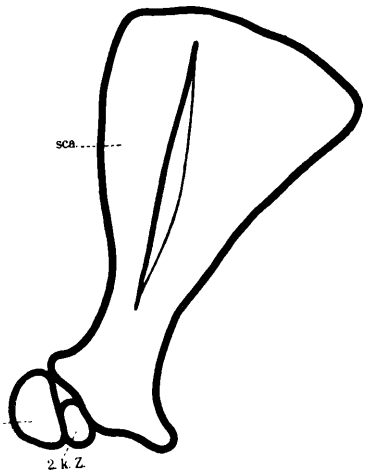


Textfig. 491

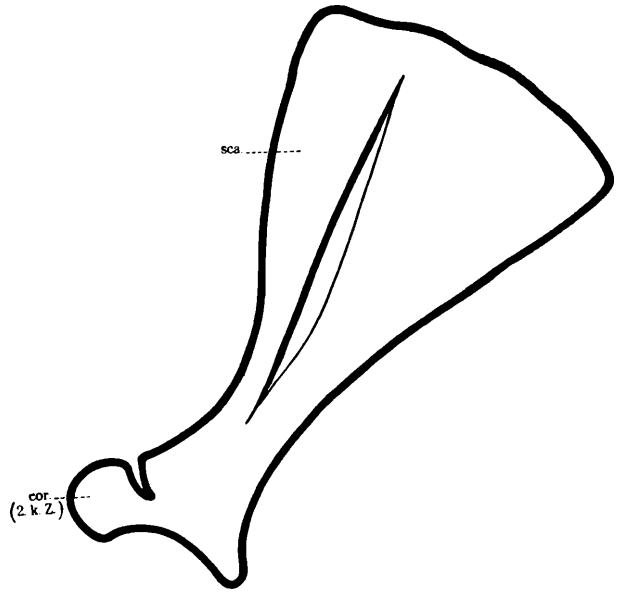


Textfig. 492

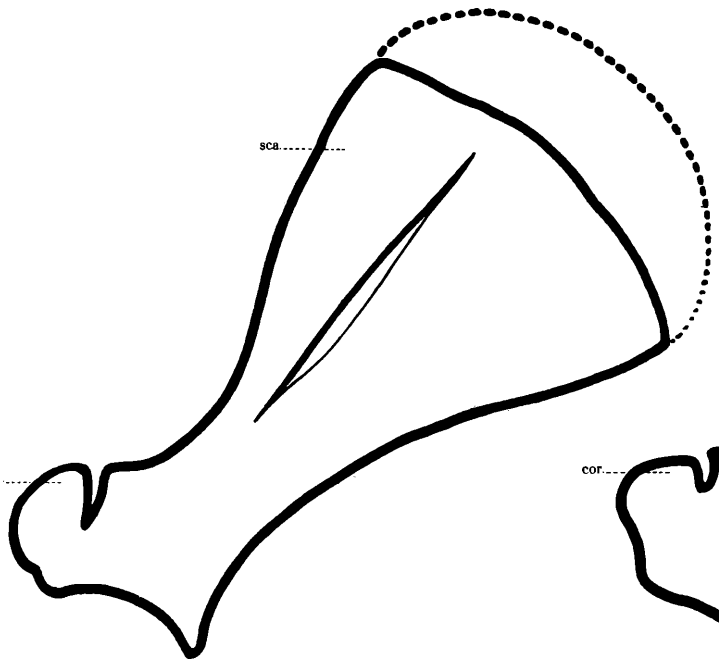
[1]) Vide auch die Ausführungen im entsprechenden Abschnitt von Teil **A** (Pferd) und im vergleichenden Teil **C.**



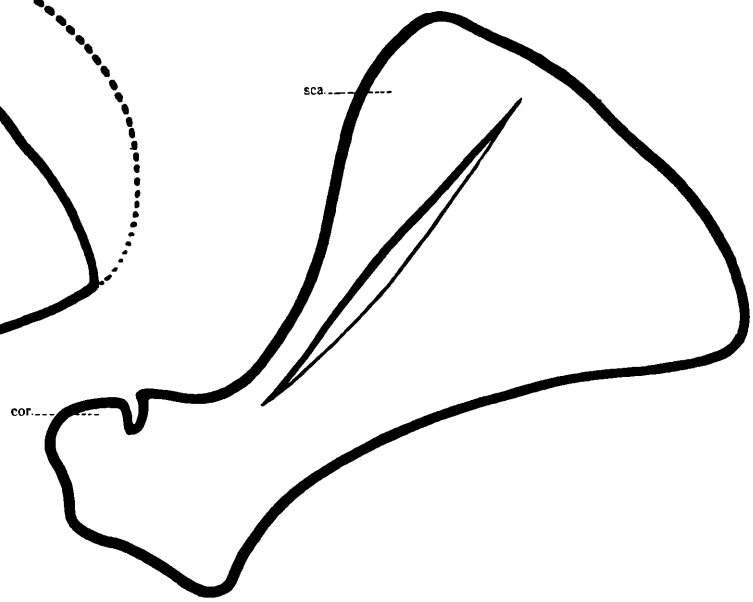
Textfig. 493



Textfig. 494



Textfig. 495



Textfig. 496

Do. 16720, Textfig. 488 zeigt dann zum erstenmal als neu auftretenden Nebenkern in etwelcher Entfernung von der ossifizierten Scapula, kranial von der vorderen Ecke des späteren Gelenkrandes entfernt, einen Verknöcherungspunkt in der Coracoidanlage. Dieser wächst aus, nimmt an Umfang sukzessive zu (Do. 16696, Textfig. 374; Do. 141, Textfig. 376; Do. 146, Textfig. 378; Do. 16746, Textfig. 382; Do. 16706, Textfig. 384; Do. 16687, Textfig. 386; Do. 16698, Textfig. 390; Do. 135, Textfig. 396; Do. 77, Textfig. 400 und Do. 16676, Textfig. 404), bis er deutlich seine engere Zugehörigkeit zur Scapula (Do. 0.20, Textfig. 489) durch einen nur noch schmalen, unverknöcherten Trennungsraum verrät.

Bevor aber die Verschmelzung von Coracoidkern und Scapula eine vollständige ist, tritt in knöcherner Entwicklung ein weiterer Kern auf, der zwischen jenem und dieser zu liegen kommt (Do. 143, Textfig. 490) und in der Folge berufen ist, die Rolle des Bindegliedes zwischen beiden knöchernen Anlagen zu übernehmen. Wir haben ihn als zweiten Knochenkern im Zonoskelett bezeichnet. Er ist bestimmt, die Anlage des Gelenkrandes der Scapula nach vorn hin zu verlängern und für den späteren Processus coracoideus die Basis abzugeben. Als selbständiges von Scapula und Coracoidkern getrenntes Knochenelement ist er in den Zonoskelettanlagen von Do. 92, Textfig. 491; Do. 63, Textfig. 492; Do. 86, Textfig. 430 zu sehen, wogegen Do. 87, Textfig. 436 bereits seine Einkeilung zeigt, die bei den Eseln Do. 147, Textfig. 493 und Do. 16772, Textfig. 448 vollständiger wird, wo bereits die Verschmelzung mit der Scapula angedeutet ist. Der ventrale Rand ist zu einem Teil des Gelenkrandes der Scapula geworden. Aber auch mit dem Coracoidkern selber verbindet sich das mit der Scapula verschmolzene Knochenelement.

Die Fälle Do. 149, Textfig. 456; Do. 132, Textfig. 494 und Do. 103, Textfig. 495, sowie Do. 90, Textfig. 496 veranschaulichen die letzte Phase der Verschmelzung des ursprünglich aus drei selbständigen Anlagen hervorgegangenen Zonoskelettes. Eine zwischen Scapula und dem Processus coracoideus nach dem ventralen Gelenkrande hin einschneidende Spalte deutet noch auf die frühere Selbständigkeit des Coracoidkernes hin, während der zweite Kern im Zonoskelett bereits der vollständigen Synostose unterlegen ist.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung im Zonoskelett des Esels Textfigur 746 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

b) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberarm)

Auftreten der knöchernen Diaphyse des Humerus

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. dia.,
speziell Textfigg. 497—522.

Auf den frühesten unserer Untersuchung zur Verfügung stehenden Stadien der Extremitätenentwicklung bei Eseln zeigt sich die Diaphyse des Humerus als kurze, oben und unten flach abgeschnittene Knochensäule (Do. 113, Textfig. 334; Do. 0.24, Textfig. 498), die an Längenwuchs rasch zunimmt (Do. 16742, Textfig. 499; Do. 0.76, Textfig. 500), in der Mitte leicht sich verjüngt, an beiden Enden aber verdickt erscheint (Do. 16684, Textfig. 501; Do. 16720, Textfig. 502/503; Do. 16746, Textfig. 382). Immer deutlicher prägt sich dann am Diaphysenteil die für den Knochenschaft typische definitive Gestalt aus, indem das proximale und distale Diaphysenende selbständig und unabhängig vom Hinzutritt der Epiphysenkerne eine, wie auf den Seitenansichten der Fälle Do. 115, Textfig. 504; Do. 77, Textfig. 400; Do. 66, Textfig. 513 zu sehen ist, entsprechende Verdickung erkennen lässt.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der distalen Epiphyse des Humerus

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. ep. dist.,
speziell Textfigg. 504—522.

Von den Epiphysenkernen tritt zuerst der Verknöcherungskern in der distalen Humerusepiphyse auf (Do. 115, Textfig. 504), der in einigen der untersuchten Fälle als einziger Epiphysenkern am Knochenschaft angetroffen wird (Do. 115, Textfig. 504; Do. 135, Textfig. 505/506; Do. 77, Textfig. 400/401), bis dann in Fall Do. 16676 im proximalen Epiphysenbereich ein weiterer Verknöcherungspunkt auftritt.

Textfigg. 497—522

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Stylopodium (Oberarmbein) beim **Esel** (Humerus-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



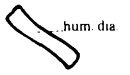
Textfig. 497



Textfig. 498



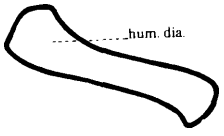
Textfig. 499



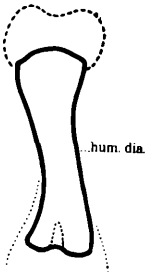
Textfig. 500



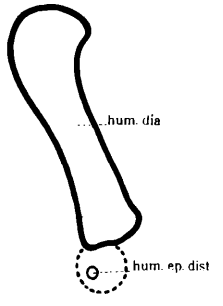
Textfig. 501



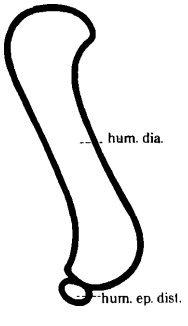
Textfig. 502



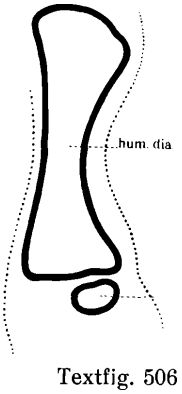
Textfig. 503



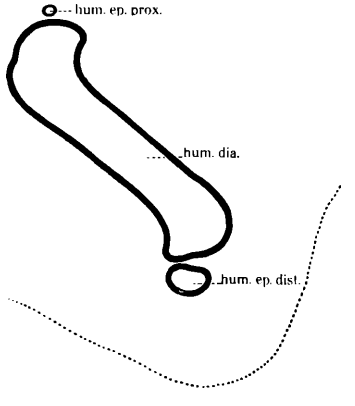
Textfig. 504



Textfig. 505



Textfig. 506

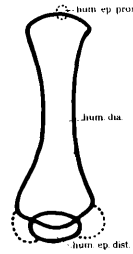


Textfig. 507

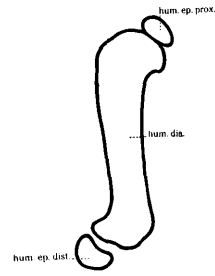




Textfig.

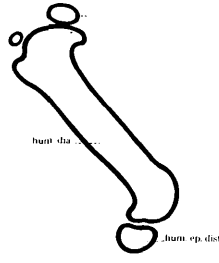


Textfig. 510

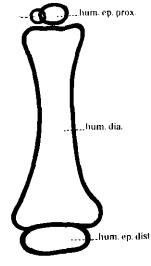


Textfig. 511



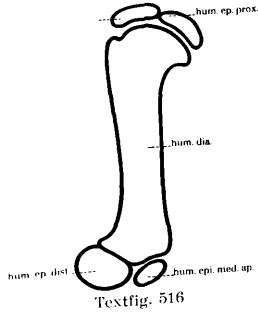


Textfig. 513

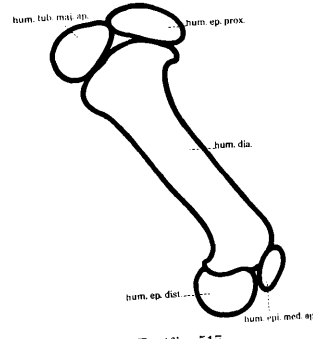


Textfig. 514

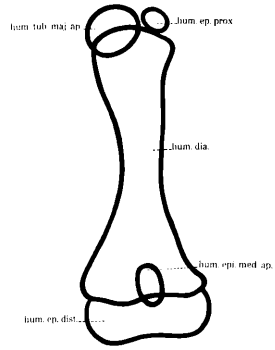


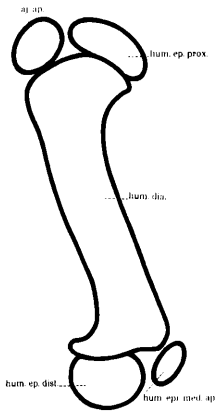


Textfig. 516

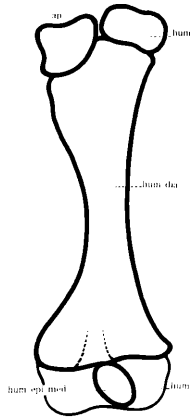


Textfig. 517

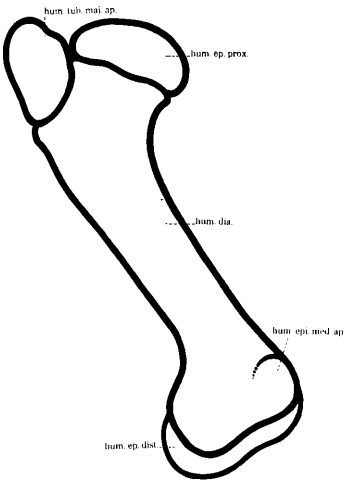




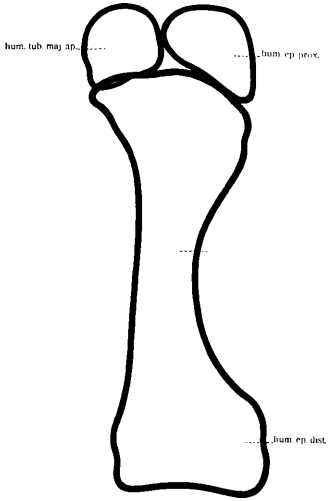
Textfig. 519



Textfig.



Textfig. 521



Textfig. 522

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der proximalen Epiphyse des Humerus

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. ep. prox.,
speziell Textfigg. 507—522.

Als zweiter Kern tritt zur Verknöcherung der Epiphysen am Humerus ein Verkalkungspunkt in der knorpeligen Anlage der proximalen Humerusepiphyse hinzu (Do. 16676, Textfig. 507/508), der auf den folgenden Stadien sich fortgesetzt vergrössert, und welcher das knöcherne Ausgangszentrum für den proximalen Humerusgelenkkopf bildet (Do. 0.20, Textfigg. 509/510; Do. 139, Textfigg. 511/512; Do. 66, Textfigg. 513/514; Do. 134, Textfigg. 420/421; Do. 143, Textfig. 515; Do. 92, Textfig. 516; Do. 63, Textfig. 428; Do. 86, Textfig. 430; Do. 140, Textfigg. 432/433.

Entwicklung eines Verknöcherungspunktes zur Bildung der spätern knöchernen Tuberculum majus-Apophyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. tub. maj. ap.,
speziell Textfigg. 511—522.

An dritter Stelle schliesst sich dem Auftreten der distalen und proximalen Humerusepiphyse ein Verknöcherungszentrum in der vorgebildeten Tuberculum majus-Apophyse an (Do. 139, Textfigg. 511/512). Während bei Esel Do. 139 der Verknöcherungspunkt im Knorpelherd eben erst im Anfangsstadium der Bildung sich befindet und gegenüber dem knöchernen Humerusepiphysenkern bedeutend zurücktritt, wächst er auf den folgenden Stadien mehr und mehr aus (Do. 66, Textfigg. 513/514; Do. 134, Textfigg. 420/421; Do. 143, Textfig. 515; Do. 92, Textfig. 516; Do. 63, Textfig. 428).

Auftreten eines Knochenkernes für den späteren Epicondylus medialis humeri

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung hum. epi. med. ap.,
speziell Textfigg. 516—521.

Als vierter Knochenkern an der Humerusdiaphyse und als letzter Ossifikationspunkt in der Knorpelanlage tritt ein Knochenkern an der Hinterseite der Humerusdiaphyse, an der Übergangszone zwischen dem distalen Teil des Mittelschaftes und der distalen Epiphyse auf. Es ist ein selbständiges Verknöcherungszentrum für den spätern Epicondylus medialis am Humerus (Do. 92, Textfig. 516). Der Kern, der zusehends auf den folgenden Stadien sich vergrössert, verschmilzt schliesslich mit der Knochenanlage des Humerus, wobei die distale Partie des Knochenkernes zuerst in den Verschmelzungsprozess einbezogen wird, während die proximale Kernpartie zunächst noch frei vom Humerus absteht (Do. 58, Textfig. 472).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Stylopodium-Anlage der Vorderextremität des Esels Textfigur 747 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

c) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterarm)

Da bei den Eseln die Verhältnisse im Modus der Ossifikation auch im Zeugopodium auf Grund der röntgenologischen Aufnahmen und deren Befunde mit denen im Vorigen bei den Pferden beschriebenen sich im grossen und ganzen decken, so können wir uns kurz fassen und in erster Linie auf die betreffenden einzelnen Figuren verweisen.

Vorhandensein von knöchernen Diaphysen (Ulna- und Radiusdiaphyse)

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ra. dia. und ul. dia.,
speziell Textfigg. 523—546.

Auf dem frühesten uns zur Untersuchung zu Gebote stehenden Stadium (Do. 113, Textfig. 334) ist die Radius-Diaphyse schon auf den röntgenologischen Aufnahmen in Form eines deutlich erkennbaren Knochenstäbchens vorhanden. Die Ulna, die mutmasslich ebenfalls schon knöchern angelegt ist, sich aber auf der Seitenaufnahme auf jene selber projiziert, so dass sie bei Lupenvergrösserung bei der Kleinheit des Objektes auf unseren Bildern nicht gesehen werden kann, konnten wir in die Zeichnung, die sich auf das früheste Stadium unseres Untersuchungsmaterials bezieht (Do. 113, Textfig. 334), nicht zur Eintragung bringen.

Dagegen findet man sie deutlich auf dem nächstfolgenden Stadium als knöcherne Anlage, getrennt von der Radiusdiaphyse (Do. 55, Textfig. 523) vor. Die Grösse der isolierten Extremität gestattete auch eine Aufnahme derselben in Frontlage.

Fälle, die deutlich das ursprüngliche Getrenntsein der sich verknöchernden Diaphysen demonstrieren, sind Do. 16742, Textfig. 524; Do. 0.20, Textfig. 534; Do. 134, Textfig. 420).

Der Einschnitt am überragenden Teil der Ulna zur Bildung der Incisura macht sich erstmalig bei Esel Do. 143, Textfig. 538 und bei Do. 92, Textfig. 539 bemerkbar.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpelig präformierten distalen Epiphyse des Radius

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ra. ep. dist.,
speziell Textfigg. 530—546.

Das Auftreten eines Ossifikationszentrums in der distalen Epiphyse des Radius zeigt erstmals Do. 135, Textfigg. 530/531, ferner Do. 77, Textfigg. 400/401. Bei Do. 16676, Textfigg. 532/533 ist bereits in schwacher Andeutung der in der proximalen Epiphyse auftretende Verknöcherungskern wahrzunehmen, während der Knochenkern in der distalen Epiphysenanlage inzwischen sich weiterhin entwickelt hat.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpelig präformierten proximalen Epiphyse des Radius

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ra. ep. prox.,
speziell Textfigg. 532—544.

Eine Verknöcherung in der proximalen Epiphysenanlage tritt erstmalig bei Do. 16676, Textfigg. 532/533 auf. Der Kern vergrössert sich auf den folgenden Stadien fortgesetzt, hat bei Do. 92, Textfig. 539 und Do. 63, Textfig. 540 schon einen dem proximalen Ende der Diaphyse entsprechenden Breitendurchmesser erhalten und gibt in der weiteren Folge immer mehr seine selbständige Stellung auf, um mit der Diaphyse des Knochens endgültig zu verschmelzen (Do. 131, Textfigg. 543/544).

Auftreten der proximalen und distalen Ulna-Epiphysenverknöcherung

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ul. ep. prox. und ul. ep. dist.,
speziell Textfigg. 539—546.

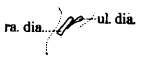
Inzwischen ist auch die Ulna in der Verknöcherung ihres diaphysären Teiles soweit fortgeschritten, dass sie zur Epiphysenverknöcherung übergehen kann. Do. 92, Textfig. 539 lässt das Auftreten eines allerdings noch sehr schwach entwickelten Knochenkernes in der proximalen Ulnaepiphyse (ul. ep. prox.) erkennen, der in der Folge auswächst und sich dann hart an den kaudalen Rand des Processus olecrani anlegt (Do. 16714, Textfigg. 452/453).

Das Auftreten eines distalen Epiphysenpunktes an der Ulna zeigt erstmalig Do. 63, Textfig. 540, wo der Kern im Bereich der distalen Radiusepiphysenverknöcherung in Erscheinung tritt. In den Fällen Do. Fo. 147, Textfigg. 541/542; Do. 131, Textfig. 544; Do. 90, Textfigg. 545/546 ist der Kern der Verknöcherung der distalen Ulnaepiphyse überall sichtbar.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Zeugopodium-Anlage der Vorderextremität des Esels Textfigur 749 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

Textfigg. 523—546

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Zeugopodium (Unterarmskelett) beim **Esel** (Ulna/Radius-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischen Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse



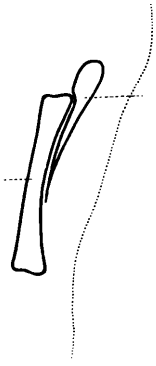
Textfig. 523



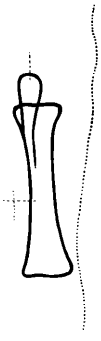
Textfig. 524



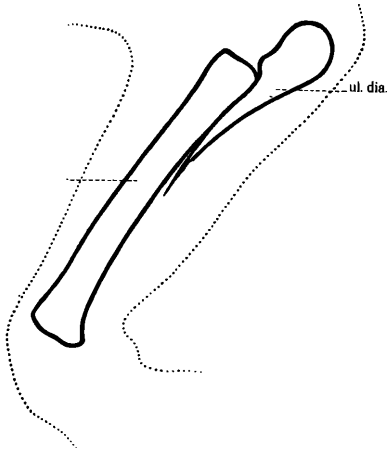
Textfig. 525



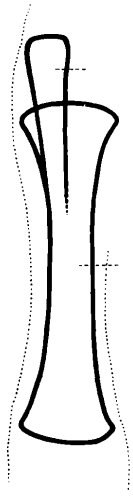
Textfig. 526



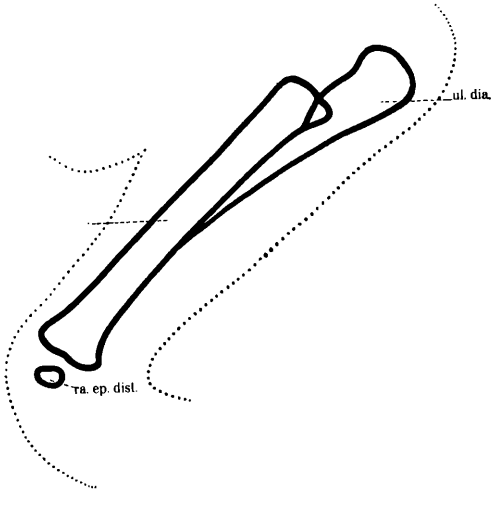
Textfig. 527



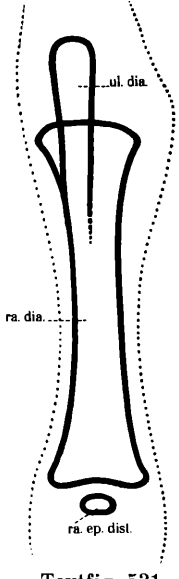
Textfig. 528



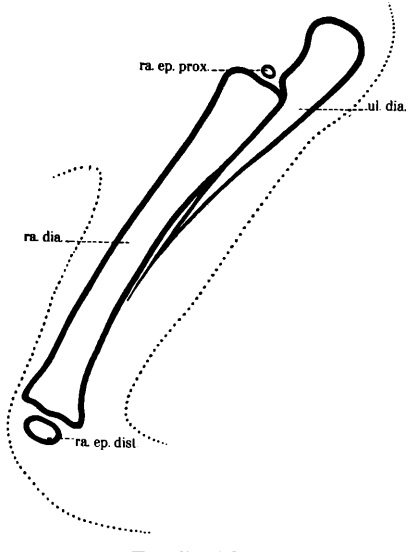
Textfig. 529



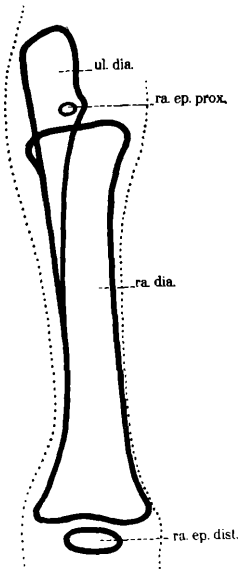
Textfig. 530



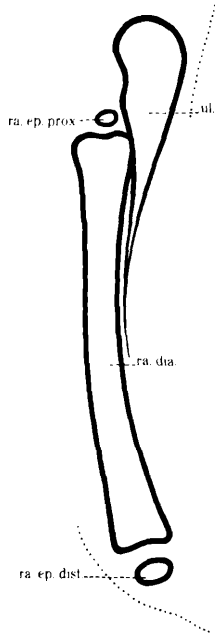
Textfig. 531



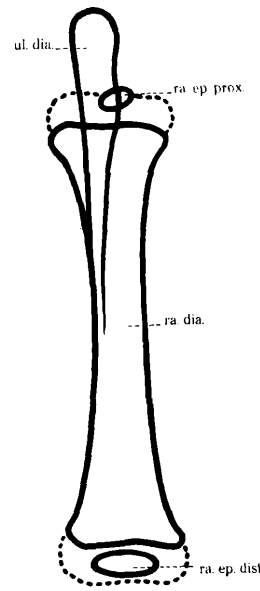
Textfig. 532



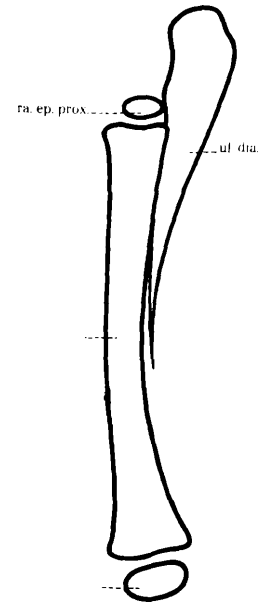
Textfig. 533



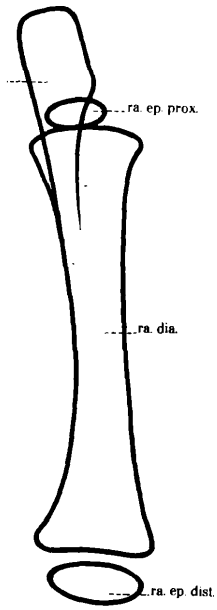
Textfig. 534



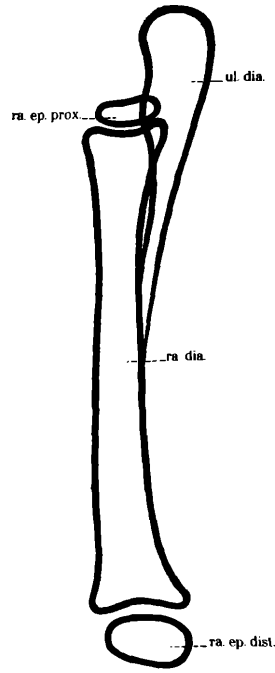
Textfig. 535



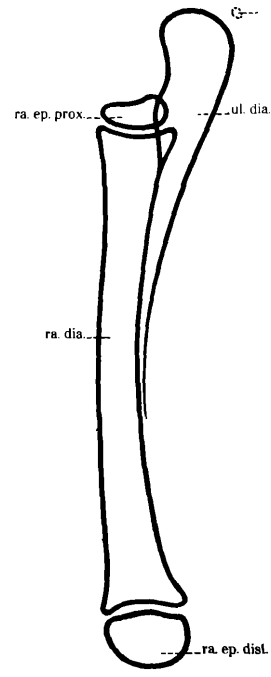
Textfig. 536



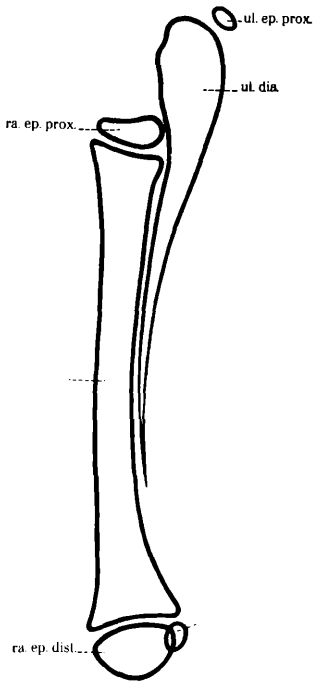
Textfig. 537



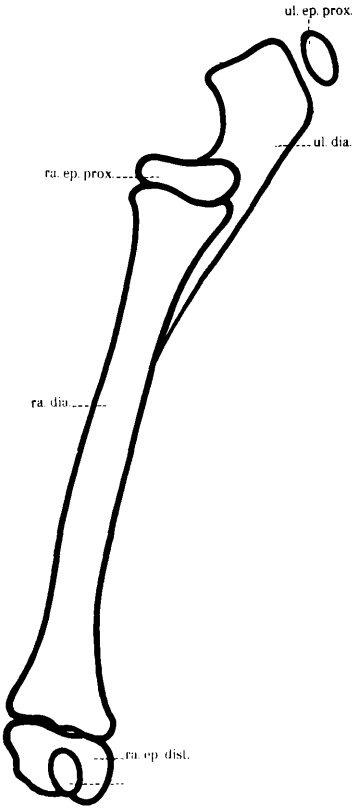
Textfig. 538



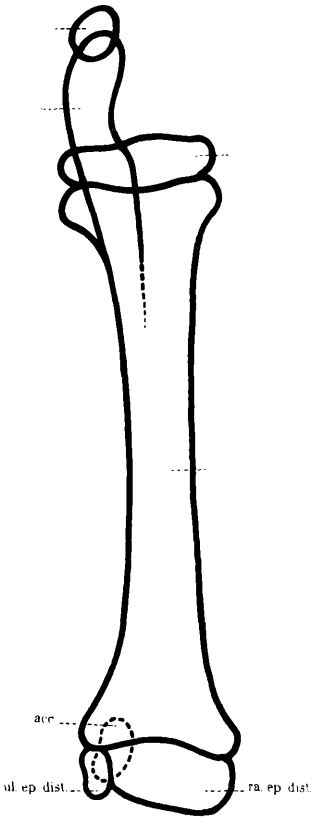
Textfig. 539



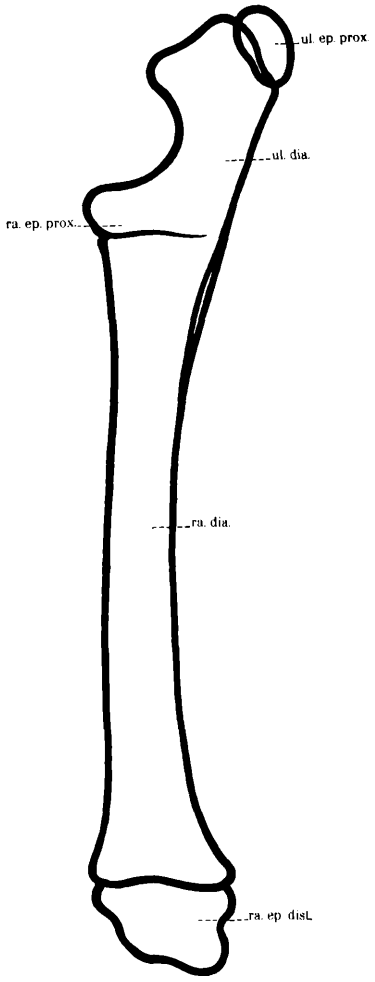
Textfig. 540



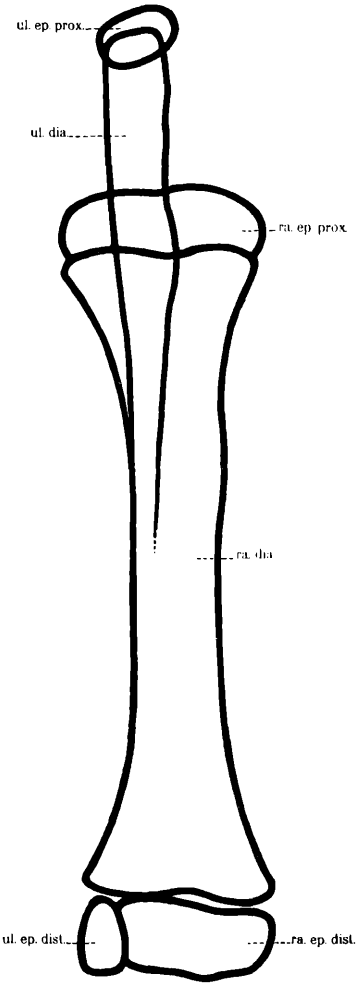
Textfig. 541



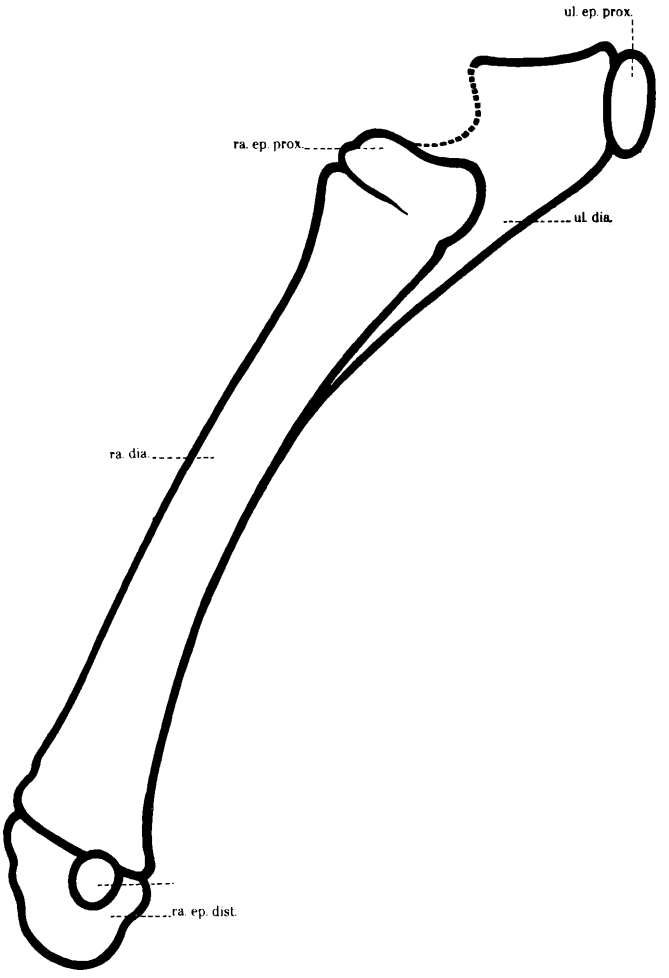
Textfig. 542



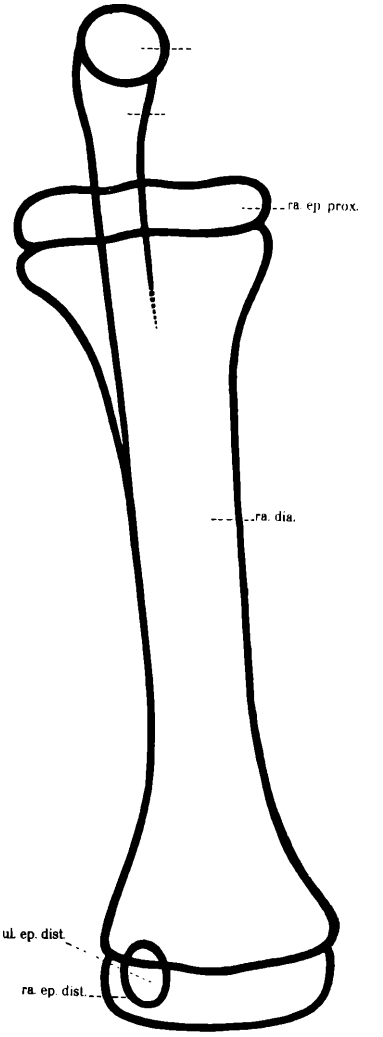
Textfig. 543



Textfig. 544



Textfig. 545



Textfig. 546

d) Die Basipodium-Verknöcherung (Carpus)

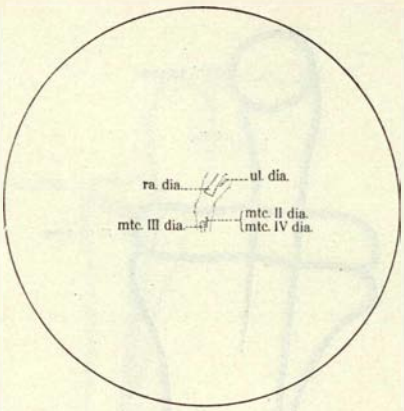
Der Carpus in der Knorpelanlage

Hierzu die Textfiguren 547—559.

In der Fusswurzel der Vorderextremität herrscht der knorpelige Zustand lange Zeit. Die beiden, die knorpelige Anlage des Carpus begrenzenden distalen Diaphysenenden von Radius und Metacarpalknochen zeigen sich auf den Ausgangsstadien (Do. 113, Textfig. 334 und Do. 55, Textfigg. 336/337 u. 547/548) in Form von relativ dünnen Knochenstäben, die sich dann rasch, wie namentlich Frontansichten zeigen, verstärken (Do. 81, Textfigg. 350/351 und 549/550; Do. 16710, Textfigg. 358/359; Do. 16684, Textfigg. 551/552; Do. 16734, Textfigg. 366/367; Do. 16720, Textfigg. 370/371 u. 553/554; Do. 16746, Textfigg. 382 u. 555 und Do. 16687, Textfigg. 386/387), wobei auch die knorpelige Unterlage für den zukünftigen knöchernen Carpus eine entsprechende Entwicklung erfährt, was daran zu erkennen ist, dass Breiten- und Höhendurchmesser dieser Knorpelzone sehr stark zunehmen.

Textfigg. 547—577

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Basipodium (Carpus) beim **Esel** (Vorderfusswurzel-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



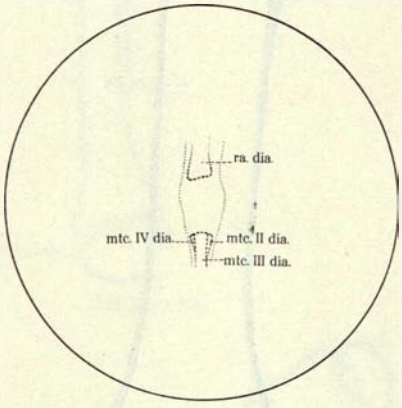
Textfig. 547



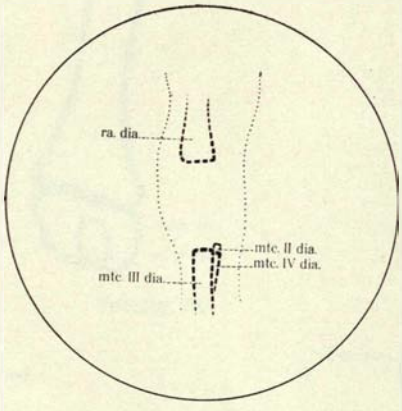
Textfig. 548



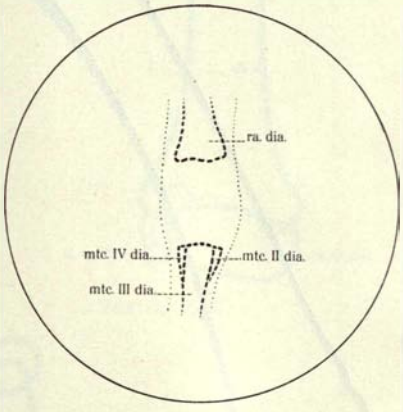
Textfig. 549



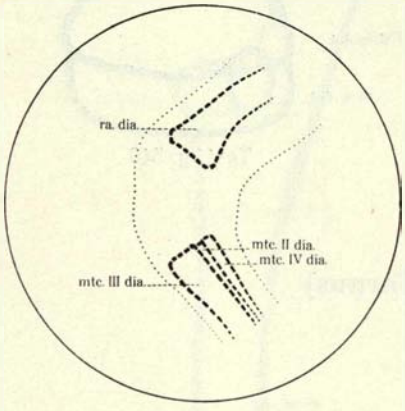
Textfig. 550



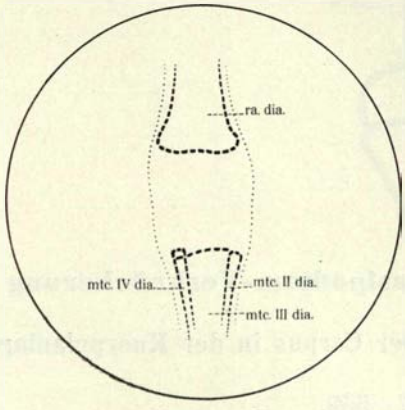
Textfig. 551



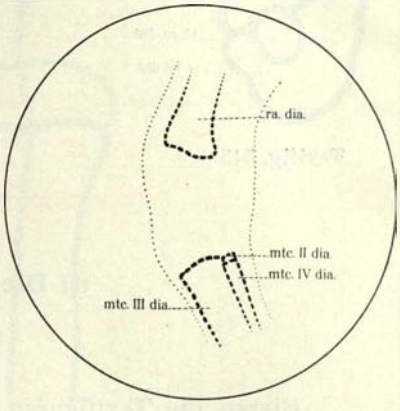
Textfig. 552



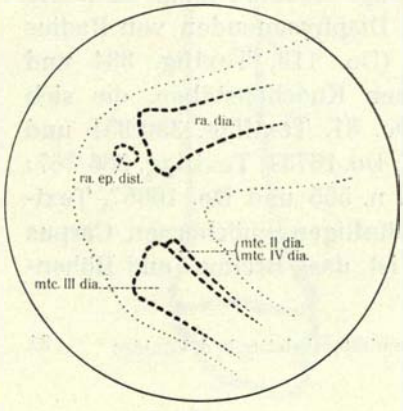
Textfig. 553



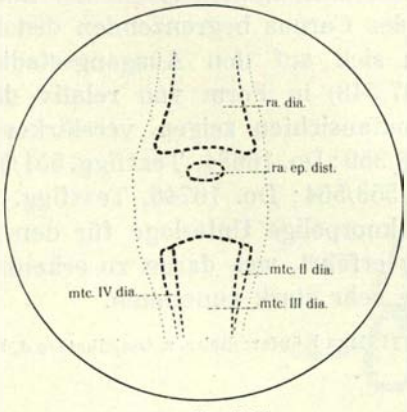
Textfig. 554



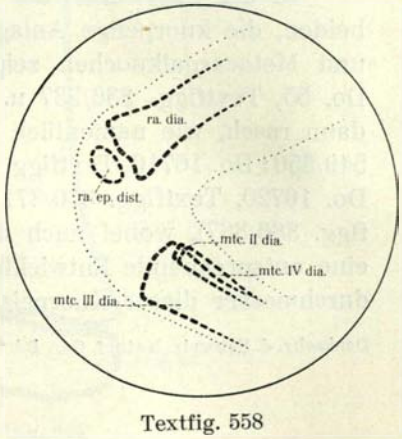
Textfig. 555



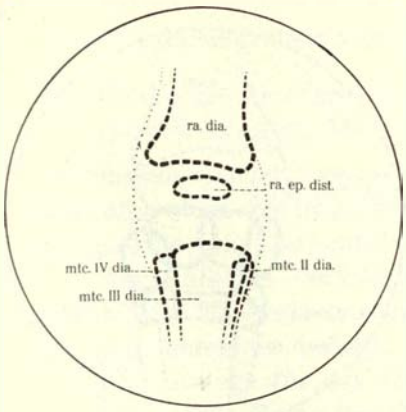
Textfig. 556



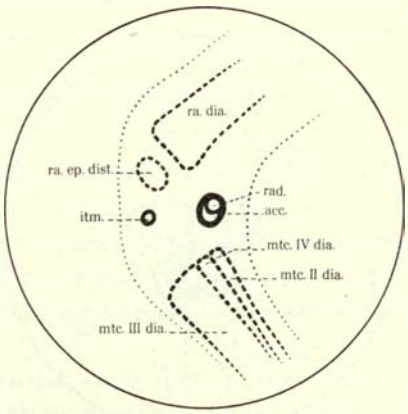
Textfig. 557



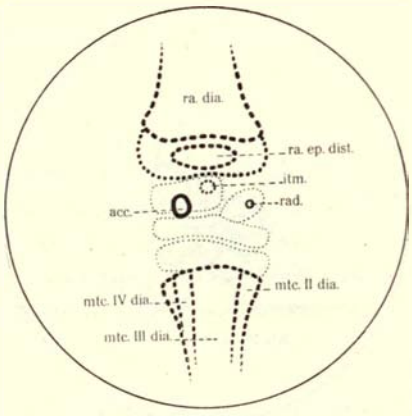
Textfig. 558



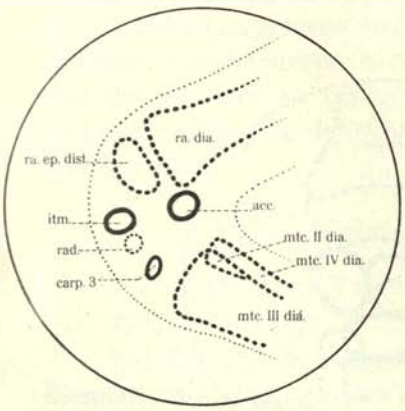
Textfig. 559



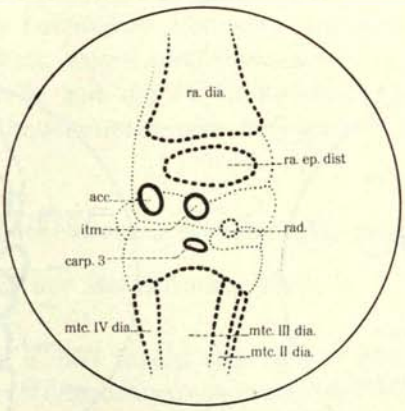
Textfig. 560



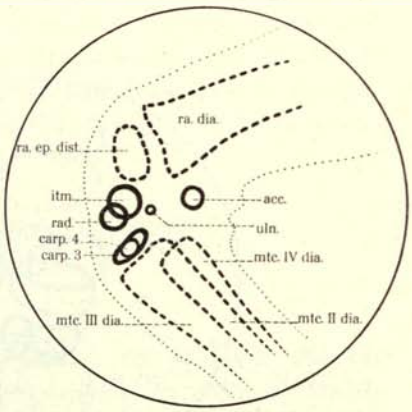
Textfig. 561



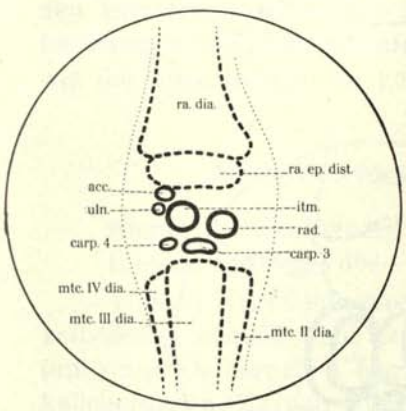
Textfig. 562



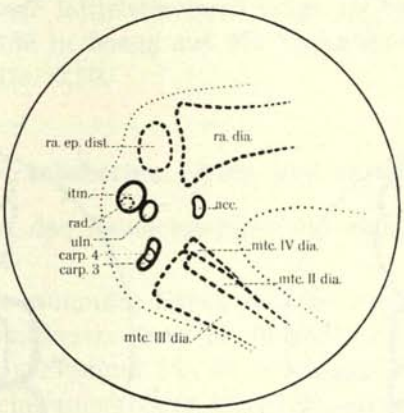
Textfig. 563



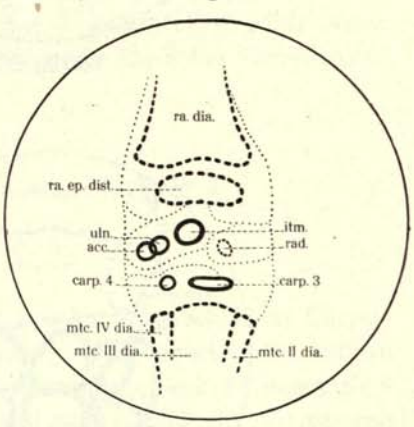
Textfig. 564



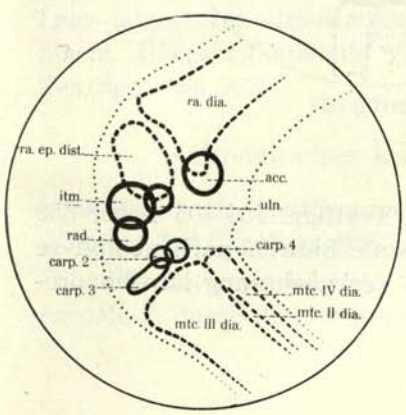
Textfig. 565



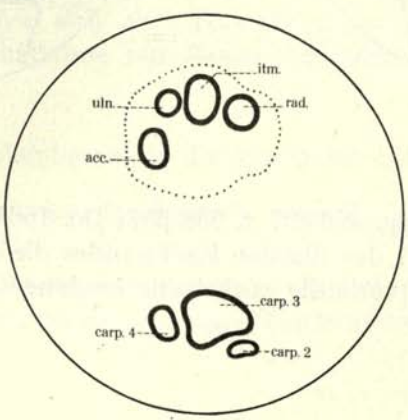
Textfig. 566



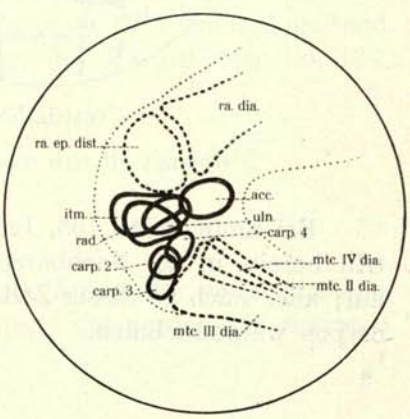
Textfig. 567



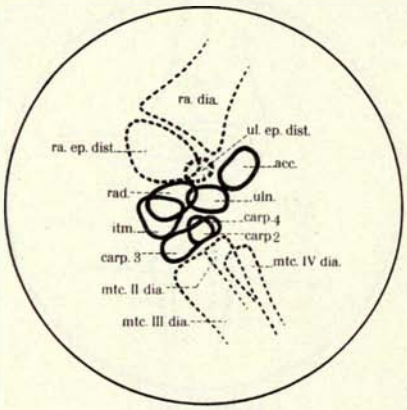
Textfig. 568



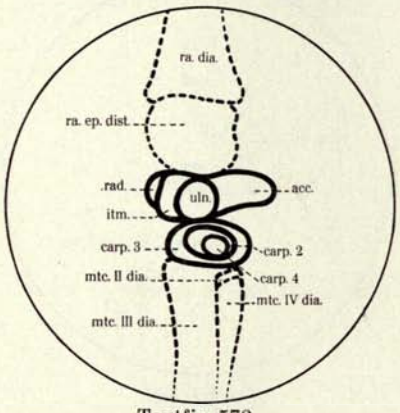
Textfig. 569



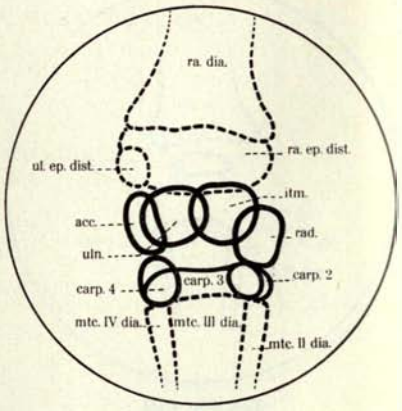
Textfig. 570



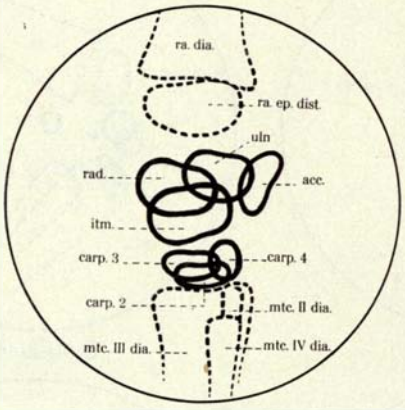
Textfig. 571



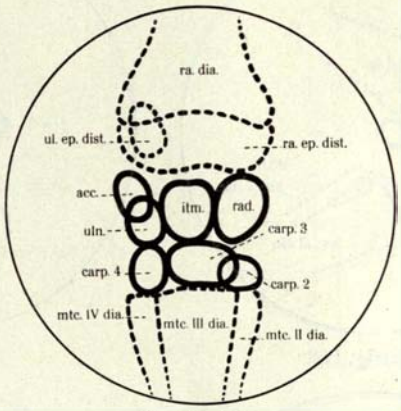
Textfig. 572



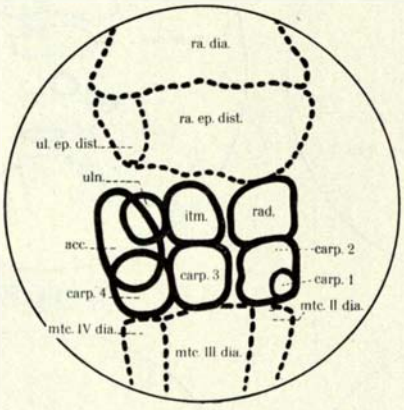
Textfig. 573



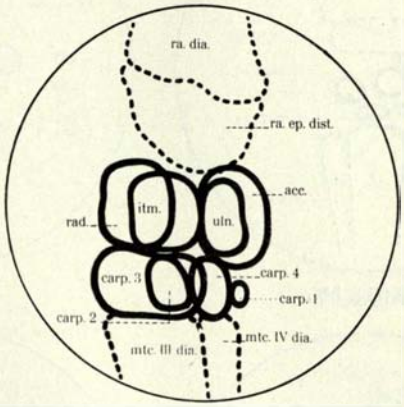
Textfig. 574



Textfig. 575



Textfig. 576



Textfig. 577

Bei Embryo Do. 135, Textfigg. 396/397 u. 556/557; Do. 16676, Textfigg. 404/405 u. 558/559 tritt bereits in der Nachbarschaft des distalen Radiusendes die distale Röhrenknochenepiphyse auf; aber auch zu dieser Zeit ist vorläufig noch keine beginnende Verknöcherung im Chondrocarpus wahrzunehmen.

Auftreten eines knöchernen Accessorium, Intermediale und Radiale im Carpus

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen acc., itm., rad.,
speziell Textfigg. 560—561.

Im knorpeligen Carpus von Do. 0.20, Textfigg. 560/561 erkennt man bereits in drei Knorpelelementen einen umsichgreifenden Verknöcherungsprozess, nämlich im Accessorium, Intermediale und Radiale (vide Seitenflächen-, namentlich aber Frontflächenaufnahmen; acc., itm., rad.).

Am stärksten verknöchert ist das Os accessorium, dann folgen das Intermediale und Radiale, das noch als unscharf abgegrenzter, wolkiger Verdichtungskern bei der Durchschau der Aufnahmefilme auftritt.

Eine Anlage für das Ulnare ist noch nicht festzustellen.

Die distale Reihe der Carpalknochenanlagen zeigt beim vorliegenden Stadium noch keine Ossifikationskerne, während in der proximalen Reihe der knorpelig vorgebildeten Knochenanlagen der Ossifikationsprozess bereits bestimmte Elemente ergriffen hat und in einzelnen Anlagen deutliche Knochenkerne entwickelt, wobei das Accessorium zuerst, das Intermediale an zweiter und das Radiale an dritter Stelle mit einem Verknöcherungspunkt aufrückt. Die proximale Reihe der Anlagen der Carpalknochenelemente verknöchert darnach vor der distalen Reihe der Anlagen.

Auftreten eines Knochenkernes im knorpelig präformierten Carpale 3

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung carp. 3,
speziell Textfigg. 562—563.

Bei Do. 139, Textfigg. 562 u. 563 macht sich in der distalen Reihe der Anlagen für die Elemente des Carpus unter dem Verknöcherungspunkte des Os intermediale ein weiterer Ossifikationskern bemerkbar, der zu den verknöcherten Elementen im Carpus des Esels Do. 0.20 neu hinzutritt und zufolge seiner mittelständigen Lage als Carpale 3 gedeutet werden muss. Im übrigen zeigt Embryo Do. 139 in bezug auf die Verknöcherung ganz ähnliche Verhältnisse wie der eben behandelte Fall Do. 0.20.

Auftreten eines verknöcherten Ulnare und verknöcherten Carpale 4

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen uln. und carp. 4,
speziell Textfigg. 564—567.

Weitere Knochenkerne, die nunmehr folgen und die Verknöcherung allmählich im Carpus vollständig machen, sind Ossifikationszentren im bisher noch nicht verknöcherten Os ulnare (uln.) und Os carpale 4 (carp. 4). Stadium Do. 66, Textfigg. 564/565 veranschaulicht diese Verknöcherungen. Zu den Verknöcherungskernen im Intermedium und Radiale tritt in der oberen Lage der Anlagen ein Ossifikationspunkt im späteren Ulnare auf, während in der unteren Lage lateral von der Hauptachse sich eine Verkalkung im zukünftigen Os carpale 4 geltend macht. Übereinstimmende Verhältnisse mit diesen Befunden zeigt der Carpus von Do. 134, Textfigg. 566/567.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage des Os carpale 2

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung carp. 2,
speziell Textfigg. 568—577.

Der noch ausstehende Verknöcherungspunkt in der knorpeligen Anlage für das spätere Os carpale 2, durch dessen Entwicklung die Zahl der Knochenelemente in der vorderen Fusswurzel

vollständig wird, erscheint in der Extremität des Esels Do. 143, Textfigg. 568/569. Durch das Auftreten eines Verknöcherungspunktes in der Anlage des Carpale 2 erhält die distale Reihe der Carpalknochenanlagen in der Ossifikation ihre Komplettierung. Sämtliche Knorpelanlagen des Carpus (mit Ausnahme des nicht immer vorhandenen und nicht regelmässig isoliert auftretenden Knochenkernes für das Carpale 1) sind nunmehr in die Verknöcherung einbezogen worden.

Die folgenden Stadien zeigen nur einen weiteren Fortgang der bereits eingeleiteten Verkalkungsprozesse, indem einzelne Elemente dieser gegenseitig bei ihrer Vergrösserung in Berührung treten, dabei ihre isolierten Stellungen verlieren und schliesslich den ganzen Raum zwischen dem Endteil des Unterarms und des Mittelfusses ausfüllen (Do. 92, Textfig. 570; Do. 63, Textfig. 571; Do. 140, Textfigg. 572/573; Do. 16714, Textfigg. 574/575 und Do. 103, Textfigg. 576/577).

Auftreten eines knöchernen Carpale 1 und Carpale 5 im Carpus

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung carp. 1,
speziell Textfigg. 576/577, 468/469.

Durch Ausbildung eines sehr kleinen Knochenkernes gelangt die Anlage für ein weiteres zukünftiges Knochenelement im Carpus bei Eselfohlen Do. 103, Textfigg. 576/577 und 468/469 zur Verknöcherung. Es ist das knorpelig präformierte Os carpale 1, das bei diesem Tier selbständig durch die Ausbildung eines Ossifikationszentrums in der Knorpelanlage knöchern auftritt.

In einem einzigen Fall gelang es uns, auch die Anwesenheit eines *Carpale 5* beim Esel nachzuweisen. Es sei an dieser Stelle auf Do. 131, Originalfilm 235 und auf die Tafel XXVI, Fig. 6, welche sich auf den nämlichen Fall bezieht, hingewiesen (vide Reproduktion auf Tiefdrucktafel; in der Legenden-Durchpause versehentlich nicht angegeben).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Basipodium-Anlage der Vorderextremität des Esels Textfigur 751 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

e) Die Metapodium-Verknöcherung (Vordermittelfuss)

Zufolge der grossen Ähnlichkeit, welche in der Verknöcherung des Metapodiums in der Vorder- (wie übrigens auch Hinter-) Extremität zwischen den Eseln und Pferden besteht, kann dieser Abschnitt hier sehr kurz behandelt werden, da eine eingehendere Darstellung bereits bei der Besprechung der Pferdegliedmassen erfolgt ist.

Das Auftreten einer knöchernen Diaphyse im Haupt- und in den beiden Nebenstrahlen des Metapodiums

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen mtc. III dia., mtc. IV dia. und mtc. II dia., speziell Textfigg. 578—593.

Auf den frühesten uns zu Gebote stehenden Stadien (Do. 113, Textfig. 334) der Extremitätenentwicklung konnten wir nur die Diaphyse des Hauptstrahles in Form eines schmalen, kurzen Knochenstäbchens auf unseren Aufnahmen, die die Extremität ausschliesslich in der Seitenlage wiedergeben, entdecken. Die noch ausserordentlich schwach entwickelten Anlagen der Nebenstrahlen, deren Projektion zufolge der Seitenlage der Extremitäten leicht mit derjenigen des Hauptstrahles zusammenfällt, lassen eine sichere Beurteilung der geweblichen Beschaffenheit unter Anwendung der Röntgentechnik kaum zu.

In verknöchertem Zustand liegen dagegen sicher die Diaphysen des Haupt- und der beiden Nebenstrahlen IV und II auf Stadien Do. 55, Textfigg. 578/579, vor, wo die ausserordentlich feinen Knochensplintchen als Nebenstrahlen in der Nähe des Hauptstrahles zu beiden Seiten und isoliert von diesen auftreten.

Das weitere Auswachsen der drei Komponenten illustrieren folgende Fälle mit den entsprechenden Bildern: Do. 0.76, Textfigg. 354/355 und 580/581; Do. 16684, Textfigg. 362/363; Do. 16720, Textfigg. 582/583; Do. 16687, Textfigg. 386/387.

Auftreten eines Rudimentes bzw. einer Knochenanlage für einen weiteren Nebenstrahl (Metacarpale V)

In einem vereinzelten Fall gelang es uns auf Grund röntgenologischer Untersuchung ein deutliches knöchernes Element lateral vom Metacarpale IV nachzuweisen, das wir als sich verknöchernder Restbestandteil eines Metacarpale V ansprechen müssen. Dieser seltene Befund, der bei der Untersuchung der Extremitätenknochen des Esels Do. 131 gemacht worden ist, und der durch den Originalfilm Nr. 235, sowie der Reproduktion auf Tafel XXVI, Fig. 10, belegt werden kann, begegnet im Carpus gleichsam einer Stütze durch das im vorigen erwähnte, als Carpale 5 ausgegebene Knochenelement.

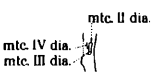
Saarni äussert sich über die Verknöcherung der Diaphysen im Metatarsus bei den Pferden dahin, dass die Verknöcherung in den Metatarsalanlagen zu gleicher Zeit wie in den Metacarpalanlagen auftrete. Er findet aber keine Spur eines Metacarpale V und I, worin er mit Rosenberg (1874), der ebenfalls keine Metatarsalknochenanlage feststellen konnte, übereinstimmt.

Textfigg. 578—593

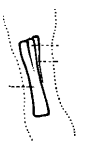
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Metapodium (Metacarpus) beim **Esel** (Vordermittelfuss-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



Textfig. 578



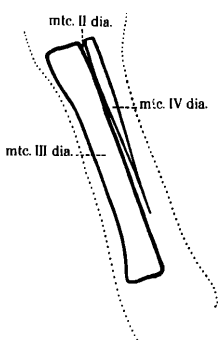
Textfig. 579



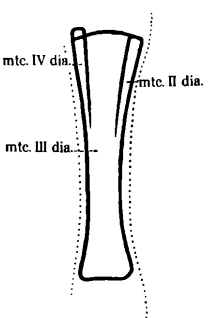
Textfig. 580



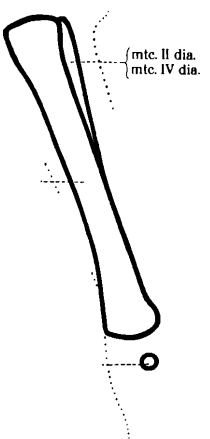
Textfig. 581



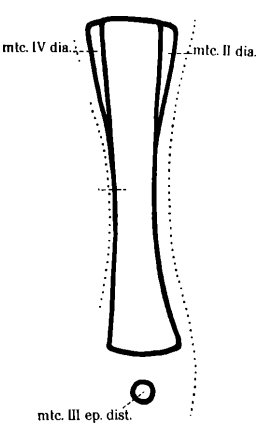
Textfig. 582



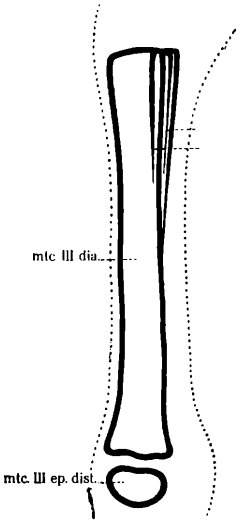
Textfig. 583



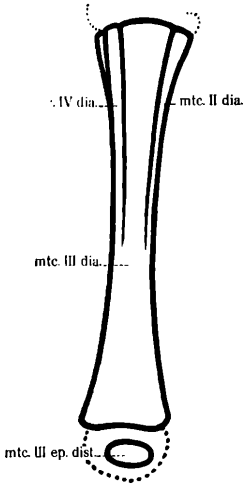
Textfig. 584



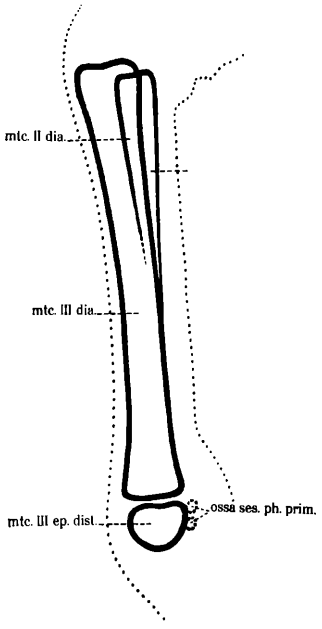
Textfig. 585



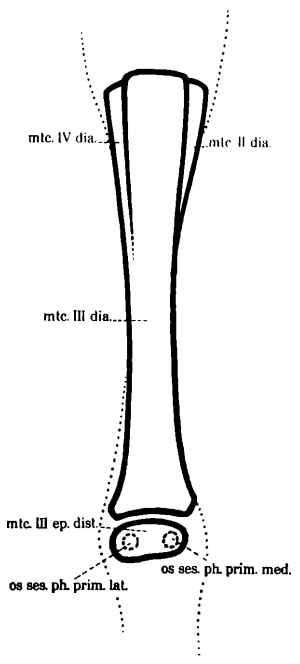
Textfig. 586



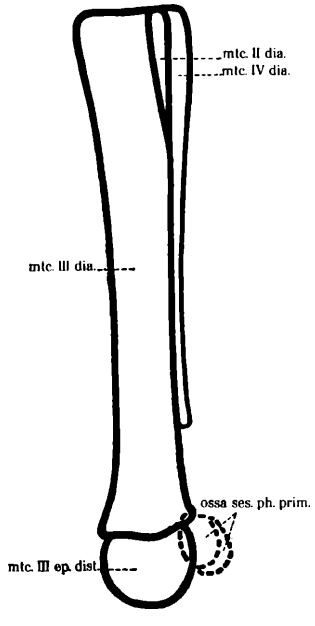
Textfig. 587



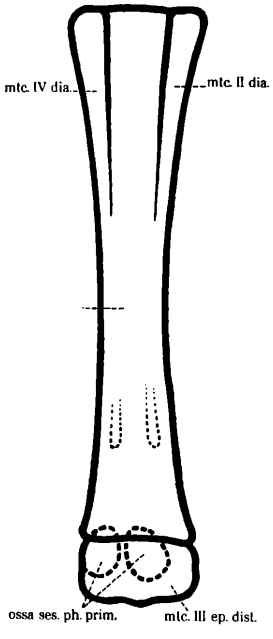
Textfig. 588



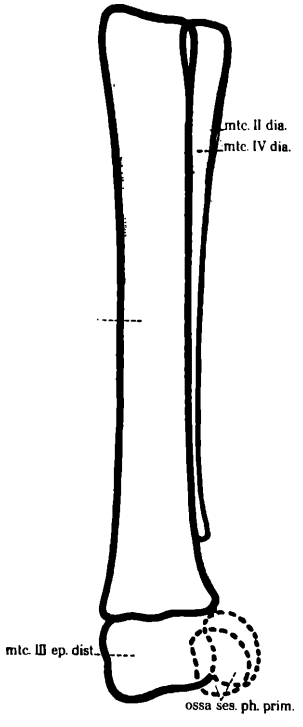
Textfig. 589



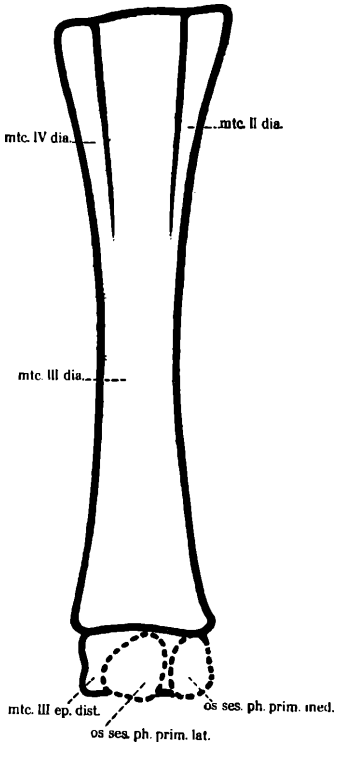
Textfig. 590



Textfig. 591



Textfig. 592



Textfig. 593

Das Auftreten eines Knochenpunktes in der knorpeligen Anlage der distalen Epiphyse des Hauptstrahls

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung mtc. III ep. dist., speziell Textfigg. 584—593.

Erst nachdem sich die Diaphysen zu relativ ansehnlichen Knochenstäben entwickelt haben, tritt am Hauptstrahl (mtc. III dia.) die distale Epiphyse in verknöchertem Zustand auf (Do. 16698, Textfigg. 584/585). Der Knochenkern wächst, wie die Stadien Do. 0.20, Textfigg. 586/587; Do. 66, Textfigg. 588/589; Do. 132, Textfigg. 590/591, zeigen, in der Folge zur typischen knöchernen Epiphyse aus (Do. 103, Textfigg. 592/593).

Das Auftreten von distalen knöchernen Epiphysen an den Nebenstrahlen-Diaphysen IV und II im Metacarpus

Auch bei den Eseln haben wir in Form eigener, selbständig auftretender Knochenkerne die distalen Epiphysen der Nebenmittelfußstrahlen auftreten sehen. Sie erscheinen anfänglich als verdickte Endteile der Griffelbeine, sind aber von diesen noch durch eine deutliche Knorpelfuge getrennt. Gegenüber den knöchernen distalen Epiphysen der Hauptstrahlen fanden wir sie bei den Eseln in der Vorderextremität, wie übrigens auch in der Hinterextremität etwas später als diese Knochen abgesetzt. Als Belegmaterial dienen die Fälle mit den Originalfilmen bezw. Reproduktionen Do. 87, Platte 246 und 248; Do. 147, Platte 165; Do. 16749, Platte 134 (Kern zeigt allerdings nur undeutlich die Knochenstruktur im Originalfilm); Do. 131, Platte 233 und Do. 90, Platten 43 u. 44.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Metapodium-Anlage der Vorderextremität des Esels Textfigur 753 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

f) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen)

Auftreten eines Knochenpunktes in der knorpeligen Endphalanx

Hierzu die Textfigur mit der Bezeichnung ph. tert.,
Textfig. 334.

Der erste Knorpelkern, der im knorpeligen Zehenskelett auftritt und den andern Ossifikationen vorauseilt, ist der knöcherne Endphalangenkern (Do. 113, Textfig. 334). Grund- und Mittelphalange sind bei Esel Do. 113 noch nicht verknöchert.

Auffallend ist das frühe Auftreten des Knochenkernes für die Endphalanx in der Acropodium-Verknöcherung. Es mag diese Erscheinung doch wohl in erster Linie im Zusammenhang mit dem ganzen Bau der Extremitätenspitze bei den Huftieren und im besonderen bei den Equiden stehen. Die physiologisch hohen Anforderungen, welche gerade an diesen Teil des Acropodium mit Eintritt des Tieres in das extrauterine Leben gestellt werden, lassen ein möglichst frühzeitiges Einsetzen der Entwicklung, die rasche Annäherung der Anlage zur definitiven Form als opportun erscheinen. Wenn mit Rücksicht auf die Phylogenie M. Weber sagt, «es ist deutlich, dass solch kompliziertes Gebilde nicht in einem Gusse entstand», so darf auch gesagt werden, dass es in der Ontogenie auch zahlreicher Einzeletappen bedarf, um das komplizierte Organ mit den vielen ihm eigenen Bestandteilen auszurüsten. Die Grundlage des Ganzen aber bildet unbedingt der Knochenteil. Diesen frühzeitig zu ossifizieren, steht sowohl im Interesse der Hufbildung wie auch im Interesse der ganzen übrigen Extremität. «Da die Equiden die einzigen Säuger sind, deren Extremitäten nur einen Finger haben, auf dessen Spitze die Körperlast ruht, so muss hier die Nagelbekleidung, die wir Huf nennen . in höchster Ausbildung sich vorfinden» (M. Weber). Nur so vermag der Huf der Anforderung zu genügen, einem schnellfüssigen Tier Auftreten und Stützen zu ermöglichen.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der Grundphalangendiaphyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. prim. dia., Textfigg. 594—599 bzw. 619.

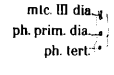
Dem Endphalangenknochenkern folgt ein Knochenpunkt in der Grundphalanx. Beide Kerne finden wir auf Stadium Do. 55, Textfigg. 594/595, vor, den Verknöcherungspunkt für die Diaphyse der Grund- und denjenigen für die Endphalanx. Das nämliche Verhalten demonstrieren auch die beiden nachfolgenden Fälle der Extremitätenentwicklung bei Do. 0.76 und Do. 16710, wo ebenfalls nur die Grund- und Endphalanx in knöcherner Anlage, aber weiter entwickelt, vorhanden sind (Do. 0.76, Textfigg. 596/597; Do. 16710, Textfigg. 598/599).

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der Mittelphalangendiaphyse

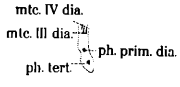
Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. sec. dia., speziell Textfigg. 596—603, bezw. 619.

Textfigg. 594—619

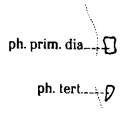
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Acropodium (Zehenskelett) in der Vorderextremität des **Esels** (Phalangen-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



Textfig. 594



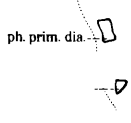
Textfig. 595



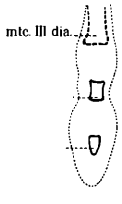
Textfig. 596



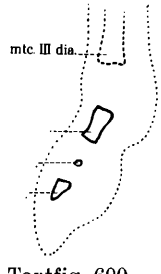
Textfig. 597



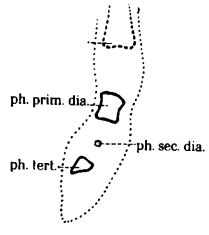
Textfig. 598



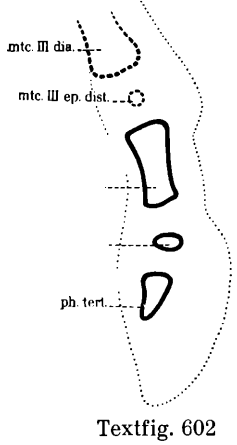
Textfig. 599



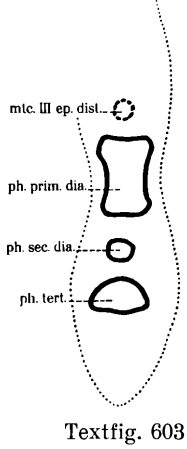
Textfig. 600



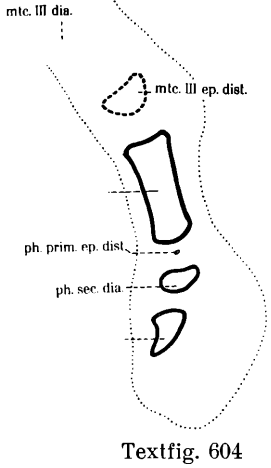
Textfig. 601



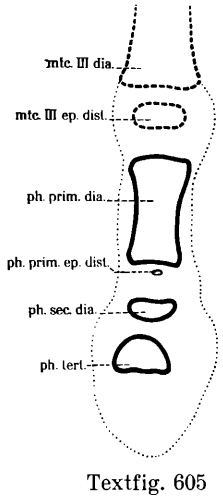
Textfig. 602



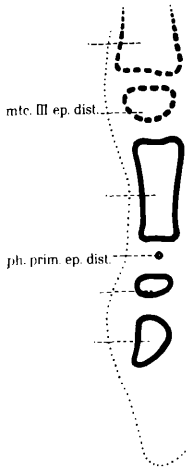
Textfig. 603



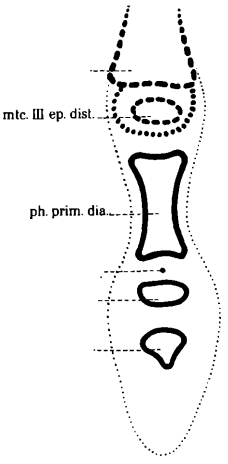
Textfig. 604



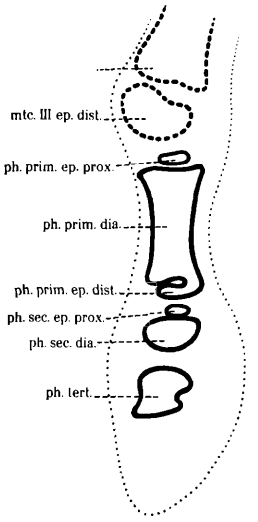
Textfig. 605



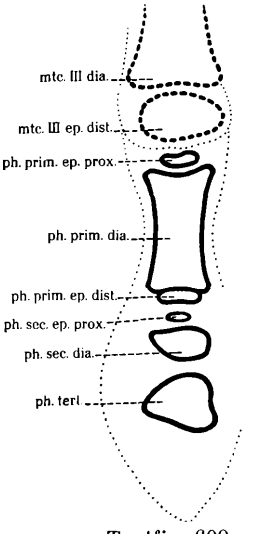
Textfig. 606



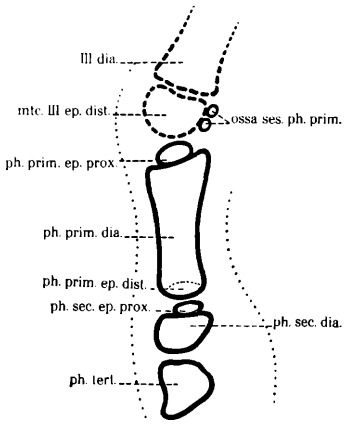
Textfig. 607



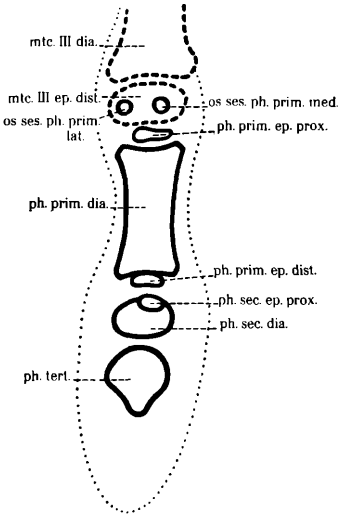
Textfig. 608



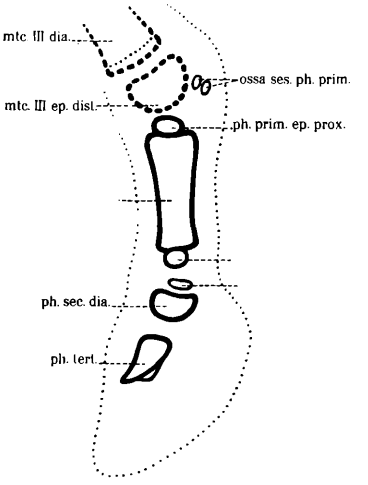
Textfig. 609



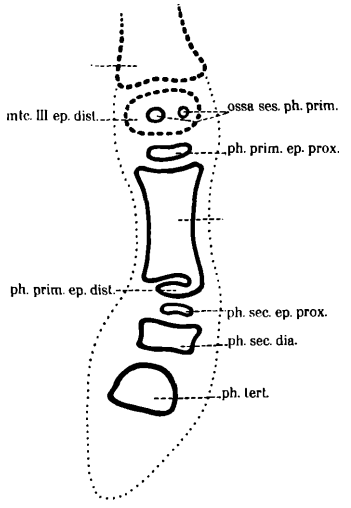
Textfig. 610



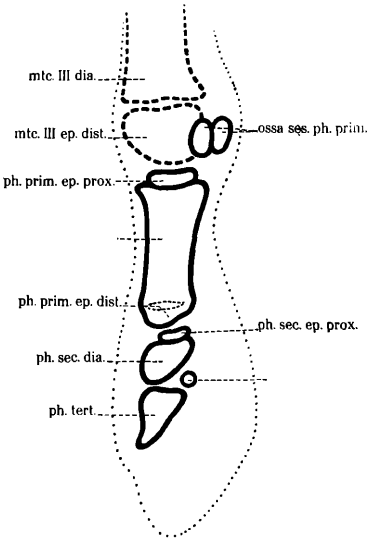
Textfig. 611



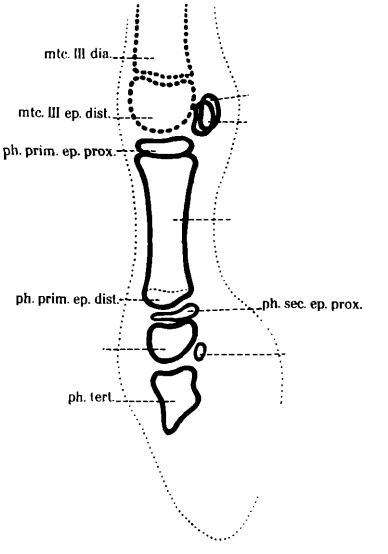
Textfig. 612



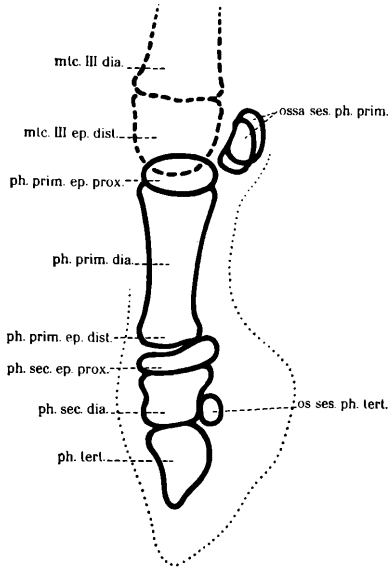
Textfig. 613



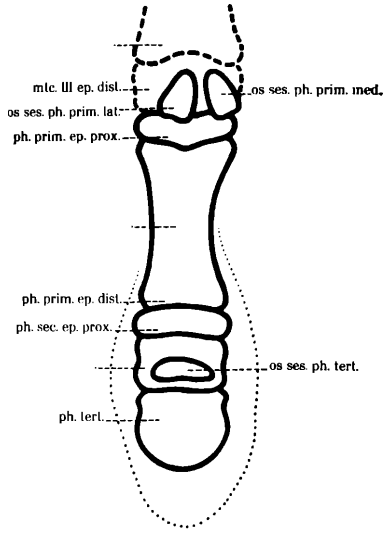
Textfig. 614



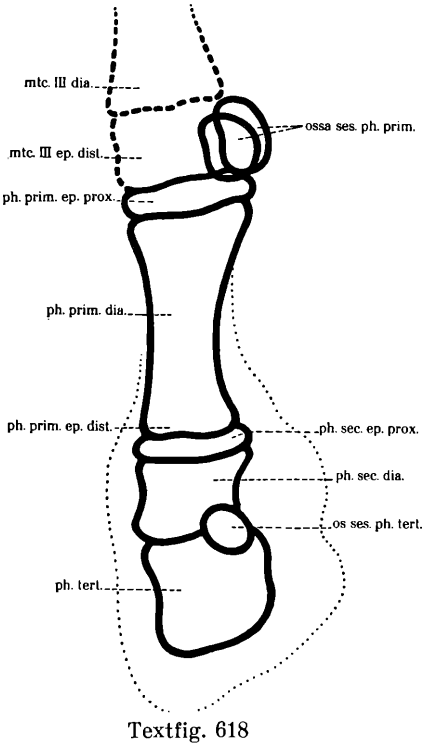
Textfig. 615



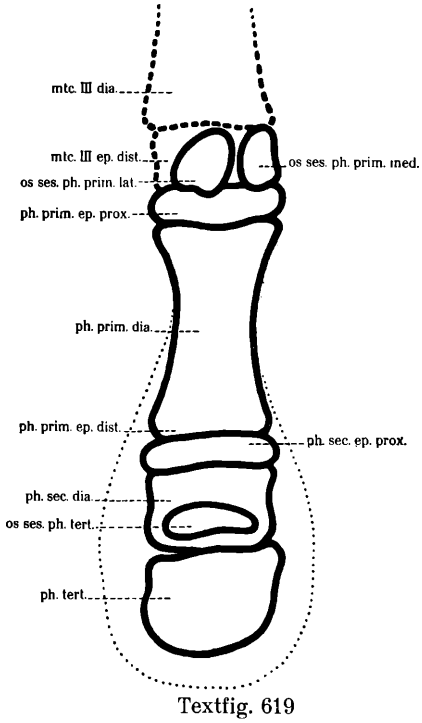
Textfig. 616



Textfig. 617



Textfig. 618



Textfig. 619

Als dritter Diaphysenkern im Zehenbereich tritt knöchern die Mittelphalangendiaphyse auf. Die Mittelphalanx, die auch auf den Stadien Do. 81, Textfigg. 350/351; Do. 0.76, Textfigg. 596/597; Do. 16710, Textfigg. 598/599, noch nicht vorhanden ist, tritt zuerst in der Vorderextremität von Do. 16684, Textfigg. 600/601, auf, wo die knöcherne Anlage als kleines punktartiges Zentrum im Knorpelgewebe erscheint. Sie tritt aber gegenüber der knöchernen Diaphysenanlage der Grund- und Endphalanx stark zurück, während diese schon beträchtlich an Grösse zugenommen haben, indem die Grundphalanx einen relativ ziemlich dicken Knochenzylinder repräsentiert und die Endphalanx einen in distaler Richtung zugespitzten verknöcherten Gewebezapfen bildet, der nach der proximalen Seite hin flach abgeplattet erscheint.

Auch auf den folgenden Stadien (Do. 16734, Textfigg. 366/367; Do. 16720, Textfigg. 370/371; Do. 16696, Textfigg. 374) sowie bei Do. 146, Textfigg. 398/399 und Do. 16698, Textfigg. 602/603, wo besonders noch das starke Anwachsen der Grundphalangendiaphyse in longitudinaler Richtung und das starke Breitenwachstum der Endphalangendiaphyse in ihrem proximalen Teil zu erwähnen ist, bleibt der Verknöcherungspunkt für die Diaphyse der Mittelphalanx noch relativ klein, nimmt dann aber in dem Moment an Breite zu, wo der distale Epiphysenkern der Grundphalanx als kleiner Ossifikationspunkt im Interspatium zwischen den beiden verknöcherten Diaphysen der Phalanx I und III wahrzunehmen ist.

Auftreten einer knöchernen distalen Epiphyse an der Grundphalanx

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. prim. ep. dist.,
speziell Textfigg. 604—607, bezw. 619.

Unter den epiphysären Verknöcherungen ist zuerst die Ossifikation in der knorpeligen Anlage der distalen Grundphalangendiaphyse namhaft zu machen. Ein knöcherner distaler Epiphysenkern der Grundphalanx tritt uns zum erstenmal in der Vorderextremität des Esels Do. 16676, Textfigg. 604/605 entgegen. Ähnliche Verhältnisse sind auch in der Extremität des Esels Do. 0.20, Textfigg. 606/607, wahrzunehmen.

Auftreten einer knöchernen proximalen Grundphalangen- und einer knöchernen proximalen Mittelphalangenepiphyse

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ph. prim. ep. prox. und ph. sec. ep. prox.,
speziell Textfigg. 608—619.

Auf den ersten Knochenkern in der knorpeligen Anlage der distalen Epiphyse der Grundphalanx folgen im Stadium Do. 139 zwei neue epiphysäre Verknöcherungspunkte (Textfigg. 608/609). Es sind dies Knochenkerne in den Knorpelanlagen der proximalen Grundphalangenepiphyse und der proximalen Mittelphalangenepiphyse. Währenddem diese beiden neuen Epiphysenkerne bei Do. 139 noch als von der Diaphyse isolierte Knochenkerne auftreten, so findet man den distalen Grundphalangenepiphysenkern bereits teilweise mit der Diaphyse der Grundphalanx verschmolzen (vide namentlich Seitenflächenansicht Textfig. 608).

Auf den Stadien Do. 66, Textfigg. 610/611; Do. 134, Textfigg. 612/613; Do. 143, Textfig. 614; Do. 92, Textfig. 615; Do. 147, Textfigg. 616/617; Do. 103, Textfigg. 618/619 können nur die drei epiphysären Knochenelemente in ihrem weiteren Verhalten zu den Diaphysen der Phalangen verfolgt werden.

Bei Do. 143 ist die distale Knochenepiphyse der Grundphalanx bereits in die Diaphyse einbezogen. Das röntgenologische Bild lässt den eingetretenen und zum Teil schon durchgeführten Verschmelzungsprozess noch nachweisen. Das nämliche ist der Fall bei Do. 92.

Bei Do. 147 (Textfigg. 616/617) ist die Verschmelzung der distalen Grundphalangenepiphyse mit der Diaphyse der Basalphalange bereits eine komplette. Do. 103 gibt das aus Diaphyse und distaler Epiphyse hervorgegangene Element als eine einheitliche mit der proximalen knöchernen Epiphyse versehene Anlage wieder (Textfigg. 618/619).

Die knöcherne proximale Epiphyse der Grundphalanx und die knöcherne proximale Epiphyse der Mittelphalanx behalten ihre Selbständigkeit gegenüber den Diaphysen zunächst noch bei. Sie liegen den letzteren eng an und haben sich auch in ihrem Umfang ihnen angepasst.

Auftreten der knöchernen oberen Sesambeine

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ossa ses. ph. prim., bzw. os ses. ph. prim. lat. und os ses. ph. prim. med.,
speziell Textfigg. 610—619.

Von den oberen und unteren Sesambeinen verknöchern jene auch in den Vordergliedmassen der Esel zuerst. Wir sehen sie bei Do. 66 (Textfigg. 610/611) zum erstenmal und später bei Do. 134, Textfigg. 612/613, auftreten und in der Höhe der distalen Metacarpalepiphyse in Form von zwei getrennten Knochenkernen erscheinen. Sie wachsen später zu ansehnlichen Knochenanlagen aus (Do. 140, Textfigg. 432/433; Do. 147, Textfigg. 616/617 und Do. 103, Textfigg. 618/619).

Auftreten eines knöchernen Strahlbeines

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung os ses. ph. tert.,
speziell Textfigg. 614—619.

Das Strahlbein wird in verknöchertem Zustand erst etwas später als die verknöcherten oberen Sesambeine angetroffen. Wir treffen es zum erstenmal bei Do. 143, Textfig. 614, auf den Aufnahmen von den Vorderextremitäten in Seitenlage in verknöchertem Zustand an, auf einem spätern Stadium bei Do. 92, Textfig. 615. Das Strahlbein ist hier auf der Hinterseite der Skelettanlagen aufzufinden, und zwar in Form eines rundlich umgrenzten Kernes an der Stelle, wo Mittelphalangendiaphyse und Endphalanx zusammenstossen. Auf den Aufnahmen von den Gliedmassenteilen in Frontflächenlage erscheint die Verknöcherung als quergestellter kurzer Stab über der distalen Kante der Mittelphalanx (Do. 140, Textfig. 433; Do. 147, Textfig. 617 und Do. 103, Textfig. 619).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Acropodium-Anlage der Vorderextremität des Esels Textfigur 755 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

2. Die Verhältnisse in der Hinterextremität

a) Die Stylopodium-Verknöcherung (Oberschenkel)

Auftreten der knöchernen Diaphysenanlage

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. dia.,
speziell Textfigg. 620—626, bezw. 644.

Auf den Frühstadien der Extremitätenentwicklung (Do. 113, Textfig. 335; Do 0.24, Textfig. 621) unterscheidet sich die im Diaphysenteil verknöchernde Femurknochenanlage nicht wesentlich von dem aus dem Knorpelstadium heraustretenden Humerusschaft. Bald aber übertrifft sie in ihrer Längenentwicklung den ihr entsprechenden Knochen in der Vorderextremität (Do. 16742, Textfigg. 344/345 u. 622; Do. 0.76, Textfigg. 356/357 u. 623; Do. 16684, Textfig. 624; Do. 16720, Textfigg. 372/373 u. 625/626), wobei sie aber ein geringeres Dickenwachstum aufweist und eine gewisse Schlankheit bewahrt. Schon relativ frühzeitig zeichnet sich an ihrem distalen Ende die Basis des Trochanter major ab, die aus dem Diaphysenteil immer deutlicher heraustritt (Do. 16684, Textfig. 624; Do. 16720, Textfigg. 625/626; Do. 16746, Textfig. 383).

Auftreten eines Knochenkernes in der distalen knorpeligen Epiphysenanlage des Femurknochens

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. ep. dist., speziell Textfigg. 627–644.

Im Oberschenkel tritt zuerst in der distalen Epiphysenanlage ein Knochenkern auf (Do. 16687, Textfigg. 627/628), der sich vergrössert (Do. 115, Textfig. 629), seine rundliche Form

Textfigg. 620—644

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Stylopodium (Oberschenkelbein) beim **Esel** (Femur-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^{2}/_{5}$ nat. Grösse.



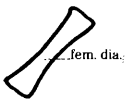
Textfig. 620



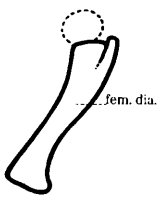
Textfig. 621



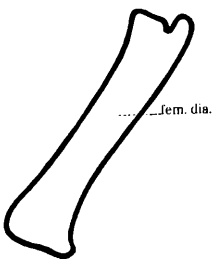
Textfig. 622



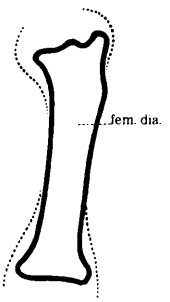
Textfig. 623



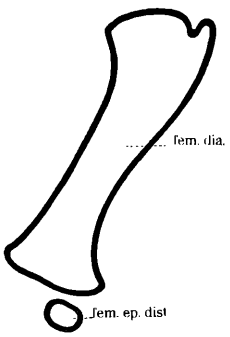
Textfig. 624



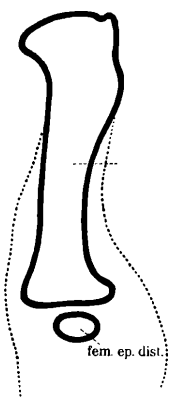
Textfig. 625



Textfig. 626



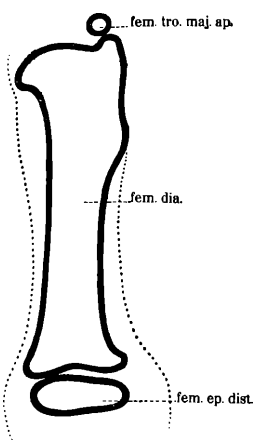
Textfig. 627



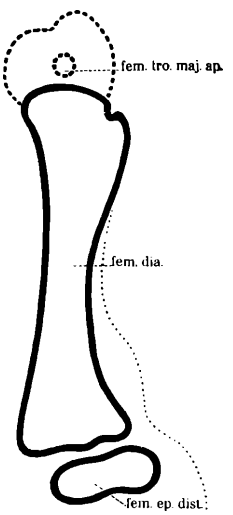
Textfig. 628



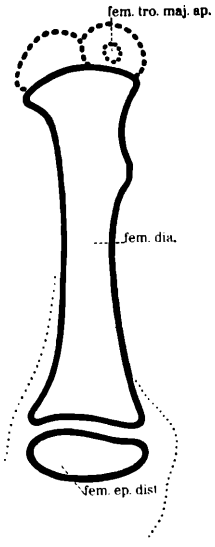
Textfig. 629



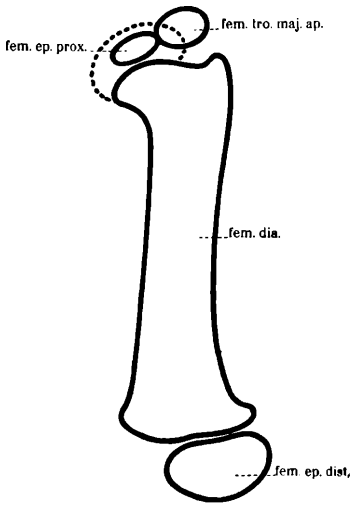
Textfig. 630



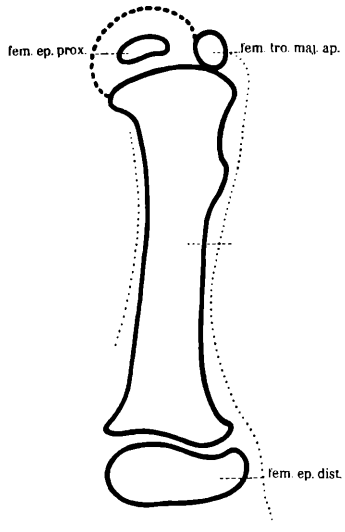
Textfig. 631



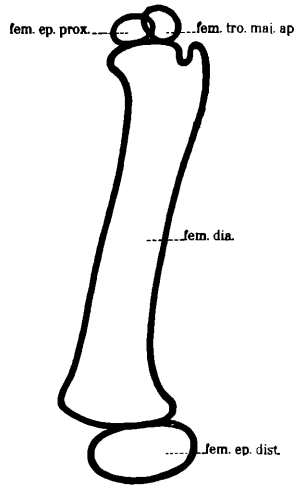
Textfig. 632



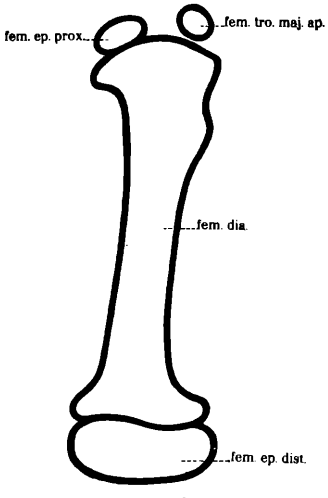
Textfig. 633



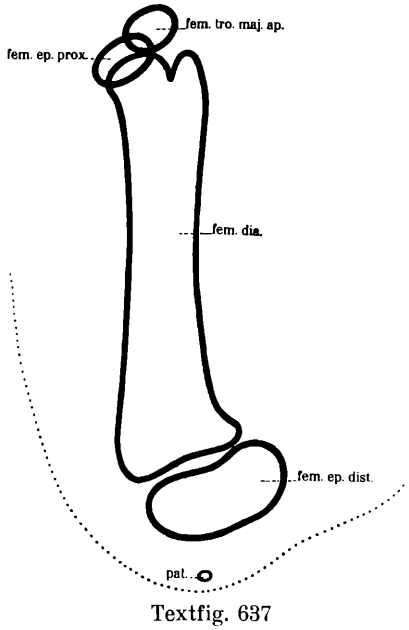
Textfig. 634



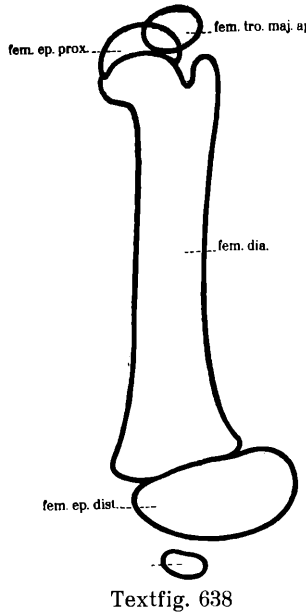
Textfig. 635



Textfig. 636



Textfig. 637

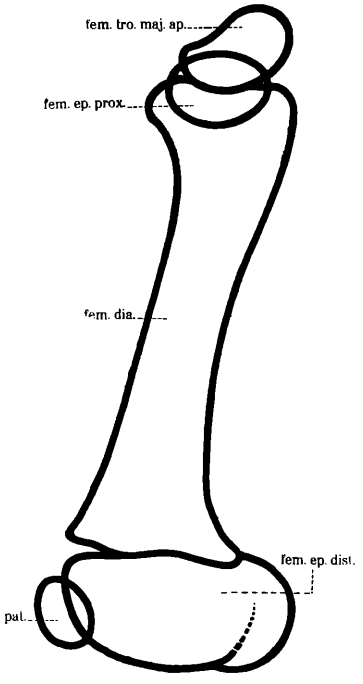


Textfig. 638

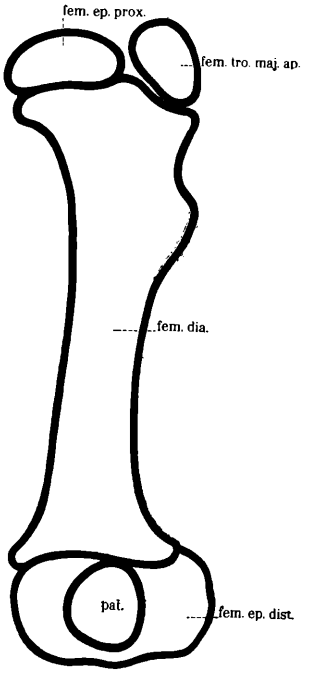
bald aufgibt (Do. 77, Textfigg. 402/403) und sich als flacher Kern unter die breite, distale Kante des an diesem Ende stark verbreiterten Diaphysenschaftes des Femurknochens legt (Do. 16676, Textfig. 630; Do. 0.20, Textfigg. 631/632; Do. 134, Textfigg. 422/423; Do. 143, Textfig. 637), hernach wieder mehr in distater Richtung sich entwickelt, um dann, wie Seitenansichten dartun — Do. 92, Textfig. 638; Do. 63, Textfig. 429 — besonders nach hinten eine bemerkenswerte Knochenmasse anzulegen.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der Trochanter major-Apophyse

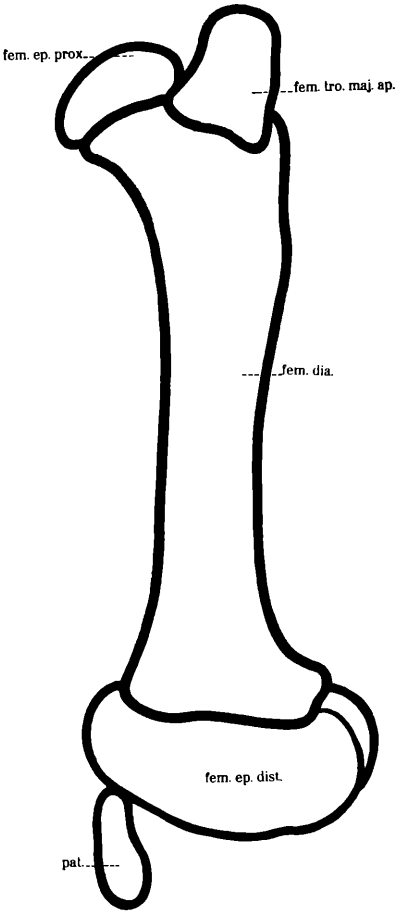
Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. tro. maj. ap., speziell Textfigg. 630—632, bezw. 644.



Textfig. 639



Textfig. 640



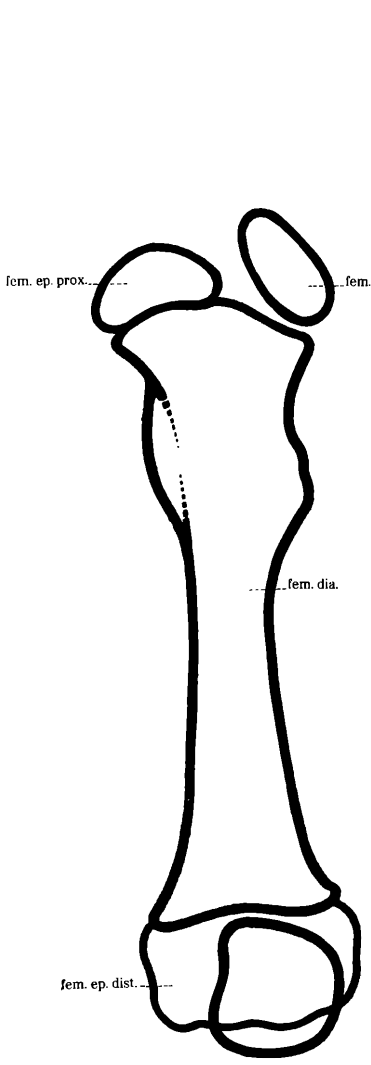
Textfig. 641

Auf die Verknöcherung der distalen Epiphyse des Femurknochens folgt die Anlage eines Knochenkernes, aus welcher der spätere Trochanter major am Femur hervorgeht (Do. 16676, Textfig. 630). Zuerst als alleinige Verknöcherung im proximalen Gewebeumkreis der knöchernen Diaphysenanlage auftretend (Do. 16676, Textfig. 630; Do. 0.20, Textfigg. 631/632), gesellt sich dem Kern bald ein Ossifikationspunkt in der knorpeligen Anlage des Gelenkkopfes hinzu.

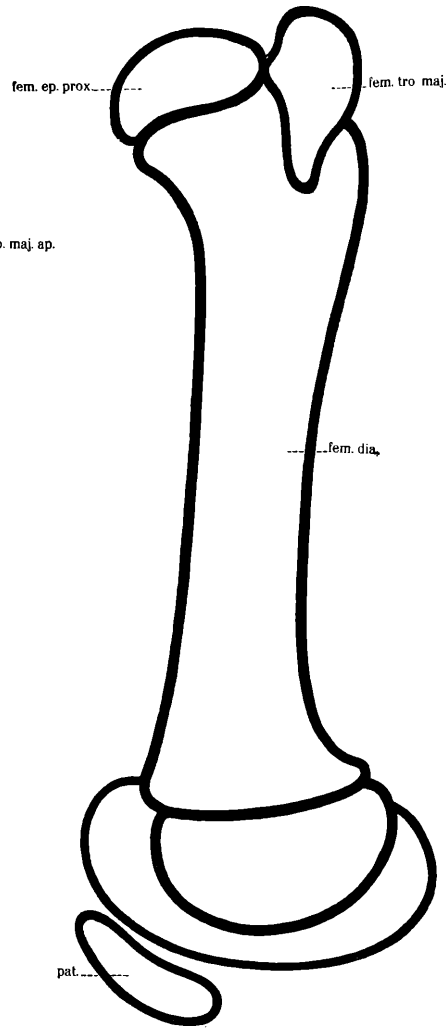
Auftreten eines Knochenkernes in der Knorpelanlage für den Gelenkkopf (proximale Femur-Epiphyse)

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fem. ep. prox., speziell Textfigg. 633–644.

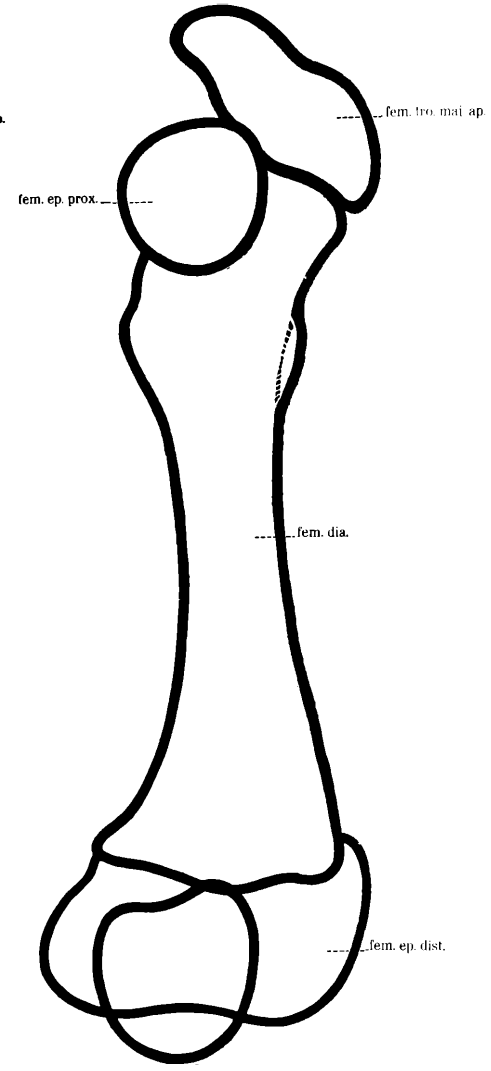
Ein weiterer Knochen neben der Verknöcherungsstelle für den späteren Trochanter major, der alsdann auftritt, ist ein Ossifikationspunkt in der Mitte der knorpeligen Anlage für den Femurgelenkkopf. Es ist der Knochenkern in der knorpeligen proximalen Femurepiphyse (Do. 139, Textfigg. 633/634). Dieser Knochenkern ist auf den Aufnahmebildern vom Oberschenkel in Seiten- und Frontflächenlage auch auf den folgenden Stadien deutlich wahrzunehmen (Do. 66, Textfigg. 635/336; Do. 134, Textfigg. 422/423; Do. 143, Textfig. 637; Do. 92, Textfig. 638). Trochanter major-Apophysenkern und proximaler Epiphysenkern des Oberschenkelknochens (Femurkopfverknöcherungspunkt) treten anfänglich als deutlich getrennte



Textfig. 642



Textfig. 643



Textfig. 644

Ossifikationszentren auf den Aufnahmebildern dem Beschauer entgegen. Später aber, wenn die Knochenkerne grösser geworden sind, projizieren sie sich auf den Bildern von Knochen in Seitenlage partiell übereinander und treten in Wirklichkeit auch in ihren basalen und median gelegenen Teilen an der Grenze gegen den knöchernen Diaphysenschaft hin einander näher.

Auftreten eines Knochenkernes in der bindegewebig präformierten Anlage der Patella

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung pat.,
speziell Textfigg. 637–644.

Einem Ossifikationszentrum in der Patella begegnen wir zum erstenmal in der Hinterextremität von Do. 143, Textfig. 637. Die Verknöcherung tritt zu einer Zeit auf, wo die Epiphysen- und Apophysenverknöcherung schon sehr starke Fortschritte gemacht hat und die distale Epiphyse des Femurknochens im besondern mehr und mehr sich der definitiven Gestalt nähert. Do. 92, Textfig. 638; Do. 63, Textfig. 429; Do. 86, Textfig. 431, veranschaulichen die allmähliche

Grössenzunahme des Knochenzentrums, und die allmähliche Ausgestaltung zur festen Knochenplatte wird durch die Fälle Do. 147, Textfigg. 639/640; Do. 16714, Textfigg. 454/455; Do. 132, Textfigg. 641/642 und Do. 103, Textfigg. 643/644 belegt.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Stylopodium-Anlage der Hinterextremität des Esels Textfigur 748 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

b) Die Zeugopodium-Verknöcherung (Unterschenkel)

Auftreten einer knöchernen Diaphyse in der Tibiaanlage

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. dia.,
speziell Textfigg. 645—667.

Die Tibiadiaphyse, die auf den frühesten Stadien etwas länger entwickelt ist als der Radius (Do. 113, Textfig. 335; Do. 55, Textfigg. 338/339 u. 645/646; Do. 16742, Textfigg. 344/345 u. 647/648), dann aber mit ihm eine Zeitlang annähernd dieselbe Länge innehält (Do. 16684, Textfigg. 364/365 u. 649/650; Do. 16720, Textfigg. 372/373), um ihn später an Längenmass zu übertreffen, zeigt von Anbeginn eine starke Breitenzunahme an den beiden Endteilen des Schaftes, während der mittlere Teil relativ schlank bleibt (Do. 16698, Textfigg. 392/393 u. 651/652; Do. 135, Textfigg. 398/399; Do. 77, Textfigg. 402/403).

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen proximalen Epiphysenanlage der Tibia

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. ep. prox.,
speziell Textfigg. 651 – 667.

Der erste Knochenkern in den Tibia-Epiphysenanlagen tritt in der proximalen Epiphyse auf (Do. 16698, Textfigg. 651/652). Er ist eine Zeitlang als einziger Kern im proximal gelegenen Gebiet der Tibiadiaphyse wahrzunehmen (Do. 115, Textfig. 395; Do. 77, Textfigg. 402/403). Die weitere Entwicklung des Knochenkernes illustrieren Do. 16676, Textfigg. 653/654; Do. 0.20, Textfigg. 655/656, u. a.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen distalen Epiphysenanlage der Tibia

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. ep. dist.,
speziell Textfigg. 653—667.

Der zweite Verknöcherungspunkt in den Epiphysenanlagen der Tibia ist ein Knochenkern in der Anlage der distalen Epiphyse, der anfänglich bei Do. 16676, Textfigg. 653/654 als ein unauffälliges Ossifikationszentrum erscheint, dann rasch zu einem in proximaler Richtung abgeflachten Verkalkungsherd sich entwickelt (Do. 66, Textfigg. 657/658; Do. 92, Textfig. 660; Do. 63, Textfig. 661), der bald die Randstellen der distalen Teile der verknöcherten Diaphyse erreicht (Do. 16714, Textfigg. 454/455; Do. 131, Textfigg. 662/663), unter Reduktion der zwischen Diaphyse und Kern vorhandenen Knorpelfuge.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage der Tuberositas tibiae-Apophyse

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tb. tub. ap.,
speziell Textfigg. 655—667.

Als dritter Knochenkern tritt ein Verknöcherungspunkt in der Tuberositas tibiae auf (Do. 0.20, Textfigg. 655/656; Do. 139, Textfigg. 414/415; Do. 66, Textfigg. 657/658; Do. 134

Textfigg. 645—667

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Zeugopodium (Unterschenkelskelett) beim **Esel** (Tibia/Fibula-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



Textfig. 645



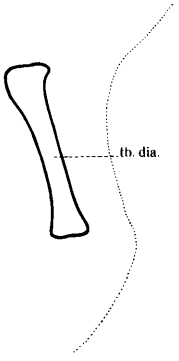
Textfig. 646



Textfig. 647



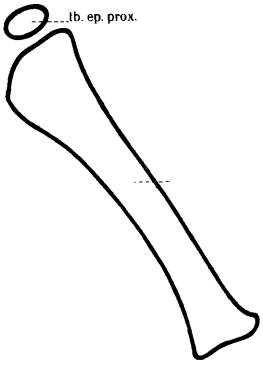
Textfig. 648



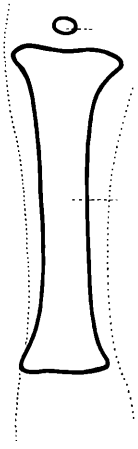
Textfig. 649



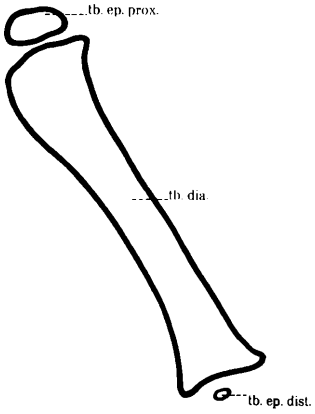
Textfig. 650



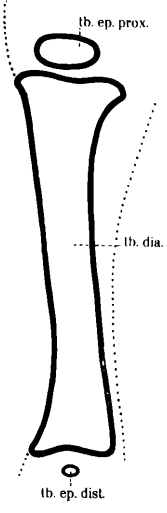
Textfig. 651



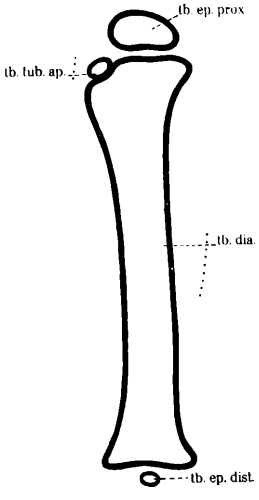
Textfig. 652



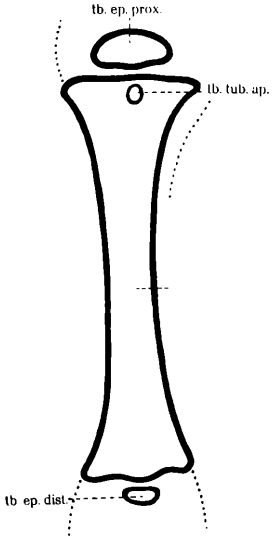
Textfig. 653



Textfig. 654

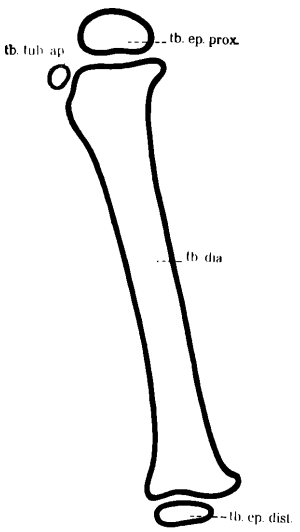


Textfig. 655

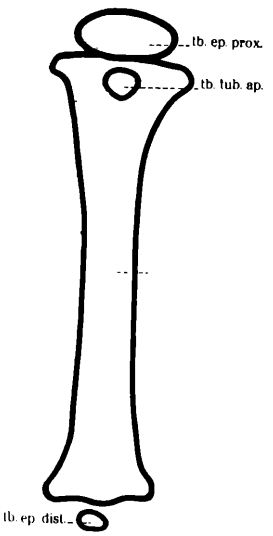


Textfig. 656

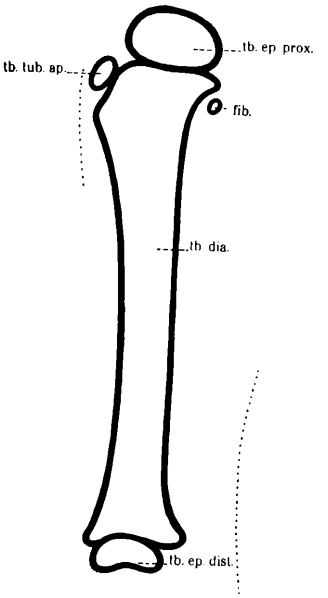
Textfigg. 422/423; Do. 143, Textfig. 659; Do. 92, Textfig. 660; Do. 63, Textfig. 429; Do. Fo. 147, Textfigg. 442/443; Do. 16714, Textfigg. 662/663; Do. 131, Textfigg. 664/665; Do. 90, Textfigg. 666/667), der auf den ältesten untersuchten Stadien in Form einer flachen, dreieckigen, mit der einen Spitze nach unten gekehrten Platte an der Tibiadiaphyse in Erscheinung tritt.



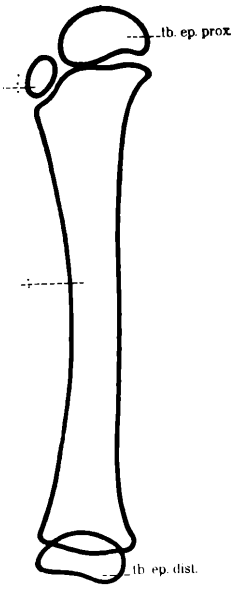
Textfig. 657



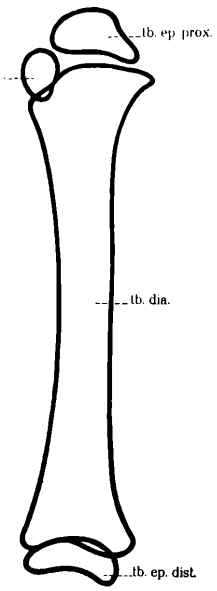
Textfig. 658



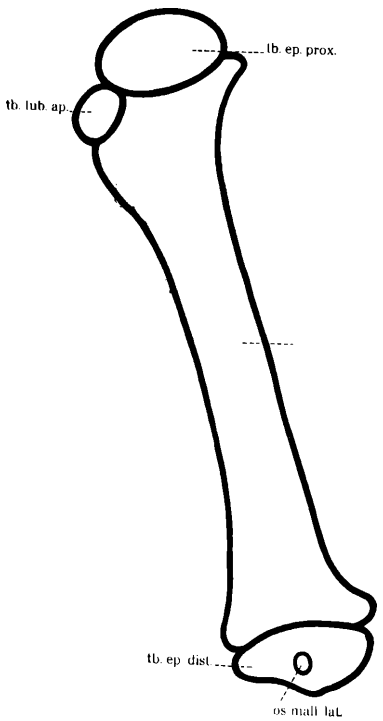
Textfig. 659



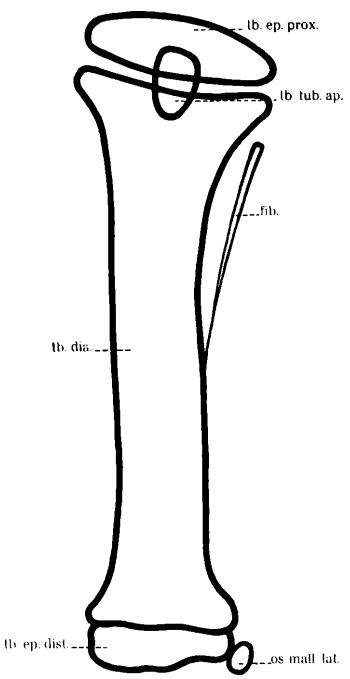
Textfig. 660



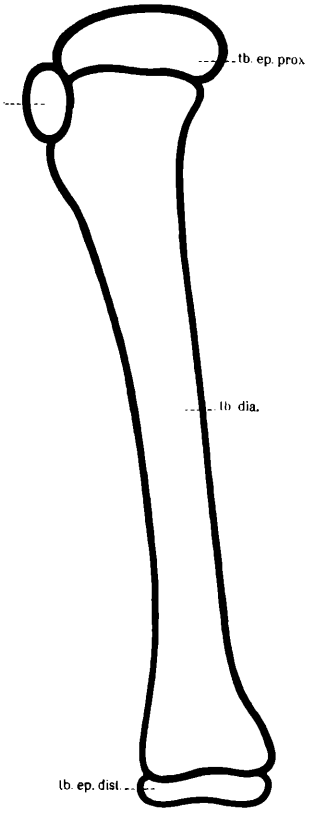
Textfig. 661



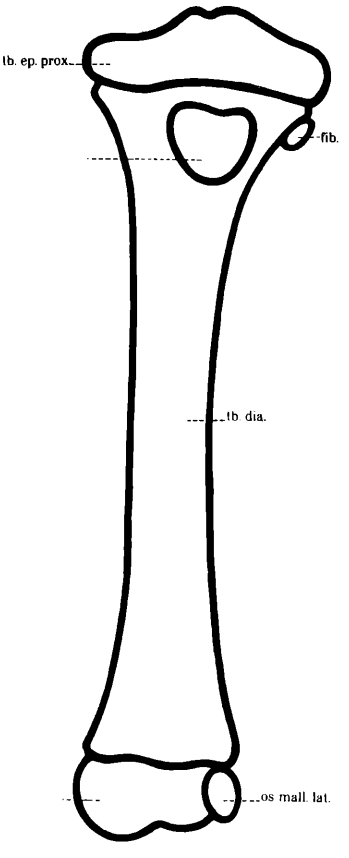
Textfig. 662



Textfig. 663



Textfig. 664



Textfig. 665

Auftreten von knöchernen Resten der Fibula

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung fib.,
speziell Textfigg. 659—667.

Auf der lateralen Seite der Tibia tritt bei Do. 143, Textfig. 659 und Do. Fo. 147, Textfig. 443, am proximalen Endteil ihrer Diaphyse ein kurzer, erbsenförmiger Verknöcherungspunkt auf, der als verknöcherter Endteil der reduzierten Fibula zu betrachten ist. Während er im erwähnten Fall von der Tibiadiaphyse noch getrennt in Erscheinung tritt, sehen wir ihn bei Do. 131, Textfig. 665, mit dem oberen Teil der Tibia in Verbindung.

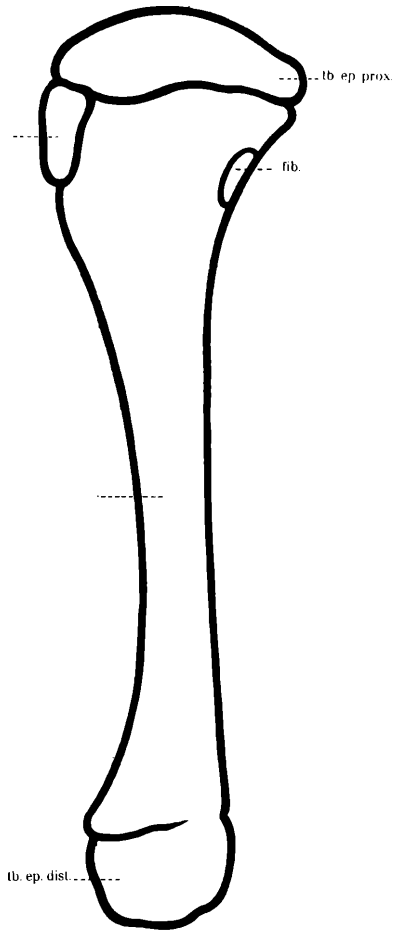
Do. 16714, Textfig. 663 und Do. 90, Textfig. 667, zeigen einen ausserordentlich schmalen Knochenstab, der von der lateral vorspringenden Ecke des verbreiterten proximalen Diaphysenendes nach dem mittleren Rand der Diaphyse zieht.

Auftreten eines Knochenkernes an der Tibia im späteren Os malleolare laterale

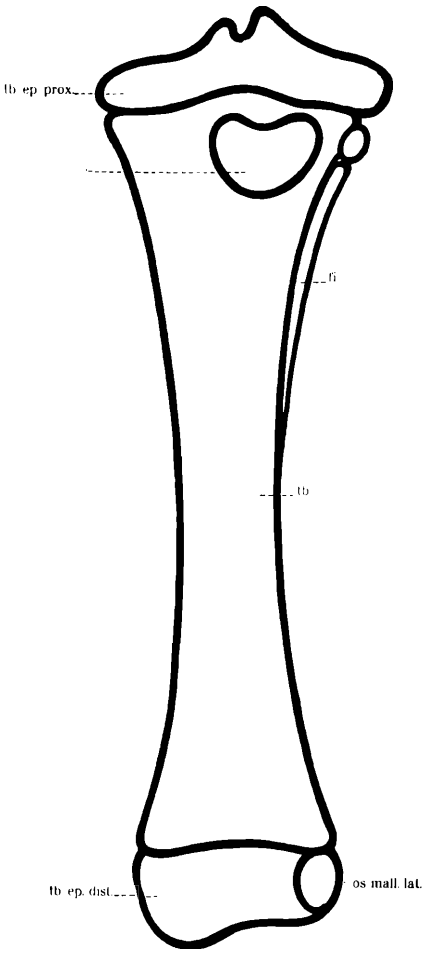
Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung os mall. lat.,
speziell die Textfigg. 662—667.

Bei Do. 140, Textfig. 435; Do. 16714, Textfigg. 662/663; Do. 131, Textfig. 665 und Do. 90, Textfig. 667, sieht man an der lateralen Seite der distalen Tibiaepiphyse einen weiteren Knochenkern auftreten, welcher als Malleolus lateralis tibiae-Apophysenkern anzusprechen ist und die distale Epiphyse der Fibula des Unterarmskelettes repräsentiert.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Zeugopodium-Anlage der Hinterextremität des Esels Textfigur 750 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.



Textfig. 666



Textfig. 667

c) Die Basipodium-Verknöcherung (Tarsus)

Auftreten des verknöcherten Calcaneuskörpers

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung cal. co.,
speziell Textfigg. 668—698.

Bei den Eseln erscheint, wie bei den Pferden, als erster Ossifikationskern im Tarsus der Calcaneusverknöcherungspunkt (Do. 16710, Textfigg. 360/361). Es ist diese Calcaneusverknöcherung die erste Verknöcherung, die sich überhaupt in der Vorder- und Hinterfusswurzel zeigt, und die der ersten Verknöcherung in der Fusswurzel der Vorderextremität, der Accessoriumverknöcherung weit vorauseilt. Bei Do. 55, Textfigg. 668/669 ist freilich vom Auftreten eines Ossifikationspunktes im Calcaneus noch nichts wahrzunehmen, doch zeigt Do. 81, Textfigg. 670/671 schon eine im Gewebe verdichtete Knorpelplatte und bei Do. 16684, Textfigg. 672/673 zeigt sich schon ein wohlausgebildeter Verkalkungskern bei Aufnahmen von Extremitäten in Seiten- und Frontorientierung.

Wie beim Pferd fällt auch beim Esel das rasche Auswachsen des Calcaneuskernes auf (Do. 16734, Textfigg. 368/369; Do. 16720, Textfigg. 674/675). Während bei Do. 16710, Textfigg. 360/361 der Verknöcherungspunkt noch vollkommen isoliert in einiger Entfernung vom

distalen Rande der Tibia sich befindet, überschlägt er in Frontflächenaufnahmen bei Do. 16684, Textfig. 673 und Do. 16734, Textfig. 369 bei gestrecktem Zustand des Gelenkes bereits den distalen Rand der Tibiadiaphyse.

Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen Anlage des Talus

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tal.,
speziell Textfigg. 676—680.

Als zweiter Kern im Tarsus erscheint ein Ossifikationszentrum in der knorpeligen Anlage des Talus. Diese erste Verknöcherung ist bei Do. 16746, Textfig. 676, zu sehen, wo der verknöcherte Calcaneus zur Zeit des Auftretens der Talus-Ossifikation ein ansehnliches Knochenelement darstellt. Der Beginn der Talusverknöcherung macht sich im Auftreten eines sehr kleinen Knochenkerns bemerkbar, der sich bald vergrössert und dabei in die Nähe der Calcaneusanlage begibt (Do. 16687, Textfigg. 388 u. 389 und Do. 135, Textfigg. 677/678). Dass dieser im Tarsus als zweiter Kern auftretende Ossifikationspunkt tatsächlich der Ausdruck für die beginnende Verknöcherung im Rollbein und nicht etwa für die Ossifikation der distalen Tibiaepiphyse ist, lehrt Fall Do. 16676, Textfigg. 679/680, wo erst die letztere in Erscheinung tritt, nachdem bereits die beiden Ossifikationen für den Talus und Calcaneus eine unverkennbare Stufe der Formbildung erreicht haben.

Das Auftreten eines zweiten Knochenkernes im Chondrotalus, wie er beim Pferd einwandfrei beobachtet werden konnte, war an Hand der vorliegenden Untersuchungsstadien am Eselmaterial nicht festzustellen.

Auftreten eines Knochenkernes in den knorpeligen Anlagen des Tarsale 4 und Tarsale 3

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen tars. 4 und tars. 3,
speziell Textfigg. 681—698.

Nachdem die Calcaneus- und Talusverknöcherung durch die Entwicklung selbständiger Ossifikationszentren begonnen hat, treten zu diesen beiden knöchernen Elementen im Tarsus zwei neue Knochenkerne hinzu, ein knöcherner Kern in der knorpeligen Anlage des Os tarsale 4 und ein knöcherner Kern in der knorpeligen Anlage des Os tarsale 3 (Do. 0.20, Textfigg. 681/682).

Diese neu hinzutretenden Kerne sind noch bei Do. 0.20 in der Anlage deutlich getrennt. Der Knochenkern für das spätere Tarsale 4 ist in der Entwicklung schon etwas weiter fortgeschritten als der knöcherne Kern für das spätere Tarsale 3. Den Verknöcherungskern für das Tarsale 4 zeigt in seiner weiteren Entwicklung Do. 139, doch ist im Tarsus dieses Tieres weder in der Seiten- noch in der Frontlage eine Verknöcherung in der Anlage Tarsale 3 zu sehen (Do. 139, Textfigg. 683/684).

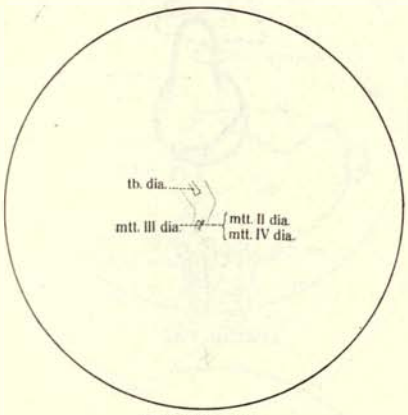
Auftreten zweier Ossifikationszentren (bei nachträglicher Verschmelzung) in der Anlage des Os centrale

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung tars. c. oder cent.,
speziell Textfigg. 685—698.

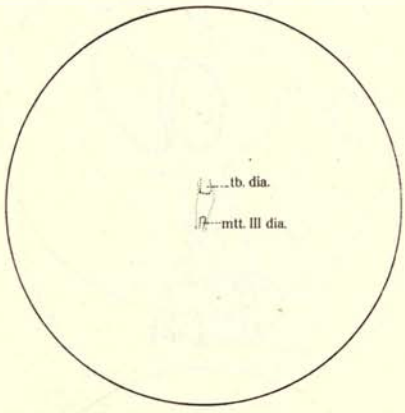
Nach den Verknöcherungen im Calcaneuskörper, im Talus und in den Ossa tarsalia 4 und 3 beginnt die Ossifikation in der Anlage des späteren Centrale. *Interessanterweise nimmt diese Verknöcherung aus zwei ursprünglich gesonderten Ossifikationszentren ihre Entstehung*

Textfigg. 668—698

Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Basipodium (Tarsus) beim **Esel** (Hinterfusswurzel-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



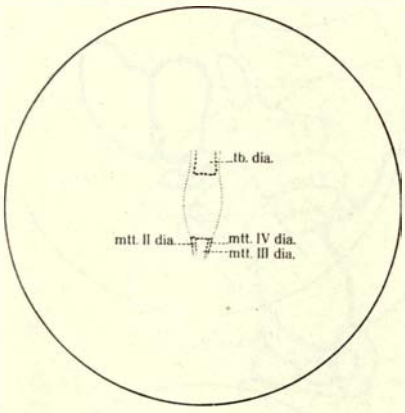
Textfig. 668



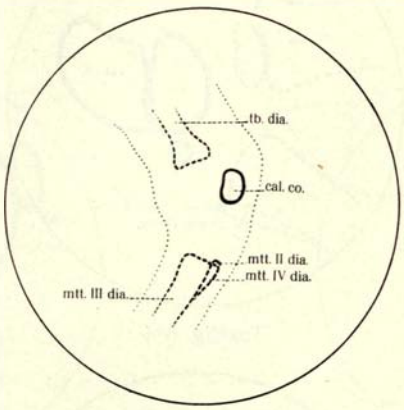
Textfig. 669



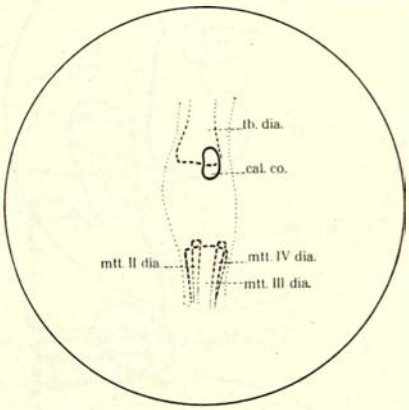
Textfig. 670



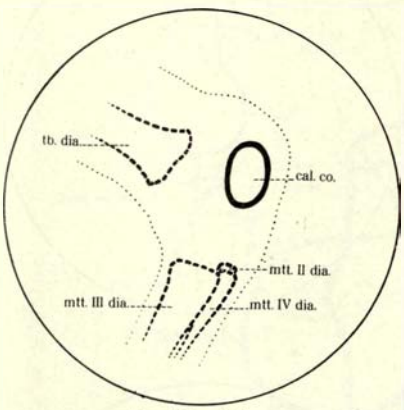
Textfig. 671



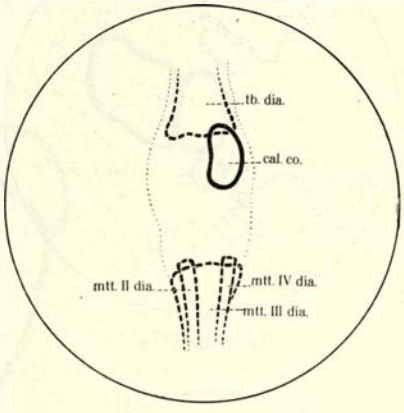
Textfig. 672



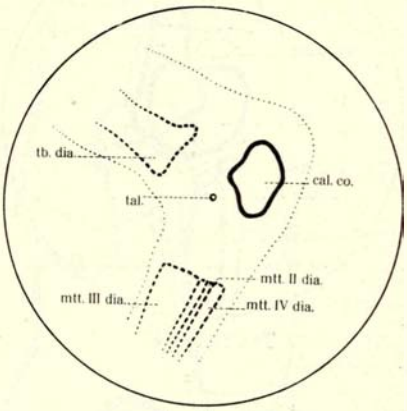
Textfig. 673



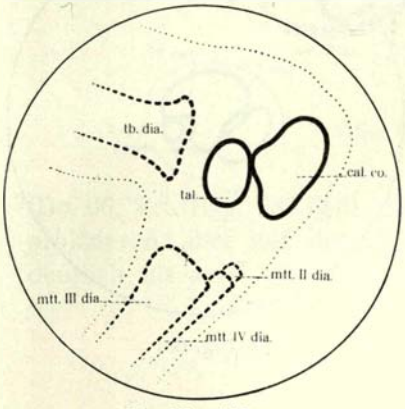
Textfig. 674



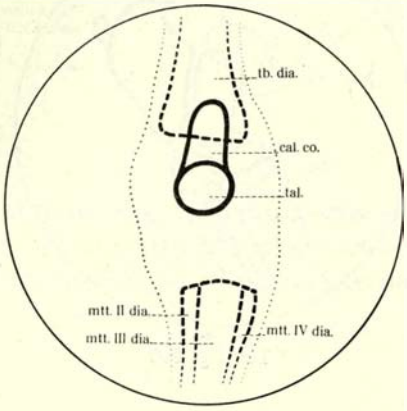
Textfig. 675



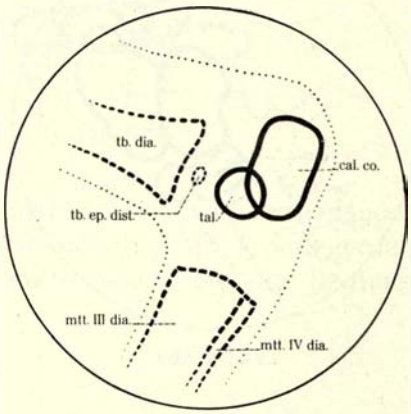
Textfig. 676



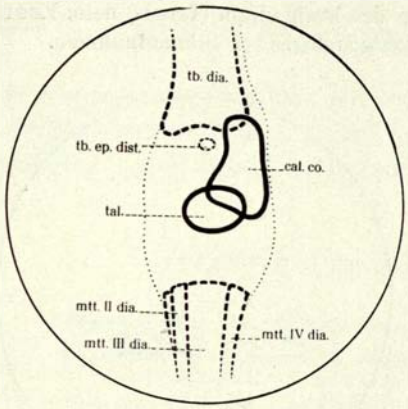
Textfig. 677



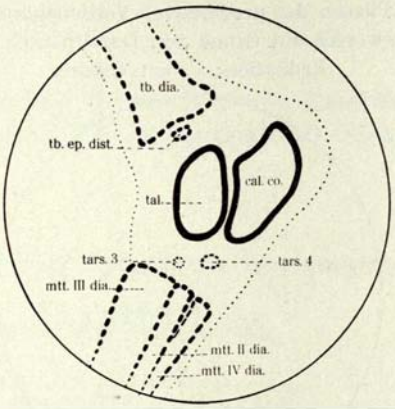
Textfig. 678



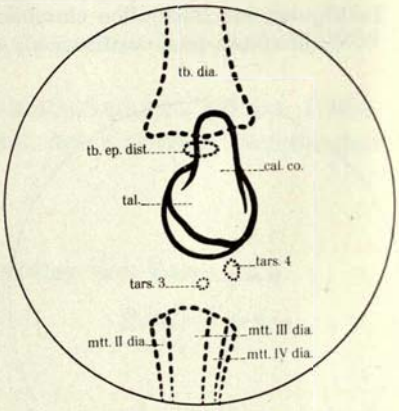
Textfig. 679



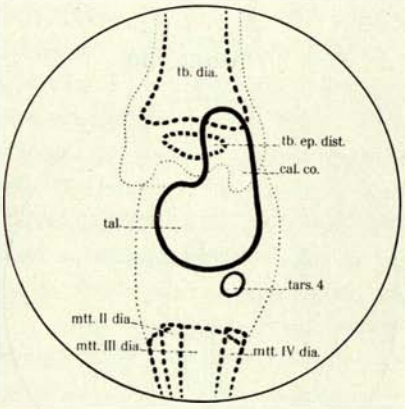
Textfig. 680



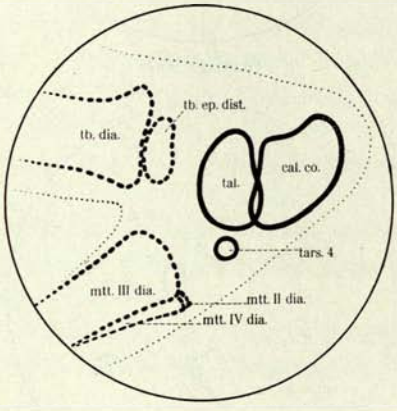
Textfig. 681



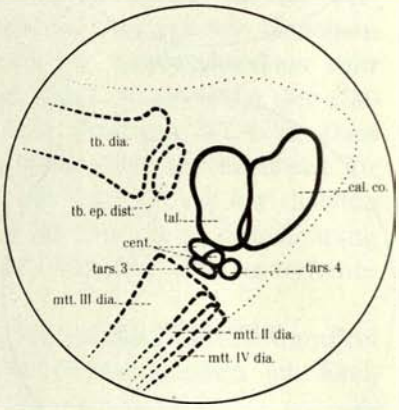
Textfig. 682



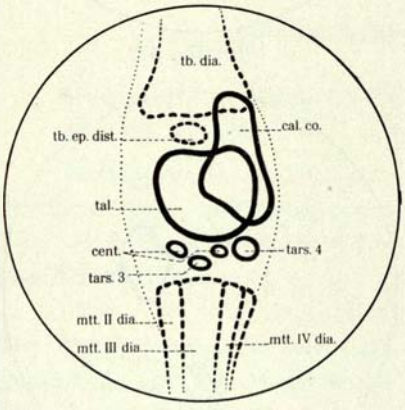
Textfig. 683



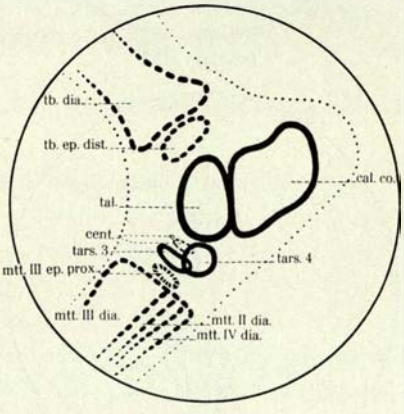
Textfig. 684



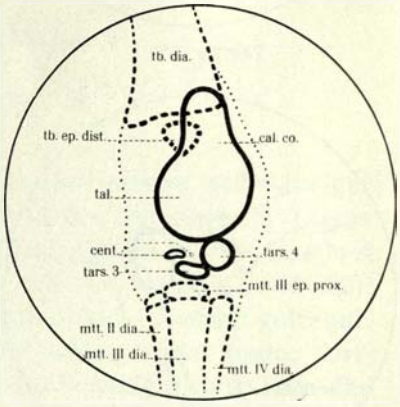
Textfig. 685



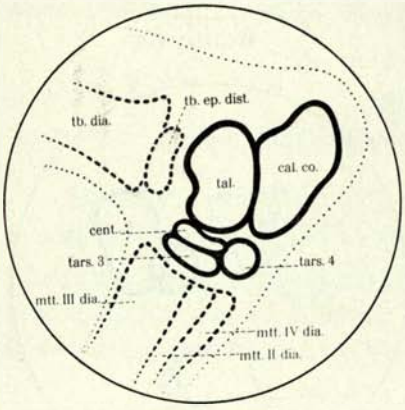
Textfig. 686



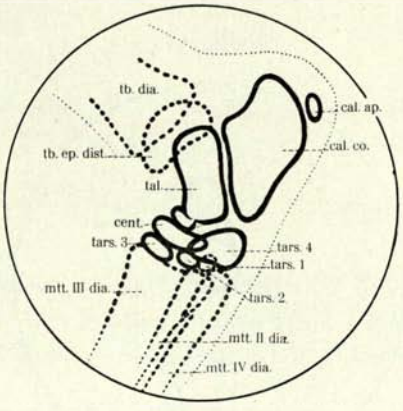
Textfig. 687



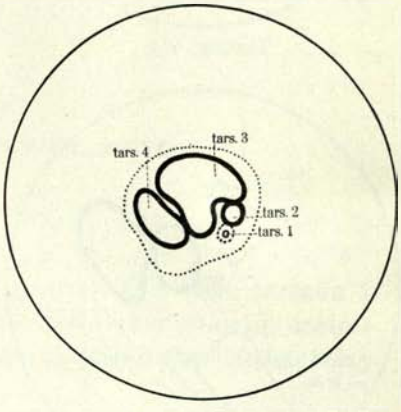
Textfig. 688



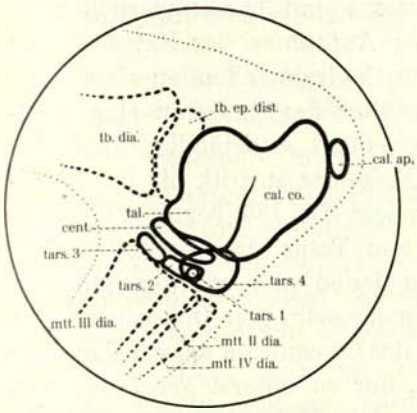
Textfig. 689



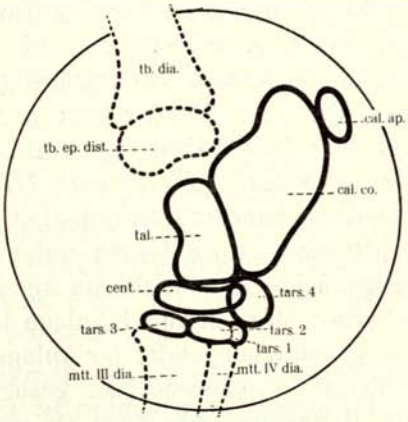
Textfig. 690



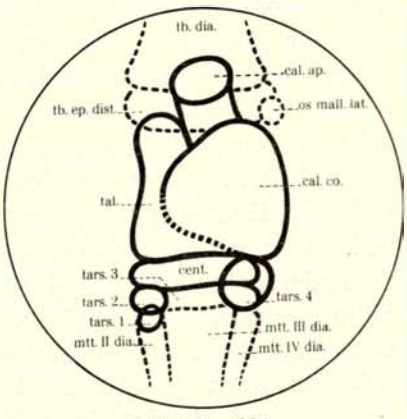
Textfig. 691



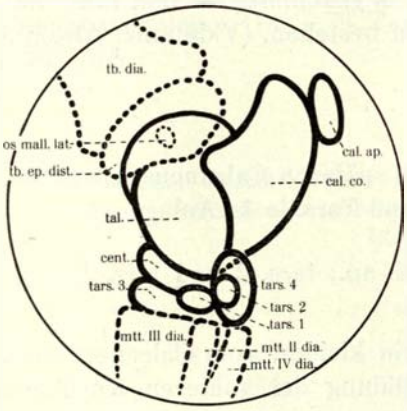
Textfig. 692



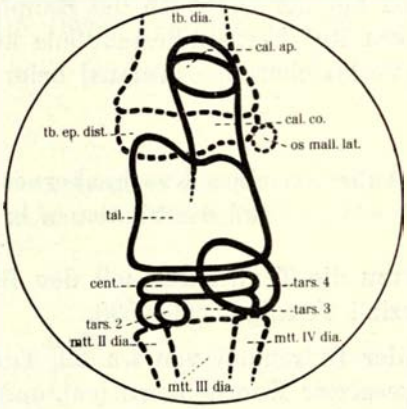
Textfig. 693



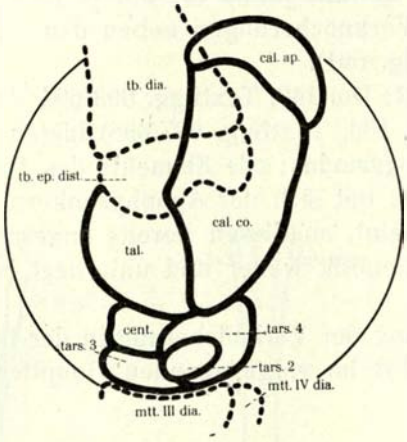
Textfig. 694



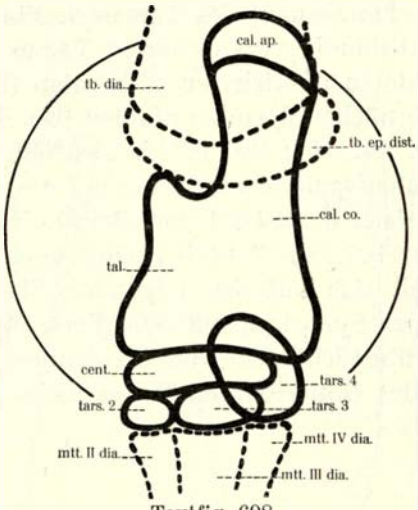
Textfig. 695



Textfig. 696



Textfig. 697



Textfig. 698

(Do. 66, Textfigg. 685/686), die sich auf den Aufnahmen des Gelenkes in Seitenlage aufeinander projizieren, aber auf dem Film bei dem betreffenden Extremitätenabschnitt in Frontlagerung deutlich als zwei gesonderte, nebeneinander liegende Kerne erscheinen. Dass die Deutung

der beiden neu hinzugetretenen Knochenanlagen für das Tarsale 4 und Tarsale 3 richtig ist, lehrt die Extremität von Do. 134, Textfigg. 687/688, wo auf der Aufnahme der Extremität in Seiten- und Frontlage die beiden in die Anlage des zukünftigen Centrale fallenden Kerne getrennt voneinander zu sehen sind, der eine Knochenkern gegenüber dem anderen eine deutliche Grössendifferenz zeigt und eine Ossifikation als vorübergehend selbständig erhaltener *Verknöcherungskern der einstigen proximalen Metatarsale III-Epiphyse* auftritt, die der proximalen Endfläche des Hauptmittelfussknochens im Diaphysenteil anliegt (Do. 134, Textfigg. 687/688, mtt. III ep. prox.). Bei Do. 134 trifft man zufolgedessen unter dem Talus drei untereinanderliegende, mehr oder weniger abgeflachte Knochenkerne an, zu denen sich von der lateralen Seite her noch der Ossifikationskern in der Tarsale 4-Anlage hinzugesellt. Der Doppelkern der untereinanderliegenden Knochenossifikationen gehört der Anlage des Os centrale an, der darunter gelegene Kern der Anlage des Tarsale 3, während, wie gesagt, der zu unterst gelegene, dem proximalen Ende des Metatarsale III naheliegende Kern als eine dem Metatarsus zugehörende Ossifikation anzusprechen ist. Do. 143, Textfig. 689 zeigt insofern wieder einfachere Verhältnisse, als es auf diesem Stadium bereits zur Verschmelzung der proximalen Epiphyse des Metatarsale III mit der Diaphyse des Hauptmittelfussknochens gekommen ist und über die Deutung der andern knöchernen Bestandteile keine Unklarheiten bestehen. (Vide auch Abschnitt «Basipodium-Verknöcherung» [Tarsus] beim Pferd.)

Auftreten eines Knochenkernes zur Bildung der späteren Calcaneus-Apophyse, von Ossifikationen in der Tarsale 2- und Tarsale 1 - Anlage

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen cal. ap.; tars. 2 und tars. 1, speziell Textfigg. 690—698.

In der Extremität von Do. 92, Textfig. 690, tritt ein kleiner, vom Calcaneuskörper proximad abgesetzter Knochenkern (cal. ap.) auf, der zur Bildung der späteren Knochenapophyse am Fersenbein führt.

Als neue Knochenkerne treten im weiteren auf: das Knochenelement des Tarsale 2 und das Knochenelement des Tarsale 1. Ein Querschnitt, geführt durch die untere Partie des nunmehr vollständig verknöcherten Tarsus zeigt diese Verknöcherungen neben den schon früher ausgebildeten ossifizierten Elementen (Do. 92, Textfig. 691).

Die nächstfolgenden Stadien (Do. 63, Texfig. 692; Do. 140, Textfigg. 693/694; Do. Fo. 147, Textfigg. 442/443; Do. 16714, Textfigg. 695/696; Do. 103, Textfigg. 697/698) bieten keine weiteren Anhaltspunkte zur Eruierung des Verknöcherungsmodus; alle Elemente des Tarsus liegen in ossifiziertem Zustand vor. Bei Do. 63, Textfig. 692 hat sich der Apophysenkern des Calcaneus, der bei Do. 92 noch isoliert vom Körper erscheint, an diesen bereits angeschlossen. Er entwickelt sich auf den folgenden Stadien der Extremität weiter und unterliegt bei Do. 103 bereits der Synostose mit dem Fersenbeinkörper.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Basipodium-Anlage der Hinterextremität des Esels Textfigur 752 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

d) Die Metapodium-Verknöcherung (Hintermittelfuss)

Die Besprechung der Verknöcherung der Anlage des hinteren Mittelfusses kann in kurzer Fassung erfolgen. Die Ossifikation entspricht derjenigen in der Vorderextremität, welche im Vorigen bereits behandelt wurde.

Das Auftreten verknöcherter Diaphysen in Haupt- und Nebenstrahlen des Metatarsus

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen mtt. III dia., mtt. IV dia. und mtt. II dia., speziell Textfigg. 699—714.

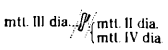
Das früheste Stadium der Extremitätenentwicklung, das uns einen Einblick in die Anfänge der Verknöcherung des hinteren Mittelfusses gestattet, liegt in Do. 113, Textfig. 335, vor. Mit Sicherheit ist nur ein kleines Knochenstäbchen auf den Filmaufnahmen zu sehen, das als Verknöcherung der Anlage des späteren Hauptmittelfussknochens zu deuten ist. Die Nebenstrahlen sind noch nicht deutlich in Form verknöcherter Elemente zu erkennen, dürften aber bereits in ossifiziertem Zustand vorhanden sein.

Do. 55 zeigt dann mit Sicherheit, dass Haupt- und Nebenstrahl IV und II im diaphysären Teil der Knochenanlagen bereits in ossifiziertem Zustand vorhanden sind (Do. 55, Textfigg. 699 700). Deutlich erscheinen allerdings die Nebenstrahlenverknöcherungen nur in den Filmen mit den Extremitäten in Seitenlage.

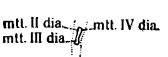
Die folgenden Stadien sind Demonstrationen zum progressiven Auswachsen dieser knöchernen Diaphysenanlagen (Do. 0.76, Textfigg. 701/702; Do. 16684, Textfigg. 364/365; Do. 16720, Textfigg. 703/704).

Textfigg. 699—714

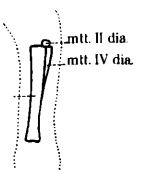
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Metapodium (Metatarsus) beim **Esel** (Hintermittelfuss-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



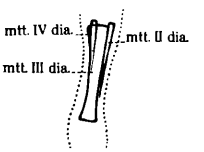
Textfig. 699



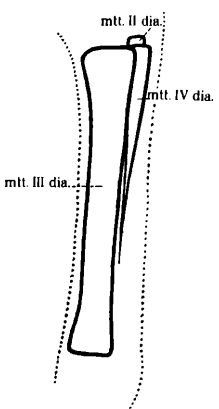
Textfig. 700



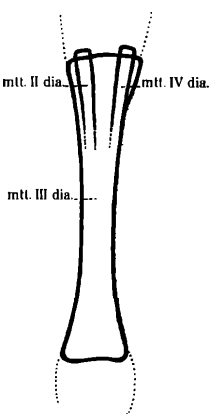
Textfig. 701



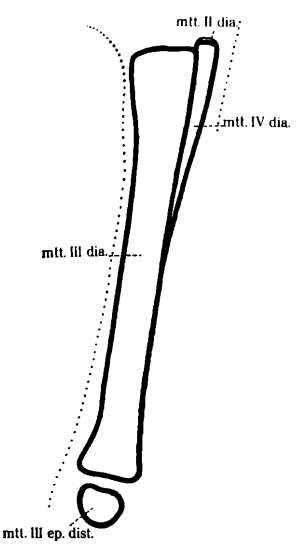
Textfig. 702



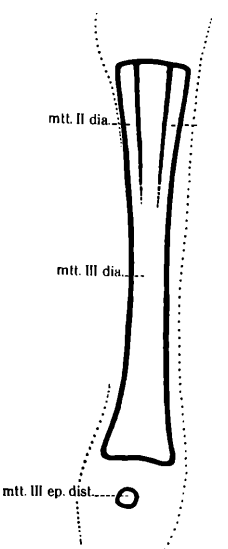
Textfig. 703



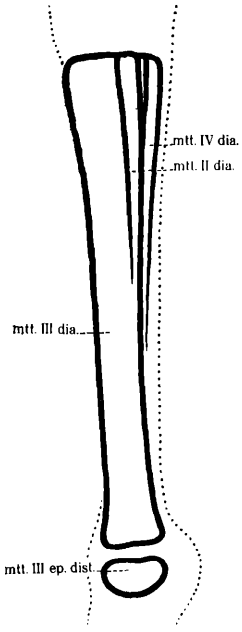
Textfig. 704



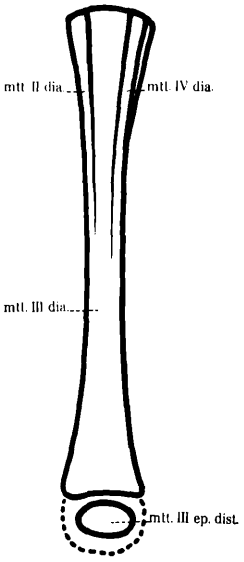
Textfig. 705



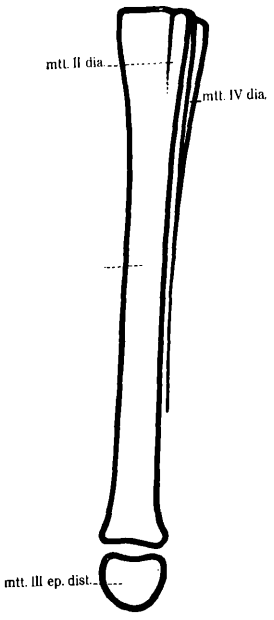
Textfig. 706



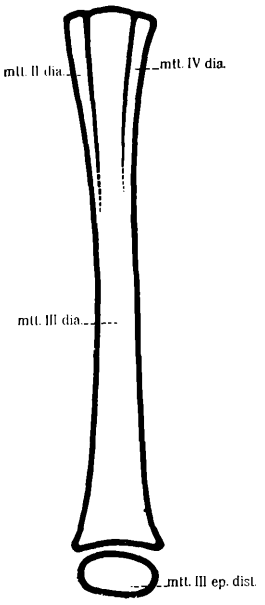
Textfig. 707



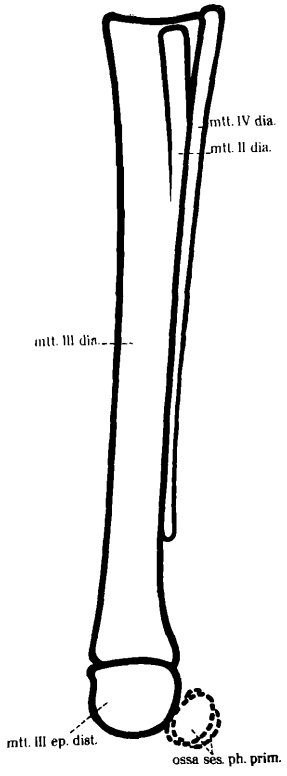
Textfig. 708



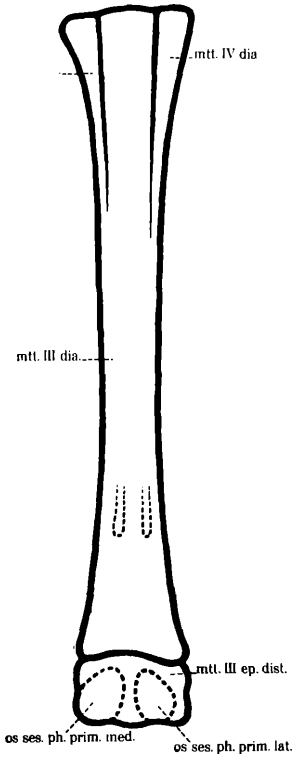
Textfig. 709



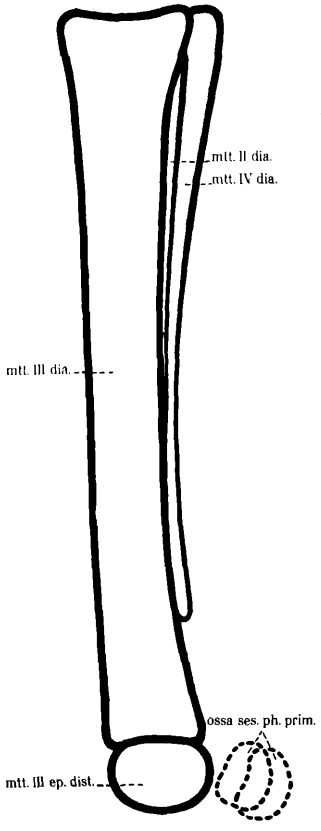
Textfig. 710



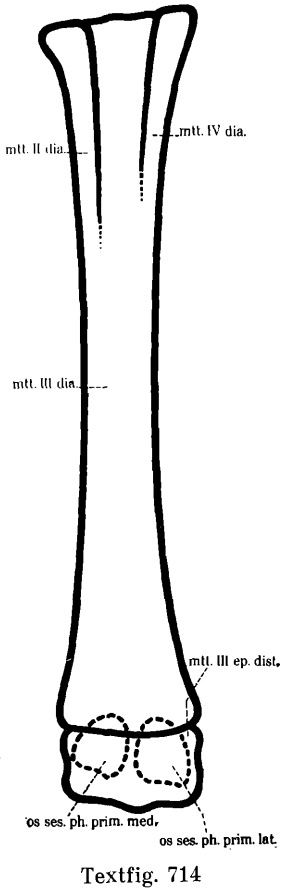
Textfig. 711



Textfig. 712



Textfig. 713



Textfig. 714

Auftreten eines Knochenkernes in der Anlage der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung mtt. III ep. dist., speziell Textfigg. 705—714.

Bezüglich der epiphysären Verknöcherungen beansprucht in erster Linie die Ossifikation der Anlage der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens Aufmerksamkeit. Wir sehen zum erstenmal den distalen Epiphysenknochenkern im hinteren Mittelfuss von Do. 16698 (Textfigg. 705/706) auftreten, wo er noch in deutlicher Entfernung vom verknöcherten Mittelschaft erscheint, dann allmählich sich vergrössert und beim Auswachsen näher an das distale Ende der Diaphyse des Hauptmittelfussknochens zu liegen kommt (Do. 16676, Textfigg. 406/407). Weitere Illustrationen für das Auswachsen des Knochenkernes und seine Umgestaltung zur definitiven Knochenepiphyse unter allmählicher Aufgabe der Knorpelfuge geben die Abbildungen von Mittelfussknochen der Esel, Do. 0.20, Textfigg. 707/708; Do. 66, Textfigg. 709/710; Do. 132, Textfigg. 711/712 und Do. 103, Textfigg. 713/714.

Auftreten eines Knochenkernes, welchem die Bedeutung einer Verknöcherung der Anlage eines proximalen Epiphysenkernes an der Hauptmittelfussknochen-Diaphyse zukommt

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung mtt. III ep. prox., speziell Textfigg. 687—689 und 425.

Interessanterweise haben wir auch einen Befund bezüglich des Auftretens eines Knochenkernes am Mittelschaft des hinteren Hauptmittelfussknochens zu verzeichnen, der nichts anderes als ein Ossifikationszentrum in dessen proximaler Epiphysenanlage darstellen kann (Do. 134, Textfigg. 687/688). Ursprünglich glaubten wir, dass dieser Knochenkern die Verknöcherung des künftigen Tarsale 3 zum Ausdruck bringe, und dass es sich zufolgedessen um ein Knochenelement handeln würde, dass den Elementen des Tarsus zuzurechnen sei. Der Hinzuzug weiterer Entwicklungsstadien und deren Durchprüfung zeigte uns dann aber, dass diese Annahme unrichtig ist und nur eine Deutung im Sinne einer Epiphysenverknöcherung zulässig sei. Tatsächlich zeigt denn auch der Kern sehr rasche Beziehungen zur knöchernen Metatarsale III-Diaphyse, indem bereits Knochenverbindungen zwischen dem fraglichen epiphysären Kern und der Knochensäule des Hauptmittelfussknochens vorhanden sind. Auf dem nächstfolgenden Stadium (Do. 143, Textfigg. 425 u. 689) liegt bereits eine vollständige Coaleszenz beider Knochenkomponenten vor, so dass vom Epiphysenkern nichts mehr zu sehen ist, die übrigen knöchernen Anlagen aber in ihrer Deutung nicht den geringsten Zweifel offen lassen.

Bei den Pferden haben wir auch etwelche Andeutungen bezüglich Vorkommnisse einer proximalen Hauptmittelfußstrahl-Epiphyse (und sogar auch von proximalen Epiphysen an den Nebenstrahlen) auf einigen der Originalfilme nachträglich entdeckt. Sichere Befunde liegen aber doch beim Pferd am untersuchten Material nicht vor. Immerhin ist Carlens Satz (1927, II), was das Pferd anbelangt, zunächst doch noch mit einiger Reserve aufzunehmen: «die Metacarpalia verknöchern beim Pferd wie beim Rind von nur zwei Knochenkernen, dem Diaphysenkern und dem Kern der distalen Epiphyse aus. Ein Knochenkern in der proximalen Epiphyse ist nämlich bei diesen Tieren nie zu sehen.»

Das Auftreten von distalen knöchernen Epiphysen an den Nebenstrahlen-Diaphysen IV und II im Metatarsus

In entsprechender Weise wie im Metacarpus lassen sich auch im Metatarsus knöcherne Epiphysenkerne am distalen Ende der beiden Nebenstrahlen nachweisen. Wenn sie in der

Hinterextremität auf den Originalplatten weniger deutlich in Front- und Seitenaufnahmen zu sehen sind als in der Vorderextremität, so mag dies zum Teil im stärkeren Bau der Knochen begründet sein, welche die Projektion verschiedener Teile bei der Orientierung des Objektes ineinander bedingen und deshalb die Knochenkerne weniger frei von andern Strukturen auftreten lassen. Deutlich zeigen sich verknöcherte distale Metatarsal-Epiphysen an den Enden der Nebenstrahlen auf den Originalfilmen von Do. 90 (Platten 59 u. 60).

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Metapodium-Anlage der Hinterextremität des Esels Textfigur 754 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

e) Die Acropodium-Verknöcherung (Phalangen)

Der Gang der Verknöcherung im Acropodium der Hinterextremität deckt sich mit den in der Vorderextremität gemachten Beobachtungen. Die einzelnen Ossifikationen treten in entsprechender Weise und nach einem gleichartig geregelten Ordnungsschema auf.

Auftreten eines Knochenkerns in der Endphalangenanlage

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. tert.,
speziell Textfig. 715—738.

Der erste Knochenpunkt, der in der Zehenanlage der Hinterextremität auftritt, ist ein Knochenkern in der Anlage der Endphalanx (Do. 113, Textfig. 335 und Do. 55, Textfigg. 715/716). Während bei Do. 113 zwischen Vorder- und Hinterextremität Übereinstimmung herrscht und tatsächlich diese Verknöcherung als einzige in der Zehenanlage in Erscheinung tritt, stellt sich bei Do. 55 insofern ein unterschiedliches Verhalten in Vorder- und Hintergliedmasse ein, als bei jener nunmehr schon der zweite Ossifikationskern in Form der ersten Grundphalangendiaphysenanlage wahrzunehmen ist, während bei dieser nur ein Knochenkern in der Endphalangenanlage sich feststellen lässt, dagegen ein solcher in der Grundphalange, soweit die vorliegende Methode dies erkennen lässt, noch fehlt.

Auftreten eines Knochenkernes in der Grundphalangen-Diaphysenanlage

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. prim. dia.,
speziell Textfig. 717—738.

Zur bereits vorhandenen Ossifikation der Endphalanx kommt als zweite Verknöcherung ein Ossifikationszentrum in der knorpeligen Anlage der Grundphalanx hinzu (Do. 0.24, Textfig. 341). End- und Grundphalangenkern liegen auseinander und sind durch einen deutlichen interossealen Geweberaum getrennt. Auch bei Do. 81, Textfigg. 352/353, findet man als die zuerst im Acropodium auftretenden Ossifikationen einen Knochenkern in der Grundphalangen- und Endphalangen-Anlage vor. Diese sind aber inzwischen in der Entwicklung weiter fortgeschritten. Gleiche Verhältnisse zeigt ausserdem Do. 0.76, Textfigg. 717/718.

Auftreten eines Knochenkernes in der Mittelphalangen-Diaphysenanlage

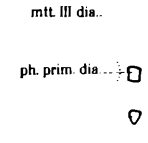
Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. sec. dia.,
speziell Textfigg. 719—738.

In der Extremität von Do. 16710, Textfigg. 719/720, ist bereits das Auftreten einer Ossifikation in der Mittelphalangen-Diaphysenanlage festzustellen, die in Form eines kleinen Knochenpunktes auf den Filmen mit der Extremitätenspitze in Seiten- und Frontlage auftritt.

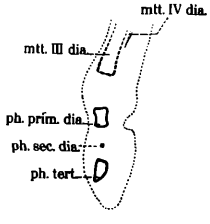
Eine ganze Reihe von Gliedmassen veranschaulichen nun das weitere Anwachsen dieser drei Knochenkerne, welche die verknöcherten Anlagen der End-, Grund- und Mittelphalanx wiedergeben. Dabei wächst der Ossifikationspunkt in der knorpeligen Anlage der Mittelphalanx nur sehr langsam und gegenüber den knöchernen diaphysären Anlagen der End- und Grundphalanx in stark verzögerter Weise aus. Lange Zeit behält der Knochenkern seine rundliche

Textfigg. 715—738

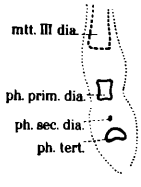
Textfiguren zur Illustration einzelner Phasen der progressiven Verknöcherung des Acropodium (Zehenskelett) in der Hinterextremität des **Esels** (Phalangen-Ossifikation), entworfen auf Grund von Durchpausen röntgenologischer Filmaufnahmen. Reduktion: $^2/_5$ nat. Grösse.



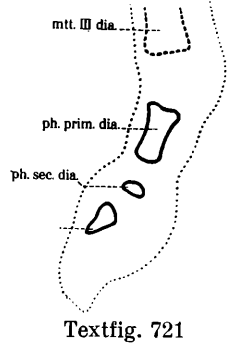
Textfig. 715 Textfig. 716 Textfig. 717 Textfig. 718



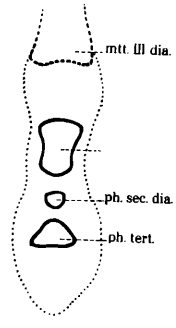
Textfig. 719



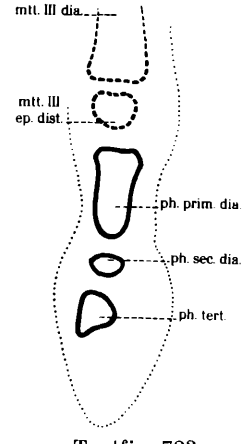
Textfig. 720



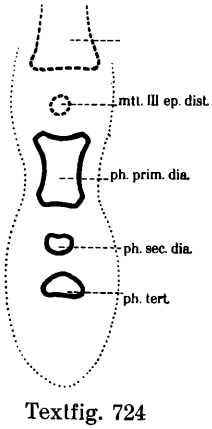
Textfig. 721



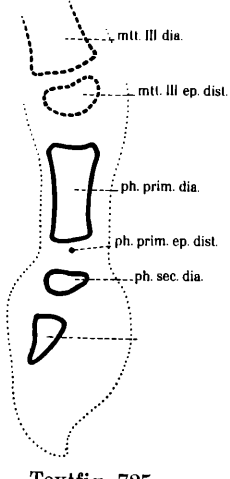
Textfig. 722



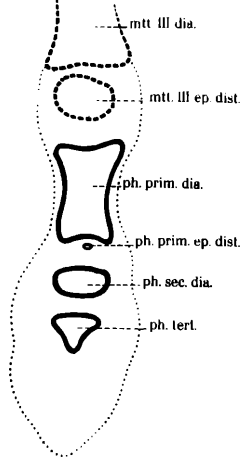
Textfig. 723



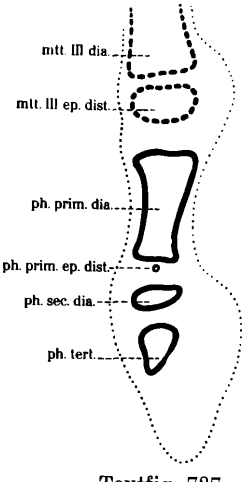
Textfig. 724



Textfig. 725



Textfig. 726

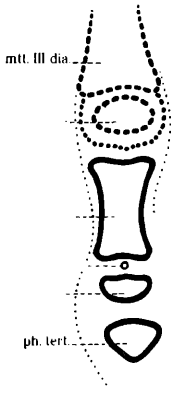


Textfig. 727

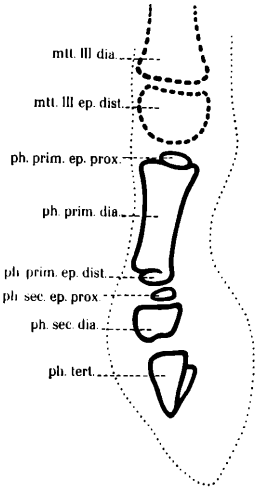
Gestalt bei, während die zukünftige Knochenform in den beiden andern Diaphysen sich allmählich herausgestaltet (Do. 16684, Textfigg. 364/365; Do. 16734, Textfigg. 368/369; Do. 16720, Textfigg. 721/722; Do. 16696, Textfig. 375; Do. 141, Textfig. 377; Do. 146, Textfigg. 380/381; Do. 16746, Textfig. 383; Do. 16706, Textfig. 385; Do. 16687, Textfigg. 388/389; Do. 16698, Textfigg. 723/724; Do. 115, Textfig. 395; Do. 135, Textfigg. 398/399 und Do. 77, Textfigg. 402/403).

Auftreten eines Verknöcherungskernes in der knorpeligen Anlage der distalen Grundphalangenepiphyse

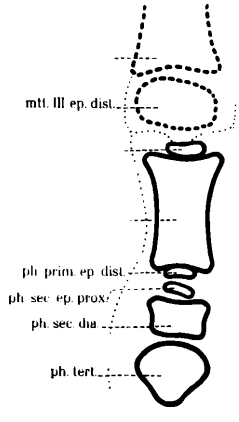
Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung ph. prim. ep. dist., speziell Textfigg. 725—738.



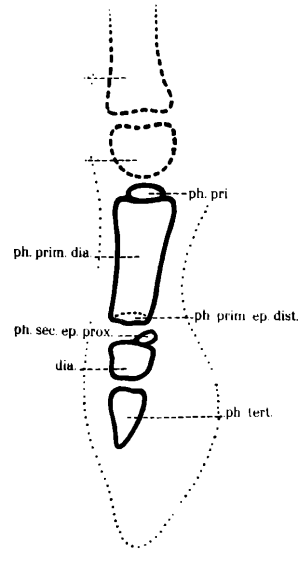
Textfig. 728



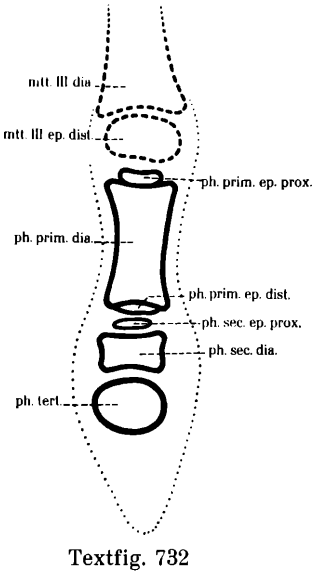
Textfig. 729



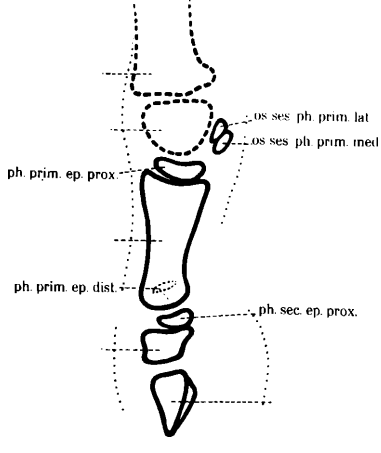
Textfig. 730



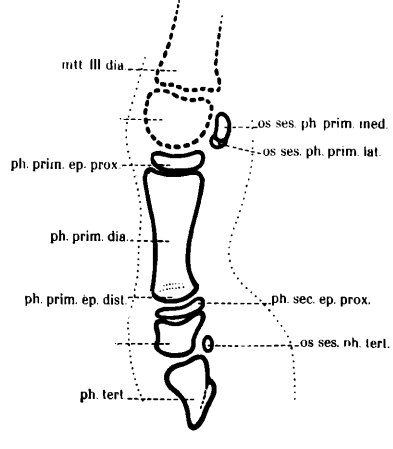
Textfig. 731



Textfig. 732

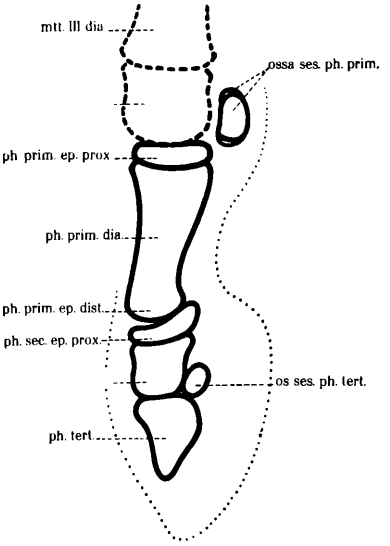


Textfig. 733

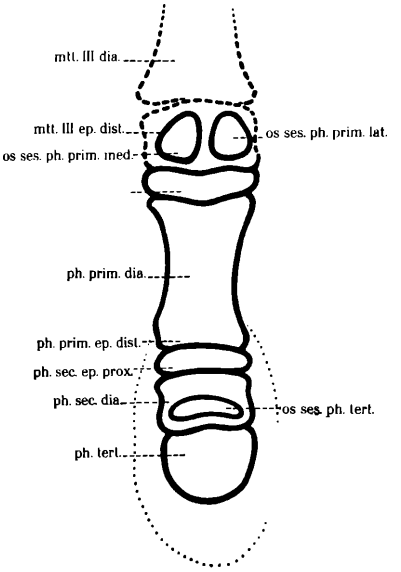


Textfig. 734

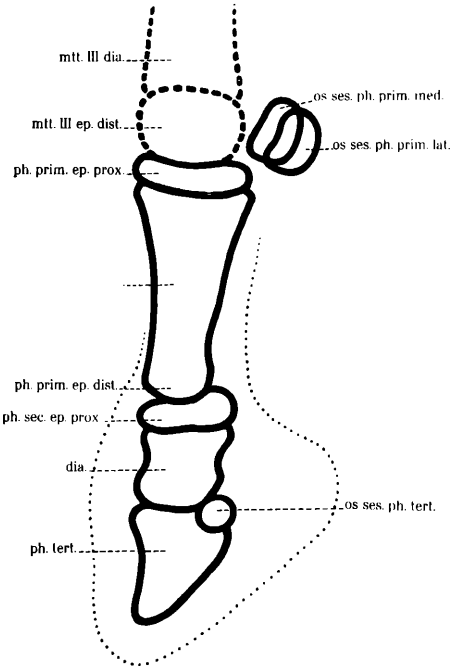
Die epiphysäre Verknöcherung, die auch in der Hinterextremität in der Ossifikation der proximalen und distalen Grundphalangen-Epiphysenanlagen und in der Verknöcherung der Anlage der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx zum Ausdruck kommt, kündet sich mit dem Auftreten eines Knochenkernes in der knorpeligen distalen Epiphyse der Grundphalanx an (Do. 16676, Textfigg. 725/726 und Do. 0.20, Textfigg. 727/728). Anfänglich isoliert, tritt der Kern



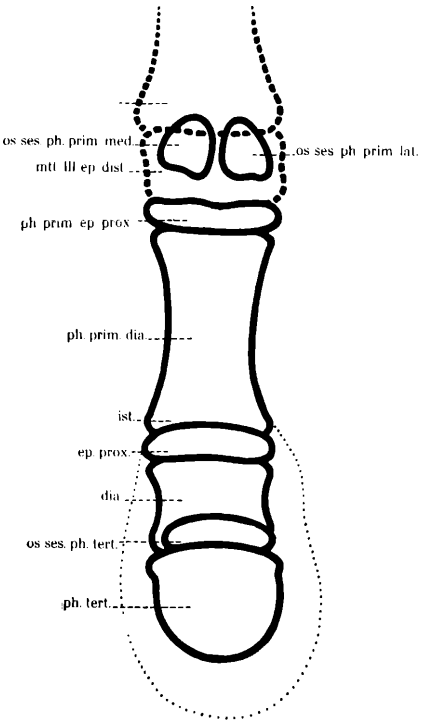
Textfig. 735



Textfig. 736



Textfig. 737



Textfig. 738

bald mit der Diaphyse in enge Verbindung (Do. 139, Textfigg. 729/730), um dann vollständig in den knöchernen Mittelschaft einbezogen zu werden (Do. 66, Textfigg. 731/732 und Do. 143, Textfig. 733).

Auftreten von Verknöcherungskernen in der Anlage der proximalen Epiphyse der Grund- und Mittelphalanx

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ph. prim. ep. prox. und ph. sec. ep. prox., speziell Textfigg. 729—738.

Als weitere epiphysäre Knochenkerne treten nach Entwicklung eines knöchernen Herdes in der distalen Anlage der Grundphalangen-Epiphyse Knochenkerne in den proximalen Anlagen der Grund- und Mittelphalanx auf (Do. 139, Textfigg. 729/730 und Do. 66, Textfigg. 731/732). Auf Grund der Stadien, die uns zur Untersuchung zur Verfügung gestanden haben, und welche diese beiden neuen Epiphysenkerne im Verein mit der schon früher aufgetretenen Verknöcherung in der distalen Epiphyse der Grundphalanx zeigen, sind wir nicht in der Lage festzustellen, ob der proximale knöcherne Epiphysenkern der Grundphalanx vor demjenigen der Mittelphalanx auftritt oder ob dieser im Erscheinen die Priorität erhält. Grössendifferenzen sind schwer zwischen beiden Verknöcherungen festzustellen. Es bedürfte noch einiger Zwischenstadien, die in entsprechender Weise wie beim Pferd die Folge des Auftretens der einzelnen Kerne demonstrierten. Dass eine proximale Mittelphalangenepiphyse aber neben einer distalen Grundphalangenepiphyse knöchern in Erscheinung tritt, darüber besteht kein Zweifel, weil wir über Stadien verfügen, welche letzteren Kern allein enthalten (Do. 16676 u. 0.20) und auf späteren Stadien, wo der proximale «Mittelphalangenepiphysenkern» tatsächlich auftritt (Do. 139, Textfigg. 729/730 und Do. 66, Textfigg. 731/732), die distale knöcherne Epiphyse der Grundphalanx bereits in deren Mittelschaft teilweise oder gänzlich einbezogen ist, so dass der in Frage stehende Kern nur als proximaler Epiphysenkern der Mittelphalanx zugesprochen werden kann.

Die an die Extremitäten der Esel Do. 139 und Do. 66 anschliessenden Stadien der Gliedmassenentwicklung zeigen den Fortgang der Verknöcherung, wie er bereits aus der Behandlung der Vorderextremität bekannt geworden ist (Do. 143, Textfig. 733; Do. 92, Textfig. 734; Do. 147, Textfigg. 735/736 und Do. 103, Textfigg. 737/738).

Auftreten von Verknöcherungen in den bindegewebig präformierten Anlagen der oberen Sesambeine

Hierzu die Textfiguren mit den Bezeichnungen ossa ses. ph. prim., bezw. os ses. ph. prim. lat. u. os ses. ph. prim. med.,
speziell Textfigg. 733—738.

Als erste Verknöcherungen in den bisher noch bindegewebig vorgebildet auftretenden Sesambeinen erscheinen Ossifikationen in der Anlage des oberen lateralen und oberen medialen späteren «os sesamoideum» (Do. 143, Textfig. 733). Die Knochenkerne vergrössern sich zusehends und erlangen bald die definitive plattgedrückte Kerngestalt (Do. 147, Textfigg. 735/736; Do. 103, Textfigg. 737/738.

Auftreten eines Knochenkernes in der bindegewebig präformierten Anlage des unteren Sesambeines

Hierzu die Textfiguren mit der Bezeichnung os. ses. ph. tert.,
speziell Textfigg. 734—738.

Auf die Verknöcherungen der in Zweizahl vorhandenen oberen Sesambeine folgt rasch die Ossifikation des unteren Sesambeines, das schon auf dem nächsten nach dem Eintritt der oberen Sesambein-Ossifikation uns zur Verfügung stehenden Stadium der Extremitätenentwicklung verknöchert erscheint (Do. 92, Textfig. 734) und in Form eines rundlich und scharf umgrenzten Ossifikationskernes (Aufnahmen der Extremitätenspitzen in Seitenlage) auftritt. Do. 147, Textfigg. 735/736 und Do. 103, Textfigg. 737/738, veranschaulichen die starke Wachstumszunahme auch des unteren Sesambeines.

In übersichtlicher Weise orientiert über den Gang der Verknöcherung in der Acropodium-Anlage der Hinterextremität des Esels Textfigur 756 B im vergleichenden Hauptteil C dieser Arbeit.

So zeigt sich denn auch, wenn wir am Schlusse der Abschnitte I—VII die Resultate der Untersuchung kurz zusammenfassen, für den Esel, wie wir es für das Rind und andere mit uns für das Pferd, SURBER (1920) und ZIETZSCHMANN für das Schwein und eine Reihe von Autoren für den Menschen festgestellt haben, dass die Ossifikation im allgemeinen dem Etappengang folgt, den die Chondrifikation beim Pferd (und wahrscheinlich auch beim Esel selber) eingeschlagen hat. Das BRAUS'sche Gesetz findet seine Bestätigung: Als erster Kern tritt ein Kern im Zonoskelett auf, dem die diaphysäre Ossifikation des Stylopodium, Zeugopodium, Metapodium und Autopodium folgen, innerhalb welchem Metapodium und Acropodium in den progressiven proximo-distalen Einbezug fallen, das Basipodium vorerst aber übersprungen wird und die Verknöcherung der Endphalanx vor derjenigen der Grund- und Mittelphalanx einsetzt.

Die Epiphysen- und Apophysenkerne werden erst nach der diaphysären Ossifikation angelegt. Sie erscheinen erst, nachdem die Hauptkerne den grössten Teil der Knorpelstücke eingeschmolzen haben. Die grossen Anlagen, d. h. die Hauptkomponenten der Achse der Gliedmassen, die grossen und kleineren säulenförmigen Glieder, werden zuerst in den Ossifikationszustand übergeführt. Besondere Rücksicht getragen wird der entwicklungsgeschichtlich komplizierten und physiologisch frühzeitig und stark beanspruchten Hufbein- bezw. Hufanlage, die sich im Acropodium vor allen Elementen auch beim Esel zuerst knöchern anlegt.

VIII. ABSCHNITT

Die vergleichsweise Betrachtung des Ossifikationsmodus in der Vorder- und Hinterextremität
Die sich ergebenden Verknöcherungsetappen

Bei den Pferden versuchten wir darüber Aufschluss zu bekommen, wie in bezug auf die Verknöcherung die Hinterextremität sich zur Vorderextremität verhalte, ob die einzelnen Stufen, wie sie für die Vorderextremität aufgestellt werden können, sich mit den für die Hinterextremität ergebenden Stufen decken, ob mit andern Worten die Verknöcherung in der Vordergliedmasse mit der Ossifikation in der Hintergliedmasse Schritt halte, ob ein Vorauseilen der einen Extremität gegenüber der andern im Auftreten verknöcherter Elemente wahrzunehmen sei oder nicht.

Zu diesem Zweck ist notwendig, die verschiedenen Stufen innerhalb einer der beiden Extremitäten mit den sie belegenden Fällen ins Auge zu fassen und dann in der Skala der Verknöcherungen bei der andern Extremität nachzusehen, welche Stufe der Ossifikation erreicht wird, wenn beim Vergleich die nämlichen Fälle Geltung haben, die die betreffende Stufe der ersten Extremität bilden. Dies haben wir für die Eselgliedmassen in entsprechender Weise, wie es für die Pferdeextremitäten geschehen ist, durchgeführt. Vorerst seien wieder einige Bemerkungen über

die Beschaffenheit der aus der Verknöcherung sich ergebenden Stufenleiter in Vorder- und Hinterextremität

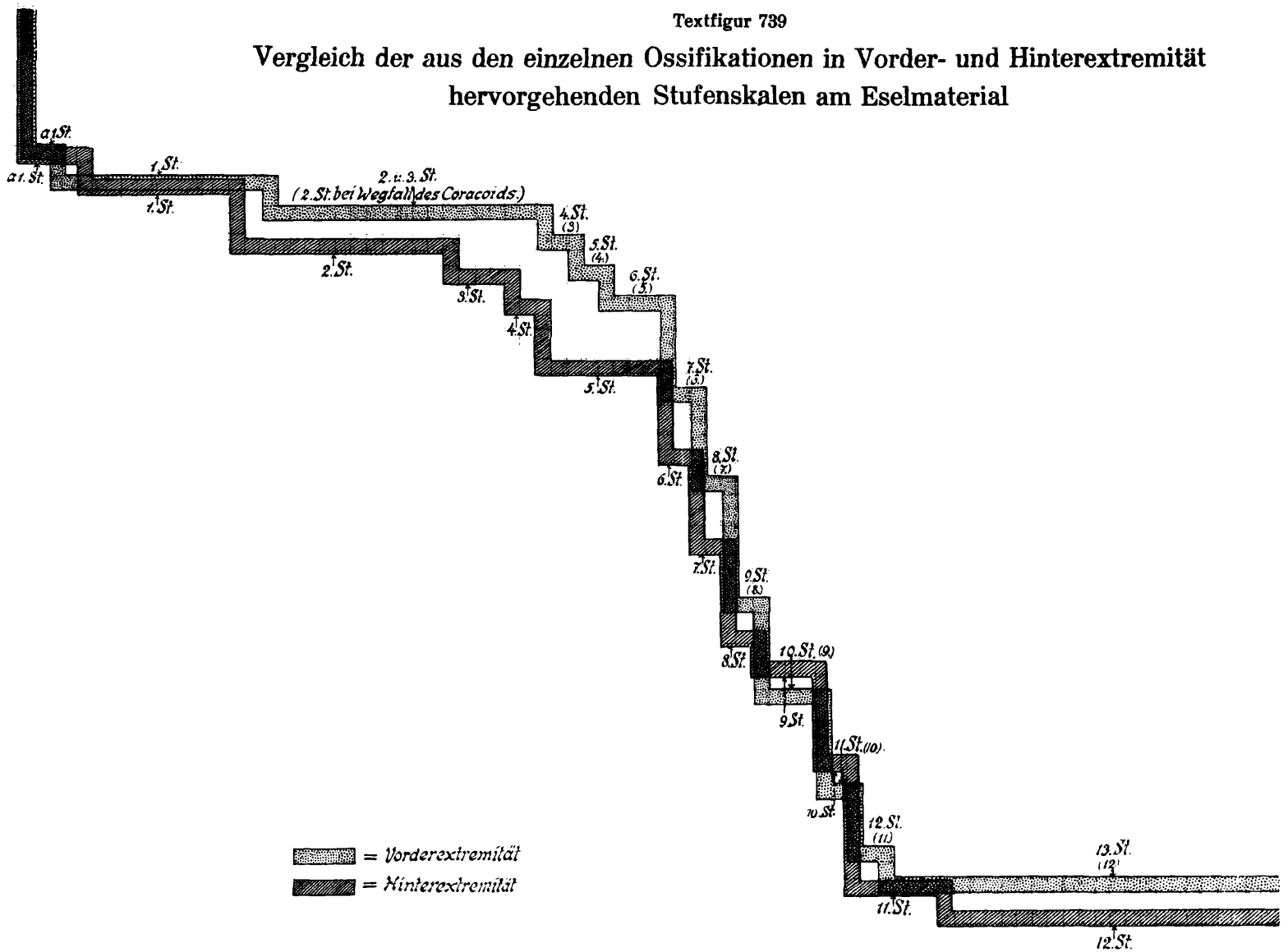
gemacht.

Betrachtet man zunächst die Formation *der Stufenleiter in der Vorderextremität* — starke, mehrfach gebrochene, ausgezogene Linie unter den einzelnen mit + bezeichneten, für die betreffenden Fälle geltenden Verknöcherungen — so verdient wiederum besondere Beachtung das Verhalten der einzelnen Stufenbreiten und der jeweiligen Stieghöhen, durch welche die verschiedenen Stufen gegenseitig abgesetzt sind.

Bei Verfolgung der Stufenlinie zeigt sich, dass die einzelnen Stufenbreiten ein recht verschiedenes Ausmass zeigen. Wir finden breit und schmal abgesetzte Stufen. Erstere werden durch eine grössere Anzahl von Fällen, bei denen der Ossifikationsprozess gleichweit fortgeschritten ist, dargestellt; letztere umschliessen nur einen oder zwei derartige Fälle. Wir finden die breiten Stufen (wie wir es übrigens auch bei den Pferden feststellen konnten) in der ersten Hälfte des Stufenverlaufes, die schmalen Stufen in der zweiten Hälfte. Da nun den einzelnen Fällen verschiedenaltrige Embryonen bezw. Fohlen mit verschiedenen Kopfsteisslängen zugrunde liegen und dieselben im Sinn einer Progression entsprechend dem Linienverlauf eingesetzt sind, so lässt sich sagen, dass die neuen Elemente im Anfang nur zögernd in Erscheinung treten, und dass es, sofern die frühesten Stadien der Entwicklung nicht mitberücksichtigt werden, im Anfang geraumer ontogenetischer Zeitabschnitte bedarf, um neue Elemente der Ossifikation

Textfigur 739

Vergleich der aus den einzelnen Ossifikationen in Vorder- und Hinterextremität hervorgehenden Stufenskalen am Eselmaterial



entgegenzuführen. Diese Tatsache tritt in der Vorderextremität besonders in Erscheinung, wenn man die Schultergürtelverknöcherungen (Scapula und Coracoidkern), wie es bei späterem Vergleich mit der Hinterextremität zu geschehen hat, ausser acht lässt, so dass die Stufe 3 mit der Stufe 2 zusammenfällt und Stufe 1 dann von 7 Fällen, die Stufen 2 und «3» von insgesamt 9 dargestellt werden.

In der zweiten Hälfte folgen dagegen die neuen Knochenkerne rasch aufeinander. Die einzelnen Stadien, welche durch neue Ossifikationen ausgezeichnet sind, folgen meistens ohne Intervalle unmittelbar aufeinander.

In der ersten Hälfte der Entwicklung weisen die einzelnen Ossifikationen einen schrittweisen, in der zweiten einen überstürzten Verlauf auf.

Auch die durch die Anzahl der im einzelnen Fall vorkommenden Verknöcherungen gesetzten Stieghöhen der Stufen sind während des Stufenlinienverlaufs verschieden. Der Absatz von Stufe a 1 zu Stufe 1, von Stufe 1 zu Stufe 2, von 3 zu 4, von 4 zu 5 und von 5 zu 6 wird durch das Hinzutreten von nur einem Knochenkern bestimmt. Von Stufe 6 an aber ändert sich die Situation; es treten mehrere Knochenkerne jeweils gleichzeitig auf. Die Stufenabsätze nehmen eine entsprechende Höhe ein. Im Anfang ist der Einbezug von neuen Knorpelanlagen in die zur Stufenbildung Anlass gebende Verknöcherung ein beschränkter (Stufen 1—6), später werden eine ganze Reihe von Elementen auf einmal in die Verknöcherung einbezogen: neue Knochenkerne treten jeweils simultan, auf einmal, in Erscheinung.

In der Hinterextremität finden wir in bezug auf die Stufenleiterformation ein ganz entsprechendes Verhalten. Hinsichtlich Stufenbreiten und Stieghöhen haben wir die nämlichen Unterschiede im ersten und zweiten Teil des Linienverlaufs. Im Anfang liegen die mit neu auftretenden Ossifikationen ausgezeichneten Stadien durch breite Intervalle voneinander getrennt, später erfolgen die Verknöcherungen gedrängt und gehäuft: jede Stufe zeigt gleich eine grössere Anzahl von neuen Knochenelementen.

Die bei Vorder- und Hinterextremität hervorgehobenen Übereinstimmungen in der Gesamtformation der Stufenskala mögen in einer den Verlauf der beiden Stufenleitern wiedergebenden Darstellung (Textfig. 739) ihre Bestätigung finden, die das Resultat der Durchsicht unserer beiden übereinandergelegten Tabellen ist, und die die beiden gebrochenen Linien zum grössten Teil ineinanderfallend oder über-, bezw. untereinander verlaufend erscheinen lässt. Wenn auch die Hinterextremität gegenüber der Vorderextremität im ersten Abschnitt des Linienverlaufs in betreff Einbezug neuer Knorpelanlagen leicht ein Vorauseilen erkennen lässt, und im zweiten Abschnitt diese ausgesprochenere Verknöcherungstendenz wieder seitens der Vorderextremität wettgemacht wird, so decken sich eben doch im grossen und ganzen unverkennbar beide Skalen, was um so mehr zu beachten ist, als beide unabhängig voneinander, auf Grund getrennter Untersuchungen und Resultatzusammenstellungen entworfen worden sind.

Die sich ergebenden «Etappen» der Verknöcherung in den beiden Extremitäten

Auf Grund eines tabellarischen Vergleiches geben wir darüber Auskunft, wie die Stufenskala der Hinterextremität aufzuteilen ist, um eine Gegenüberstellung der Verknöcherungsfortschritte in Vorder- und Hinterextremität vorzunehmen.

Die Aufteilung führt zu — die aus den Stufen a1 in Vorder- und Hinterextremität sich ergebende «a1 Etappe» nicht einbezogen — *13 Verknöcherungs-Etappen.* Jede Etappe umschliesst diejenige Anzahl von Einzelfällen, die die betreffende Verknöcherungsstufe in der Vorderextremität darstellen und welche den Inhalt der jeweiligen entsprechenden Stufe in der Hinterextremität ausmachen.

Stufenvergleich in Vorder- und Hinterextremität. Aufstellung der «Etappen».

es wird in der Vorderextremität die Stufe:	umfassend den Fall (die Fälle) Esel-Nr.:	durch die Stufe der Hinterextremität dargestellt:	wodurch gekennzeichnet wird die:
Stufe a 1	113	Stufe a 1 (113 u. 55)	«a 1». Etappe
Stufe 1	55, 0.24, 16742, 16682, 81, 0.76, 16710	Stufe a 1 (55) Stufe 1 (0.24, 16742, 16682, 81 u. 0.76) Stufe 2 (16710)	1. Etappe
Stufe 2	16684, 16734	Stufe 2 (16684, 16734 u. a.)	2. Etappe
Stufe 3	16720, 16696, 141, 146, 16746, 16706 und 16687	Stufe 2 (16720, 16696, 141, 146) Stufe 3 (16746, 16706) Stufe 4 (16687)	3. Etappe
Stufe 4	16698	Stufe 5 (16698)	4. Etappe
Stufe 5	115	Stufe 5 (115)	5. Etappe
Stufe 6	135, 77	Stufe 5 (135, 77)	6. Etappe
Stufe 7	16676	Stufe 6 (16676)	7. Etappe
Stufe 8	0.20	Stufe 7 (0.20)	8. Etappe
Stufe 9	139	Stufe 8 (139)	9. Etappe
Stufe 10	66, 134	Stufe 9 (66, 134)	10. Etappe
Stufe 11	143	Stufe 10 (143)	11. Etappe
Stufe 12	92	Stufe 11 (92)	12. Etappe
Stufe 13	63, 86, 140, 87, 147 etc.	Stufe 11 (63, 86) Stufe 12 (140, 87, 147 etc.)	13. Etappe

Die obige Aufstellung wird übersichtlich durch *Schema 3* illustriert.

Die Überprüfung der einzelnen Etappen ergibt folgendes:

bei der mit a 1 bezeichneten Etappe (Vorderextremität Stufe a 1,
Hinterextremität Stufe a 1).

In der mit a 1 bezeichneten Etappe liegen in der *Vorderextremität,* abgesehen von der verknöcherten Scapula, sicher in verknöchertem Zustand vor: die Humerusdiaphysenanlage, die Anlage der Radiusdiaphyse, die Anlage der Diaphyse des Os metacarpale III und die Endphalangenanlage.

Nicht sicher festgestellt werden können Verknöcherungen in der Anlage der Ulnadiaphyse und in den Diaphysen der Nebenstrahlen IV und II des Metacarpus.

Grund- und Mittelphalanx treten noch nicht in Form von Verknöcherungskernen auf.

In der *Hinterextremität* zeigen sich als verknöcherte Elemente die Diaphysenanlagen des Os femoris, der Tibia und des Metatarsale III, sicher auch noch die Endphalanx.

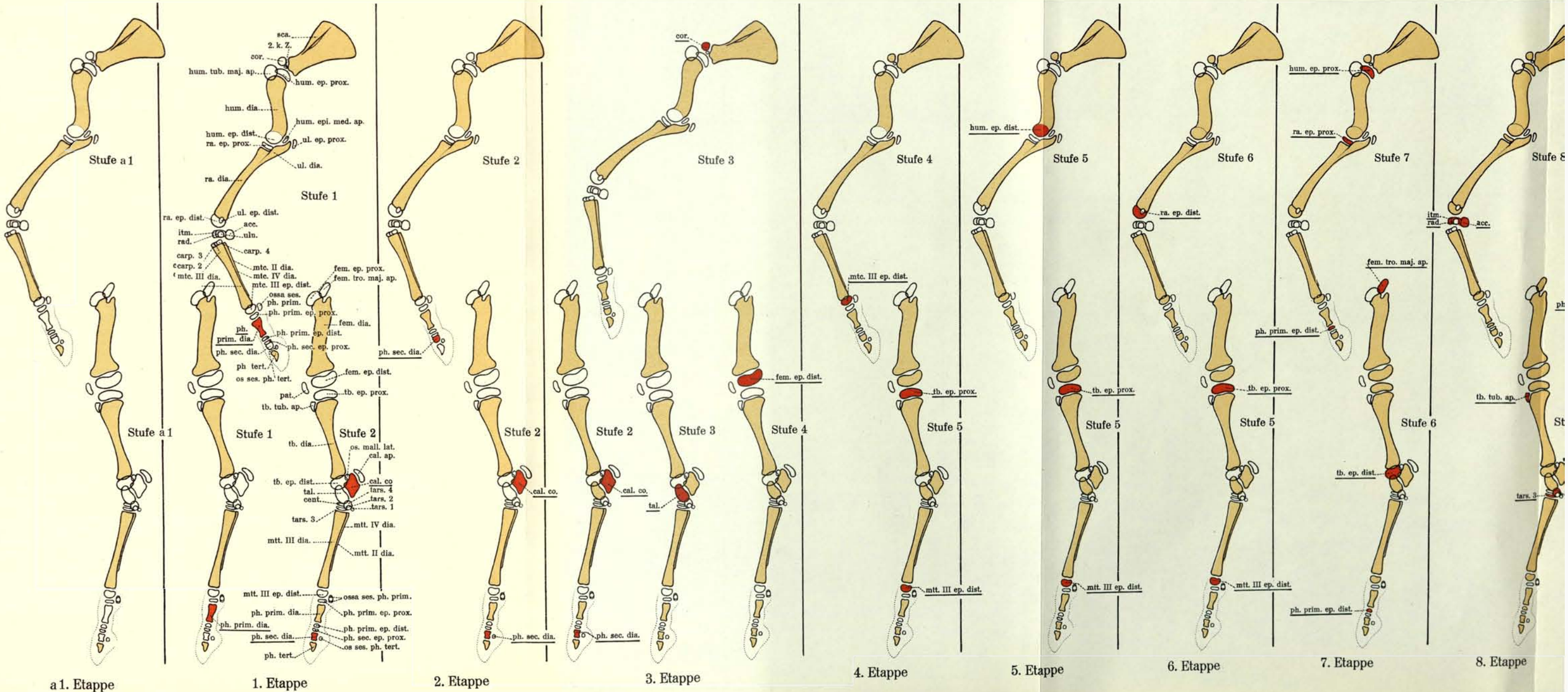
Auch in der Hinterextremität finden sich noch in knorpeligem, nicht verknöchertem Zustand die Anlagen der Grund- und Mittelphalanx vor.

Vorder- und Hinterextremität zeigen also die einander entsprechenden Elemente ossifiziert. Die Verknöcherung beschlägt in beiden Extremitäten die nämlichen Anlagen. Ein Vorauseilen oder eine Verzögerung in der Ossifikation bestimmter Elemente der einen Extremität gegenüber entsprechenden Elementen der andern Extremität scheint zunächst nicht zu bestehen.

Schema 3

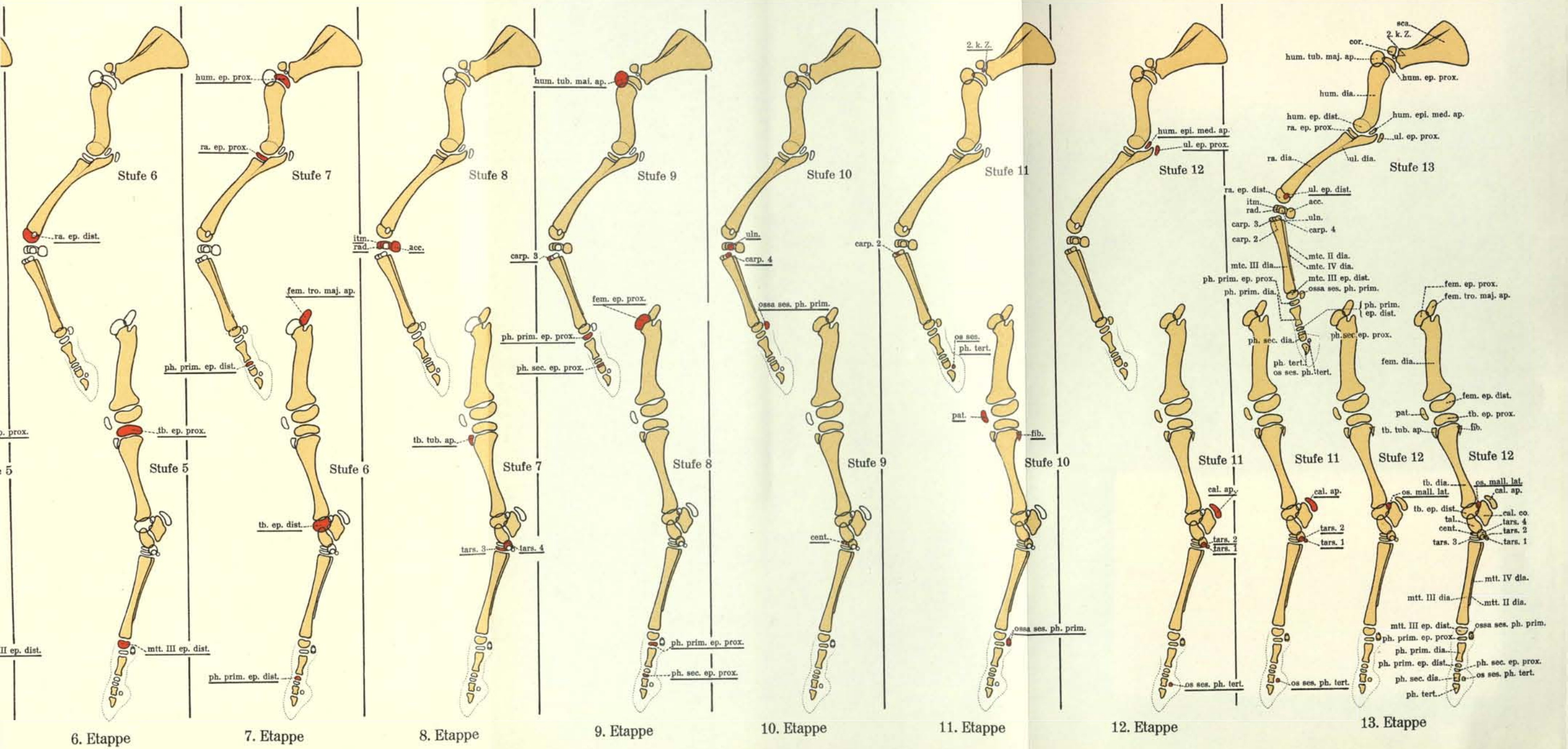
Bildliche Darstellung zur Illustration des Einbezugs der einzelnen Knochenanlagen in die Verknöcherung bei Vorder- und Hinterextremität des Esels, unter Berücksichtigung der einzelnen Ossifikation

Die ohne Farbe eingezeichneten Knochen repräsentieren Anlagen in knorpeligem Zustand, die mit Rot gedeckten Komponenten die frisch in die Verknöcherung einbezogenen Elemente, die jeweils auch mit Namen verse



d Hinterextremität des Esels, unter Berücksichtigung der einzelnen Ossifikationsstufen und der aus diesen sich ergebenden Verknöcherungsetappen im Gliedmassenskelett

die frisch in die Verknöcherung einbezogenen Elemente, die jeweils auch mit Namen versehen sind; die mit Gelb gedeckten Anteile die bereits in früheren Etappen verknöcherten Anlagen



bei der 1. Etappe (Vorderextremität Stufe 1,
Hinterextremität Stufen a 1, 1 und 2).

In der 1. Etappe zeigen sich an der *Vorderextremität* die Diaphysen des Oberarm- und Unterarmknochens, des Metacarpus, der End- und *Grundphalanx,* an der *Hinterextremität* die entsprechenden Diaphysen des Oberschenkels und Unterschenkels, des Metatarsus, in einem Fall (Do. 55) der Endphalanx und in den übrigen Fällen (0.24, 16742, 16682, 81, 0.76) der End- und *Grundphalanx.* Ausserdem zeigt uns Fall Do. 16710 die Anlage des *Calcaneuskörpers* und die *Mittelphalangendiaphyse* verknöchert. Wir sehen also schon auf der ersten Etappe, dass die *Hinterextremität* der Vorderextremität um zwei Verknöcherungen *vorauseilen* kann.

bei der 2. Etappe (Vorderextremität Stufe 2,
Hinterextremität Stufe 2).

In der 2. Etappe wird von der *Vorderextremität* dieser *Rückstand wieder ausgeglichen.* Die Vorderextremität zeigt ausser den diaphysären Verknöcherungen im Humerus, in der Ulna, bezw. im Radius und im Metacarpus, sowie in der End- und Grundphalanx die *Mittelphalanx* ossifiziert, die in der vorigen Etappe in der Vorderextremität nur knorpelig aufgetreten ist.

Die *Hinterextremität* weist gegenüber Etappe 1 keine neuen Knochenelemente auf; sie hält noch die nämliche Stufe der Verknöcherung ein.

bei der 3. Etappe (Vorderextremität Stufe 3,
Hinterextremität Stufe 2, 3 und 4).

In der *Vorderextremität* ist in bezug auf die Verknöcherung in der eigentlichen Gliedmasse gegenüber der 2. Etappe kein Fortschritt wahrzunehmen. Ein neues Element macht sich dagegen in dem bei der Vorderextremität mituntersuchten Aufhängegürtel geltend, in welchem in Form eines Knochenkernes der *Coracoidkern* erscheint.

Die Diaphysen der langen Röhrenknochen, der End-, Grund- und Mittelphalanx, haben das Knorpelstadium aufgegeben und erscheinen auch hier knöchern.

In der *Hinterextremität* wird in einigen Fällen der vorhin bereits festgestellte Zustand beibehalten, in anderen Fällen aber durch die Verknöcherung des *Talus,* in einem Fall durch die Verknöcherung dieses und der *distalen Femurepiphyse,* ein Fortschritt im Ossifikationsgeschehen erzielt, sodass sich auch hier wieder gegenüber der Vorderextremität *ein Vorauseilen* der Verknöcherung (diesmal kommen zwei neue Knochenkerne in Frage) geltend macht.

bei der 4. Etappe (Vorderextremität Stufe 4,
Hinterextremität Stufe 5).

In der *Vorderextremität* kommt es zum Auftreten der ersten verknöcherten Epiphysen. Ein Verknöcherungskern in der *distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens* kann festgestellt werden.

Die *Hinterextremität* zeigt die nämliche Epiphysenverknöcherung (Ossifikation der *distalen Metatarsalepiphyse*). Ausserdem tritt aber an ihr auch die *proximale Tibiaepiphyse* in verknöchertem Zustand auf. Dass die distale Femurepiphyse einen Ossifikationskern aufweist, ist bereits in der vorigen Etappe festgestellt worden.

Die Hinterextremität zeigt also im Auftreten verknöcherter Epiphysen (distale Femur- und proximale Tibiaepiphyse, verknöcherter Calcaneus und Talus) *einen Vorsprung* gegenüber der Vorderextremität.

bei der 5. Etappe (Vorderextremität Stufe 5,
Hinterextremität Stufe 5).

Der an der Hinterextremität in Etappe 4 festzustellende Vorsprung im Auftreten verknöcherter oder sich verknöchernder Elemente wird in der 5. Etappe in der *Vorderextremität* insofern wieder etwas ausgeglichen, als diese nunmehr einen Ossifikationskern in der *distalen Humerusepiphyse* zeigt, der in Etappe 4 noch nicht in Erscheinung tritt, wogegen weitere Ossifikationsfortschritte in der *Hinterextremität* zur Zeit noch nicht wahrzunehmen sind.

bei der 6. Etappe (Vorderextremität Stufe 6,
Hinterextremität Stufe 5).

In der 6. Etappe bringt es abermals nur die *Vorderextremität* zur Schaffung eines neuen Knochenkernes, indem jetzt die *distale Radiusepiphyse* verknöchert, während in der *Hinterextremität* der Status der Verknöcherung der nämliche ist wie in Etappe 5.

bei der 7. Etappe (Vorderextremität Stufe 7,
Hinterextremität Stufe 6).

In der *Vorderextremität* werden gegenüber Etappe 6 drei neue Epiphysenkerne angelegt. Es sind dies die *proximale Humerusepiphyse*, die *proximale Radiusepiphyse* und die *distale Grundphalangenepiphyse.*

In der *Hinterextremität* sind an neuen Elementen zu notieren die *Trochanter major-Apophyse,* die *distale Tibiaepiphyse,* die *distale Grundphalangenepiphyse.*

bei der 8. Etappe (Vorderextremität Stufe 8,
Hinterextremität Stufe 7).

In der *Vorderextremität* begegnet man der Verknöcherung in der oberen (proximalen) Reihe des Carpus. Knochenkerne im *Accessorium, Intermediale* und *Radiale* treten auf.

In der *Hinterextremität* tritt ein Knochenkern für die *Tuberositas tibiae-Apophyse* auf und es erhalten die bereits vorhandenen knöchern abgesetzten Elemente (Calcaneus und Talus) einen Zuzug von zwei weiteren Tarsalknochen (Ossifikation im *Tarsale 4* und *Tarsale 3).*

bei der 9. Etappe (Vorderextremität Stufe 9,
Hinterextremität Stufe 8).

In der Etappe 9 bringen Vorder- und Hinterextremität neue verknöcherte Elemente hervor.

In der *Vorderextremität* sind es am Humerus in Ergänzung der proximalen Epiphysenverknöcherung die *Tuberculum majus-Apophysen*verknöcherung, im Carpus das knöcherne *Carpale 3,* in der Zehe an der *Grundphalanx* und an der *Mittelphalanx* die *proximalen Epiphysen.*

In der *Hinterextremität* erscheinen am Femur verknöchert die *proximale Femurepiphyse* und in der Zehe an der *Grund-* und *Mittelphalanx* die *proximalen Epiphysen.*

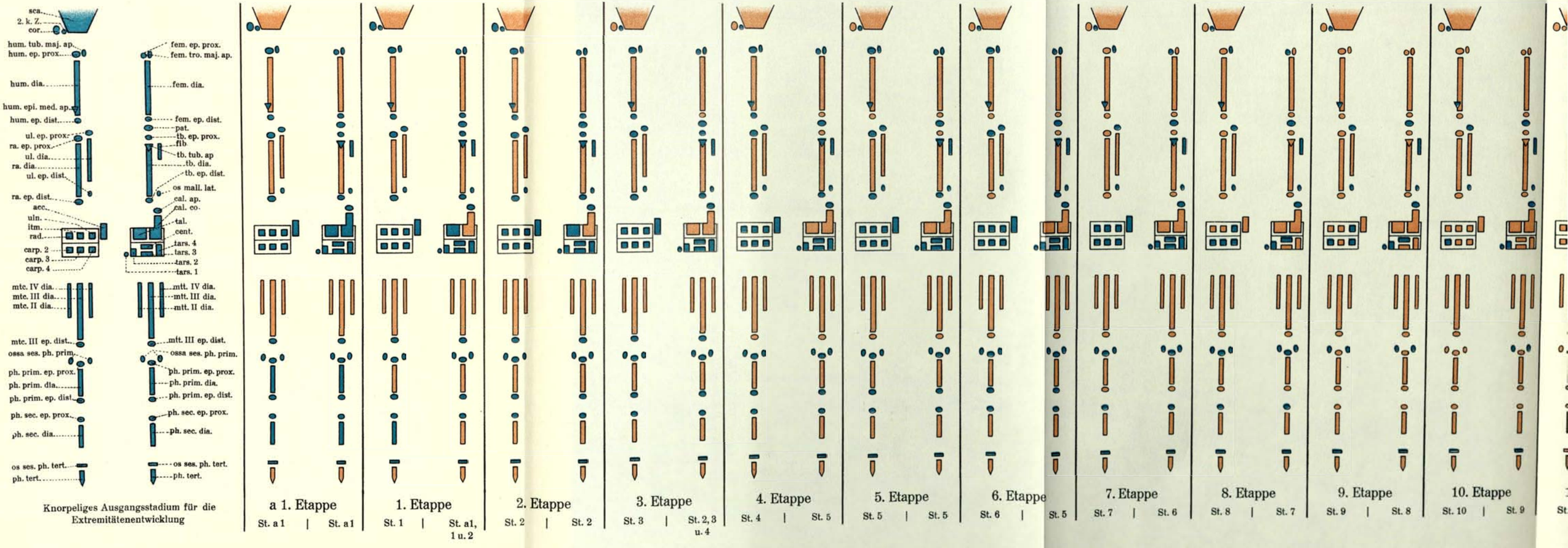
bei der 10. Etappe (Vorderextremität Stufe 10,
Hinterextremität Stufe 9).

Die Etappe 10 bringt in der Vorder- und Hinterextremität neue Knochenkerne hervor, in der *Vorderextremität* im Carpus das *Ulnare* in der oberen, das *Carpale 4* in der unteren

Schema 4

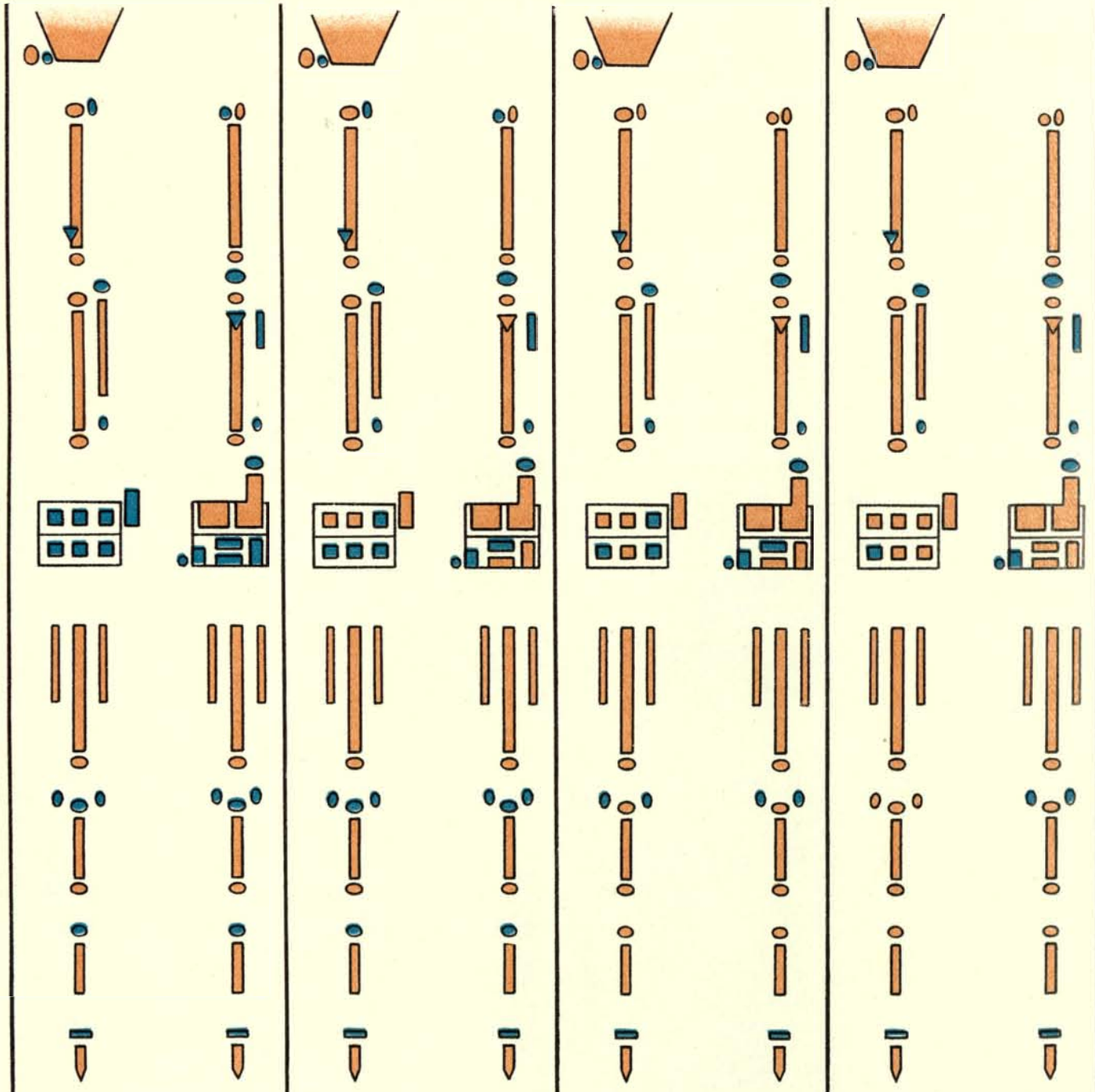
Schematische Darstellung des Ganges der Verknöcherung in Vorder- und Hinterextremität des Esels · Zusammenstellung der Untersuchungsresultate zur Durchführung einer vergleichenden Bet

Die Diaphysen der Extremitätenknochen sind mit farbigen Stäbchen, die Epiphysen, Apophysen und übrigen Elemente mit Kreisen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet
Der knorpelige Zustand der Knochenanlagen ist mit blauer, der knöcherne Zustand mit brauner Farbe angegeben



nmenstellung der Untersuchungsresultate zur Durchführung einer vergleichenden Betrachtung

en und übrigen Elemente mit Kreisen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet
ıöcherne Zustand mit brauner Farbe angegeben

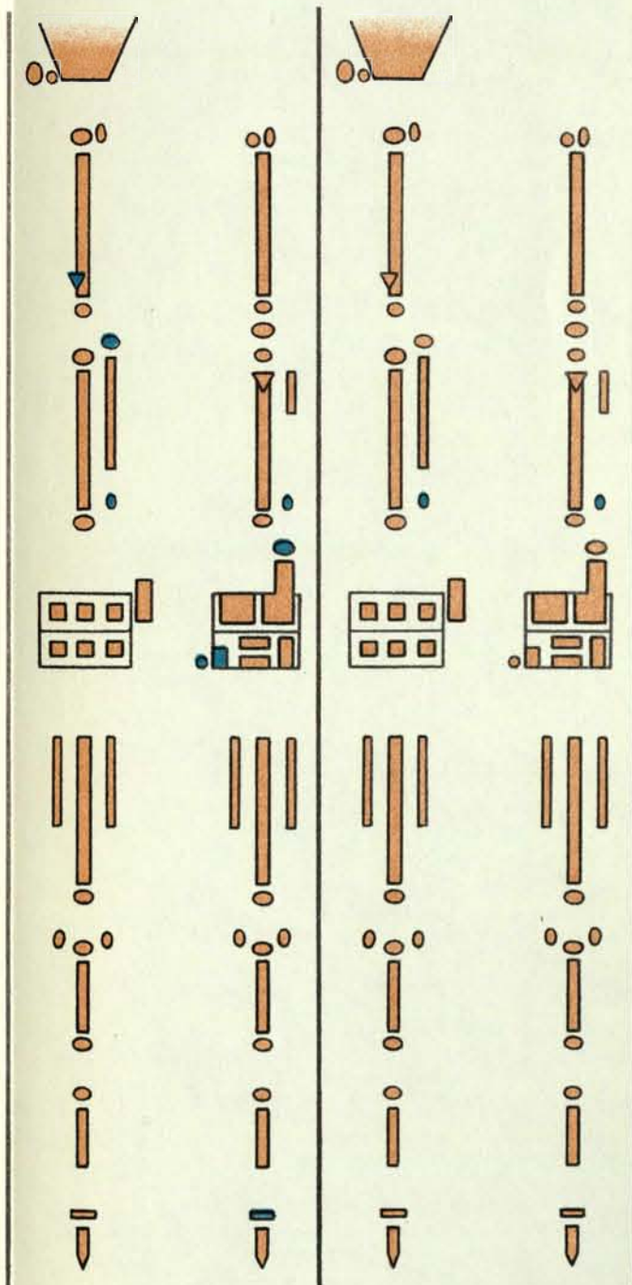


7. Etappe
St. 7 | St. 6

8. Etappe
St. 8 | St. 7

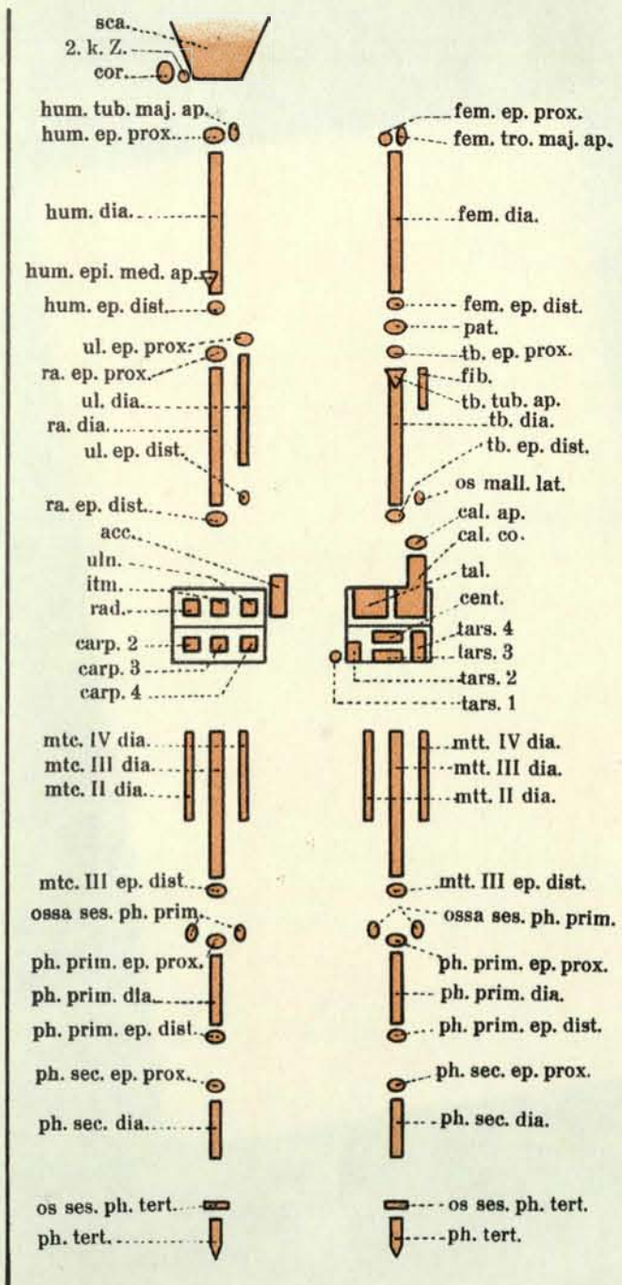
9. Etappe
St. 9 | St. 8

10. Etappe
St. 10 | St. 9



11. Etappe
St. 11 | St. 10

12. Etappe
St. 12 | St. 11



13. Etappe
St. 13 | St. 11 u. 12

Reihe, sowie diejenigen für die *oberen Sesambeine;* in der *Hinterextremität* die beiden Knochenkerne für das *Centrale.* In bezug auf die Verknöcherung der beiden oberen Sesambeine erweist sich die Hinterextremität gegenüber der vorderen *rückständig.*

bei der 11. Etappe (Vorderextremität Stufe 11,
Hinterextremität Stufe 10).

Die *Vorderextremität* bringt in der 11. Etappe die Verknöcherungen im Carpus zum endgültigen Abschluss. Als letztes Element tritt in der distalen Reihe das *Carpale 2* knöchern hinzu; sodann auch das *untere Sesambein,* das Strahlbein, nachdem bereits in der vorigen Etappe die Ossifikation der oberen Sesambeine, wie gemeldet, erfolgt ist.

Erwähnenswert ist sodann das Vorkommen eines neuen Knochenkerns im Schultergürtel, indem neben dem Coracoidkern ein kleiner Ossifikationskern erstmalig in Erscheinung tritt *(zweiter Kern im Zonoskelett).*

Die *Hinterextremität* lässt erstmalig die *Patella* in knöchernem Zustand erscheinen. Ausserdem zeigt sie die reduzierte *Fibula* im proximalen Endteil knöchern an und holt die Ossifikationen in den *oberen Gleichbeinen* nach, die in der Vorderextremität bereits auf Stufe 10 in den knöchernen Zustand übergetreten sind. Im Gegensatz zur vordern Gliedmasse lässt sie das Strahlbein noch unossifiziert.

bei der 12. Etappe (Vorderextremität Stufe 12,
Hinterextremität Stufe 11).

In der *Vorderextremität* beschränken sich die nun noch auftretenden neuen Ossifikationen auf Ergänzungen im Oberarm- und Unterarmskelett. Im Oberarm ist im Bereich der distalen Epiphyse ein neuer Knochenkern an der Hinterseite des Humerus wahrzunehmen, aus dem sich später der *Epicondylus medialis* entwickelt. Am Unterarmskelett tritt als neuer Knochenkern die *proximale Ulnaepiphyse* auf.

In der *Hinterextremität* kommt es zu Verknöcherungen, die eine Vervollständigung der Ossifikationen im Sprunggelenk und in den Gleichbeinen herbeiführt. Im Tarsus treten auf: ein *Apophysenkern im Calcaneus* und Kerne im *Tarsale 2* und *Tarsale 1.* Ausserdem verknöchert das *untere Sesambein.*

bei der 13. Etappe (Vorderextremität Stufe 13,
Hinterextremität Stufen 11 und 12).

Als letztes Element tritt in der *Vorderextremität* die *distale Ulnaepiphyse* auf. Alle übrigen Elemente liessen schon früher ihren Knochenkern in der knorpeligen Anlage erkennen.

In der *Hinterextremität* ist als neuer Ossifikationskern wahrzunehmen: der *Malleolus lateralis* an der Tibia neben den in der 12. Etappe bereits namhaft gemachten Kernen in der Calcaneus-Apophyse, im Tarsale 2 und Tarsale 1, sowie im Strahlbein.

Wie für die Pferde haben wir auch für die Esel in einer schematischen Darstellung die in den einzelnen Etappen verknöchert auftretenden Elemente angegeben und sie durch besondere Farbenbezeichnung gegenüber den noch in knorpeligem Zustand sich befindenden Anlagen kenntlich gemacht. Schema 4 gibt über die Verknöcherungen in den einzelnen Etappen Aufschluss.

Nachdem im Vorstehenden die einzelnen Etappen hinsichtlich der in Vorder- und Hintergliedmasse eingetretenen Ossifikation charakterisiert worden sind, möge im folgenden eine zusammenfassende Übersicht gegeben werden, die zeigt, welche Übereinstimmungen und Verschiedenheiten zwischen Vorder- und Hinterextremitäten in jeder einzelnen Etappe bezüglich der Verknöcherungen wahrzunehmen sind.

Zusammen- und Gegenüberstellung

In der mit a 1 bezeichneten Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
der knorpeligen Grundphalangendiaphyse	die knorpelige Grundphalangendiaphyse
der knorpeligen Mittelphalangendiaphyse	die knorpelige Mittelphalangendiaphyse
der knöchernen Humerusdiaphyse	die knöcherne Femurdiaphyse
der knöchernen Radiusdiaphyse	die knöcherne Tibiadiaphyse
der knöchernen Diaphyse des Metacarpale III	die knöcherne Diaphyse des Metatarsale III
der knöchernen Endphalanx	die knöcherne Endphalanx
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Humerusepiphyse	die dist. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knorp. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
der distalen und proximalen Reihe der knorpelig vorhandenen Carpalelemente	die distale und proximale Reihe der knorpelig vorhandenen Tarsalelemente
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
den sämtlichen übrigen knorpelig vorhandenen Anlagen	die entsprechenden Elemente in knorpeligem Zustand

In der 1. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
der knöchernen Humerusdiaphyse	die knöcherne Femurdiaphyse
der knöchernen Radiusdiaphyse	die knöcherne Tibiadiaphyse
den knöchernen Diaphysen des Metacarpus	die knöchernen Diaphysen des Metatarsus
der knöchernen Diaphyse der Grundphalanx	die knöcherne Diaphyse der Grundphalanx
der knöchernen Endphalanx	die knöcherne Endphalanx
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Humerusepiphyse	die dist. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis

der dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knorp. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der dist. Reihe der knorpelig vorhandenen Carpalelemente	die dist. Reihe der knorpelig vorhandenen Tarsalelemente

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	der knorp. Trochanter major
den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

die knorp. Diaphyse der Mittelphalanx	zur knöchernen Diaphyse der Mittelphalanx

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe der knorpelig vorhandenen Carpalelemente	zur knorp. Talus- und zur knöchernen Calcaneusentwicklung

In der 2. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Humerusepiphyse	die dist. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knorp. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der dist. Reihe der knorpeligen Carpalelemente	die dist. Reihe der ebenfalls knorpelig vorhandenen Tarsalelemente

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	der knorp. Trochanter major
den bindegew. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegew. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die proximale Reihe der knorpelig vorhandenen Carpalelemente	zum knorpeligen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 3. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der prox. knorp. Radiusepiphyse	die prox. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der dist. knorp. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knorp. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der dist. Reihe der knorp. Carpalelemente	die dist. Reihe der ebenfalls knorp. vorhandenen Tarsalelemente

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	der knorp. Trochanter major
den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die dist. knorp. Humerusepiphyse	zur dist. knöch. Femurepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe der knorp. vorhandenen Carpalelemente	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 4. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
der dist. Reihe der knorp. Carpalelemente	die dist. Reihe der ebenfalls knorp. vorhandenen Tarsalelemente
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
den in Etappe 1 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
die dist. knorp. Humerusepiphyse	zur dist. knöch. Femurepiphyse
die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
die prox. Reihe der knorp. vorhandenen Carpalelemente	zum knöchernen Talus und knöchernen Calcaneus

In der 5. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Radiusepiphyse	die dist. knorp. Tibiaepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der distalen Reihe der knorpeligen Carpalelemente	die dist. Reihe der ebenfalls knorpelig vorhandenen Tarsalelemente

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe der knorp. vorhandenen Carpalelemente	zum knöch. Talus und knöch. Calcaneus

In der 6. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der prox. knorp. Humerusepiphyse	die prox. knorp. Femurepiphyse
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der dist. knorp. Grundphalangenepiphyse	die dist. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der dist. Reihe der knorp. Carpalelemente	die dist. Reihe der ebenfalls knorp. vorhandenen Tarsalelemente

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 aufgeführten Elementen	die gleichwertigen Elemente

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knorp. Radiusepiphyse	zur prox. knöch. Tibiaepiphyse
die dist. knöch. Radiusepiphyse	zur dist. knorp. Tibiaepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die prox. Reihe der knorp. vorhandenen Carpalelemente	zum knöch. Talus und knöch. Calcaneus

In der 7. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse
der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
der dist. Reihe der knorp. Carpalelemente	die dist. Reihe der ebenfalls noch knorp. vorhandenen Tarsalelemente
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
den in Etappe 1 aufgeführten Elementen, mit Ausnahme der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	die gleichwertigen Elemente, mit Ausnahme des knöch. vorhandenen Trochanter major

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
die prox. knöch. Humerusepiphyse	zur prox. knorp. Femurepiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
die prox. Reihe der knorp. vorhandenen Carpalelemente	zum knöch. Talus und knöch. Calcaneus
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
die knorp. vorhandene Tuberculum majus-Apophyse	zum knöch. vorhandenen Trochanter major

In der 8. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knorp. Grundphalangenepiphyse	die prox. knorp. Grundphalangenepiphyse

der prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knorp. Mittelphalangenepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der dist. knöch. Grundphalangen-Epiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem knorp. Carpale 2	das knorp. Tarsale 2

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den in Etappe 1 aufgeführten Elementen, mit Ausnahme der knorp. Tuberculum majus-Apophyse	die gleichwertigen Elemente, mit Ausnahme des knöch. vorhandenen Trochanter major

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

die prox. knöch. Humerusepiphyse	zur prox. knorp. Femurepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die im Radiale, Intermediale und Accessorium knöch., im Ulnare knorp. vorhandene Reihe der prox. Carpalelemente	zum knöch. Talus und knöch. Calcaneus
die im Carpale 4, Carpale 3 und Carpale 2 knorp. vorhandene dist. Reihe der Carpalelemente	zum dist. Teil des im Centrale, Tarsale 2 und Tarsale 1 knorp., im Tarsale 4 und Tarsale 3 knöch. vorhandenen Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

die knorp. vorhandene Tuberculum majus-Apophyse	zum knöch. vorhandenen Trochanter major

In der 9. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knöch. Humerusepiphyse	die prox. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
der prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

dem knorp. Carpale 2	das knorp. Tarsale 2

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

den bindegeweb. präform. Sesambeinen der Grundphalanx	die bindegeweb. präform. Sesambeine der Grundphalanx
dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx
der knöch. vorhandenen Tuberculum majus-Apophyse	der knöch. vorhandene Trochanter major

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die im Radiale, Intermediale und Accessorium knöch., im Ulnare knorp. vorhandene Reihe der prox. Carpalelemente	zum knöch. Talus und knöch. Calcaneus
die im Carpale 4 und Carpale 2 knorp., im Carpale 3 dagegen knöch. vorhandene dist. Reihe der Carpalelemente	zum dist. Teil des im Centrale, Tarsale 2 und Tarsale 1 knorp., im Tarsale 4 und Tarsale 3 knöch. vorhandenen Tarsus

In der 10. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knöch. Humerusepiphyse	die prox. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
der prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der im Accessorium, Ulnare, Intermediale und Radiale knöch. vorhandenen prox. Carpalreihe	die im Talus und Calcaneus knöch. ausgebildete Reihe der Tarsalanlagen

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

dem bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx	das bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx
der verknöch. Tuberculum majus-Apophyse	die Verknöcherung im Trochanter major

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die im Carpale 2, knorp., im Carpale 4 und Carpale 3 knöch. vorhandene dist. Reihe der Carpalknochenanlagen	zum dist. Teil des im Tarsale 2 und Tarsale 1 knorp., im Centrale (zwei Verknöcherungskerne!) und Tarsale 3 sowie Tarsale 4 knöch. vorhandenen Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

die knöch. Sesambeine der Grundphalanx	zu den bindegeweb. präform. vorhandenen Sesambeinen der Grundphalanx

In der 11. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:

mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:

sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen

mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:

der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knöch. Humerusepiphyse	die prox. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
der prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

der in allen Teilen knöch. vorhandenen prox. Reihe des Carpus	die im Talus und Calcaneus knöch. vorhandene Reihe des Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

der knöch. Tuberculum majus-Apophyse	die Verknöcherung im Trochanter major
den knöch. Sesambeinen der Grundphalanx	die knöch. Sesambeine der Grundphalanx

verhalten sich verschieden:

mit Rücksicht auf die Fusswurzel:

die im Carpale 4, 3 und 2 knöch. vorhandene dist. Reihe der Carpalknochenanlagen	zum dist. Teil des im Tarsale 2 und Tarsale 1 knorp., im Centrale und Tarsale 3 sowie Tarsale 4 knöch. vorhandenen Tarsus

mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:

das knöch. Sesambein der Endphalanx	zum bindegeweb. präform. Sesambein der Endphalanx

In der 12. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
der dist. knorp. Ulnaepiphyse	der knorp. Malleolus lateralis
der prox. knöch. Humerusepiphyse	die prox. knöch. Femurepiphyse
der dist. knöch. Humerusepiphyse	die dist. knöch. Femurepiphyse
der prox. knöch. Radiusepiphyse	die prox. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Radiusepiphyse	die dist. knöch. Tibiaepiphyse
der dist. knöch. Metacarpale III-Epiphyse	die dist. knöch. Metatarsale III-Epiphyse
der prox. knöch. Grundphalangenepiphyse	die prox. knöch. Grundphalangenepiphyse
der dist. knöch. Grundphalangenepiphyse	die dist. knöch. Grundphalangenepiphyse
der prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse	die prox. knöch. Mittelphalangenepiphyse
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
der in allen Teilen verknöcherte Carpus	dem in allen Teilen verknöcherten Tarsus
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
den knöch. Sesambeinen der Grundphalanx	die knöch. Sesambeine der Grundphalanx
dem knöch. Sesambein der Endphalanx	das knöch. Sesambein der Endphalanx

In der 13. Etappe entsprechen:

in der Vorderextremität:	in der Hinterextremität:
mit Rücksicht auf die Diaphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Diaphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Diaphysen
mit Rücksicht auf die Epiphysenentwicklung:	
sämtlichen knöchernen Epiphysen	die gleichwertigen, ebenfalls knöchern vorhandenen Epiphysen
mit Rücksicht auf die Fusswurzel:	
der in allen Teilen verknöcherte Carpus	dem in allen Teilen verknöcherten Tarsus
mit Rücksicht auf die übrigen Elemente:	
sämtlichen in Berücksichtigung gezogenen verknöcherten Elementen	die gleichwertigen verknöcherten Elemente

Aus der obigen Zusammenstellung geht hervor, dass im allgemeinen die *Vorderextremität gegenüber der Hinterextremität* in bezug auf die Verknöcherung *gleichen Schritt hält.* In Vorderextremität wie in Hinterextremität wird zunächst nach einem einheitlichen Plan die Hauptachse in den Diaphysen angelegt. Auch in bezug auf die Anlage der Knochenkerne in den Epiphysen und in den übrigen Elementen herrscht in der Vorder- und Hinterextremität im allgemeinen Übereinstimmung.

Das Basipodium zeigt ebenfalls in Vorder- und Hinterextremität gemeinsame Züge bei der Durchführung der Verknöcherungsprozesse. Der Verknöcherungsprozess in der Fusswurzel der

Vorderextremität nimmt sehr spät seinen Anfang. Der Accessoriumkern tritt erst nach dem Auftreten der distalen Radiusepiphyse in Erscheinung. Auf die Accessoriumverknöcherung folgt unmittelbar die Verknöcherung im Intermedium und Radiale, worauf der erste Knochenkern in der distalen Reihe der Carpalknochenanlage, und zwar im Carpale 3, in Erscheinung tritt. Daraufhin komplettieren sich die proximale und distale Reihe, indem in ersterer der Knochenkern in der Ulna, in letzterer der Knochenkern im Carpale 4 sich zeigt.

Zuletzt tritt die Verknöcherung im medialgelegenen Carpale 2 der distalen unteren Reihe auf. Sieht man von der Verknöcherung des Accessorium ab, so kann zusammenfassend gesagt werden, dass die Verknöcherung in der proximalen und distalen Reihe der Knochenanlagen im Carpus zuerst in der mittelständigen Knochenanlage, d. h. im axial gelegenen Chondrocarpus beginnt und dann erst die nebenstehenden Anlagen einbezieht, wobei in der oberen Reihe zuerst das medial gelegene Radiale, in der unteren Reihe hernach das lateral gelegene Carpale 4 verknöchert. Immerhin zeigt sich, dass die einzelnen Elemente, sofern einmal die Verknöcherung im Accessorium einen gewissen Grad der Entwicklung erreicht hat, ausserordentlich rasch nacheinander vom Knorpelstadium in das Knochenstadium übergeführt werden, wobei innerhalb einer kurzen Zeitperiode alle knorpeligen Elemente des Carpus zu Knochenelementen umgewandelt sind.

In der *Hinterextremität* entspricht der zuerst und isoliert einsetzenden Accessoriumverknöcherung in der Vorderextremität die dieser und allen übrigen Ossifikationen im Gelenk vorauseilende Calcaneusverknöcherung, welcher dann die Ossifikation im Talus folgt. Auch in der Hinterextremität gelangen die Verknöcherungen der axial gelegenen Partie des Tarsus zur Entwicklung, bevor das Tarsale 2 und Tarsale 1 sich knöchern angelegt haben. Immerhin geht nach dem Einsetzen der Talusverknöcherung der Vervollständigung der axial gelegenen Partie des Tarsus (Centrale, Tarsale 3) noch die Verknöcherung des Tarsale 4 voraus, das topographisch eben in erster Linie zum so früh sich ossifizierenden Calcaneus Beziehungen aufweist.

Trotz diesen einheitlichen Prinzipien bei der Verknöcherung der einzelnen Elemente in der Vorder- und Hinterextremität zeigen sich einige kleinere Abweichungen, die zum Eindruck führen, es bestehe in der Hinterextremität die Tendenz, in einzelnen Zonen, namentlich im Gebiet des Tarsus, die Verknöcherung einzelner Elemente gegenüber der Vorderextremität etwas frühzeitiger eintreten zu lassen. Dieses Ergebnis ist leicht mit der Überlegung in Einklang zu bringen, dass es zufolge der stärkeren mechanischen Inanspruchnahme der Hinterextremität bei der Abstossung des Körpergewichtes vom Fixpunkt des Bodens im Interesse der Festigung der Gliedmasse gelegen sein muss, sie möglichst frühzeitig und komplett mit der Ausrüstung von Hartteilen zu bedenken.

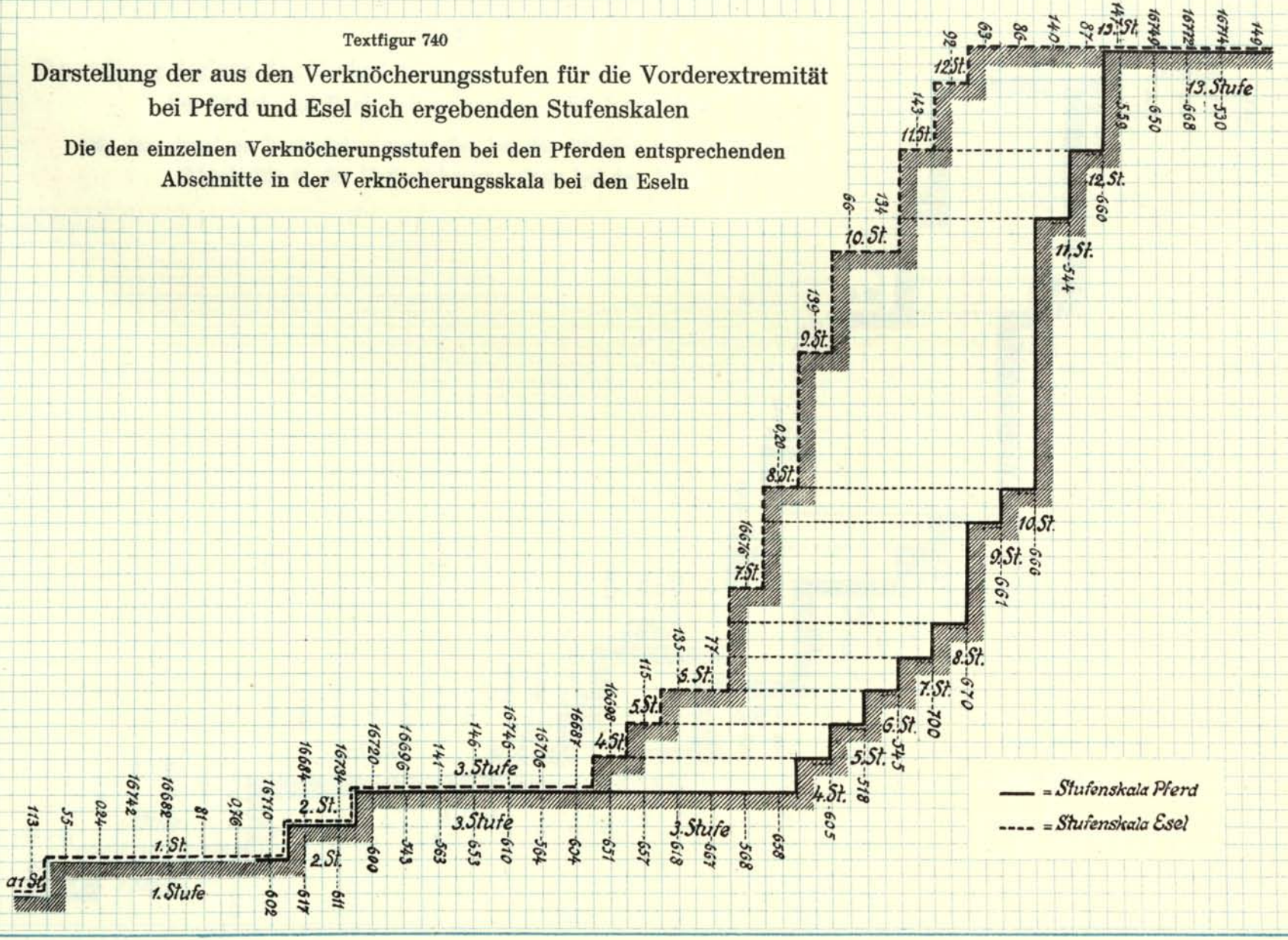
Auf Grund obiger Zusammenstellung lässt sich sagen, dass in der *Hinterextremität* im einzelnen *unter den Diaphysen* die Mittelphalanx-Diaphyse vorauseilt, und zwar während einer Etappe (Etappe 1); *unter den Elementen im Fussgelenk* der Calcaneus für die Dauer von 7 Etappen (Etappe 1—7), der Talus für die Dauer von 5 Etappen (Etappe 3—7), das Tarsale 4 und Tarsale 3 für die Dauer von einer Etappe (Etappe 8). *Unter den Epiphysen* eilt voraus die distale Femurepiphyse für die Dauer von 2 Etappen (Etappen 3—4), die proximale Tibiaepiphyse für die Dauer von 3 Etappen (Etappen 4—6). *Unter den übrigen Elementen* zeigt ein Vorstoss in der Hinterextremität der Trochanter major während der Dauer von 2 Etappen (Etappen 7 und 8).

In der *Vorderextremität* eilt voraus: *Unter den diaphysären Elementen* keines; *unter den epiphysären Elementen* die distale Radiusepiphyse für die Dauer von einer Etappe (Etappe 6), die proximale Humerusepiphyse für die Dauer von 2 Etappen (Etappen 7 und 8), *unter den übrigen Elementen* die Sesambeine der Grundphalanx (obere Sesambeine), für die Dauer von einer Etappe (Etappe 10); das Sesambein der Endphalanx (unteres Sesambein) für die Dauer von einer Etappe (Etappe 11).

Textfigur 740

Darstellung der aus den Verknöcherungsstufen für die Vorderextremität bei Pferd und Esel sich ergebenden Stufenskalen

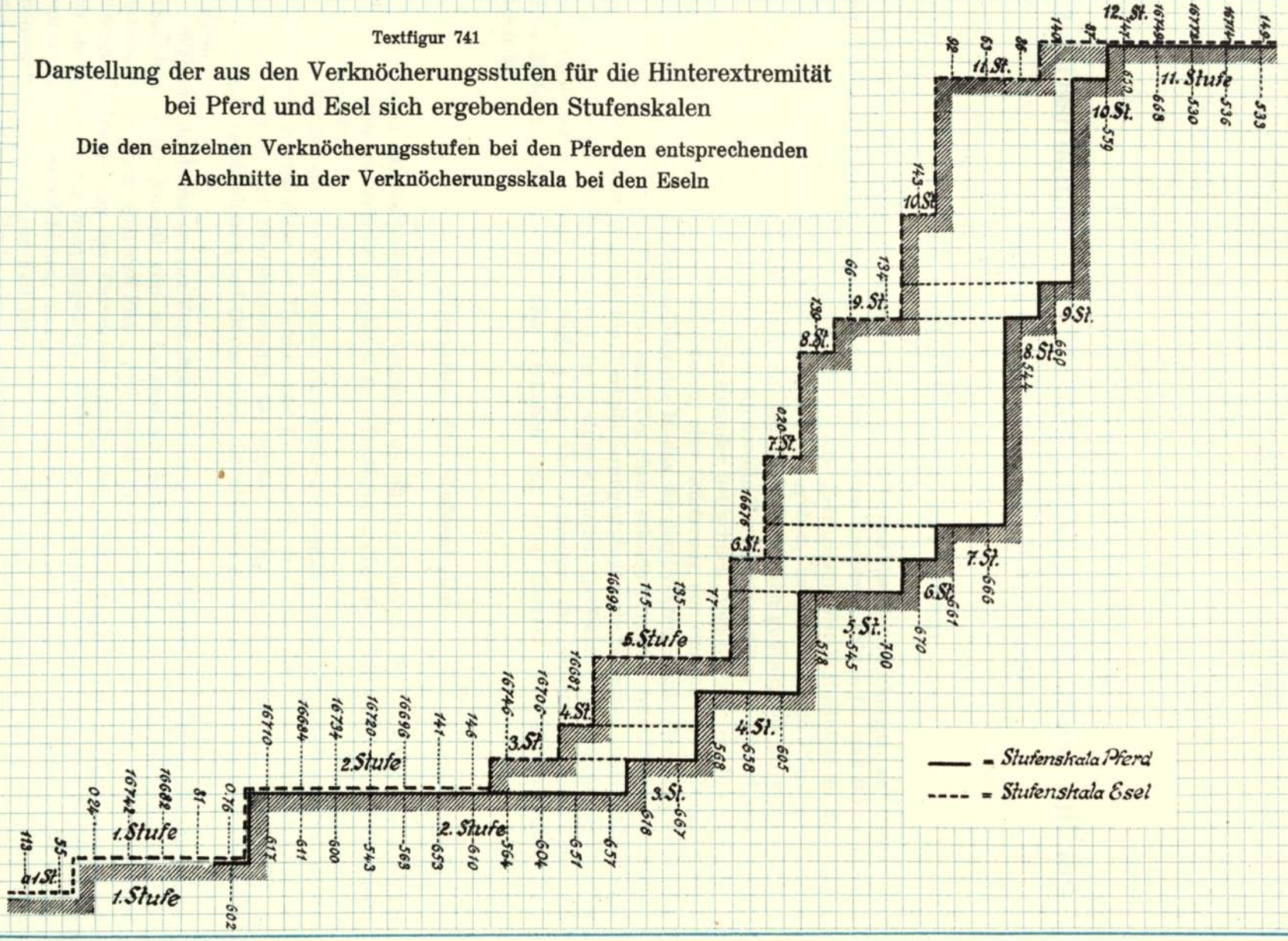
Die den einzelnen Verknöcherungsstufen bei den Pferden entsprechenden Abschnitte in der Verknöcherungsskala bei den Eseln



Textfigur 741

Darstellung der aus den Verknöcherungsstufen für die Hinterextremität bei Pferd und Esel sich ergebenden Stufenskalen

Die den einzelnen Verknöcherungsstufen bei den Pferden entsprechenden Abschnitte in der Verknöcherungsskala bei den Eseln



C. Vergleichsweise Betrachtung
Die Ossifikation der Pferdegliedmasse verglichen mit der Ossifikation der Eselgliedmasse

1. Stufenskalen und Stufen

Nachdem wir unsere Ergebnisse, die wir auf Grund der Untersuchungen an Pferden und Eseln gesondert mitgeteilt haben und in den beiden Hauptabschnitten (A. und B.) in eigenen Kapiteln (Abschnitte VIII) auf eine vergleichsweise Betrachtung der Verhältnisse an den Vorder- und Hinterextremitäten eingetreten sind, ist es gegeben, noch die an den Pferdegliedmassen gemachten Beobachtungen mit denen an den Eselextremitäten gewonnenen zu vergleichen.

Naturgemäss müssen wir auch hier wieder die Vorderextremitäten bei Pferd und Esel getrennt von den Hinterextremitäten untereinander betrachten. Von besonderem Interesse dürfte ein Vergleich der Stufenskalen und Stufen, eine Erörterung der rangmässigen Elementenfolge, eine vergleichsweise Gegenüberstellung des Modus der diaphysären, epiphysären und ausserdia- und ausserepiphysären Ossifikationen sein. Um einen solchen Vergleich durchführen zu können, müssen wir auf unsere aufgestellten Verknöcherungsstufen zurückkommen und gruppenweise die einzelnen Fälle nach dem Grad der fortgeschrittenen Ossifikation zusammenfassen. Wir gehen bei Pferd und Esel von Stufe 1 aus und schliessen die Skalen bei beiden mit der letzten Stufe ab, für welche eine Verknöcherung aller Elemente des Gliedmassenskelettes typisch ist.

Formation der Stufenskalen

Wir haben den Vergleich der Formation der Stufenskalen bei Pferd und Esel sowohl für Vorder- wie Hinterextremität graphisch in 2 Textfiguren (Textfigg. 740 u. 741) zur Veranschaulichung gebracht.

Beim Anblick der für die Vorder- und Hinterextremitäten geltenden Stufenskalen für die Verknöcherungsverhältnisse bei Pferden und Eseln zeigt sich, dass die Formationen der Stufenleitern in Vorder- und Hinterextremität bei beiden entsprechende sind, und dass die Verknöcherungen zufolgedessen auf Grund eines einheitlichen Modus nach den gleichen Prinzipien erfolgen.

Während des Prozesses der Verknöcherung zeigt sich anfänglich das Prinzip des langsamen Einbeziehens einer Anzahl von in knorpeliger Anlage vorhandenen Elementen in die Verknöcherung. In einer späteren Phase erst kommt das Prinzip einer simultan erfolgenden und gedrängten Überführung der Einzelelemente in den Knochenzustand zum Ausdruck, sprechen doch die steilen, wenig breit angelegten Stufen für den gleichzeitigen Einbezug mehrerer neuer Elemente in die Verknöcherung und für die rasche Folge von serienweise auftretenden Ossifikationen, indem jeder neue Fall gleich wieder eine grössere Anzahl von Elementen der Verknöcherung zuführt. Nicht in einer ruhigen Weiterentwicklung wie im Anfang und im bedäch-

tigen Einbezug einzelner Elemente in den Ossifizierungsprozess findet die Komplettierung der Knochenanlagen in den Extremitäten bei den Pferden und Eseln statt; sie gestaltet sich von einem gewissen Momente an stoss- und ruckweise. Die gemächliche Ossifikation wickelt sich nur so lange ab, als die Anlagen der Hauptelemente zur Bildung des festen Extremitätenskelettes herhalten müssen. Liegt aber später nur noch regionär in einzelnen Abschnitten die entwicklungsgeschichtliche Vervollständigung des Skelettapparates vor, sind die Diaphysenanlagen der axialen Röhrenknochen bereits ossifiziert, so treten Verknöcherungen für blosse akzessorische Elemente auf den einzelnen Stufen gehäuft in Erscheinung.

Wir wollen aus diesen graphischen Darstellungen nicht mehr als die grossen Prinzipien in der Durchführung der Verknöcherung herauslesen, wollen aus den bestehenden Unterschiedlichkeiten in den Stufenleiterformationen bei Pferd und Esel auf keine Verallgemeinerungen schliessen und keine weitgehenden Schlüsse ziehen, vielmehr uns vor Augen halten, dass bei der Einbeziehung eines umfangreicheren und noch weitschichtigeren Materiales, als es uns zur Verfügung stund, die einzelnen Stufen leicht etwas abweichend vom Schema hätten ausfallen können.

Trotzdem wollen wir im Nachstehenden prüfen, wie sich die Höhen der einzelnen Verknöcherungsstufen bei den Eseln zu den Höhen der Ossifikationsstufen bei den Pferden verhalten und wie die Bestände der bereits verknöcherten Elemente gegenseitig beschaffen sind. Wir behandeln dabei wiederum getrennt die Vorder- und Hintergliedmasse.

Die einzelnen Stufen der Verknöcherung

Um bekanntzugeben, was für verknöcherte Elemente auf der nämlichen Stufenhöhe in der *Vordergliedmasse* bei den Pferden und Eseln vorhanden sind, haben wir in Tab. 11 unter Verwertung der eben besprochenen graphischen Übersicht (Textfig. 740) und Namhaftmachung der dazugehörigen Fälle in einer ersten Hauptkolonne die einzelnen Stufen der Verknöcherung in der Vorderextremität der Pferde angeführt und die jeweils bereits verknöcherten Elemente nebenbei angegeben, in eine zweite Hauptkolonne aber diejenige Teilstrecke der für die Eselgliedmasse geltenden Skala eingetragen, welche dem Ausmass der Progression in der Pferdegliedmasse entspricht, unter Bekanntgabe wiederum der dazugehörigen Fälle und verknöcherten Elemente.

Aus Tabelle 11 und Textfig. 740 geht hervor, dass in der Elementenverknöcherung die Stufen 1 bis 6 beim Pferd den Stufen 1 bis 6 beim Esel entsprechen, dass Stufe 7 (Pferd) aber nur teilweise die Verknöcherung der Stufe 7 (Esel) umfasst; desgleichen Stufe 8. Stufe 9 (Pferd) umschliesst den restlichen Teil der Verknöcherungen von Stufe 7, ausserdem noch partiell die Stufe 8 (Esel); Stufe 10 (Pferd) den restlichen Teil von Stufe 8 (Esel); Stufe 11 (Pferd) die Stufen 9 und 10 und partiell Stufe 11 (Esel); Stufe 12 (Pferd) entspricht dem restlichen Teil der Stufe 11 (Esel). Stufe 13 beim Pferd umfasst die Stufen 12 und 13 beim Esel.

Auf Grund dieser Resultate teilt sich die Skala der Vorderextremität des Pferdes und diejenige des Esels in eine Anzahl von Abschnitte auf, die wir als gemeinsame **Phasen** im Verknöcherungsprozess aufführen können und in Tabelle 11 mit den Buchstaben **A** bis **N** belegt haben. Um nun zu illustrieren, was für Verknöcherungen in den einzelnen gemeinsamen Phasen enthalten sind, haben wir in Schema 5 die jeweiligen unverknöcherten (blau) und verknöcherten (braun) Elemente angegeben, unter Berücksichtigung der bereits erwähnten Tabelle 11.

Der Gesamteindruck, der sich aus einer derartigen vergleichenden Betrachtung ergibt, ist der, dass in auffallender Weise im Ossifikationsvorgang bezw. in der Art, wie die einzelnen Elemente in den Verknöcherungsprozess einbezogen werden, bei den Pferden und Eseln Übereinstimmung herrscht.

Tabelle 11

Tabellarische Übersicht der auf den einzelnen Stufen der Verknöcherung vorkommenden Knochenelemente unter Aufstellung der aus jenen sich ergebenden und für den Vergleich notwendigen Ossifikationsphasen

(Verhältnisse in der Vorderextremität)

Kolonne I: Pferd				Kolonne II: Esel		
Die sich ergebenden gemeinsamen Phasen	Stufe	Fall, bezw. Fälle	verknöcherte Elemente*	Stufe	Fall, bezw. Fälle	verknöcherte Elemente*
A	1	602	sca. hum. dia. ul. dia. ra. dia. mtc. III dia. mtc. IV dia. mtc. II dia. ph. tert. ph. prim. dia.	1	55, 0.24, 16742, 16682, 81, 0.76, 16710	sca. hum. dia. ul. dia. ra. dia. mtc. III dia. mtc. IV dia. mtc. II dia. ph. tert. ph. prim. dia.
B	2	617, 611	ph. sec. dia.	2	16684, 16734	ph. sec. dia.
C	3	600, 543, 563, 653, 610 564, 604, 651, 657, 618 667, 568, 658	cor.	3	16720, 16696, 141, 146, 16746, 16706, 16687	cor.
D	4	605	ra. ep. dist.	4	16698	mtc. III ep. dist.
E	5	518	mtc. III ep. dist.	5	115	hum. ep. dist.
F	6	545	hum. ep. dist.	6	135, 77	ra. ep. dist.
G	7	700	acc.	7 (part.)	16676	hum. ep. prox.
H	8	670	ph. prim. ep. dist.	7 (part.)	16676	ra. ep. prox.
J	9	661	ph. prim. ep. prox. ra. ep. prox. hum. ep. prox.	7 u. 8 (part.)	16676 0.20	ph. prim. ep. dist. { acc. itm.
K	10	666	hum. tub. maj. ap.	8	0.20	rad.
L	11	544	hum. epi. med. ap. itm. carp. 3 rad. carp. 4 uln. ossa ses. ph. prim. ph. sec. ep. prox.	9 u. 10 u. 11 (part.)	139 66, 134 143	{ hum. tub. maj. ap. carp. 3 ph. prim. ep. prox. ph. sec. ep. prox. { uln. carp. 4 ossa ses. ph. prim. 2. k. Z.
M	12	660	carp. 2 hum. epi. lat. ap.	11	143	carp. 2 os ses. ph. tert.
N	13	559, 650 u.a.	ul. ep. prox. ul. ep. dist. os. ses. ph. tert.	12 u. 13	92 63, 86 u.a.	hum. ep. med. ap. ul. ep. prox. ul. ep. dist.

* Bei der Aufführung der knöchernen Elemente ist jeweils auf einer bestimmten Stufe auf das Vorhandensein der bereits festgestellten Elemente auf der vorangehenden Stufe abgestellt und nur auf die jeweils neu hinzutretenden Elemente Bedacht genommen worden.

Übereinstimmung herrscht einmal im **Modus der Verknöcherung** der Diaphysenanlagen. Bei den Pferden wie bei den Eseln liegt hier der Hauptsache nach offensichtlich der gleiche Plan in der Durchführung der Verknöcherung der Extremität vor. Die **Diaphysen** werden beiderorts sehr frühzeitig knöchern ausgebildet. Es herrscht im einzelnen Fall das Bestreben vor, die Hauptachse in proximo-distaler Richtung zu ossifizieren, wobei ganz besonderes Augenmerk darauf gerichtet ist, dass vor allem die Versetzung des Endteiles der Extremität aus dem knorpeligen in den knöchernen Zustand, d. h. der End- und Grundphalangenanlagen, nachdem das Ober- und Unterarmskelett sowie der Mittelfuss knöchern angelegt sind, durchgeführt wird.

Übereinstimmende Prinzipien zeigen sich auch in der Verknöcherung der **epiphysären und ausserdia- und ausserepiphysären Elemente.**

Übereinstimmung zeigt sich im Auftreten des *Coracoidkernes* im Aufhängegürtel der Vorderextremität. Während sich in den Phasen **A** und **B** noch knorpelige Coracoidkerne zeigen, beginnen diese von der Phase **C** an bei Pferd und Esel knöchern aufzutreten.

Die *proximale Epiphyse am Humerus* bleibt bei Pferd und Esel bis zur Phase **G** [1]) knorpelig; von der Phase **J** an [2]) zeigt die proximale Epiphyse bei Pferd und Esel am Humerus knöcherne Beschaffenheit.

Die *distale Humerusepiphyse* verbleibt in knorpeligem Zustand an der Pferde- und Eselextremität bis zur **E**-Phase. Von der Phase **F** an geht sie bei Pferd und Esel in den knöchernen Zustand über.

Der Epicondylus medialis erhält sich bei Pferd und Esel am Humerus knorpelig bis zur gemeinsamen **L**-Phase der Ossifikation. Die **N**-Phase zeigt dann aber bei den Pferden und Eseln den Epicondylus in verknöcherter Form.

Die *proximale Epiphyse* des Radius bleibt in der Pferde- und Eselextremität bis zur **H**-Phase knorpelig. Von der **J**-Phase an tritt sie dem Untersucher in ossifiziertem Zustand entgegen.

Bis zur **D**-Phase weist *die distale Epiphyse des Radius* an der Pferde- und Eselextremität den knorpeligen, von der **F**-Phase an aber bei beiden Extremitäten den knöchernen Zustand auf.

Die *proximale Epiphyse der Ulna* liegt bis zur **N**-Phase beiderorts in knorpeligem Zustande vor. In der **N**-Phase zeigen die Vorderextremitäten der Pferde und Esel die proximale Epiphyse des Ellenbogenbeins ossifiziert.

In ganz ähnlicher Weise verhalten sich die *distalen Epiphysen der Ulna,* die bei Pferd und Esel ebenfalls erst in der gemeinsamen **N**-Verknöcherungsphase ossifiziert sichtbar werden.

Die Verknöcherung im *Carpus* ist nach unserer bildlichen schematischen Darstellung und Gegenüberstellung der Extremitäten bei den Pferden und Eseln bis zur gemeinsamen Phase **G** noch nicht durchgeführt. Die Vorderfusswurzel, bezw. dessen einzelne Bestandteile bleiben bis dahin von der Calcifikation verschont.

Die *distale Epiphyse des Os metacarpale III* bleibt knorpelig bis zur **D**-Phase der Verknöcherung; von der **E**-Phase an aber tritt sie knöchern auf.

Die *proximale Epiphyse der Grundphalanx* bleibt in der Pferde- und Eselextremität bis zur **J**-Phase knorpelig, von der **L**-Phase an tritt sie in der Vorderextremität des Pferdes und Esels knöchern auf.

Die *distale Epiphyse der Grundphalanx* erhält sich bei Pferd und Esel bis zur **H**-Phase in knorpeligem Zustand. Knöchern tritt sie an beiden Extremitäten von der **J**-Phase weg auf.

Die *proximale Epiphyse der Mittelphalanx* zeigt in der Vorderextremität des Pferdes und

---

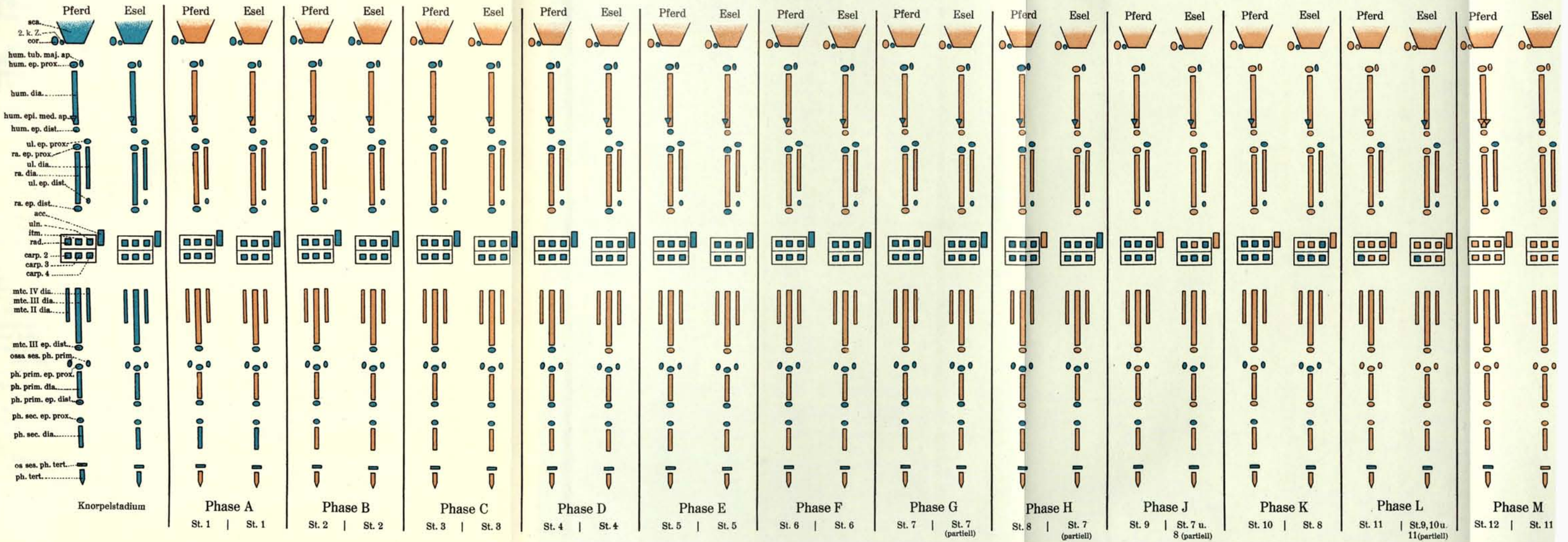
[1]) Diese nicht inbegriffen.

[2]) Diese inbegriffen.

Schema 5

Schematische Darstellung zur Veranschaulichung des Ganges der Verknöcherung in den Vorderextremitäten bei Pferd und Esel, unter Berücksichtigung der aus den entsprechenden Stufen sich ergebenden Ossifikationsphasen

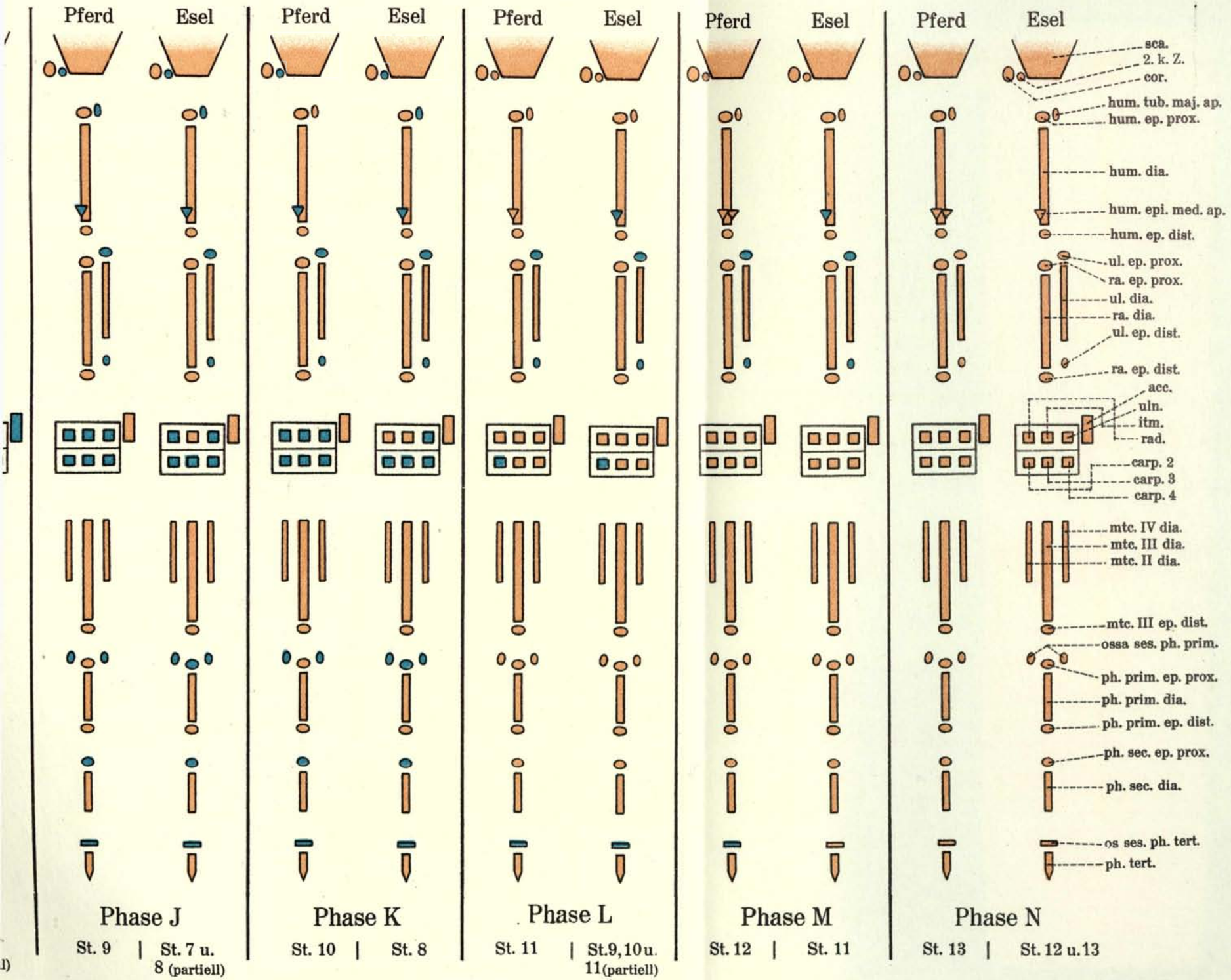
Die Diaphysen der Extremitätenknochen sind mit farbigen Stäbchen, die Epiphysen, Apophysen und übrigen Elemente mit Kreisen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet
Der knorpelige Zustand der Knochenanlagen ist mit blauer, der knöcherne Zustand mit brauner Farbe angegeben



ıg der aus den entsprechenden Stufen sich ergebenden Ossifikationsphasen

isen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet

be angegeben



Esels knorpeliges Verhalten bis zur gemeinsamen **L**-Phase, um dann von dieser an den knöchernen Zustand in den Extremitäten beider Tiere aufzuweisen.

Die *oberen Sesambeine der Grundphalanx* weisen erst von der gemeinsamen **L**-Phase der Verknöcherung an einen Knochenkern in den knorpeligen Anlagen der lateral und medial gelegenen Elemente auf. Bis zu diesem Zeitmoment sind sie in der Schultergliedmasse des Pferdes und Esels noch knorpelig.

Bis zur **M**-Phase repräsentiert sich das *untere Sesambein* (Strahlbein) als eine knorpelige Unterlage. Die **N**-Phase lässt das untere Sesambein dann hier wie dort knöchern erscheinen.

Neben diesen vielen Übereinstimmungen, die gemeinsame Grundzüge im Plan der Verknöcherung der Elemente in den Vorderextremitäten erkennen lassen, sind freilich auch einige **Unterschiedlichkeiten in der Abwicklung des Verknöcherungsprozesses** zwischen Pferd und Esel festzustellen.

In bezug auf die Verknöcherung *der proximalen Epiphyse des Humerus* eilt die Eselgliedmasse der Pferdegliedmasse leicht voraus, insofern nämlich, als sie sich in der **G**- und **H**-Phase bereits bei den Eseln in Verknöcherung begriffen vorfindet, während sie bei den Pferden im Knorpelzustand verharrt.

In der gemeinsamen Phase **K** sieht man einen Verknöcherungskern in der *Tuberculum majus-Apophyse* des Pferdes, noch nicht aber einen solchen in der Tuberculum majus-Apophyse des Esels auftreten.

Die *distale Humerusepiphyse* ist in der **E**-Phase beim Pferd noch nicht, beim Esel bereits im Beginn der Verknöcherung.

Der *Epicondylus medialis* zeigt beim Pferd einen selbständigen Knochenkern in der **L**-Phase der Verknöcherung, beim Esel dagegen erst in der **N**-Phase.

Die *proximale Radiusepiphyse* erscheint beim Pferd etwas später in der Extremität verknöchert als beim Esel (Verknöcherung beim Pferd erst in der **J**-, beim Esel erstmalig in der **H**-Phase).

Die Pferdeextremität zeigt gegenüber der Eselextremität die Verknöcherung des *Accessorium* etwas früher an, indem beim Pferd bereits in der **G**-Phase ein Knochenkern in Erscheinung tritt, wogegen auf der **G**- und **H**-Phase das Hackenbein beim Esel noch in bindegewebig präformierter Anlage verharrt.

Abgesehen vom Accessorium, das im Carpus der Pferde früher als im Carpus der Esel zur Verknöcherung gelangt, beginnt der Carpus bei den Eseln, sofern es sich um seine übrigen Bestandteile handelt, die Ossifikation relativ etwas früher als bei den Pferden, indem z. B. in der **J**-Phase bei jenen bereits das *Intermediale,* in der **K**-Phase neben diesem bereits das *Radiale* knöchern erscheint, wogegen im Carpus des Pferdes noch knorpelige Anlagen bestehen.

Allerdings zeigt dann die **L**-Phase bei den Pferden das Bestreben an, die Lücke rasch durch Verknöcherung der Elemente in der proximalen und distalen Reihe (mit Ausnahme des Carpale 2) auszufüllen.

Die *proximale Epiphyse der Grundphalanx* legt sich bei den Pferden schon in der **J**- und **K**-Phase knöchern an, in welchen die entsprechende Epiphyse bei den Eseln noch knorpelig ist. Ebenso verknöchert bei den Pferden zuerst die *distale Grundphalangenepiphyse* (in der **H**-Phase bei den Pferden knöchern, bei den Eseln knorpelig).

Eine Gegenüberstellung *der Hintergliedmassen von Pferden und Eseln* ergibt ähnliche Ergebnisse wie sie aus der vergleichenden Analyse der Vorderextremitäten dieser Tiere hervorgegangen sind.

Wir verweisen an dieser Stelle auf Textfig. 741, ferner auf die Tabelle 12 auf Seite 300 und auf das diese illustrierende Schema 6.

Tabelle 12

Tabellarische Übersicht der auf den einzelnen Stufen der Verknöcherung vorkommenden Knochenelemente unter Aufstellung der aus jenen sich ergebenden und für den Vergleich notwendigen Ossifikationsphasen

(Verhältnisse in der Hinterextremität)

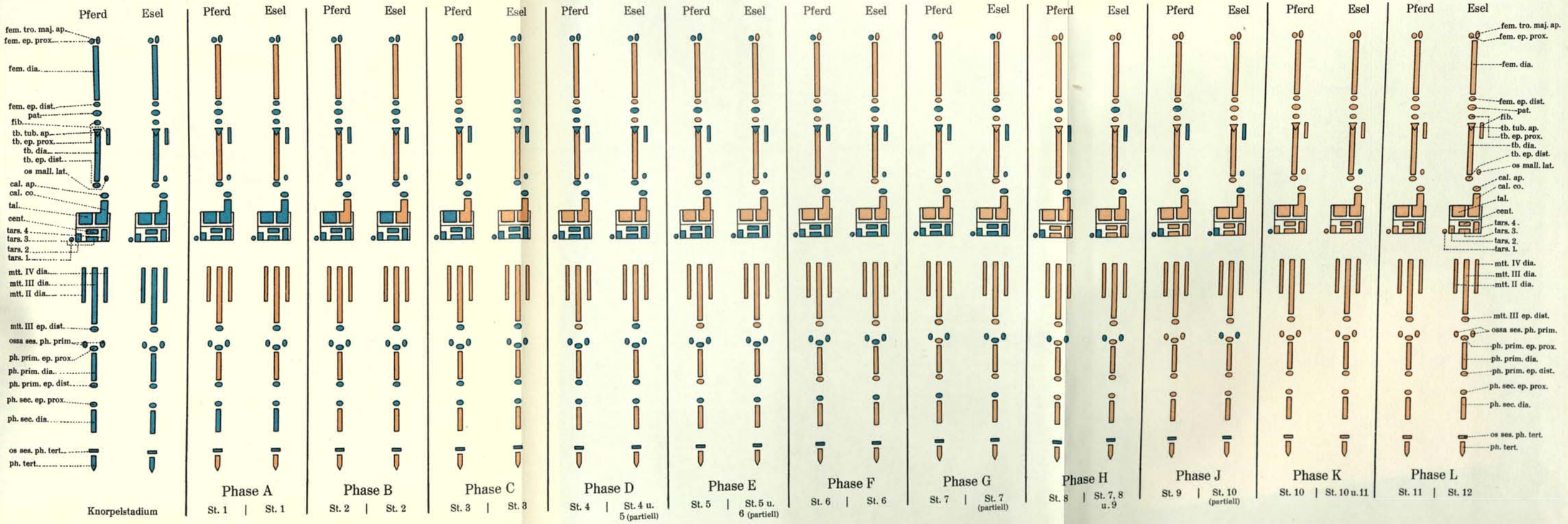
Kolonne I: Pferd				Kolonne II: Esel		
Die sich ergebenden gemeinsamen Phasen	Stufe	Fall, bezw. Fälle	verknöcherte Elemente*	Stufe	Fall, bezw. Fälle	verknöcherte Elemente*
A	1	602	fem. dia. tb. dia. mtt. III dia. mtt. IV dia. mtt. II dia. ph. tert. ph. prim. dia.	1	0.24, 16742, 16682 81, 0.76	fem. dia. tb. dia. mtt. III dia. mtt. IV dia. mtt. II dia. ph. tert. ph. prim. dia.
B	2	617, 611, 600, 543, 563 653, 610, 564, 604, 651 657	cal. co. ph. sec. dia.	2	16710, 16684, 16734 16720, 16696, 141, 146	cal. co. ph. sec. dia.
C	3	618, 667	fem. ep. dist.	3	16746, 16706	tal.
D	4	568, 658, 605	mtt. III ep. dist. tal.	4 u. 5 (part.)	16687 16698, 115, 135, 77	fem. ep. dist. tb. ep. prox.
E	5	518, 545, 700	tb. ep. prox. tb. ep. dist. ph. prim. ep. dist.	5 u. 6 (part.)	16698, 115, 135, 77 16676	mtt. III. ep. dist. fem. tro. maj. ap. tb. ep. dist.
F	6	670	fem. tro. maj. ap.	6	16676	ph. prim. ep. dist.
G	7	661, 666	ph. prim. ph. prox.	7 (part.)	0.20	tb. tub. ap.
H	8	544	fem. ep. prox. tb. tub. ap. tars. 4 cent. tars. 3 ph. sec. ep. prox.	7 u. 8 u. 9	0.20 139 66, 134	tars. 4 tars. 3 fem. ep. prox. ph. prim. ep. prox. ph. sec. ep. prox. cent.
J	9	660	ossa ses. ph. prim.	10 (part.)	143	pat.
K	10	559	pat. fib. os. mall. lat. cal. ap. tars. 2 os ses. ph. tert.	10 u. 11	143 92, 63, 86	fib. ossa ses. ph. prim. cal. ap. tars. 2 tars. 1 os ses. ph. tert.
L	11	650, 668 u.a.	tars. 1	12	140, 87 u.a.	os mall. lat.

* Bei der Aufführung der knöchernen Elemente ist jeweils auf einer bestimmten Stufe auf das Vorhandensein der bereits festgestellten Elemente auf der vorangehenden Stufe abgestellt und nur auf die jeweils neu hinzutretenden Elemente Bedacht genommen worden.

Schema 6

Schematische Darstellung zur Veranschaulichung des Ganges der Verknöcherung in den Hinterextremitäten bei Pferd und Esel, unter Berücksichtigung der aus den entsprechenden Stufen sich ergebenden Ossifikationsphasen

Die Diaphysen der Extremitätenknochen sind mit farbigen Stäbchen, die Epiphysen, Apophysen und übrigen Elemente mit Kreisen bezw. kleinen Rechtecken angedeutet
Der knorpelige Zustand der Knochenanlagen ist mit blauer, der knöcherne Zustand mit brauner Farbe angegeben



Die Hintergliedmasse der Esel hält auch hier so ziemlich mit der Hintergliedmasse der Pferde in der Verknöcherung gleichen Schritt, ausserdem ist der ganze Plan, nach welchem die Elemente in den knöchernen Zustand übergeführt werden, ein im grossen und ganzen durchaus sich deckender. Es sei uns gestattet, zuerst auf einige Übereinstimmungen, hernach auf einige Unterschiedlichkeiten einzutreten.

Übereinstimmungen: In bezug auf **die diaphysäre Verknöcherung** lässt sich das nämliche sagen, was anlässlich der Verknöcherung der Vordergliedmassen gesagt worden ist. Auch hier wird wieder zunächst die Hauptachse des Chiridium in den essentiellen Bestandteilen ossifiziert. Auch hier geht die Verknöcherung im grossen und ganzen in proximo-distaler Richtung vor, wobei die Endphalanx und Grundphalanx vor der Mittelphalanx zur Verknöcherung gelangen.

Wir kommen zu den **epiphysären und ausserdia- und ausserepiphysären Elementen.**

In bezug auf die Ossifikation der *proximalen Femurepiphyse* ist festzustellen, dass bei Pferd und Esel dieselbe bis zur Phase **H** in knorpeliger Anlage anzutreffen ist. Die Phase **H** bringt bei Pferd und Esel den Umschlag in den knöchernen Zustand, so dass in den sich anschliessenden Phasen der Verknöcherung **J, K, L** der Femurkopf überall knöchern auftritt.

Die *Trochanter major-Apophyse* bleibt bis zur Phase **E** bei Pferden und Eseln knorpelig. Knöchern zeigt sie sich an den Extremitäten beider Tiere von der **F**-Phase an.

Die *distale Femurepiphyse* erhält ihren knorpeligen Zustand in den beiden ersten Phasen (**A** und **B**); von der **D**-Phase an tritt sie dagegen bei Pferd und Esel gemeinsam knöchern auf.

Die *Patella,* die relativ spät zur Verknöcherung gelangt, bewahrt ihren bindegewebig präformierten Zustand bis zur **J**-Phase; die Phase **K** lässt die Kniescheibe bei Pferd und Esel knöchern auftreten.

Die *proximale Tibiaepiphyse* bewahrt ihren knorpeligen Charakter bei Pferden und Eseln in den drei ersten Phasen (**A, B, C**); von der **E**-Phase an treffen wir sie knöchern in den Extremitäten beider Tiere an.

Die *distale Tibiaepiphyse* ist bei den Pferden und Eseln in den vier ersten Phasen (Phase **A, B, C, D**) knorpelig; die Phase **E** und die folgenden Phasen bringen in ihr dann einen Knochenkern zur Entwicklung.

Die *Fibula* bewahrt ihren knorpeligen Zustand bis zur Phase **K**, auf welcher sie bei Pferd und Esel als Fragment in ihrem oberen Teil knöchern auftritt.

Bei den Pferden und bei den Eseln ist die Verknöcherung des *Os malleolare* eine relativ recht späte, indem der knorpelige Zustand sich an diesem Element bis zur Phase **K** aufrecht erhält und erst dann zunächst bei den Pferden den Knorpelzustand aufgibt.

Sehr interessant sind die Ergebnisse in bezug auf die Verknöcherungsfortschritte im Bereich des *Tarsus.* In der Phase **A** ist das Sprunggelenk in allen Teilen bei Pferd und Esel knorpelig. In der Phase **B** stellt sich bereits eine Verknöcherung ein, die den *Calcaneuskörper* befällt, und zwar wieder bei Pferd und Esel, so dass von Phase **B** an das Fersenbein mit einem Ossifikationszentrum in der Anlage auftritt.

Bezüglich des Verhaltens des *Talus* ist zu sagen, dass auch in diesem Element die Ossifikation recht früh sichtbar wird, wenn sie auch der Calcaneus-Ossifikation zeitlich nachsteht. Nachdem in der Phase **C** bereits bei den Eseln die Verknöcherung nachweisbar geworden, lässt sie sich bei Pferd und Esel auf allen Stufen der Weiterentwicklung fortschreitend verfolgen. Der Vergleich ergibt, dass *frühzeitig und zuerst der proximal gelegene Anlagenbestand im Tarsus* ossifiziert. Die *distale Reihe der Knochenanlage* erhält sich bei den Pferden und Eseln im Gegensatz zur proximalen relativ lange knorpelig. Wir

finden in ihr lauter knorpelige Elemente bis zur **H**-Phase vor. Die **H**-Phase lässt dann bei den Pferden und Eseln gleichzeitig drei Elemente, das *Tarsale 4, Centrale und Tarsale 3* verknöchert erscheinen, unter Aufrechterhaltung des Knorpelzustandes im *Tarsale 2 und 1.* Phase **L** bringt dann den Tarsus in der Extremität der Pferde und Esel völlig zur Ossifikation.

Was die Verknöcherung der *distalen Epiphyse des Metatarsale III* anbelangt, so ist bei Pferd und Esel ein Verknöcherungskern in der Knorpelanlage von der Phase **E** an festzustellen. Bis zur Phase **D** zeigt sich die Epiphyse bei Pferd und Esel knorpelig.

Die *proximale Grundphalangenepiphyse* tritt bei Pferd und Esel von der **H**-Phase an knöchern auf.

Die *distale Epiphyse der Grundphalanx* lässt sich an der Extremität der Pferde und Esel schon von der **F**-Phase an ossifiziert eintragen.

Knorpelig bleibt *die proximale Mittelphalangenepiphyse* bei Pferd und Esel bis zur Phase **H** bestehen und tritt dann von dieser an in den folgenden Phasen bei beiden Tieren knöchern auf.

Auch in der Hinterextremität legen sich die *Sesambeine* erst relativ spät knöchern an. Die *oberen Sesambeine* und das *untere Sesambein* haben bei Pferd und Esel in der Phase **K** ihren Knorpelzustand aufgegeben.

Das Auftreten einer knöchernen *Calcaneusapophyse* lässt sich bei Pferd und Esel von der Phase **K** an wahrnehmen, während bis dahin die Apophyse nur knorpelige Anlage zeigt.

Unterschiedlichkeiten: Trotz dieser vielfachen Übereinstimmungen liessen sich auch eine Anzahl Unterschiedlichkeiten aufdecken, die aber durchaus nicht von grosser Bedeutung sind. Vielfach handelt es sich nur um zeitliche Differenzen im Auftreten eines bestimmten Knochenkerns in der Extremität des Pferdes und Esels, um Verschiebungen im Erscheinen manchmal nur um eine einzige Phase.

Über die Unterschiede gibt die schematische Darstellung von den Hinterextremitäten mit den eingetragenen Verknöcherungen, auf die wir bereits im Vorigen aufmerksam gemacht haben, Auskunft. (Zu erwähnen sind z. B. bei den Eseln: die um eine Phase frühere Verknöcherung der Trochanter major-Apophyse gegenüber den Pferden; desgleichen der proximalen Tibiaepiphyse und der Tuberositas tibiae-Apophyse im Gegensatz zum Malleolus lateralis, der *bei den Pferden* gerade um eine Phase früher ossifiziert als bei den Eseln, was auch bei der distalen Femurepiphyse, der distalen Epiphyse des Metatarsale III, bei den proximalen und distalen Grundphalangenepiphysen, dem lateralen und medialen Sesambein der Fall ist.)

2. Rangmässige Elementenfolge

Nachdem wir einen Vergleich gezogen haben, der uns Aufschluss gab, inwieweit Übereinstimmungen und Unterschiedlichkeiten in bezug auf den Verknöcherungsprozess auf einander entsprechenden Stufen bei Pferden und Eseln vorliegen, wollen wir prüfen, wie es sich mit der Heranziehung der einzelnen, in knorpeliger Anlage vorliegenden Elemente in den Gliedmassen der Pferde und Esel verhält. Wir wollen dabei zunächst die ganze Extremität in Berücksichtigung ziehen, erst später die einzelnen Diaphysen, Epiphysen, ausserdiaphysären und -epiphysären Elemente auf die rangmässige Einbeziehung in die Ossifikation untersuchen und einen Vergleich im ossifizierenden Prozess innerhalb einzelner Zonen anstellen.

a) Mit Rücksicht auf sämtliche Elemente

Wir lassen zunächst die einzelnen Elemente in einer Tabelle (Tab. 13) so folgen, wie sie durch die natürliche Lagerung in der Extremität in proximo-distaler Richtung vorliegen und geben sowohl für die Pferde wie für die Esel ihre auf Grund unserer Untersuchungen ermittelten Rangnummern im Auftreten der einzelnen Bestandteile bekannt. Die niedrigere Zahl gegenüber der höheren Zahl spricht für das zeitlich frühere, die höhere gegenüber der niedrigeren für das zeitlich spätere Auftreten des betreffenden Knochenkerns innerhalb der ganzen Gruppe der Anlagen.

Aus dieser Tabelle ist für die **Vorderextremitäten** zu entnehmen:

dass einzelne Elemente bezüglich des Eintretens in die Verknöcherung im Gliedmassenskelett der Esel den gleichen Rang innehalten wie die entsprechenden Komponenten des Gliedmassenskelettes der Pferde, andere Elemente aber einen verschiedenen Rang.

Gleichen Rang nehmen ein: die Humerus-, Ulna-Radius-, Metacarpale III-, Metacarpale IV- und Metacarpale II-Diaphysen, die Grund- und Mittelphalangen-Diaphysen und die Endphalangen, ferner die oberen Sesambeine.

Die übrigen Elemente in der Extremität der **Esel** *weichen,* was ihre rangmässige Einstellung in den Verknöcherungsprozess anbetrifft, von den entsprechenden Knochenanlagen in der Extremität der Pferde mehr oder weniger weit *ab.*

Um *eine Rangfolge* höher steht beim Esel die Tuberculum majus-Apophyse, die proximale und die distale Ulnaepiphyse, das Carpale 4 und die distale Grundphalangenepiphyse;

um *zwei Rangfolgen höher:* die distale Radiusepiphyse;

um *drei Rangfolgen höher:* das Accessorium;

um *sechs Rangfolgen höher:* die proximale Epiphyse der Grundphalanx;

um *neun Rangfolgen höher:* der Epicondylus medialis des Humerus.

Die bis anhin noch nicht erwähnten Elemente in der **Gliedmasse des Esels** nehmen gegenüber den gleichnamigen Knochenanlagen in der Pferdeextremität eine niedrigere Rangordnung ein und folgen gegenüber ihren gleichnamigen Elementen früher:

um *einen Rangwert niedriger:* die distale Epiphyse des Humerus, das Ulnare, das Carpale 3, das Carpale 2 und die distale Epiphyse des Metacarpale III;

um *zwei Rangwerte niedriger:* die proximale Epiphyse des Radius;

um *drei Rangwerte niedriger*: das Intermediale und das untere Sesambein;

um *vier Rangwerte niedriger:* die proximale Epiphyse des Humerus, das Radiale und die proximale Epiphyse der Mittelphalanx.

In den **Hinterextremitäten** ergeben sich ähnliche Befunde.

Den *gleichen Rang* teilen in der Esel- und Pferdeextremität die Femur- und Tibia-Diaphysen, die Diaphysen des Metatarsale III, IV und II, die Endphalangen, Grundphalangen-Diaphysen, die Calcaneuskörper und die Mittelphalangen-Diaphysen.

Höhere Rangordnung zeigen bei den **Eseln** gegenüber entsprechenden Elementen bei den Pferden folgende Knochenanlagen:

die proximale Epiphyse des Femurknochens, die distale Femurepiphyse, die distale Tibiaepiphyse, der laterale Malleolus, das Centrale, die distale Epiphyse des Metatarsale III, die oberen Sesambeine, die proximale und distale Epiphyse der Grundphalanx.

Gegenüber der Extremität beim Pferd sind um *eine Rangstufe höher:* die distale Epiphyse des Femurknochens, die distale Epiphyse der Tibia, die oberen Sesambeine und die distale Epiphyse der Grundphalanx;

Tabelle 13

Rangmässiges und topographisches Auftreten der Elemente in Vorder- und Hinterextremität bei Pferd und Esel

Vorderextremität			Hinterextremität		
Rangnummer für die Folge bei d. Pferden	Anordnung in proximo-distaler Richtung	Rangnummer für die Folge bei den Eseln	Rangnummer für die Folge bei d. Pferden	Anordnung in proximo-distaler Richtung	Rangnummer für die Folge bei den Eseln
18	Humerus, Tuberculum majus-Apophyse	19	18	Femur, proximale Epiphyse	20
			16	Femur, Trochanter major-Apophyse	14
17	Humerus, proximale Epiphyse	13			
1	Humerus, Diaphyse	1	1	Femur, Diaphyse	1
19	Humerus, Epicondylus medialis-Apophyse	28	10	Femur, distale Epiphyse	11
			25	Patella	24
12	Humerus, distale Epiphyse	11	13	Tibia, proximale Epiphyse	12
16	Radius, proximale Epiphyse	14	19	Tibia, Tuberositas tibiae-Apophyse	17
3	Radius, Diaphyse	3			
10	Radius, distale Epiphyse	12	2	Tibia, Diaphyse	2
28	Ulna, proximale Epiphyse	29	14	Tibia, distale Epiphyse	15
2	Ulna, Diaphyse	2	26	Malleolus lateralis	30
29	Ulna, distale Epiphyse	30	27	Calcaneus, Apophyse	26
13	Accessorium	16	8	Calcaneus, Körper	8
24	Ulnare	23	12	Talus	10
20	Intermediale	17	21	Centrale	23
22	Radiale	18	20	Tarsale 4	18
23	Carpale 4	24	22	Tarsale 3	19
21	Carpale 3	20	28	Tarsale 2	27
27	Carpale 2	26	30	Tarsale 1	28
5	Metacarpale IV, Diaphyse	5	4	Metatarsale IV, Diaphyse	4
4	Metacarpale III, Diaphyse	4	3	Metatarsale III, Diaphyse	3
6	Metacarpale II, Diaphyse	6	5	Metatarsale II, Diaphyse	5
11	Metacarpale III, distale Epiphyse	10	11	Metatarsale III, distale Epiphyse	13
25	Obere Sesambeine	25	24	Obere Sesambeine	25
15	Grundphalange, proximale Epiphyse	21	17	Grundphalange, proximale Epiphyse	21
8	Grundphalange, Diaphyse	8	7	Grundphalange, Diaphyse	7
14	Grundphalange, distale Epiphyse	15	15	Grundphalange, distale Epiphyse	16
26	Mittelphalange, proximale Epiphyse	22	23	Mittelphalange, proximale Epiphyse	22
9	Mittelphalange, Diaphyse	9	9	Mittelphalange, Diaphyse	9
30	Unteres Sesambein	27	29	Unteres Sesambein	29
7	Endphalanx	7	6	Endphalanx	6

um *zwei Rangwerte höher:* die proximale Epiphyse des Femurknochens, das Centrale und die distale Epiphyse des Metatarsale III;

um *vier Rangwerte höher:* der Malleolus lateralis und die proximale Grundphalangenepiphyse.

Niedrigere Rangwerte fallen in der **Eselextremität** folgenden Knochenanlagen gegenüber den entsprechenden Elementen in der Pferdeextremität zu: dem Trochanter major des Femurknochens, der Patella, der proximalen Epiphyse der Tibia und ihrer Tuberositas, der Calcaneusapophyse, dem Talus, den Tarsalia 4, 3, 2 und 1 und der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx.

Die Verknöcherung ist beim **Esel**

um *eine Rangstufe niedriger:* in der Patella, in der proximalen Epiphyse der Tibia, in der Calcaneus-Apophyse, im Tarsale 2 und in der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx;

um *zwei Rangstufen niedriger:* in der Anlage der Trochanter-major-Apophyse, in der Tuberositas tibiae-Apophyse, im Talus, im Tarsale 4 und Tarsale 1;

um *drei Rangstufen:* im Tarsale 3.

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass die Folge im Einbezug einzelner Elemente in den Verknöcherungsprozess weder in der Vorder- noch in der Hinterextremität bei Pferd und Esel eine durchwegs übereinstimmende ist. In der Vorder- und Hinterextremität der Esel zeigen sich neben mit gleichem Rang ausgerüsteten Knochenanlagen Elemente, die gegenüber ihren Partnern in der Pferdeextremität zeitlich vorauseilen, oder aber zeitlich verzögert ihren Knochenkern entwickeln.

Sehen wir von den Diaphysenverknöcherungen in *Vorder- und Hinterextremität bei Pferd und Esel* als den gleichzifferigen Elementen ab, so sind es beiderorts nur wenige Anlagen, denen die nämliche Rangstufe zukommt. Die übrigen Elemente treten rangmässig verschieden voneinander auf.

In der *Vorderextremität* der Pferde entwickelt sich nach Anlage der knöchernen Diaphysen in der Extremitätenachse als weiteres Element knöchern zuerst die distale Epiphyse des Radius, der dann die distale Epiphyse des Metacarpale III nachfolgt, beim Esel aber gerade zuerst diese letztere, welcher dann die distale Humerusepiphyse nachrückt.

In der *Hinterextremität* wird nach der Ossifikation der Mehrzahl der Diaphysen zuerst der Calcinierungsprozess bei Pferd und Esel im knorpelig präformierten Calcaneuskörper vorgenommen und in diesem ein Knochenkern entwickelt, wonach durch Ausbildung eines knöchernen Mittelschaftes in der Mittelphalanx die diaphysären Verknöcherungen ihren Abschluss finden. Dann legt sich beim Pferd die distale Femurepiphyse knöchern an, deren Rangstufe beim Esel der Talus einnimmt.

Über die weitere Reihenfolge im rangmässigen Einbezug bestimmter Knochenanlagen in den Ossifizierungsprozess gibt unsere Tabelle Auskunft. Sie zeigt beim Nachprüfen der den einzelnen am Aufbau der Extremitäten des Pferdes und Esels beteiligten Anlagen zufallenden Ordnungsstufen weitere Unterschiedlichkeiten, die wir im einzelnen nicht näher aufführen wollen. *Die Feststellung dieser Unterschiedlichkeiten im Auftreten von Knochenkernen innerhalb der Gesamtanlage der Extremität ist insofern interessant, als unten gezeigt wird, dass die Verknöcherungen in den Anlagen der Einzelknochen bei Pferd und Esel fast durchwegs nach gleichem Ordnungsschema erfolgen und in dieser Beziehung bei beiden Tieren weitgehende Übereinstimmung herrscht.*

Das **Schwein**, das unter den Artiodactylen neben dem Rind auf die Verknöcherungen in den Extremitäten ebenfalls untersucht worden ist (SURBER, HEINR., 1922), zeigt in grossen Zügen

ein ähnliches Verhalten wie das Pferd und der Esel. Beim Schwein erfasst die Verknöcherung der Reihe nach das Stylopodium, das Zeugopodium und Zonoskelett, das Metapodium, die End-, Grund- und Mittelphalangen; sodann nach einer Pause die Fusswurzelkomponenten, den Calcaneus, den Talus, die distalen Elemente des Tarsus und sämtliche Elemente des Carpus.

Etwa gleichzeitig mit den kleinen Elementen des Basipodiums erscheinen beim Schwein die Epiphysenkerne der Röhrenknochen, von denen mit Ausnahme derjenigen der Tibia und Ulna jeweils die distal gelegenen den Vortritt haben, während die apophysären Elemente auf die Endphase des intrauterinen Lebens, teilweise auch auf die postfötale Zeit fallen.

Nach der Geburt erst verknöchern beim Schwein von je einem Punkte aus die Sesambeine, die Patella, sowie das Os carpi accessorium. Das distale Sesambein der Grundphalanx entwickelt seinen Knochenkern sogar erst um die 18. Woche post partum herum.

Die Verhältnisse beim **Rind** sind ebenfalls mit denen des Pferdes und Esels im grossen und ganzen übereinstimmende. Beim neugeborenen Rind sind gleichfalls sämtliche Ossifikationen vorhanden. Die Reihenfolge ist eine gesetzmässige. Die Ossifikationen erfolgen mit Rücksicht auf die wesentlichen Teile der Extremitätenachse in proximo-distaler Richtung. Eine Ausnahme bildet die Ossifikation des Basipodium, die ausserhalb der Reihe fällt und erst später einsetzt, ferner wie beim Pferd und Esel die Ossifikation der Endphalanx, die vor derjenigen der Grund- und Mittelphalangendiaphyse wahrzunehmen ist. (Über die Reihenfolge der einzelnen Elemente vide Tabellen IV und V in der Arbeit Küpfer-Schinz, 1923, sowie die betreffende Zusammenstellung auf S. 98/99.)

Bei Rind, Pferd und Esel werden die Verknöcherungen in den Extremitäten mit Abschluss des intrauterinen Lebens komplett. Zu diesem Schluss kommt, was das Pferd und Rind anbelangt, auch Carlens (II, 1927), der merkwürdigerweise von unserer vier Jahre früher erschienenen Arbeit gar keine Kenntnis hatte oder wenigstens sie nicht zitiert, wozu sie vielleicht doch etwelchen Anspruch gehabt hätte. Die Ausbildung der Ossifikationen geht mit Erlangung der Selbständigkeit der Tiere parallel. In dem Moment, wo die genannten Tiere auf eigene Füsse zu stehen haben, sind die Ossifikationen sozusagen alle durchgeführt. Die Weiterentwicklung gilt dem Wachstum, nicht mehr der Neuanlage von Knochenkernen. Ihre Entwicklung fällt auf die intrauterine Periode und nimmt mit dieser ihren Abschluss.

b) Mit Rücksicht auf die Diaphysen

Ein Vergleich im Verhalten der Diaphysen der Vorderextremitäten von Pferd und Esel und der Diaphysen der Hintergliedmassen beider Tiere zeigt, dass die grosse Hauptachse der Gliedmasse insofern demselben Modus der Verknöcherung unterstellt ist, als sukzessiv vom Rumpf nach der Extremitätenspitze hin die Oberarm- bezw. Oberschenkel-Diaphysen, die Unterarm- bezw. Unterschenkel- und die vorderen und hinteren Mittelfussknochenanlagen knöchern ausgebildet werden und auch, wie bereits hervorgehoben, bezüglich der Zehenverknöcherung in *dem* Sinn Übereinstimmung besteht, dass bei den Pferden und Eseln zunächst die Endphalangen, dann die Grundphalangen und zuletzt die Mittelphalangen ossifizieren. Die planmässige, übereinstimmend einheitlich geordnete Einbeziehung der einzelnen die Gliedmassen im wesentlichen aufbauenden Knochenanlagen in die Verknöcherung tritt klar zu Tage.

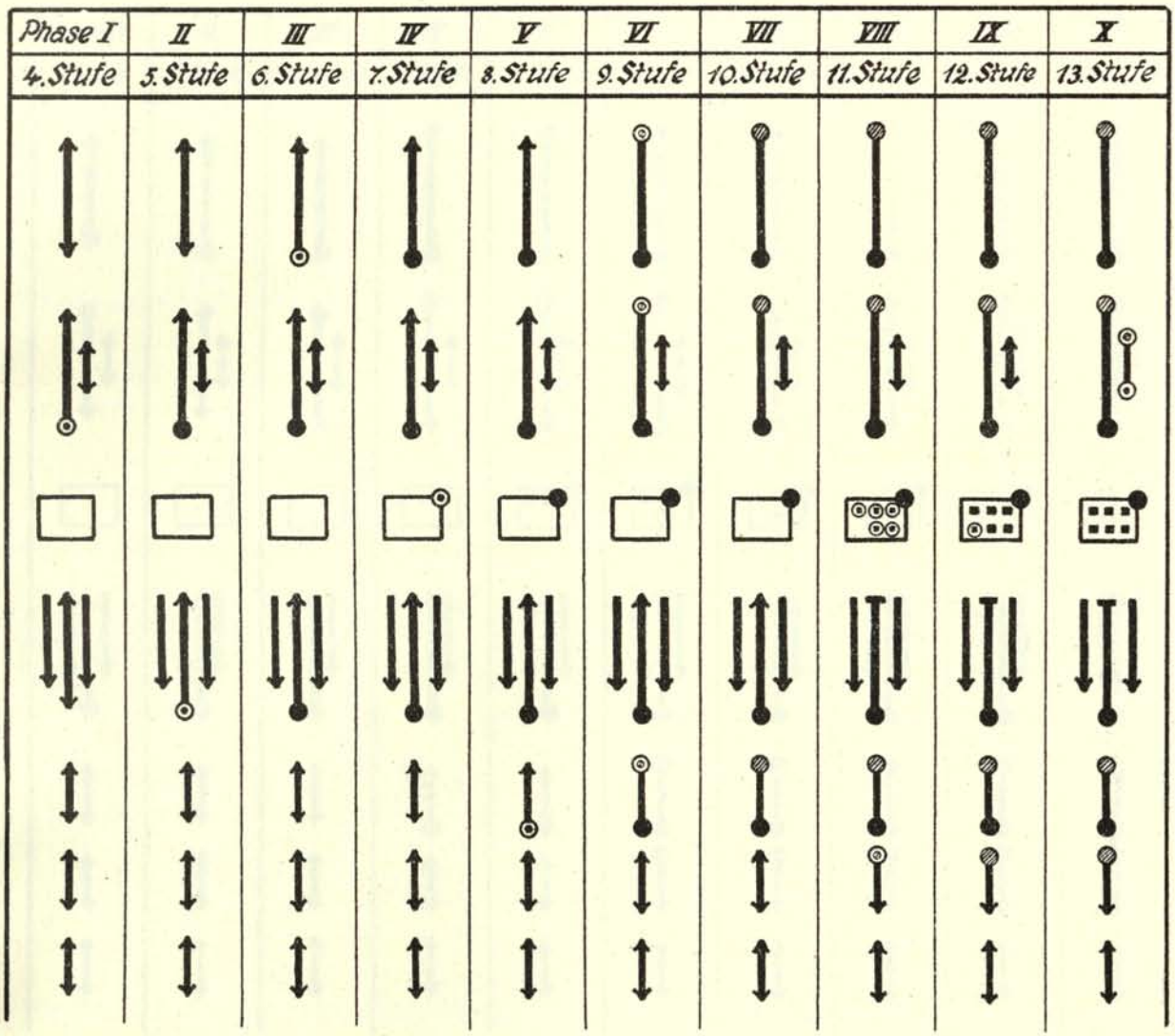
c) Mit Rücksicht auf die Epiphysen

Um uns Klarheit darüber zu verschaffen, wie sich gegenseitig die Gliedmassen des Pferdes und Esels in bezug auf den Modus der epiphysären Verknöcherung verhalten, haben wir ver-

Textfigur 742

Illustration zum rangmässigen Auftreten der einzelnen Epiphysen auf den verschiedenen Phasen (Stufen) der Verknöcherung in Verbindung mit einer Darstellung der den Diaphysen offenstehenden Möglichkeiten im Längenwuchs

(Vorderextremität, Pferd)



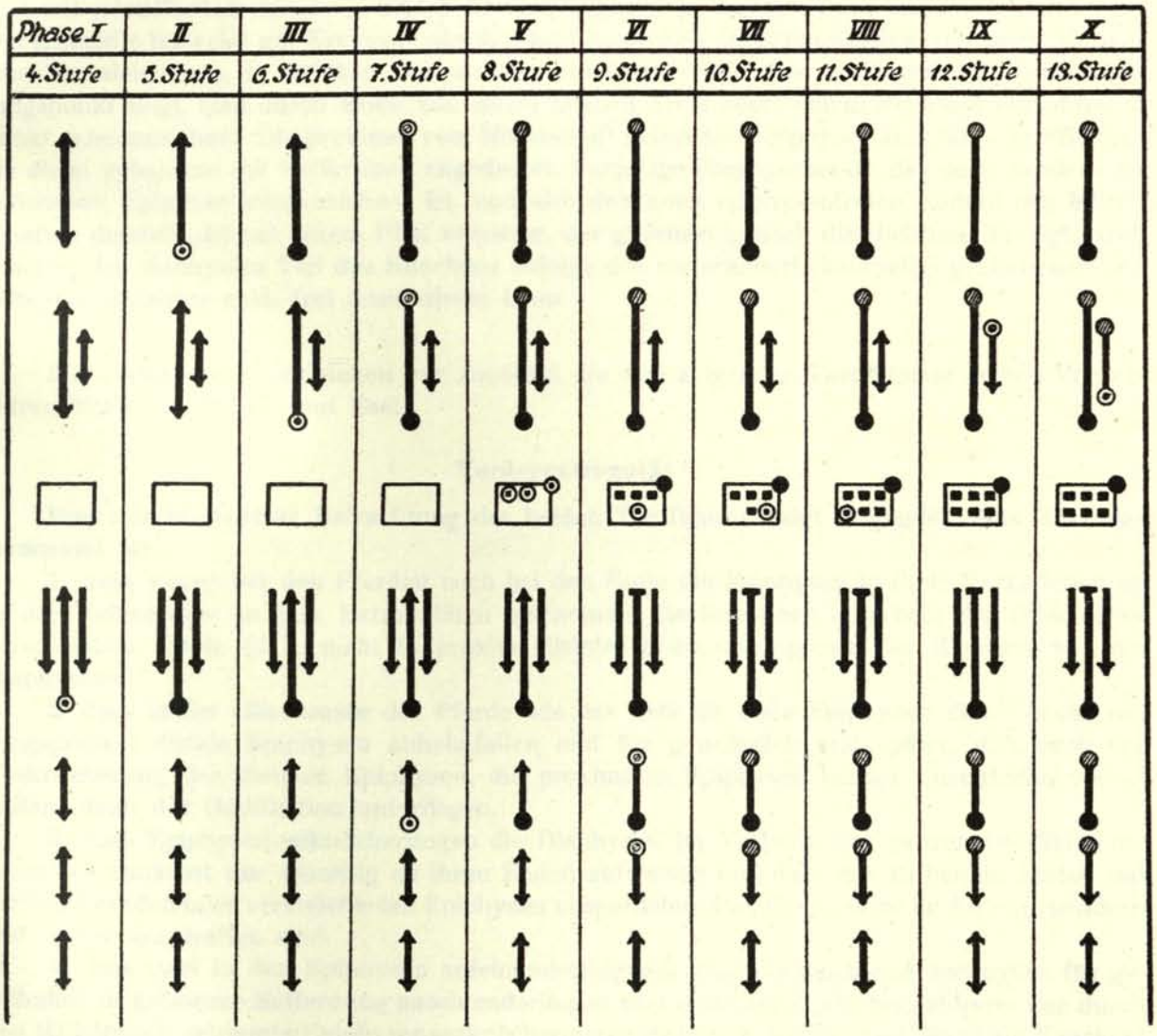
Erklärung zu obiger Darstellung befindet sich im Text. Im übrigen gilt:

- ⊙ = erstmalig auftretender Knochenkern in proximaler Epiphyse
- ⊙ = erstmalig auftretender Knochenkern in distaler Epiphyse (bezw. Accessorium)
- ◍ = proximale Epiphyse, verknöchert
- ● = distale Epiphyse, verknöchert (bezw. Accessorium)
- ↕ : deutet die Möglichkeit des freien Auswachsens der einzelnen Diaphyse an
- ▭ = Carpus
- ⊙ = erstmalig auftretender Ossifikationspunkt im Carpalknochen
- ▪ = verknöchertes Carpalelement

Textfigur 743

Illustration zum rangmässigen Auftreten der einzelnen Epiphysen auf den verschiedenen Phasen (Stufen) der Verknöcherung in Verbindung mit einer Darstellung der den Diaphysen offenstehenden Möglichkeiten im Längenwuchs

(Vorderextremität, Esel)



Erklärung zu obiger Darstellung befindet sich im Text. Im übrigen gilt:

- ⊙ = erstmalig auftretender Knochenkern in proximaler Epiphyse
- ⊙ = erstmalig auftretender Knochenkern in distaler Epiphyse (bezw. Accessorium)
- ◍ = proximale Epiphyse, verknöchert
- ● = distale Epiphyse, verknöchert (bezw. Accessorium)
- ↕ : deutet die Möglichkeit des freien Auswachsens der einzelnen Diaphyse an
- ▭ = Carpus
- ⊙ = erstmalig auftretender Ossifikationspunkt im Carpalknochen
- ▪ = verknöchertes Carpalelement

sucht, an Hand von vier Schemata (Textfigg. 742/743 und 744/745) bei den Vorder- und Hintergliedmassen der Pferde und Esel ein Bild vom Gang der Entwicklung der epiphysären Ossifikationszentren zu entwerfen mit Rücksicht auf die dabei auftretenden Ossifikationsstufen.

Die einzelnen Röhrenknochen sind durch einfache feste Striche im Schema eingezeichnet. Die Anordnung ist so, wie sie der natürlichen Lage der Mittelschäfte in den Extremitäten entspricht. Die Vorder- und Hinterfusswurzeln sind durch in die Knochenreihe eingeschaltete Rechtecke dargestellt. Die an die Diaphysen proximad und distad sich anschliessenden Epiphysen sind mit schraffierten und ausgefüllten Kreisen angegeben, die im Carpus und Tarsus auftretenden Elemente teilweise mit Kreisen, teilweise mit Rechtecken. Diejenigen Epiphysen, bezw. Carpal- oder Tarsalelemente, in welchen sich auf der einzelnen Stufe zum erstenmal ein Verknöcherungspunkt zeigt, sind durch einen von einem kleinen Kreis bezw. einem Rechteck eingefassten Punkt gekennzeichnet. Die proximal vom Mittelschaft gelegenen Epiphysen sind mit schraffierten, die distal gelegenen mit Vollkreisen angedeutet. Dasjenige Diaphysenende, das noch durch keine knöcherne Epiphyse ausgezeichnet ist, und also den noch epiphysenfreien Endteil des Mittelschaftes darstellt, ist mit einem Pfeil versehen, der gleichzeitig noch die Richtung anzeigt, nach welcher der diaphysäre Teil des Knochens zufolge des unverändert (knorpelig) gebliebenen Gewebezonengebietes noch frei auswachsen kann.

Besprechen und vergleichen wir zunächst die sich zeigenden Verhältnisse in den Vorderextremitäten der Pferde und Esel.

Vorderextremität

Eine vergleichsweise Betrachtung der beiden Textfiguren zeigt folgendes, **was übereinstimmend ist:**

1. dass weder bei den Pferden noch bei den Eseln die Epiphysen in ihrer Verknöcherung in der Reihenfolge an den Extremitäten erscheinen, die ihre Lage innerhalb der Gliedmasse vorschreiben würde (d. h. nicht in proximo-distaler bezw. disto-proximaler Richtung wie die Diaphysen).

2. dass in der Gliedmasse der Pferde wie der Esel als erste Epiphysen dem Verknöcherungsprozess distale Epiphysen anheimfallen und für gewöhnlich erst später, d. h. nach der Verknöcherung der distalen Epiphysen, die proximalen Epiphysen (einige Ausnahmen vorbehalten) dann der Ossifikation unterliegen.

3. dass Epiphysenverknöcherungen die Diaphysen im Verlaufe des ganzen Ossifikationsprozesses zunächst nur einseitig an ihren Enden aufweisen und dass mit an beiden Enden mit verknöchernden oder verknöcherten Epiphysen ausgerüstete Diaphysen nicht im Anfang, sondern erst später anzutreffen sind.

4. dass zwei in den Epiphysen aufeinanderfolgende Ossifikationskerne anfänglich für gewöhnlich in grösserer Entfernung auseinanderliegen und einander direkt benachbarte nur durch den Mittelschaft getrennte Epiphysenverknöcherungen nicht anzutreffen sind. Wird ein Knochenschaft aber dann beidseitig von verknöchernden Zentren umstellt, so sieht man gewöhnlich auch andernorts benachbarte nur durch die Diaphyse getrennte knöcherne Epiphysenkerne auftreten.

5. dass längere Zeit die einzelnen Zehenglieder der Pferde- und Eselextremität von Ossifikationen in den Epiphysen verschont bleiben.

Neben diesen allgemein übereinstimmenden Ergebnissen, die sich beim Studium der Vorderextremitäten von Pferd und Esel in bezug auf die Epiphysenverknöcherungen ergeben, sind dann einige **Unterschiedlichkeiten** im sukzessiven Auftreten der einzelnen Elemente festzustellen. Tabelle 14 gebe uns darüber Aufschluss.

Tabelle 14

Zusammenstellung der in den Epiphysen auftretenden Knochenkerne bei Pferden und Eseln in der Vorderextremität, unter Bekanntgabe der Rangfolge und Rücksichtnahme auf die einzelnen Phasen der Verknöcherung:

Pferdegliedmasse		die einzelnen Epiphysen	Eselgliedmasse	
Ordnungszahl im rangmässigen Auftreten	Phase der Verknöcherung		Ordnungszahl im rangmässigen Auftreten	Phase der Verknöcherung
1	I	distale Radiusepiphyse	3	III
2	II	distale Epiphyse des Metacarpale III	1	I
3	III	distale Humerusepiphyse	2	II
4	V	distale Grundphalangenepiphyse	6	IV
5	VI	proximale Grundphalangenepiphyse	7	VI
6	VI	proximale Radiusepiphyse	5	IV
7	VI	proximale Humerusepiphyse	4	IV
8	VIII	proximale Mittelphalangenepiphyse	8	VI
9	X	proximale Ulnaepiphyse	9	IX
10	X	distale Ulnaepiphyse	10	X

Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, dass in der Vorderextremität die einzelnen Elemente, wenn für die Aufstellung der Verknöcherungsfolge die ganze Extremität in Erwägung gezogen wird, nicht in nämlicher Reihenfolge bei Pferd und Esel auftreten.

Schon der erste Knochenkern, der in den Knorpelanlagen der Epiphysen auftritt, liegt bei Pferd und Esel nicht in der gleichen Epiphyse: beim Pferd verknöchert an erster Stelle die distale Radiusepiphyse, beim Esel die distale Hauptmittelfussknochen-Epiphyse. Die Ossifikation beider Epiphysen fällt in die I. Ossifikationsphase hinein.

Erst an zweiter Stelle folgt dann beim Pferd die distale Hauptmittelfussknochen-Epiphyse, der beim Esel im knöchernen Auftreten die distale Humerusepiphyse gegenübergestellt werden muss, deren Ossifikation mit jener Verknöcherung gemeinsam in die II. Phase fällt.

Die dritte Stelle in den epiphysären Verknöcherungen wird beim Pferd von der distalen Humerusepiphyse, beim Esel von der distalen Radiusepiphyse eingenommen, die beide in der III. Phase erstmalig ihren Knochenkern entwickeln.

Beim Pferd verknöchert an vierter Stelle die distale Grundphalangenepiphyse (Ossifikation in der V. Phase der Verknöcherung); beim Esel die proximale Humerusepiphyse (Ossifikation schon in der IV. Phase).

Die fünfte Stelle nimmt beim Pferd die proximale Grundphalangenepiphyse ein (Verknöcherung in der VI. Phase), beim Esel die proximale Radiusepiphyse (IV. Phase der Verknöcherung).

Beim Pferd folgt rangmässig an sechster Stelle die proximale Radiusepiphyse, der wir ordnungsmässig die distale Grundphalangenepiphyse beim Esel beigesellen müssen, die aber schon in der IV. Phase ossifiziert, wogegen jene erst in der VI. Phase.

Die siebente Stelle wird beim Pferd von der proximalen Humerusepiphyse, beim Esel von der proximalen Grundphalangenepiphyse eingenommen, die beide für ihre Ossifikationen die VI. Phase gemeinsam haben.

Die achte Stelle verzeichnet bei Pferd und Esel die nämliche epiphysäre Verknöcherung, indem die proximale Mittelphalange beiderorts ihren Knochenkern zur Anlage bringt, der aber beim Pferd erst in der VIII. Phase, beim Esel schon in der VI. Phase erstmalig erscheint.

Auch die neunte Stelle wird bei Pferd und Esel von einer entsprechenden Epiphysenverknöcherung beansprucht; es folgt die proximale Ulnaepiphyse, deren Ossifikation bei jenem in die X., bei diesem in die IX. Phase fällt.

Als letztes Epiphysenelement (an zehnter Stelle) bringt bei Pferd und Esel die distale Ulnaepiphyse ihren Knochenkern zur Entwicklung, für den als Phase der Verknöcherung beiderorts die X. namhaft zu machen ist.

Gleichmässige Rangordnung in der Vorderextremität kommt bei Pferd und Esel also nur wenigen Epiphysen (der proximalen Mittelphalangen- und der proximalen und distalen Ulnaepiphyse) zu. In der gleichen Phase tritt nur die distale Ulnaepiphyse bei Pferd und Esel auf.

Die Regelung im Auftreten knöcherner Epiphysen in den Gliedmassen entbehrt der *Ordnungs- und Planmässigkeit nicht.* Es hat den Anschein, als ob die Festlegung der Knochenkerne in den Gliedmassen einen ganz bestimmten Zweck verfolge, wobei vor allem die Sicherstellung *ungehemmter Wachstumsmöglichkeiten* für die Röhrenknochen in proximo-distaler und disto-proximaler Richtung ausschlaggebend zu sein scheint. Der Modus im Heranziehen einzelner Epiphysen in die Verknöcherung scheint Bedingungen in sich zu schliessen, die dem reibungslosen Ansatz von Knochengewebe bei der Diaphysenentwicklung förderlich sind. Denn überall da, wo ein knöcherner Epiphysenkern am Ende des Mittelschaftes eines Röhrenknochens in mehr oder weniger vollständiger Form vorliegt, ist die Umwandlung von Knorpelgewebe in Knochengewebe durch die bereits teilweise erfolgte «Umpflügung» des Grundmaterials in Knochensubstanz nur noch in einem beschränkten Masse möglich. Der Epiphysenkern ist also gleichsam eine Blockage für das freie Längenwachstum eines Knochenschaftes, der, in dem Mass als der Kern auswächst und an Grösse und Umfang gewinnt, selber an für den Zuwachs in Betracht fallender Grundsubstanz verliert, bis schliesslich durch den Epiphysenschluss der Verlust ein vollständiger geworden ist und damit das Wachstum zur Sistierung gelangt.

Interessant gestaltet sich nun die Untersuchung der einzelnen Extremitätenknochen auf die Möglichkeit des freien bezw. gehemmten Auswachsens der Diaphysen in den einzelnen Fällen, wo epiphysäre Knochenkerne aufgetreten sind.

Wie bereits mitgeteilt, haben wir durch die Einführung von Pfeilen die Möglichkeiten, die einem Extremitätenknochen gegeben sind, nach dieser oder jener Richtung hin frei auszuwachsen, sofern keine oder bereits epiphysäre Knochenkerne vorhanden sind, in den oben veröffentlichten Textfiguren (742/743), bei Pferden und Eseln bekanntgegeben.

Die Überprüfung derselben nach dieser Seite hin führte zu Ergebnissen, wie sie in Tabelle 15 (Seite 317) zusammengestellt sind.

Der Tabelle 15 sind folgende Daten zu entnehmen:

1. Die Möglichkeit, dass ein Knochen frei nach beiden Richtungen hin auswachsen kann, bleibt möglichst lange bestehen. Diese Potenz wird ganz allmählich nur eingeschränkt.

2. Während die Freiheiten, dass ein Knochen nach zwei Richtungen in die Länge ungehemmt auswachsen kann, Schritt für Schritt zahlenmässig eingeschränkt werden, nehmen zunächst die Möglichkeiten, dass wenigstens nach einer Richtung hin der Knochen einem freien Auswachsen obliegen kann, zu.

Tabelle 15

Tabellarische Orientierung über die durch knöcherne Epiphysen den Diaphysen im Längenwuchs entstehenden Einschränkungen (Blockagen), unter Berücksichtigung der jeweiligen Verknöcherungsstufen

(Verhältnisse in den Vorderextremitäten)

Phasen und Stufen	Möglichkeiten des freien Auswachsens nach zwei Richtungen (keine Epiphyse)		Möglichkeiten des freien Auswachsens nach einer Richtung (1 Epiphyse)		Möglichkeiten des Auswachsens nach beiden Richtungen gesperrt (2 Epiphysen)	
	Pferd	Esel	Pferd	Esel	Pferd	Esel
I. (4. Stufe)	6	6	1	1	—	—
II. (5. Stufe)	5	5	2	2	—	—
III. (6. Stufe)	4	4	3	3	—	—
IV. (7. Stufe)	4	3	3	2	—	2
V. (8. Stufe)	3	3	4	2	—	2
VI. (9. Stufe)	3	2	1	1	3	4
VII. (10. Stufe)	3	2	1	1	3	4
VIII. (11. Stufe)	2	2	1	1	4	4
IX. (12. Stufe)	2	1	1	2	4	4
X. (13. Stufe)	1	1	1	1	5	5

3. Die Blockage der Diaphysen mit zwei verknöcherten Epiphysen wird erst auf die zweite Hälfte der ganzen Ossifikationsperiode verlegt, so dass erst in dieser Knochen mit beidseitig gehemmtem Wachstum in Erscheinung treten.

Wir kommen zum Vergleich der epiphysären Verknöcherungsverhältnisse an den *Hinterextremitäten*, wo uns ebenfalls zwei Textfiguren (Textfigg. 744/745) Aufschluss geben sollen. Dieselben enthalten Zusammenstellungen, die in entsprechender Weise den Gang der epiphysären Verknöcherungen an den Hintergliedmassen der Pferde und Esel illustrieren, wie die Textfiguren 742/743 den Gang der epiphysären Verknöcherungen in den Vordergliedmassen.

Hinterextremität

Das Studium der in den Textfiguren enthaltenen Befunde ergibt in bezug auf **Übereinstimmendes** folgendes:

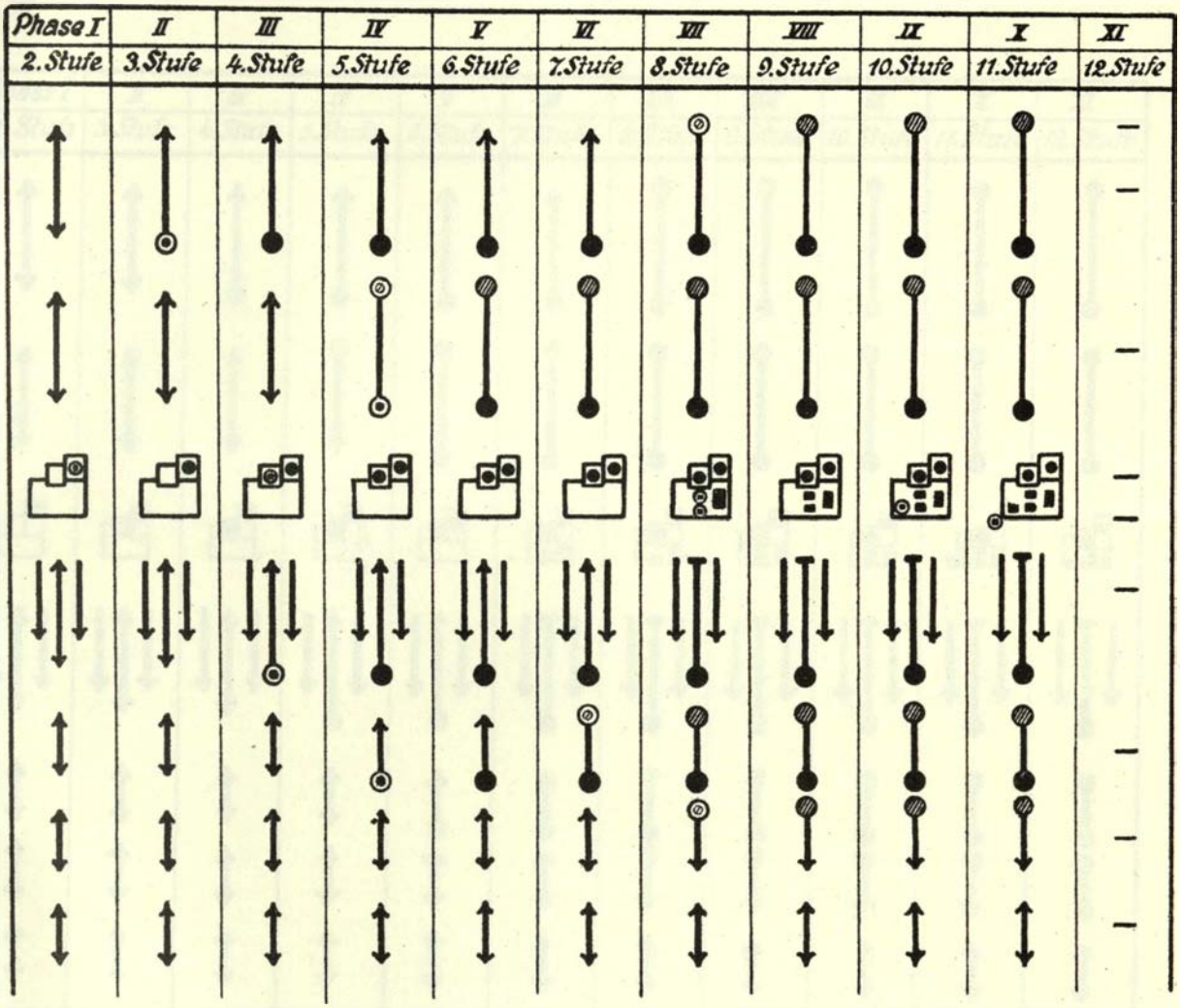
1. Auch die Hintergliedmassen zeigen, dass die ordnungsmässige Einbeziehung der Epiphysen in den Verknöcherungsprozess nicht nach Art der Anordnung der Elemente innerhalb der Gliedmassen erfolgt. Die Epiphysenverknöcherung beginnt also nicht in der Hinterextremität der Pferde und Esel beispielsweise mit der proximalen Femurepiphysen-Ossifikation und ergreift sukzessive die darauf folgenden Epiphysen (distale Femurepiphyse, proximale Tibiaepiphyse etc.) oder umgekehrt mit der proximalen Mittelphalangenepiphyse (dann der distalen Grundphalangenepiphyse etc.), sondern die Epiphysenverknöcherungen treten an der hintern Gliedmasse wiederum zerstreut auf, anfänglich in grösserer Entfernung, später in Nachbarschaft zueinander.

2. Die ersten Epiphysen, die verknöchern, sind wiederum distale Epiphysen, obwohl bei den Pferden schon nach der zweiten distalen Epiphysenverknöcherung sich zwischenhinein eine

Textfigur 744

Illustration zum rangmässigen Auftreten der einzelnen Epiphysen auf den verschiedenen Phasen (Stufen) der Verknöcherung in Verbindung mit einer Darstellung der den Diaphysen offenstehenden Möglichkeiten im Längenwuchs

(Hinterextremität, Pferd)



Erklärung zu obiger Darstellung befindet sich im Text. Im übrigen gilt:

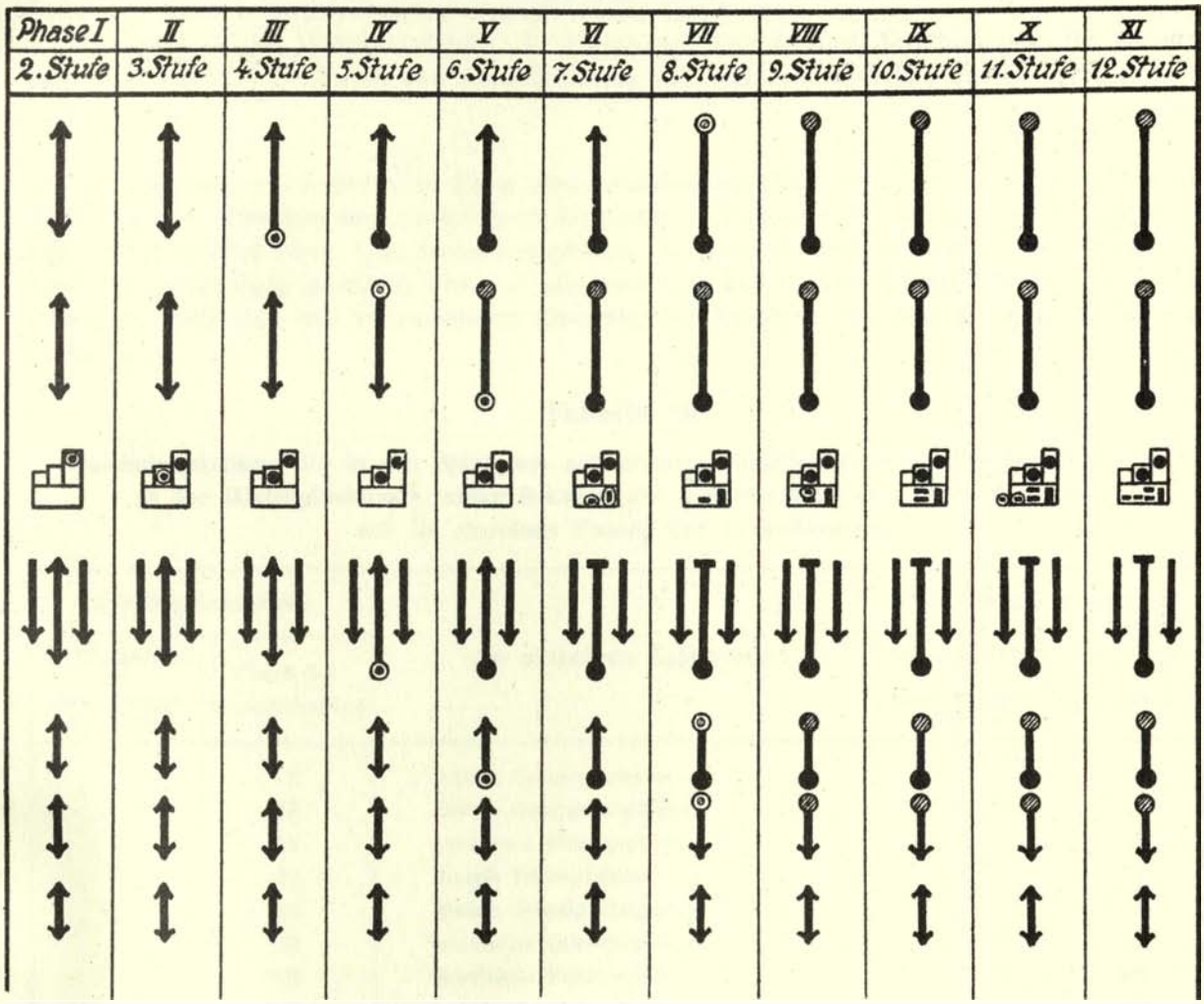
- ⊙ = erstmalig auftretender Knochenkern in proximaler Epiphyse
- ⊙ = erstmalig auftretender Knochenkern in distaler Epiphyse
- ◍ = proximale Epiphyse, verknöchert
- ● = distale Epiphyse, verknöchert
- ↕ : deutet die Möglichkeit des freien Auswachsens der einzelnen Diaphyse an
- ◎ = erstmalig auftretender Knochenkern in Calcaneus und Talus
- ◉ = verknöcherter Calcaneus und Talus
- ⊙ = erstmalig auftretender Ossifikationspunkt im Tarsalknochen
- – = verknöchertes Tarsalelement

Textfigur 745

Illustration zum rangmässigen Auftreten der einzelnen Epiphysen auf den verschiedenen Phasen (Stufen) der Verknöcherung

in Verbindung mit einer Darstellung der den Diaphysen offenstehenden Möglichkeiten im Längenwuchs

(Hinterextremität, Esel)



Erklärung zu obiger Darstellung befindet sich im Text. Im übrigen gilt:

- = erstmalig auftretender Knochenkern in proximaler Epiphyse
- = erstmalig auftretender Knochenkern in distaler Epiphyse
- = proximale Epiphyse, verknöchert
- = distale Epiphyse, verknöchert
- : deutet die Möglichkeit des freien Auswachsens der einzelnen Diaphyse an
- = erstmalig auftretender Knochenkern in Calcaneus und Talus
- = verknöcherter Calcaneus und Talus
- = erstmalig auftretender Ossifikationspunkt im Tarsalknochen
- = verknöchertes Tarsalelement

Ossifikation einer proximalen Epiphyse einschiebt (Verknöcherung der proximalen Tibiaepiphyse) und bei den Eseln gleich nach der ersten distalen Epiphysenverknöcherung das Auftreten eines Knochenkernes in einer proximalen Epiphyse (Verknöcherung der proximalen Tibiaepiphyse) wahrzunehmen ist.

3. Ganz in entsprechender Weise wie in den Vorderextremitäten zeigt sich auch in den Hintergliedmassen bei den Pferden und Eseln, dass die uni-epiphysäre Verknöcherung der di-epiphysären Verknöcherung vorangeht, indem in der Reihe der Entwicklungsstadien, welche uns die Verknöcherung der Gliedmassen demonstrieren, an den einzelnen Knochen immer zunächst in der einen oder andern Epiphyse ein Knochenkern auftritt, nicht aber gleich von Anfang in beiden Epiphysenanlagen zugleich Knochenkerne.

4. Auch in der Hinterextremität der Pferde und Esel bleiben die Phalangen für die erste Zeit, d. h. die ersten Phasen der Verknöcherung von Epiphysenossifikationen verschont.

Wir geben im folgenden in Form einer Aufstellung (Tab. 16) eine Orientierung über das Auftreten der einzelnen sich verknöchernden, oder verknöchert vorzufindenden Epiphysen in mit I—VII bezeichneten Verknöcherungsphasen in den Hintergliedmassen der Pferde und Esel. Die Aufstellung gestattet, sich ein Bild auch von **den Unterschiedlichkeiten** zu machen, welche im zeitlichen und rangmässigen Einbezug der Epiphysenanlagen in die Verknöcherung bestehen.

Tabelle 16

Zusammenstellung der in den Epiphysen auftretenden Knochenkerne bei Pferden und Eseln in der Hintergliedmasse, unter Bekanntgabe der Rangfolge und Rücksichtnahme auf die einzelnen Phasen der Verknöcherung

Pferdegliedmasse		die einzelnen Epiphysen	Eselgliedmasse	
Ordnungszahl im rangmässigen Auftreten	Phase der Verknöcherung		Ordnungszahl im rangmässigen Auftreten	Phase der Verknöcherung
1	II	distale Femurepiphyse	1	III
2	III	distale Metatarsalepiphyse	3	IV
3	IV	proximale Tibiaepiphyse	2	IV
4	IV	distale Tibiaepiphyse	4	V
5	IV	distale Grundphalangenepiphyse	5	V
6	VI	proximale Grundphalangenepiphyse	7	VII
7	VII	proximale Femurepiphyse	6	VII
8	VII	proximale Mittelphalangenepiphyse	8	VII

Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die Rangfolge, welche die einzelnen Epiphysen bei ihrem knöchernen Auftreten in der Gesamtanlage des Gliedmassenskelettes innehalten, bei Pferd und Esel auch hinten nicht eine völlig übereinstimmende ist; es bestehen Unterschiedlichkeiten in der Ordnungsfolge des Auftretens knöcherner Epiphysen, wenn auf die ganze Extremität (und nicht auf eine einzelne Knochenanlage) Rücksicht genommen wird

Wohl muss bei Pferd und Esel als erste Epiphyse, die in der Hintergliedmasse zur Verknöcherung gelangt, die distale Femurepiphyse bezeichnet werden. Sie stellt sich bei beiden

Tieren als erstes Element in die Reihe der epiphysären Verknöcherungen, fällt beim Pferd in die II., beim Esel in die III. Phase der Ossifikation.

Als zweites verknöcherndes Epiphysenelement beim Pferd folgt sodann die in einer III. Phase ihren Knochenkern entwickelnde distale Epiphyse des Hauptmittelfussknochens, der wir rangmässig im Vergleich beim Esel die proximale Tibiaepiphyse gleichzusetzen haben (Verknöcherung in einer IV. Phase).

Beim Pferd erfolgt in dritter Linie die Verknöcherung in der proximalen Tibiaepiphyse (IV. Phase der Verknöcherung), beim Esel in der distalen Metatarsalepiphyse (ebenfalls IV. Phase der Verknöcherung), die beim Pferd also schon die zweite Stelle in der Reihe einnimmt.

Die vierte Stelle in der Elementenkette der epiphysären Verknöcherungen bleibt bei Pferd und Esel gemeinsam für die distale Tibiaepiphyse offen, die dort in der IV., hier freilich erst in der V. Phase ossifiziert.

Ähnlich verhält sich bei Pferd und Esel die die fünfte Stelle in Anspruch nehmende Grundphalangenepiphyse, welche dort ebenfalls in der IV., hier wiederum in der V. Phase verknöchert.

An sechster Stelle erfolgt beim Pferd die Verknöcherung der proximalen Grundphalangenepiphyse (VI. Phase der Verknöcherung), beim Esel aber die proximale Femurepiphyse (VII. Phase), die beim Pferd zwar in derselben Phase, erst aber in siebenter Linie den Knochenkern erhält.

Dem beim Pferd die siebente Stelle einnehmenden Ossifikationsherd in der proximalen Femurepiphyse muss mit gleichem Rang die proximale Grundphalangenepiphyse beigesellt werden (Ossifikation beiderorts in der VII. Phase).

Als letzte Epiphyse (Ossifikation an achter Stelle und in VII. Phase) verknöchert in übereinstimmender Weise bei Pferd und Esel in der Hinterextremität die proximale Mittelphalangenepiphyse.

Aus diesen Ausführungen geht hervor, dass bei Pferd und Esel nur wenige Epiphysen im knöchernen Auftreten denselben Rang miteinander teilen; es sind dies: die distale Femurepiphyse, die distale Tibiaepiphyse, die distale Grund- und proximale Mittelphalangenepiphyse. Für die erste und die letzte sind die Ossifikationsphasen einander entsprechende.

Die in den Vorderextremitäten der Esel und Pferde aus dem Vergleich sich ergebende Tendenz, den Diaphysen und Knochenanlagen der Extremitätenachse durch die Art der Heranziehung der Epiphysen in die Verknöcherung die Möglichkeiten des ungehemmten Wachstums nach beiden Längsrichtungen hin so lange als angängig offen zu halten (vergl. die Ausführungen über die Legung epiphysärer Blockagen an die diaphysären Knochenbestände), lässt sich auch wieder an der Hinterextremität nachweisen.

Die nachstehende Tabelle (Tab. 17, S. 313) gibt Aufschluss über *das zahlenmässige Vorhandensein der Möglichkeiten des ungehemmten bezw. gehemmten Wachstums* bei den diaphysären Elementen in der Hinterextremität von Pferd und Esel in den verschiedenen Phasen (auf den untersuchten Stufen) der Ossifikation.

Dieser Zusammenstellung lässt sich entnehmen, dass die Möglichkeit des Auswachsens der Mittelschäfte durch vorläufiges Erhaltenbleiben des knorpeligen Zustandes in den Epiphysen und das Hinausschieben ihrer Verknöcherungen auch in der Hinterextremität der Pferde und Esel lange erhalten bleibt. Die Anzahl der Knochen, welche zufolge der Zurückstellung von Verknöcherungen in den Epiphysenanlagen nach beiden Richtungen hin auswachsen können, ist zu Anfang relativ gross. Nur allmählich nimmt die Zahl der Elemente, die dieses ungehinderte Wachstumsvermögen nach zwei entgegengesetzten Richtungen hin zeigen, ab.

Wiederum sehen wir sodann, dass während allmählich die Extremitätenknochen mit dem Wegfall knorpeliger Epiphysenanlagen der Fähigkeit des ungehemmten Wachstums verlustig

Tabelle 17

Tabellarische Orientierung über die durch knöcherne Epiphysen den Diaphysen im Längenwuchs entstehenden Einschränkungen (Blockagen), unter Berücksichtigung der jeweiligen Verknöcherungsstufen

(Verhältnisse in den Hinterextremitäten)

Phasen und Stufen	Möglichkeiten des freien Auswachsens nach zwei Richtungen (keine Epiphyse)		Möglichkeiten des freien Auswachsens nach einer Richtung (1 Epiphyse)		Möglichkeiten des Auswachsens nach beiden Richtungen gesperrt (2 Epiphysen)	
	Pferd	Esel	Pferd	Esel	Pferd	Esel
I. (2. Stufe)	6	6	—	—	—	—
II. (3. Stufe)	5	6	1	—	—	—
III. (4. Stufe)	4	5	2	1	—	—
IV. (5. Stufe)	2	3	3	3	1	—
V. (6. Stufe)	2	2	3	3	1	1
VI. (7. Stufe)	2	2	2	2	2	2
VII. (8. Stufe)	1	1	1	1	4	4
VIII. (9. Stufe)	1	1	1	1	4	4
IX. (10. Stufe)	1	1	1	1	4	4
X. (11. Stufe)	1	1	1	1	4	4
XI. (12. Stufe)[1]		1		1		4

[1]) XI. Phase (12. Stufe) kommt beim Pferd nicht in Frage.

gehen, die Fälle, in welchen die Knochen wenigstens noch nach einer Seite hin frei und ungehemmt auswachsen können, zunächst zahlenmässig noch im Steigen begriffen sind, bis dann durch das Überhandnehmen der Verknöcherungen in den Epiphysen auch ihre Zahl eingeschränkt wird.

Auch in der Hinterextremität der Pferde und Esel treten Röhrenknochenanlagen mit beidseitig verknöcherten Epiphysen und dadurch beidseitig blockierten Diaphysenenden erst in der zweiten Hälfte der Ossifikationsperiode auf. Zuerst werden die Diaphysen einseitig, d. h. durch Verknöcherung einer der beiden Epiphysen blockiert; erst in zweiter Linie tritt beidseitige Blockage ein, wobei dieselbe zunächst wieder auf wenige Diaphysen beschränkt bleibt, bis durch die Überzahl der vorhandenen Epiphysenverknöcherungen rasch die Zahl der doppelseitig blokkierten Elemente ansteigt.

Dem Auftreten von *Epiphysen innerhalb der Gesamtextremität* ist bis anhin unseres Erachtens nicht genügende Beachtung geschenkt worden. Man hat bisher immer nur das einzelne Knochenelement herausgegriffen und an diesem das Auftreten der Epiphyse am diaphysären Teil studiert. Man hat die an den einzelnen Knochen daraufhin erhaltenen Ergebnisse mit denen an anderen Knochen gewonnenen verglichen, und man hat sich mit Recht für die Frage interessiert, ob innerhalb der einzelnen Elemente Gleichheit oder Unterschiedlichkeiten bestünden, ob an sämtlichen Knochen die distalen oder proximalen Epiphysen zuerst auftreten würden, und man hat dann, als gewisse Gesetzmässigkeiten sich ergaben oder sich zu ergeben schienen, spezielles Interesse natürlich den Ausnahmen der Regel zugewendet. Man suchte sich darüber eine Erklärung zu machen, warum bei einzelnen Knochen in gewissen Fällen vom Modus der primären distalen Epiphysenverknöcherung abgewichen und die proximale Epiphysenossifikation

der distalen vorangestellt würde. An Auslegungen hat es dabei nicht gefehlt. Auch wir haben uns seinerzeit beim Rind mit den Verhältnissen befasst und die gefundenen Tatsachen in exegetische Beziehung zu bringen versucht.

Die Grundlage musste die längst bekannte Tatsache bilden, dass die Ossifikation stets primär das Mittelfußstück, sekundär die Epiphysen erfasst.

Eine weitere Tatsache veranlasste uns in der frühern Arbeit speziell dem Verlauf der *Foramina nutritia* unsere Aufmerksamkeit zu schenken. Die Verlaufsrichtung des Ernährungskanales ist in den einzelnen Knochen wechselnd. Der Kanal schlägt bald einen horizontalen, bald proximodistalen, bald disto-proximalen Verlauf ein. 1834 hat BERARD den Satz aufgestellt, dass diejenige Epiphyse rascher und früher als die andere (gegenüberstehende) mit dem Knochenschaft verschmelze, gegen die das Ernährungsgefäss hingewendet ist. Die Erklärung für den schrägen Verlauf der Gefässe kann in Wachstumsgesetzen des Knochens gefunden werden, und es können aus der Verlaufsrichtung des Kanals Rückschlüsse gezogen werden, an welchem Knochenende ein langer Röhrenknochen stärker wächst, zumal die Hauptintensität des Längenwachstums entgegengesetzt der Verlaufsrichtung der Gefässe liegt. An dem Ende, wo der Knochen aber stärker wächst, tritt auch zuerst ein eigener epiphysärer Ossifikationskern auf. Die Verlaufsrichtung des Canalis nutritius sowohl wie das Auftreten des ersten Epiphysenkernes hangen mit dem Ort des stärksten Wachstums des Knochens zusammen (vide Abschnitt «Die zeitliche Aufeinanderfolge der Ossifikationszentren und ihre Gesetzmässigkeit» in KÜPFER-SCHINZ, 1923).

ZIETZSCHMANN hat bei Anerkennung der gefundenen Verhältnisse für das Rind mit Recht darauf hingewiesen, dass von dieser Regel sehr viele Ausnahmen bestehen. «Es wechselt die Richtung und die Stelle des Heraustretens der Ernährungsarterie nicht nur bei den verschiedenen Tierarten, es kommen sogar Variationen individueller Art zur Beobachtung, obwohl der Verlauf der Ossifikationsprozesse immer derselbe ist.»

Sodann lehrte die Erfahrung, dass der erste Epiphysenpunkt eines Röhrenknochens an demjenigen Endteil der Diaphyse sich fast durchwegs zeigt, das die voluminösere Gestalt gegenüber dem entgegengesetzten Endstück aufweist, wodurch dem SAPPEY'schen Satz die Stützen gegeben wurden.

Im Hinblick auf das Auftreten von einzelnen Epiphysen innerhalb der Gesamtextremität konnten wir nun soviel sicherstellen, dass der BRAUS'sche Satz, wornach, was die Diaphysen anbelangt — unter gewissen Vorbehalten für bestimmte Tiergruppen — im allgemeinen die Ossifikation im Sinne der Anordnung der Elemente am Körper erfolgt und sukzessive Zonoskelett, Stylopodium, Zeugopodium, Metapodium und Acropodium ergreift, für die Epiphysen beim Rind und jetzt beim Pferd und Esel (SURBER hatte es für das Schwein, andere Autoren für den Mensch nachgewiesen) nicht besteht.

Es mag deshalb nicht unerwünscht sein, einige die Frage der Möglichkeiten des freien Auswachsens und der Schaffung von Blockagen (durch Entwicklung von Epiphysen) berührende Feststellungen, wie wir sie im Obigen gegeben haben, entgegenzunehmen, Aufstellungen, die natürlich nur anhand eines ziemlich vollständigen und sozusagen lückenlosen Untersuchungsmateriales zu ermitteln waren.

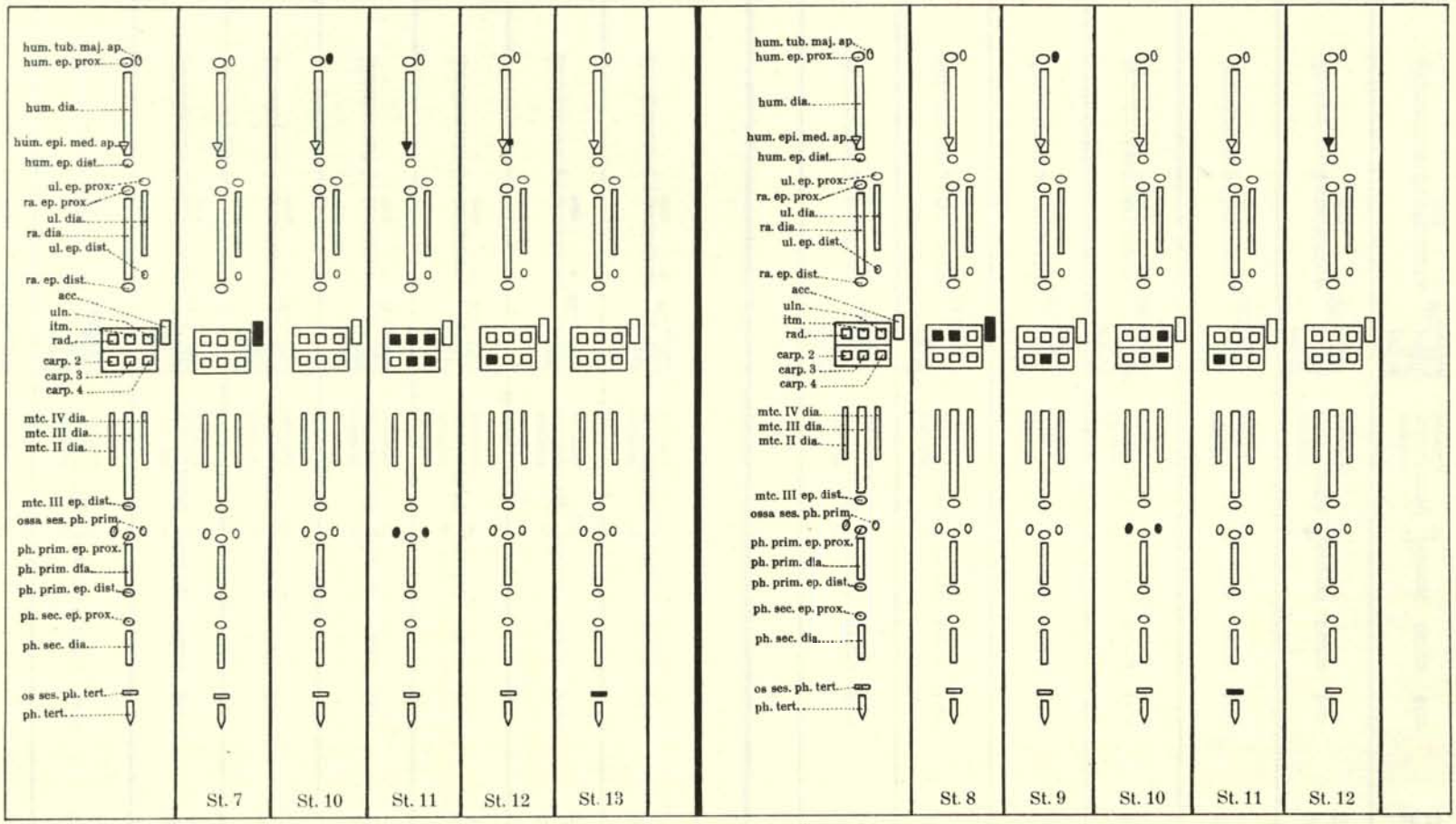
d) Mit Rücksicht auf die ausserdia- und ausserepiphysären Elemente

Wenden wir uns endlich noch den ausserdiaphysären und ausserepiphysären Elementen in Vorder- und Hinterextremität der Pferde und Esel zu. Wir wollen versuchen, aus einer vergleichenden Zusammenstellung (Schemata 7 u. 8), welche sich auf das Auftreten der hier namhaft zu machenden Elemente bezieht, das Allgemeine hervorzuheben.

Schema 7

Schematische Darstellung zum sukzessiven Auftreten einzelner Knochenkerne unter den ausserdia- und ausserepiphysären Elementen während den einzelnen Stufen der Ossifikation

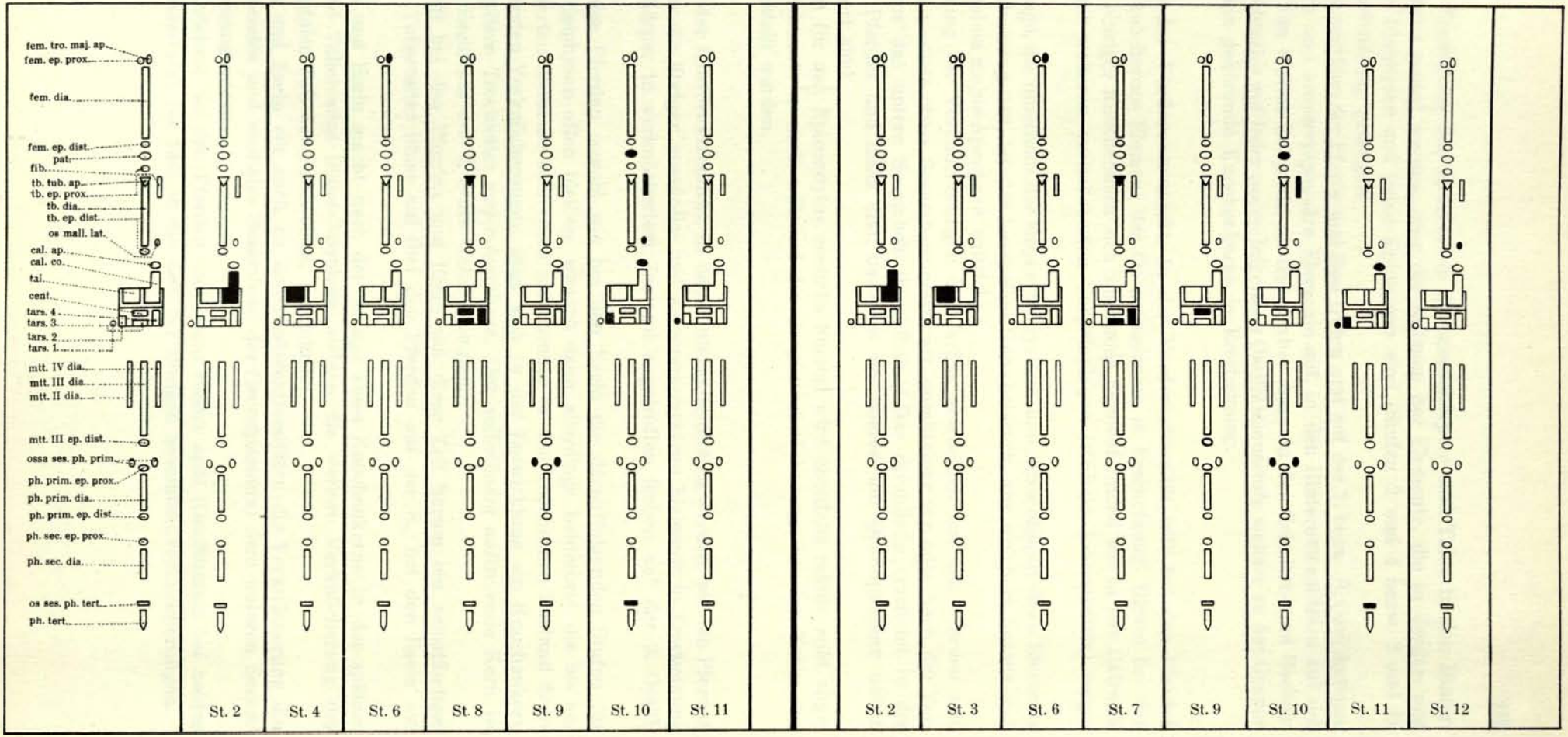
Vorderextremität, Pferd



Vorderextremität, Esel

Schema 8

Schematische Darstellung zum sukzessiven Auftreten einzelner Knochenkerne unter den ausserdia- und ausserepiphysären Elementen während den einzelnen Stufen der Ossifikation



Sieht man vom Erscheinen des knöchernen Calcaneuskörpers und Talus in den Hinterextremitäten ab, so muss gesagt werden, dass die Anlagen der Elemente, die in Vorder- und Hinterextremität keine Diaphysen und keine Epiphysen sind (Stufen 2 und 4 bezw. 2 und 3), relativ spät zur Verknöcherung gelangen.

In den Vorderextremitäten der Pferde und Esel treten erst auf der 7. bezw. 8. Ossifikationsstufe ausserdiaphysäre und ausserepiphysäre Elemente auf, in den Hinterextremitäten auf der 6. Ossifikationsstufe. Von diesem Zeitpunkt an treten aber dann an den Schulter- und Beckengliedmassen fast ausnahmslos auf jeder neuen folgenden Ossifikationsstufe weitere zu der Gruppe dieser Knochenelemente gehörende Knochenkerne in Erscheinung.

Die Befunde in der Vorderextremität. In der Vorderextremität tritt bei den Pferden und Eseln als erstes knöchernes Element das Os accessorium in Erscheinung. Dieses bei den Pferden zunächst als einziger Knochenkern sich zeigendes Element finden wir in der Extremität der Esel schon mit weiteren verknöcherten Carpalanlagen (Radiale, Intermediale) vergesellschaftet vor.

Eine weitere Anlage, die innerhalb der ausserepiphysären und ausserdiaphysären Elemente bald knöchern in Erscheinung tritt, ist der knorpelige Gewebebezirk, aus welchem heraus sich die knöcherne Tuberculum majus-Apophyse entwickelt.

Vor der Vollendung der Verknöcherungen im Carpus erscheinen bei den Pferden und Eseln das laterale und mediale obere Sesambein ossifiziert, unmittelbar vor oder nach der Verknöcherung des Carpus das untere Sesambein (Strahlbein). Das Strahlbein erscheint in der Vorderextremität des Pferdes und Esels erst, nachdem die oberen der Grundphalanx nahen Sesambeine verknöchert sind.

Ein Knochenkern für den Epicondylus medialis humeri wird ebenfalls relativ spät angelegt. Bei den Pferden konnte er noch während der Carpusverknöcherung, bei den Eseln erst nach derselben festgestellt werden.

Die Befunde in der Hinterextremität. In den Hinterextremitäten werden bei den Pferden und Eseln lange bevor die übrigen ausserdia- und ausserepiphysären Elemente in Erscheinung treten, die Calcanei-Körper in verknöchertem Zustand angetroffen (schon auf der 2. Ossifikationsstufe).

Wir sehen bei den Pferden sowohl wie bei den Eseln die darauffolgenden Stufen für Verknöcherungen in Epiphysen offen bleiben, wonach dann allerdings beiderorts die bis anhin noch nicht ossifizierten Elemente sehr rasch aufeinander in den knöchernen Zustand übertreten. Als eine der ersten Verknöcherungen zeigt sich in der Entwicklung ein Knochenkern in der Anlage der spätern Trochanter major-Apophyse. Der selbständig auftretende Kern ist bei den Pferden und Eseln auf der 6. Stufe wahrzunehmen.

An der Tibia tritt bei den Pferden und Eseln um diese Zeit herum ein selbständiger Knochenkern für die Tuberositas tibiae auf (bei den Pferden auf der 8., bei den Eseln auf der 7. Stufe).

Bei den Pferden und Eseln macht nach der Anlage eines Knochenkerns in der spätern Trochanter major- und Tuberositas tibiae-Apophyse sodann die weitere Verknöcherung des Tarsus, speziell im distalen Teil der Fusswurzel, Fortschritte.

Bei den Pferden und Eseln eilt auch an den Hinterextremitäten die Verknöcherung der obern Sesambeine (laterales und mediales Sesambein der Grundphalanx) dem unteren Sesambein in der Verknöcherung voraus.

Die Patella verknöchert bei den Pferden und Eseln relativ spät (Ossifikation bei beiden auf der 10. Ossifikationsstufe). Sie fällt in die Zeit der übrigen Sesambeinverknöcherungen.

Mit dem Auftreten eines Knochenkerns in der Patella fällt bei den Pferden das Auftreten eines knöchernen Calcaneus-Apophysenkernes, den wir in den Gliedmassen der Esel unmittelbar auf die Patella-Ossifikation zur Entwicklung gelangen sehen.

Eine der zuletzt auftretenden Ossifikationen ist der Knochenkern für den Malleolus lateralis (bei den Pferden auf der 10., bei den Eseln auf der 12. Ossifikationsstufe).

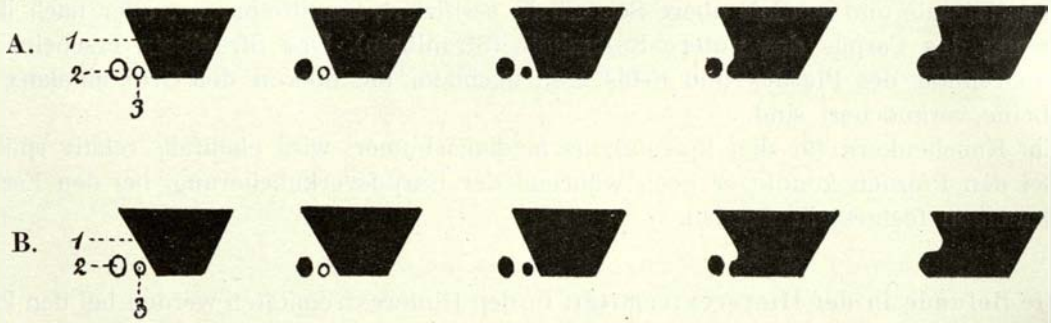
e) Mit Rücksicht auf die einzelnen Zonen

Zonoskelett

In bezug auf die Verknöcherung des Zonoskelettes zeigt die Untersuchung, dass bei den Pferden sowohl wie bei den Eseln neben der Scapula ein eigener selbständiger Knochenkern ossifiziert, der später mit den distalen Teilen des Schulterblattes verschmilzt und der als Coracoidkern ausgegeben werden muss (Textfig. 746). Das Auftreten dieses Knochenkernes ist ein frühzeitiges. Der Kern tritt, wie wir gesehen haben, bei den Pferden und Eseln gleichzeitig schon auf der 3. gemeinsamen Ossifikationsstufe auf.

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Zonoskelettanlage bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.

B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Scapula 2 = Coracoid 3 = 2. Kern im Zonoskelett

Textfig. 746

Neben diesem einen Coracoidkern tritt bei den Pferden und Eseln noch ein zweiter Kern (2. k. Z.) in der Zonoskelettanlage auf, der zunächst ebenfalls selbständig und losgelöst von der Scapula wie vom Coracoidkern selber erscheint und der, wie dieser, später mit der Scapula knöchern sich verbindet.

Wir haben die beiden ursprünglich selbständig und getrennt von der Scapula auftretenden Knochenkerne im Zonoskelett mit «Coracoidkern» und «zweiter Kern im Zonoskelett» bezeichnet. Wir möchten aber nicht unterlassen, an dieser Stelle zu betonen, dass mit diesen Bezeichnungen die einzelnen Ossifikationsherde nur vorläufig, während der Untersuchung signiert werden sollten, ohne Rücksicht auf ihre phylogenetische Wertigkeit. Wir müssen uns aber den Darlegungen von Max Weber (1927) anschliessen, der darauf hingewiesen hat, dass «Coracoid» im wahren Sinne des Wortes ein Sammelbegriff ist.

Unser zuerst nach der Scapula sich verknöcherndes «*Coracoid*»- (Coracoidkern) Element stellt Max Weber's «*Epicoracoid*» dar, d. h. im Schultergürtel dasjenige Knochenelement, das früher nur für die Monotremen als charakteristisch galt («Epicoracoid», Cuv., «Procoracoid»,

Autt.), das aber bei allen Säugern auftritt, bei den Monotremen zwischen «Metacoracoid», Prästernal- und Claviculaanlage gelegen ist, bei den Monodelphia einen der beiden den späteren Processus coracoideus bildenden Knochenkerne des Zonoskelettes repräsentiert.

Unser *«zweiter Kern im Zonoskelett»* ist der mehr kaudal gelegene Knochenherd des ventralen Teils der primären partiellen Schultergürtelanlage, das «Coracoid» im engeren Sinn (Coracoid i. s. str.), das, auch bei den Monotremen an der Bildung der Gelenkpfanne beteiligt, zwischen dieser und dem kostalen Sternum gelegen ist. Der zweite Coracoidkern ist dem *Metacoracoid der Autoren* gleichzusetzen und bildet bei den placentalen Säugetieren die zweite andere am Aufbau des späteren Processus coracoideus beteiligte Komponente.

Von einer Verknöcherung eines Procoracoids im Sinne WEBER's, einer die knorpelige Säugetier-Clavicula darstellenden Anlage («Chondroclavicula», FUCHS, 1926), konnten wir schon aus Gründen der angewandten Technik nichts wahrnehmen.

Der *Processus coracoideus* am Schulterblatt des Pferdes (und Esels) repräsentiert einen Reduktionszustand und gleichzeitig das Produkt einer aus zwei Kernen entstandenen Verschmelzung, deren eine Komponente (das *Epicoracoid* WEBER's), durch die andere Komponente, das *Metacoracoid* LYDEKKER's — das dem an der Bildung der Gelenkpfanne beteiligten Coracoid CUVIER's der Monotremen entspricht — an der Gelenkpfannenbildung ausgeschlossen wird.

Unsere Befunde im Zonoskelett geben sowohl WEBER wie GREGORY (1918) recht, «dass die früher scharf gezogenen Unterschiede im Aufbau des Schultergürtels bei den Monotremata von dem der viviparen Säuger nicht bestehen. Alle Teile der Monotremen lassen sich bei letzteren wiederfinden, entweder vorübergehend oder nur in Resten erhalten oder in veränderter Form» (WEBER). Die Monotremen waren im Schultergürtel «morphologically ancestral to the higher mammals» (GREGORY).

Bei den Rindern haben wir während der Entwicklung der scheinbar einheitlichen Scapula zwei Knochenkerne feststellen können, den Scapulakern und den Coracoidkern, wogegen das «Metacoracoid» durch keinen eigenen Ossifikationsherd vertreten wird. Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch CARLENS.

Stylopodium

Im Oberarm- bezw. Oberschenkelskelett ergibt die vergleichsweise Betrachtung, dass der Modus der Verknöcherung bei den Pferden und Eseln der nämliche ist (Textfig. 747/748, Seite 318).

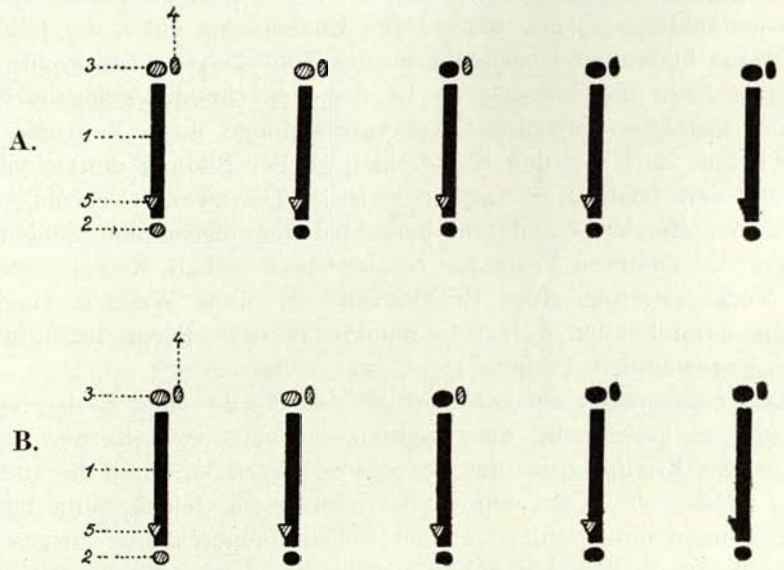
Vorderextremität. Zuerst konstatieren wir im Hinblick auf die Vorderextremität bei den Pferden und Eseln das Vorhandensein eines knöchernen Mittelschaftes in der Humerusanlage, dann das Einsetzen der epiphysären Verknöcherungen mit dem Auftreten des ersten Verknöcherungskernes in der distalen Oberarmepiphyse, hernach die Verknöcherung der proximalen Humerusepiphyse, worauf schliesslich das Auftreten von Knochenkernen für die Tuberculum-majus-Apophyse und den Epicondylus medialis wahrzunehmen sind.

Hinterextremität. In der Hinterextremität liegen bei den Pferden und Eseln am Oberschenkelskelett ganz entsprechende Verhältnisse vor. Bei der Femurknochenanlage verknöchert bei den Pferden und Eseln ebenfalls nach eingeleiteter Diaphysenverknöcherung zuerst die Anlage der knöchernen distalen Epiphyse, der dann die Trochanter major-Apophysenverknöcherung folgt und der sich hernach die Ossifikation der proximalen Epiphysenanlage anschliesst (Femurkopf-Ossifikation).

Erst nachdem alle diese Prozesse in den erwähnten Komponenten sich eingestellt und diese ihren knorpeligen Zustand aufgegeben haben, tritt die Patella in das Knochenstadium über.

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Stylopodiumanlage der Vorderextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



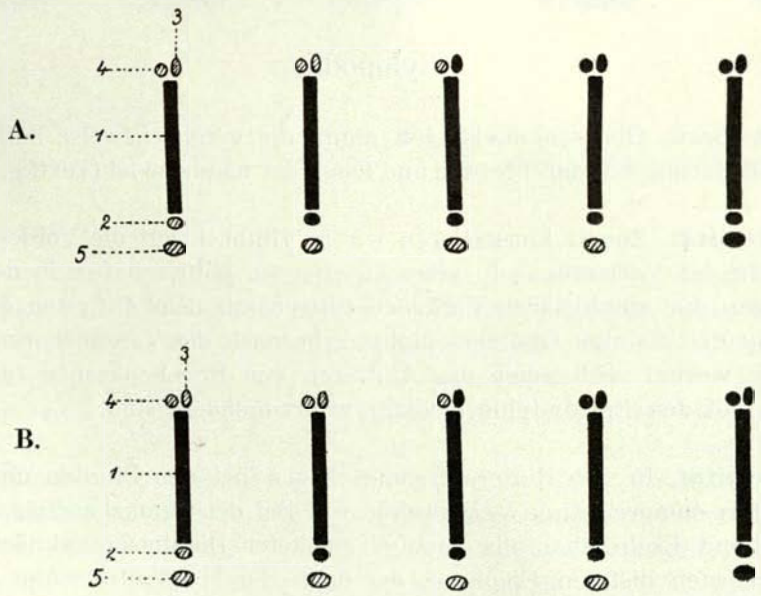
A. Die Verhältnisse beim Pferd.
B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Humerus, Diaphyse
2 = Humerus, distale Epiphyse
3 = Humerus, proximale Epiphyse
4 = Humerus, tuberculum majus-Apophyse
5 = Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse

Textfig. 747

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Stylopodiumanlage der Hinterextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.
B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Femur, Diaphyse
2 = Femur, distale Epiphyse
3 = Femur, Trochanter major-Apophyse
4 = Femur, proximale Epiphyse
5 = Patella

Textfig. 748

Die vergleichsweise Betrachtung der in der Vorder- und Hinterextremität bei Pferden und Eseln sich abspielenden Prozesse in bezug auf die Ordnung der Folge in der Verknöcherung der einzelnen Teile lässt erkennen, dass zwischen der Humerus- und Femurknochenossifikation insofern ein Unterschied besteht, als bei der Humerusverknöcherung zuerst die Humeruskopfepiphyse den Knochenkern aufweist und dann nach dieser die Tuberculum majus-Apophysenanlage den Knochenkern entwickelt, bei der Femurknochenanlagen-Ossifikation aber zunächst die Trochanter major-Apophyse ossifiziert und dann erst die Femurkopfepiphyse verknöchert.

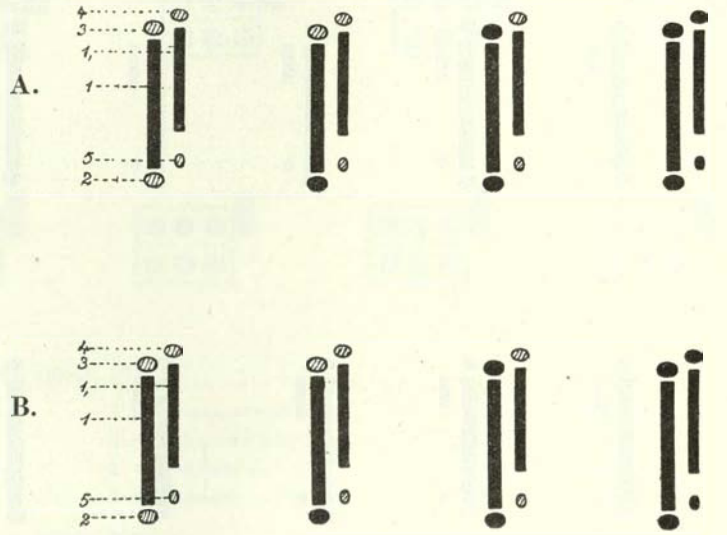
Zeugopodium

Auch im Zeugopodium der Vorder- und Hinterextremität bei den Pferden und Eseln ergibt die schematische Darstellung der Verknöcherungsfortschritte denselben Modus der Ossifikation. Die Art und Weise, in welcher die einzelnen knorpeligen Grundlagen in den Verkalkungsprozess einbezogen werden und die Disposition für den zeitlichen Eintritt der Ossifikationen in den einzelnen Anlagen ist in Vorder- und Hinterextremität bei Pferd und Esel im allgemeinen dieselbe (Textfigg. 749/750).

Vorderextremität. In der Vorderextremität tritt im Unterarmskelett bei den Pferden und Eseln zuerst die Diaphyse des Radius und der Ulna verknöchert auf. Als erster Epiphysenkern erscheint ein Verknöcherungspunkt in der distalen Epiphyse des Radius. Zum zweiten Epiphysenkern entwickelt sich ein Ossifikationszentrum in der proximalen Radiusepiphyse. Erst nachdem

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Zeugopodiumanlage der Vorderextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.
B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Radius, Diaphyse
1₁ = Ulna, Diaphyse
2 = Radius, distale Epiphyse
3 = Radius, proximale Epiphyse
4 = Ulna, proximale Epiphyse
5 = Ulna, distale Epiphyse

Textfig. 749

proximale und distale Epiphyse in der knorpeligen Anlage in den Ossifikationsprozess übergetreten sind, verknöchern in ihren Anlagen die proximale und distale Ulnaepiphyse, wobei in jener der Verknöcherungspunkt etwas früher sich einzustellen pflegt als in dieser.

Radius und Ulna bei den Pferden und Eseln unterscheiden sich in ihrer Epiphysenverknöcherung dadurch, dass die Epiphysenverknöcherung beim Radius zuerst in der distalen Epiphyse erscheint und dann in der proximalen, während umgekehrt bei der Ulna zuerst die proximale und dann erst die distale Epiphyse zur Ossifikation sich anschickt.

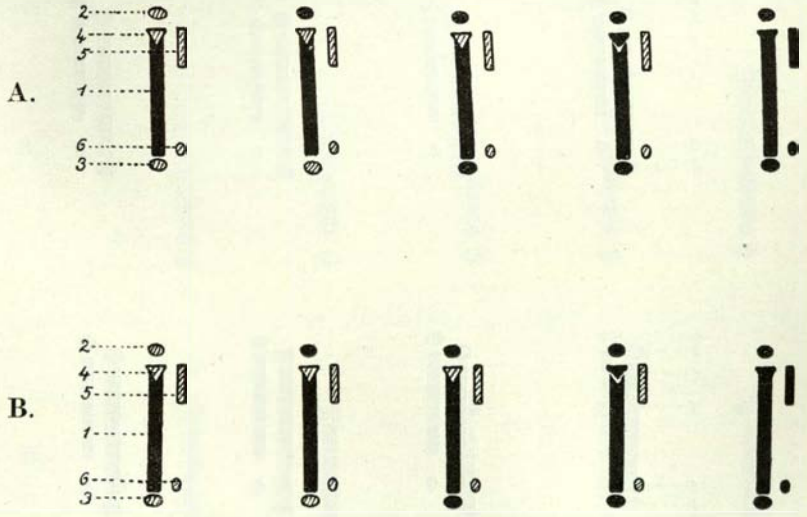
Hinterextremität. In der Hinterextremität tritt die erste Ossifikation bei Pferd und Esel in der Diaphyse der Tibia auf. Die Diaphysenverknöcherung der Fibula, die gewöhnlich auf den proximalen Teil des Knochenschaftes beschränkt bleibt, erfolgt fragmentweise und später.

Die epiphysäre Verknöcherung ergreift zuerst die knorpelige Grundlage der späteren proximalen Epiphyse, erst in zweiter Linie diejenige der distalen Epiphyse. Als weiterer dritter Knochenkern tritt an dem Röhrenknochenschaft der Tibia ein Ossifikationspunkt auf, der die Ausgangsstelle für die verknöcherte Tuberositas tibiae-Apophyse bildet, die also von einem selbständigen Ossifikationsherd aus verknöchert, der dann mit dem diaphysären, ossifizierten Teil der Tibia verschmilzt.

Ein Vergleich der Ossifikationsvorgänge bei Pferd und Esel im Unterarmskelett mit den Ossifikationsprozessen im Unterschenkelskelett ergibt in dem Punkt eine Unterschiedlichkeit, dass beim Radius des Unterarmskelettes zuerst die Verkalkung in der distal gelegenen Epiphyse, bei der Tibia des Unterschenkelskelettes dagegen die Verknöcherung zuerst in der proximalen Epiphyse auftritt, somit bei diesem an zweiter Stelle die distale, bei jenem gerade die proxi-

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Zeugopodiumanlage der Hinterextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.

B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Tibia, Diaphyse
2 = Tibia, proximale Epiphyse
3 = Tibia, distale Epiphyse
4 = Tibia, tuberositas-Apophyse
5 = Fibula
6 = Malleolus lateralis

Textfig. 750

male Epiphyse verkalkt. Die Tibia folgt also mit andern Worten in bezug auf die Epiphysenverknöcherung bezw. in der Art der Folge, wie proximale und distale Epiphyse zur Verknöcherung herangezogen werden, der Ulna, nicht dem Radius.

Basipodium

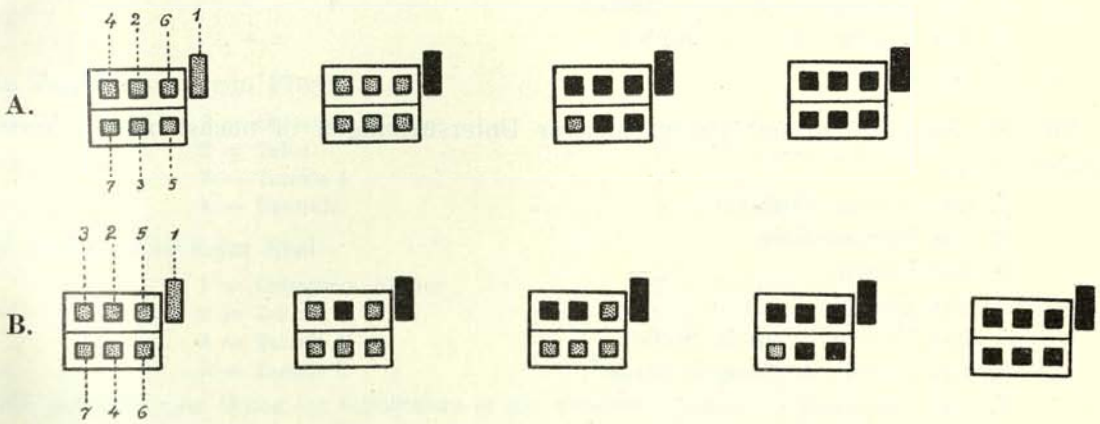
Auch im Basipodium liegt bei Pferd und Esel ein einheitliches Prinzip der Verknöcherung vor.

Vorderextremität. Was die Vorderextremität anbelangt, so zeigt zunächst ein flüchtiger Vergleich, dass bei den Pferden und Eseln die Verknöcherungen gemeinsam in der proximalen Reihe der Knochenanlagen des Carpus einsetzen, und dass es beiderorts das Accessorium ist, das die Serie der Ossifikationen in der proximalen Partie der Vorderfusswurzel einleitet (Textfig. 751).

Die vergleichende Untersuchung ergibt des weitern, dass nach der Verknöcherung des Accessoriums bei Pferd und Esel die Anlage des Intermediale zur Verknöcherung herangezogen wird, das unter den würfelförmigen Elementen zuerst ossifiziert. Auf die Verknöcherung der Anlage des Intermediale folgen sodann die Ossifikationen des knorpelig vorgebildeten Radiale und Carpale 3, deren Verknöcherungszentren allem Anscheine nach in einem sehr kleinen Intervall aufeinander folgen. (Leider stund uns bei den Pferden kein Stadium der Extremitäten-

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Basipodiumanlage der Vorderextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd:

1 = Accessorium
2 = Intermediale
3 = Carpale 3
4 = Radiale
5 = Carpale 4
6 = Ulnare
7 = Carpale 2

B. Die Verhältnisse beim Esel:

1 = Accessorium
2 = Intermediale
3 = Radiale
4 = Carpale 3
5 = Ulnare
6 = Carpale 4
7 = Carpale 2

NB. Aufstellung auf Grund der Verhältnisse in den einzelnen Etappen erfolgt.

Textfig. 751

entwicklung zur Verfügung, das neben dem in die Verknöcherung übergetretenen Intermediale nur eine der beiden nächstfolgenden Ossifikationen, d. h. Knochenkerne für das Carpale 3 bezw. Radiale gezeigt hätte. Neben dem Stadium mit dem verknöcherten Accessorium stand uns zur Untersuchung nur ein Stadium der Extremitätenentwicklung zur Verfügung, das uns mit Ausnahme der noch nicht verknöcherten Carpale 2-Anlage schon sämtliche Anteile am Carpus in ossifiziertem Zustand vorzeigte, so dass wir nicht mit Sicherheit entscheiden konnten, ob dem Radiale das Carpale 3 folgt, oder ob umgekehrt, wie wir glauben auf Grund geringerer Grösse des dem Carpale 3 zugehörigen Knochenkernes feststellen zu dürfen, beim Pferd zuerst das Carpale 3 knöchern angelegt wird und dann erst das Verknöcherungszentrum im spätern Radiale erscheint. Bei den Eseln waren wir diesbezüglich in einer glücklicheren Lage als bei den Pferden, da wir dort zufolge des Vorliegens der betreffenden Entwicklungsstadien in einwandfreier Weise nachweisen konnten, dass auf das Intermediale das Radiale folgt.)

Ähnlich verhält es sich mit der Verknöcherung des spätern Ulnare und Carpale 4, welch letzteres beim Pferd nach unserm Befund vor dem Ulnare, beim Esel aber nach ihm verknöchert. Bei den Pferden und Eseln wären uns Zwischenstadien, die hierüber hätten Auskunft geben können, erwünscht gewesen; sie blieben aus.

Sicher steht fest, dass bei den Pferden und Eseln in der Vorderextremität unter den Elementen des Carpus die Anlage des Carpale 2 zuletzt ihren Knochenkern ausbildet.

Für die **Pferde** wäre der Gang der Verknöcherung also folgender: es ossifizieren

1. das Accessorium,
2. das Intermediale,
3. das Carpale 3 (? an 4. Stelle),
4. das Radiale (? an 3. Stelle),
5. das Carpale 4 (? an 6. Stelle),
6. das Ulnare (? an 5. Stelle),
7. das Carpale 2.

Für die **Esel** erfolgt auf Grund unserer Untersuchungen in nachstehender Weise die Verknöcherung:

1. das Accessorium,
2. das Intermediale,
3. das Radiale,
4. das Carpale 3,
5. das Ulnare (? an 6. Stelle),
6. das Carpale 4 (? an 5. Stelle),
7. das Carpale 2.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Verknöcherung des Carpus zuerst bei Pferd und Esel in der proximalen Knochenreihe beginnt und erst in zweiter Linie die distale einbezieht. Sodann zeigt sich, dass die in der Mittelachse gelegene Knochenreihe, bestehend aus Intermediale (proximale Reihe) und Carpale 3 (distale Reihe) vor der ulnaren und radialen, bestehend aus Ulnare und Carpale 4, bezw. Radiale und Carpale 2 ihren zweiten, d. h. distal gelegenen Knochenkern anlegen, was wiederum im Interesse der Verfestigung der Achsensäule liegt.

Ganz ähnlich verhält es sich übrigens auch beim Rind, das, wie unserer früheren Arbeit zu entnehmen ist, die Ossifikationen in den einzelnen Elementen in nachstehender Weise folgen lässt:

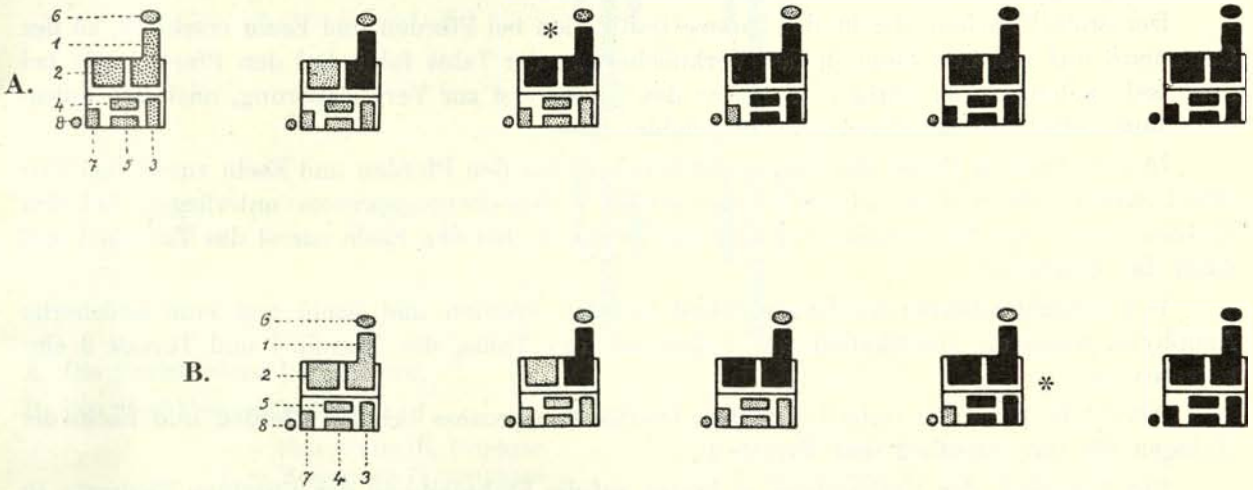
Ulnare, Radiale, Carpale 3, Carpale 4 und Carpale 5 (verschmolzen!), Intermediale, Carpale 2 und Accessorium.

Auch beim Rind erhält die mittlere, d. h. axial gelegene vertikale Knochenreihe (Intermediale und Carpale 3) den zweiten Knochenkern in der distalen Reihe des Carpus früher als die ulnar und radial gelegene Reihe (Ulnare und Carpale 4 bezw. Radiale und Carpale 2).

Hinterextremität. Bezüglich der Hinterextremität decken sich die Verhältnisse bezüglich Verknöcherungsmodus in der Fusswurzel bei Pferd und Esel der Hauptsache nach ebenfalls (Textfig. 752).

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Basipodiumanlage der Hinterextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd:

1 = Calcaneus, Körper	5 = Tarsale 3
2 = Talus	6 = Calcaneus, Apophyse
3 = Tarsale 4	7 = Tarsale 2
4 = Centrale	8 = Tarsale 1

B. Die Verhältnisse beim Esel:

1 = Calcaneus, Körper	5 = Centrale
2 = Talus	6 = Calcaneus, Apophyse
3 = Tarsale 4	7 = Tarsale 2
4 = Tarsale 3	8 = Tarsale 1

NB. Aufstellung auf Grund der Verhältnisse in den einzelnen Etappen erfolgt.

* doppelte Verknöcherungsanlage für Talus bezw. Centrale im Schema nicht angegeben.

Textfig. 752

Für die Pferde ist der Gang der Verknöcherung:

1. der Calcaneus,
2. der Talus,
3. das Tarsale 4,
4. das Centrale,
5. das Tarsale 3,
6. das Tarsale 2,
7. das Tarsale 1.

Bei den Eseln ist die Verknöcherung in nachstehender Elementenfolge geregelt:

1. der Calcaneus,
2. der Talus,
3. das Tarsale 4,
4. das Tarsale 3,
5. das Centrale,
6. das Tarsale 2,
7. das Tarsale 1.

Bei den Pferden wie bei den Eseln kommt es zunächst zur Verknöcherung der proximalen Partie des Tarsus.

Der erste Knochen, der in der Tarsus-Ossifikation bei Pferden und Eseln erscheint, ist der Calcaneus, auf welchen dann in der Verknöcherung der Talus folgt. Bei den Pferden wie bei den Eseln gelangen die übrigen Elemente des Tarsus erst zur Verknöcherung, nachdem Calcaneus und Talus ihre Knochenkerne ausgebildet haben.

In der distalen Partie des Tarsus verknöchert bei den Pferden und Eseln zuerst das Tarsale 4, worauf die mittelständigen Elemente dem Verknöcherungsprozess unterliegen, bei den Pferden zuerst das Os centrale, hernach das Tarsale 3; bei den Eseln zuerst das Tarsale 3 und dann das Centrale.

Der Calcaneuskörper im Tarsus erhält bei den Pferden und Eseln erst eine knöcherne Apophyse, wenn die Ossifikation des Calcaneus, des Talus, des Tarsale 4 und Tarsale 3 eingetreten ist.

Als letzte Elemente unterliegen dem Ossifikationsprozess bei den Pferden und Eseln die Anlagen für das Tarsale 2 und Tarsale 1.

Ein Vergleich der Verhältnisse in bezug auf die Einbeziehung der einzelnen Elemente in die Verknöcherung bei Pferd und Esel im Carpus und Tarsus zeigt, dass die Fusswurzel zuerst in ihrem proximalen Teile zu verknöchern beginnt und dass die Ossifikation erst nachher den distalen Teil erfasst.

Bei den Rindern erfolgt die Entwicklung der Knochenkerne in folgender Aufstellung: Calcaneus, Talus, Centrale, Tarsale 4 und Tarsale 5 (Tarsale 4 und 5 verschmolzen; als einheitlicher Kern mit dem Centrale das «Centrotarsale» bildend), Tarsale 3, Tarsale 2 und Tarsale 1.

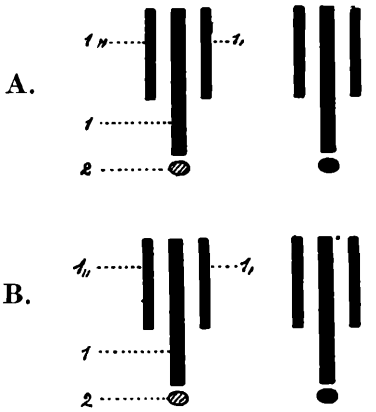
Beim Vergleich dieser Befunde mit den bekanntgegebenen Verhältnissen bei den Pferden und Eseln zeigt sich, dass die nämlichen Prinzipien in der Durchführung der Verknöcherung des Tarsus in allen drei Hinterfusswurzeln zu beobachten sind. Überall unterliegt im Tarsus zuerst die proximale Reihe der Knochenanlage (Calcaneus und Talus) der Ossifikation, dann erst werden die distal gelegenen Teile der Fusswurzel verknöchert. Die weitere Vervollständigung der Ossifikation erfolgt bei Pferd und Esel in der fibular gelegenen Anlagenreihe (Calcaneus — Tarsale 4), beim Rind ebenfalls, wiewohl hier zuerst das Centrale verknöchert auftritt und dann erst das Tarsale 4, welche beiden Knochen hernach beim Rind zum «Centrotarsale» verschmelzen, während bei Pferd und Esel das Centrale erst nach der Tarsale 4-Verknöcherung ossifiziert. Es ist somit festzustellen, dass da, wo das Tarsale 4 als selbstständig auftretendes Element die untere Stütze des Calcaneus bildet (bei Pferd und Esel), sofort die Verknöcherung in der unter diesem gelegenen Knochenanlage (im Tarsale 4) durchgeführt wird. Im übrigen wird bei Pferd, Esel und Rind die Verknöcherung im Centrale und Tarsale 3, d. h. im übrigen Teil der axial gelegenen Anlagen, eingeleitet vor der Verknöcherung des Tarsale 2 und Tarsale 1.

Metapodium

Die Verknöcherung des Metapodium erfolgt beim Pferd und Esel an den Vorder- und Hinterextremitäten in entsprechender Weise. Gleichzeitig werden die Diaphysen des Hauptstrahles und der beiden Nebenstrahlen in die Verknöcherung einbezogen (Textfigg. 753/754).

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Metapodiumanlage der Vorderextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.

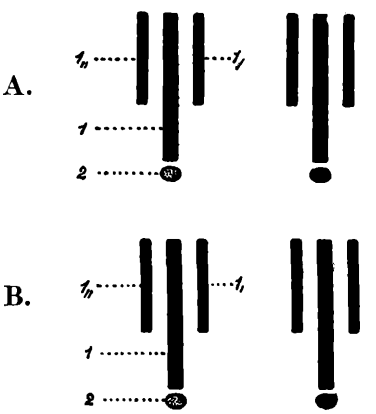
B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Metacarpale III, Diaphyse
1, = Metacarpale IV, Diaphyse
1„ = Metacarpale II, Diaphyse
2 = Metacarpale III, distale Epiphyse

Textfig. 753

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Metapodiumanlage der Hinterextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.

B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Metatarsale III, Diaphyse
1, = Metatarsale IV, Diaphyse
1„ = Metatarsale II, Diaphyse
2 = Metatarsale III, distale Epiphyse

Textfig. 754

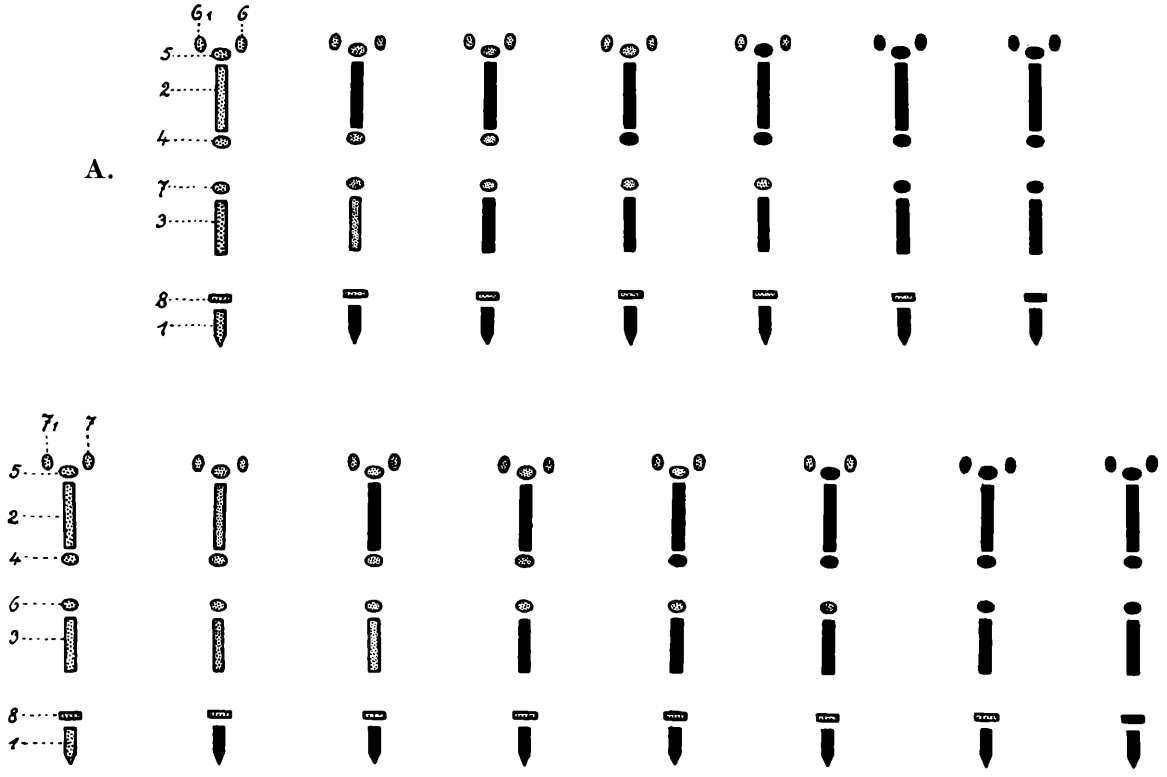
Epiphysäre Verknöcherung wirkt sich vornehmlich in der Ausbildung eines Knochenkerns in der distalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens aus. Vom Auftreten distal gelegener Epiphysenkerne an den Nebenstrahlen haben wir bereits gesprochen, dieselben aber nicht im Schema berücksichtigt. Auch die proximale Epiphyse am Hauptmittelfussknochen ist in dieses nicht einbezogen worden, da eine solche während unserer röntgenologischen Untersuchung uns nur ein einziges Mal mit Sicherheit begegnet ist.

Acropodium

Vorder- und Hinterextremität der Pferde und Esel zeichnen sich durch die nämlichen Verhältnisse in der Durchführung der Acropodium-Verknöcherung aus (Textfigg. 755/756).

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Acropodiumanlage der Vorderextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd:

1 = Endphalanx
2 = Grundphalanx, Diaphyse
3 = Mittelphalanx, Diaphyse
4 = Grundphalanx, distale Epiphyse
5 = Grundphalanx, proximale Epiphyse
6 + 6₁ = laterales und mediales oberes Sesambein[1])
7 = Mittelphalanx, proximale Epiphyse
8 = unteres Sesambein («Strahlbein»)

B. Die Verhältnisse beim Esel:

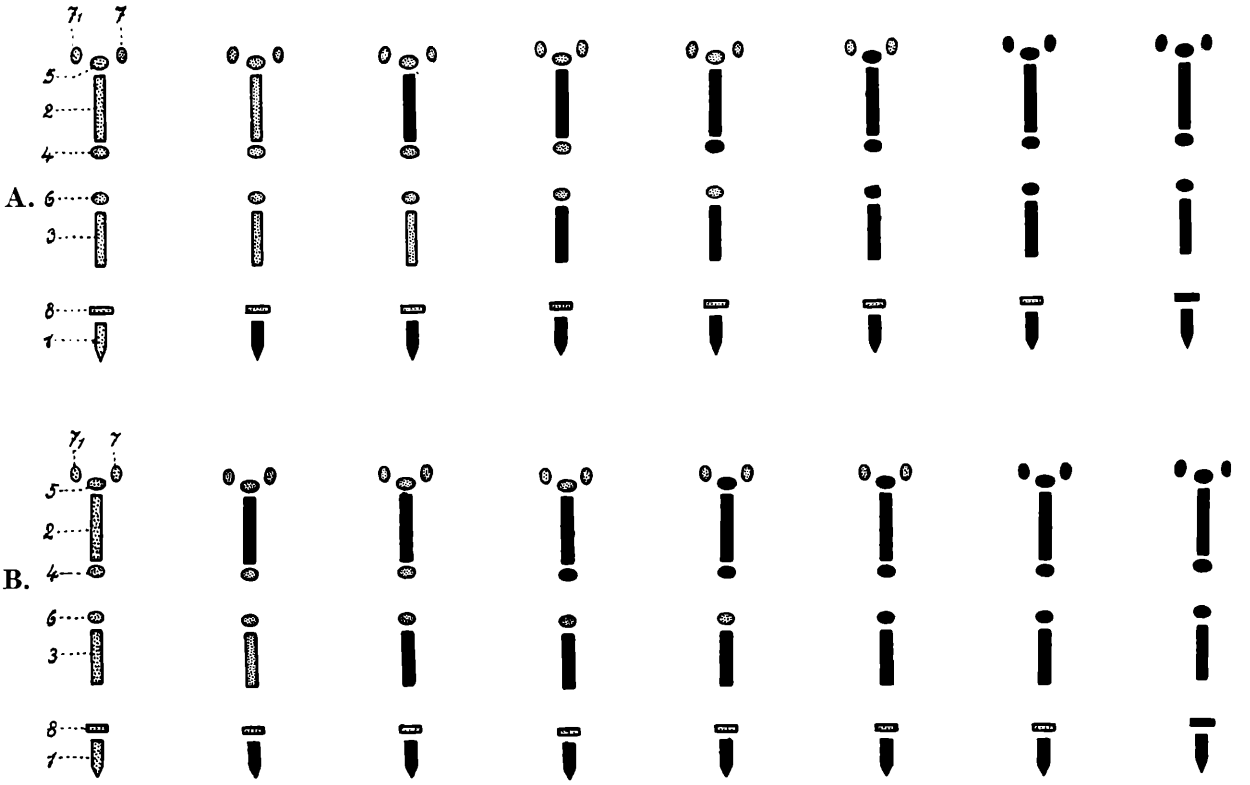
1 = Endphalanx
2 = Grundphalanx, Diaphyse
3 = Mittelphalanx, Diaphyse
4 = Grundphalanx, distale Epiphyse
5 = Grundphalanx, proximale Epiphyse
6 = Mittelphalanx, proximale Epiphyse
7 + 7₁ = laterales und mediales oberes Sesambein
8 = unteres Sesambein («Strahlbein»)

[1]) das laterale und mediale Sesambein nimmt mutmasslich wie beim Esel die 7. Stelle in der Ossifikationsfolge ein; Stellung indessen noch nicht fixiert.

Textfig. 755

Schema des Verknöcherungsprozesses in der Acropodiumanlage der Hinterextremität bei Pferd und Esel

Die einzelnen Knochenanlagen bezw. -Kerne sind gemäss ihrem Auftreten numeriert



A. Die Verhältnisse beim Pferd.
B. Die Verhältnisse beim Esel.

1 = Endphalanx
2 = Grundphalanx, Diaphyse
3 = Mittelphalanx, Diaphyse
4 = Grundphalanx, distale Epiphyse
5 = Grundphalanx, proximale Epiphyse
6 = Mittelphalanx, proximale Epiphyse
$7 + 7_1$ = laterales und mediales oberes Sesambein
8 = unteres Sesambein («Strahlbein»)

Textfig. 756

Bezüglich der diaphysären Verknöcherung zeigt sich in der Vorder- und Hinterextremität, dass die Endphalanx und die Grundphalangendiaphyse zuerst verknöchern, dass die diaphysäre Mittelphalanx erst nach der Verknöcherung der End- und Grundphalanx in Form eines weiteren Knochenkernes in der Zehenanlage erscheint. Bei den Eseln ist der Nachweis sicher erbracht, dass in Vorder- und Hinterextremität die Endphalanx vor der Grundphalanx auftritt; bei den Pferden konnte dies mangels noch früherer Entwicklungsstadien an den Extremitäten mittels der angewandten Methode nicht festgestellt werden, ist aber wahrscheinlich auch der Fall.

Bezüglich der epiphysären Verknöcherung ergibt sich, dass als erstes sich verknöcherndes Epiphysenelement in der Vorder- und Hinterextremität des Pferdes und Esels die distale Grundphalangenepiphyse auftritt, der dann die Verknöcherung der proximalen Grundphalangen-Epi-

physenanlage folgt, sodass die Basal- oder Grundphalanx zuerst ihre beiden Epiphysen verknöchert zugestellt erhält.

Nachdem die Grundphalanx ihre beiden Epiphysenanlagen in knöcherne Ossifikationszentren umgewandelt hat und der distale und proximale Grundphalangenepiphysenkern aufgetreten sind, schreitet die Mittelphalanx zur Verknöcherung ihrer einzigen Epiphysenanlage. Die knorpelig präformierte proximale Epiphyse der Mittelphalanx bildet ihren knöchernen Epiphysenkern aus.

In bezug auf die Verknöcherung der Sesambeine ergibt der Vergleich, dass in Vorder- und Hinterzehe bei Pferd und Esel die beiden oberen Sesambeine in der Verknöcherung dem unteren Sesambein vorauseilen und die Ossifikation der oberen Sesambeine in der Vorder- und Hinterextremität der Esel sicher nach der Verknöcherung der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx ihre Knochenkerne erhalten, desgleichen in der Hinterzehe des Pferdes, wahrscheinlich auch, doch noch nicht durch ein entsprechendes Zwischenstadium belegt, in dessen Vorderzehe.

Die rangmässige Folge des Einbezuges der einzelnen Elemente der Zehenanlage in die Verknöcherung ist in Vorder- und Hinterextremität bei Pferd und Esel also dieselbe. Es ergeben sich unter dem Vorbehalt, dass auch bei den Pferden zuerst wie bei den Eseln die Endphalanx verknöchert und dann erst die Grundphalangendiaphyse in der Verknöcherung nachfolgt, zwischen den Pferden und Eseln hinsichtlich der dia- und epiphysären Verknöcherung sowie in der Ossifikation der Gleichbeinanlagen in der Entwicklung der Vorder- und Hintergliedmassen keinerlei Unterschiede.

3. Untersuchungen über die Relation des Längenwachstums der einzelnen Elemente zum Längenwachstum der Gesamtextremität an den Vorder- und Hintergliedmassen der Pferde und Esel

Eine sehr auffallende Erscheinung bei Betrachtung der einzelnen Bilder von Pferde- und Eselextremitäten auf verschiedenen progressiven Entwicklungsstufen liegt im Befund von ausserordentlich weiten knochensubstanzfreien Zonen zwischen zwei bereits knöchern angelegten Diaphysen. Diese Interspatien bleiben während des Dicken- und Längenwachstums der bereits in den knöchernen Zustand übergetretenen Diaphysen der späteren Knochenanlagen erstaunlich lange Zeit von der Entwicklung eigener Knochenelemente befreit. Die knöchernen Diaphysenherde aber vergrössern fortwährend ihren Bildungsbezirk. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Diaphysen von jenen knochenfreien Zonen her ihr Bildungsmaterial beziehen, das sie zu ihrem weiteren Wachstum (Längenwuchs) nötig haben.

Die anfänglich erstaunlich grossen Zwischenräume werden später, d. h. während des weiteren Auswachsens der ganzen Extremität wieder kleiner und sind somit einer relativen Reduktion unterstellt. Sie enthalten das gewebliche Material, von welchem aus auch die Knochenkerne in den Epiphysen und die Elemente der Fusswurzel ihre Entstehung nehmen, halten aber, wie gesagt, zugleich den langen Röhrenknochen für die Zeit, wo noch keine knöchernen Epiphysen und keine zwischen diesen und den Schäften auftretende Knorpelfugen vorhanden sind, das Zuwachsmaterial bereit.

Gestützt auf diese Tatsachen gewinnt die Frage Interesse, wie die einzelnen Elemente sich in ihrem Längenwuchs zum Wachstum der Gesamtextremität verhalten, da in ihrer Lösung

ein Hinweis auf die Inanspruchnahme dieser interdiaphysären Zonen für die Ausbildung der langen Röhrenknochen enthalten ist.

Wir glauben zum Schlusse unserer Untersuchungen um so eher noch mit der Frage des Längenwuchses einzelner Extremitätenknochen uns beschäftigen zu dürfen, als unser Material sowohl in bezug auf die einzelnen, die Extremität aufbauenden Knochenelemente, als auch in bezug auf die ganze Extremität, die Durchführung exakter Messungen gestattete. Entweder lagen sorgfältig vom Rumpfe der Embryonen und Föten abpräparierte intakte Extremitäten vor, die bei Seiten- und Frontlage-Orientierung das Material für die röntgenologischen Filmaufnahmen abgaben und deshalb auf den Durchpausen ohne weiteres eine genaue Massbestimmung der einzelnen Teile wie der ganzen Extremität möglich machten, oder aber Einzelknochen und Gliedmassenstücke, die von den Röntgenaufnahmen genaue Umrisspausen herstellen liessen und, einzeln wieder richtig zusammengefügt, die ganze Extremität in ihrer natürlichen Länge rekonstruierten.

Von sämtlichen näher untersuchten Fällen haben wir bei Pferd und Esel genaue Umrisspausen von der Vorder- und Hinterextremität auf Grund der Originalaufnahmen hergestellt, dieselben auf einen einheitlichen Maßstab photographiert und an diesen Bildern das lineare Längenmass der einzelnen Teile und der Gesamtextremität bestimmt.

Die lineare Extremitätenlänge wurde erhalten durch Abtragung der mit Stechzirkel bestimmten Längenausmasse der einzelnen in den Gelenken zusammentreffenden Extremitätenteile auf eine Gerade. Die also erhaltenen, für jeden einzelnen Fall ermittelten linearen Extremitätenlängen (Gesamtlänge $L = a + b +$ etc., d. h. gleich der Summe der Längen der Einzelkomponenten der gewöhnlich gebogenen und nicht linear gestreckt vorliegenden Extremität) wurden auf dem Wege der optischen Reproduktion auf eine gemeinsame Länge (Einheitslänge) von 1000 mm reproduziert und die einzelnen Knochenlängen zur Gesamtlänge der Extremität bestimmt.

Bei der Feststellung der Länge von gewissen Knochen wurden die Längen ihrer verknöcherten, in Seitenlage aufgenommenen Diaphysen bestimmt, wobei leicht das Mass der grössten Längsachse für einen jeden Knochen festgestellt werden konnte.

Das Resultat dieser Messungen haben wir für das Material der Pferde und Esel gesondert in zwei Tabellen (Tab. 18 u. 19, S. 330 u. 331) eingetragen und dabei die Längen der Knochen in der Vorderextremität für die Humerus-, Radius-, die Hauptmittelfussknochen-, die Grund- und die Mittelphalanx-Diaphysenanlage, in der Hinterextremität für die Femur-, Tibia-, Hauptmittelfussknochen-, Grund- und Mittelphalanxdiaphysenanlage bekanntgegeben. In den am weitesten in der Entwicklung fortgeschrittenen Stadien können die Masse direkt auf 1000 bezogen werden. In den übrigen Fällen erfolgten die Angaben aus Gründen technischer Art nur in der Hälfte, einem Viertel, einem Achtel bezw. Sechzehntel des Einheitsmasses, so dass überall da, wo in den beiden Tabellen die Zahlen sich auf einen kleineren Maßstab beziehen, die Werte in entsprechender Weise zu multiplizieren sind.

Die erhaltenen Zahlen gestatten uns, graphische Darstellungen vom Längenwuchs der Einzelknochen in Relation zur Gesamtextremität unter Zugrundelegung eines einheitlichen Maßstabes wiederzugeben (Kurventabellen 1 und 2).

Auf den Ordinaten haben wir die gewonnenen Zahlenwerte eingetragen, auf den Abszissen die Folge der Fälle aufgeführt, wie sie sich auf Grund der fortschreitenden Verknöcherung ergibt. Die ausgezogenen Kurven bezw. flach oder gebogen verlaufenden Linien bringen auf Grund von Mittelwerten das relative Wachstum der betreffenden Knochen zur Gesamtextremität zum Ausdruck, wobei die ansteigenden Kurven besagen, dass gegenüber der Gesamtextremität ein überholtes Wachstum besteht; die flach verstreichenden Linien bekunden, dass ein beschränktes mehr proportionales Wachstum des Einzelknochens zur Gesamtgliedmasse vorliegt.

Ein Vergleich des Verhaltens der Kurven für die Art des Wachstums derselben Extremitätenknochen in den Gliedmassen der Pferde und Esel zeigt, dass die Knochen hier wie dort im grossen und ganzen sich ziemlich gleich verhalten. Da, wo die Kurven ein stärker voneinander abweichendes Verhalten zeigen, ist der Unterschied — es handelt sich gewöhnlich um Unterschiedlichkeiten, die im Anfang des Linienverlaufes festzustellen sind — darauf zurück-

Tabelle 18

Zusammenstellung von Ergebnissen durchgeführter Messungen an einzelnen Knochen der Pferdegliedmasse unter Verwendung eines für diese geltenden Einheitsmasses

Vorderextremität									Hinterextremität								
Bezeichnung der betr. Fälle	Einzelne Komponenten des Extremitätenskelettes							Die den Messungen zugrundegelegten Maßstäbe	Bezeichnung der betr. Fälle	Einzelne Komponenten des Extremitätenskelettes							Die den Messungen zugrundegelegten Maßstäbe
	Textfiguren	Humerusdiaphyse	Radiusdiaphyse	Metacarpale III-Diaphyse	Grundphalangen-Diaphyse	Mittelphalangen-Diaphyse	Endphalanx			Textfiguren	Femurdiaphyse	Tibiadiaphyse	Metatarsale III-Diaphyse	Grundphalangen-Diaphyse	Mittelphalangen-Diaphyse	Endphalanx	
602	1	22	28	18	3,5	—	—	125 mm	602	3	22,5	25	19,5	2,75	—	—	125 mm
617	5	47	56,5	38	8	3	—	250 mm	617	7	45	48	41	6	2	—	250 mm
611	9	46	58	36	9	4	—		611	10	46,5	48,5	40	6	2,5	—	
600	11	46	56,5	38,5	9	3	—		600	13	47,5	51	46	7	3	—	
543	15	45	47	45	9	2,5	—		543	16	49	50	49	7	2	—	
563	17	43	59	44	9	3	—		563	18	46	51	48,5	8,5	3	—	
653	19	45	62	45	10	3	—		653	20	45	49	47,5	7	2,5	—	
610	21	90,5	120	93	18	6,5	—	500 mm	610	23	93	100	101	11,2	7	—	500 mm
564	25	92	122	105	24	8	—		564	26	87	93	101	17	8	—	
604	27	84	129	95	20	8	—		604	29	98	108	117	17	6	—	
651	31	94	123	105	23	8,5	—		651	33	92	99	105	19	7,5	—	
657	35	90	118	101	23	8	—		657	36	94	103	106	19	6,5	—	
618	37	91	117	103	23	8,5	—		618	39	94,5	102	105	19	5	—	
667	41	85	116	111	30	8	—		667	43	90	102	121,5	25	9	—	
568	45	89	118,5	114,5	25	7	—		568	46	89	101	119	20	5	—	
658	47	89	118,5	112	26	10	—		658	49	95	105	118	22	8,5	—	
605	51	89	123	110	26	9	—		605	53	91	104	117,5	22	8	—	
518	55	93,5	119	110	27	10	—		518	56	93,5	103	116	21	9	—	
545	57	185	235,5	222	55,5	22	—	1000 mm	545	58	190	200	232	43,5	16	—	1000 mm
700	59	185	238	218	59	19	—		700	61	178	209,5	235	41	17	—	
670	62	172	282	245	62	21	—		670	64	175	205	254	48	20	—	
661	66	191	244	236	67	25	—		661	68	187	213	245	54	20	—	
666	70	173	231	234	51,5	19	—		666	72	172	202	244	43	22	—	
544	74	180	238	239	64	25	—		544	76	188	219	259	55	22	—	
660	78	180	259	242	64	28	—		660	80	185	210	251	53	27	—	
559	82	183	247	242	77	28	—		559	84	202	218	251	59	25	—	
650	86	180	240	239	76	23	—		650	88	—	—	—	—	—	—	

Tabelle 19

Zusammenstellung von Ergebnissen durchgeführter Messungen an einzelnen Knochen der Eselgliedmasse unter Verwendung eines für diese geltenden Einheitsmasses

Vorderextremität

Bezeichnung der betr. Fälle	Einzelne Komponenten des Extremitätenskelettes: Textfiguren	Humerusdiaphyse	Radiusdiaphyse	Metacarpale III-Diaphyse	Grundphalangen-Diaphyse	Mittelphalangen-Diaphyse	Endphalanx	Die den Messungen zugrundegelegten Maßstäbe
113	—	—	—	—	—	—	—	
55	336	9	10,5	7	1,5*	—	—	62,5 mm
0,24	340	9,5	11,5	7	2*	—	—	
16742	342	22,5	28	17	—	—	—	125 mm
16682	346	21	27	17	4,5*	—	—	
81	350	40	54	36	6*	—	—	250 mm
0,76	354	41	56,5	39	9*	—	—	
16710	358	42	55	39	10*	—	—	
16684	362	42,5	57	42	10,5*	2	—	
16734	366	45	60	48	12*	2	—	
16720	370	92	126	109	29*	6	—	500 mm
16696	374	99,5	131	115	31*	6	—	
141	376	99	129	115	29,5*	6	—	
146	378	104	138	117	29*	8	—	
16746	382	93	130,5	119	30*	5,5	—	
16706	384	99	129	115	30,5*	5	—	
16687	386	94	130	124	33*	8	—	
16698	390	96	128	122	31,5*	6,5	—	
115	394	93	130	131	34*	9,5	—	
135	396	100	128,5	120	31*	10	—	
77	400	92	123	126	32*	8	—	
16676	404	92	126,5	132	35*	6	—	
0,20	408	93	122	121	30*	8	—	
139	412	95	125	130	32 (37)	11	—	
66	416	96	125	128	35 (39,5)	10	—	
134	420	90	118	121	32,5*	8	—	
143	424	98	125	126	32 (37)	13	—	
92	426	92	126	130	41**	10	—	
63	428	95	125	130	33 (38,5)	10	—	
86	430	95	124	124	34**	11	—	
140	432	195,5	262	250	81**	22	—	1000 mm
87	436	—	—	—	—	—	—	
147	440	177	255	242	62 (74)	25	—	
16772	448	—	—	—	—	—	—	
16714	452	180	244	250	86	28,5***	—	
149	456	171	252	227	81	25***	—	
132	460	190	267	215	76	25***	—	

* In Massangabe nur Diaphyse enthalten.
** In Massangabe Diaphyse und distale Epiphyse enthalten, nicht aber proximale Epiphyse.
*** In Massangabe Diaphyse, nicht proximale Epiphyse enthalten.

Hinterextremität

Bezeichnung der betr. Fälle	Einzelne Komponenten des Extremitätenskelettes: Textfiguren	Femurdiaphyse	Tibiadiaphyse	Metatarsale III-Diaphyse	Grundphalangen-Diaphyse	Mittelphalangen-Diaphyse	Endphalanx	Die den Messungen zugrundegelegten Maßstäbe
113	—	—	—	—	—	—	—	
55	338	10	12	8	—	—	—	62,5 mm
0,24	341	10	12	9,5	1*	—	—	
16772	344	18	20,5	19	4,5*	—	—	125 mm
16682	348	23	24,5	18	4*	—	—	
81	352	44	49,5	40,5	7*	—	—	250 mm
0,76	356	47	52	43	7,5*	—	—	
16710	360	46	52	46	8*	—	—	
16684	364	48	51	49	9*	2	—	
16734	368	48,5	52	52	10*	2	—	
16720	372	102	110	119	22*	5	—	500 mm
16696	375	98	109	122	22*	5	—	
141	377	102	111	127	24*	7	—	
146	380	96	108	118	20,5*	6	—	
16746	383	98	116	135	24,5*	5	—	
16706	385	96,5	111	126	25*	5	—	
16687	388	100	114	137	22*	7	—	
16698	392	98	109,5	129	26*	6	—	
115	395	99	109	141	29,5*	8	—	
135	398	104	113,5	132	27*	10	—	
77	402	93	106,5	129	26,5*	8	—	
16676	406	95	108,5	140	25*	7	—	
0,20	411	98	112	137,5	30*	7	—	
139	414	93	111	132	27 (30)	9	—	
66	418	101	111	141	30 (32)	10	—	
134	422	98	106	124	29 (32)	8	—	
143	425	89	105	126	23,5 (28)	8	—	
92	427	99	117	139	27 (31)	9	—	
63	429	93	113,5	136	34**	11	—	
86	431	117	147	172	35 (42)	10	—	
140	434	191	232	262	64,5**	23	—	1000 mm
87	438	—	—	—	—	—	—	
147	442	189	230	264	64**	23,5	—	
16772	450	—	—	—	—	—	—	
16714	454	187	215,5	251	65	25***	—	
149	458	207	251	234	67	26***	—	
132	462	216	250	227	65	21***	—	

* In Massangabe nur Diaphyse enthalten.
** In Massangabe Diaphyse und distale Epiphyse enthalten, nicht aber proximale Epiphyse.
*** In Massangabe Diaphyse, nicht proximale Epiphyse enthalten.

Die zweite in Klammern gesetzte Masszahl bezieht sich auf die Länge des Knochens einschließlich freie Epiphyse

zuführen, dass bei den Eseln noch eine Anzahl von Frühstadien zur Untersuchung gelangte, die bei den Pferden mangels an Material nicht mehr berücksichtigt werden konnten.

Die einzelnen Wachstumskurven für die verschiedenen Skelettkomponenten in der **Vorderextremität** für den **Humerus bei Pferd und Esel** ergeben, dass von einer bestimmten Entwicklungsstufe an der Knochen in bezug auf Längenwachstum mit dem allgemeinen Extremitätenwachstum Schritt hält und im Verhältnis zum Wachstum der Gesamtextremität auswächst.

Für den **Radius** von Pferden und Eseln sehen wir, dass der Knochen gegenüber der Extremität namentlich im Anfang ein verstärktes Längenwachstum zeigt, bis dann der Knochen, im Wachstum ausgeglichen, in dem Masse weiterwächst, als die Extremität Fortschritte im Wachstum zeigt.

Für den **Metacarpus** der Pferde und Esel liegen besonders interessante Verhältnisse vor. Die Messungen sind ganz unabhängig voneinander bei beiden Tierarten durchgeführt worden. Der Kurvenverlauf wurde auf Grund der Eintragung der Messresultate beiderorts ermittelt. Er stimmt da wie dort überein. Wir beobachten bei den Pferden und Eseln einen ausgesprochenen Wachstumsanstieg. Gleich zu Anfang zeigt der Mittelfussknochen eine ausgesprochene Wachstumspotenz, die in einem übersetzten Längswuchs gegenüber der Gesamtextremität ihren Ausdruck findet, um dann im Besitz eines gewissen Längenmasses zu bleiben und sich bezüglich seines weiteren Wachstums im Rahmen des durch die Gesamtentwicklung der Gliedmasse gekennzeichneten Entwicklungstempo zu halten. Der Metacarpus hält also nicht von Anbeginn seiner Entwicklung mit dem allgemeinen Längenwuchs der Gesamtextremität gleichen Schritt, sondern zeigt gegenüber dem Wachstum der Gesamtextremität zunächst ein vermehrtes und beschleunigtes Wachstum. Der Metacarpus trägt zufolge dieses Verhaltens in allererster Linie zur Reduktion der erwähnten Zwischenknorpel-Geweberäume bei, indem er stark die Gewebemassen für seine eigene Ausbildung im Verknöcherungsprozess beansprucht.

Bei der **Grundphalangen-Diaphyse** sehen wir sowohl bei den Pferden wie bei den Eseln, dass der Knochen in ansteigendem Wachstum sich befindet, bis er dann eine zum Wachstum der Gesamtextremität ausgeglichene Entwicklung zeigt.

Bei den **Diaphysen der Mittelphalanx** zeigt sich etwas Entsprechendes wie bei den Diaphysen der Grundphalanx, nur ist das ansteigende Wachstum nicht so ausgesprochen und erscheint mehr ausgeglichen, entsprechend den kleineren Dimensionen dieses kurzen Röhrenknochens.

In der **Hinterextremität** haben wir ganz Entsprechendes zu verzeichnen wie in der Vorderextremität.

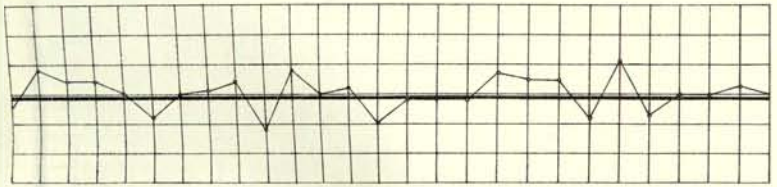
So zeigt sich für den **Oberschenkelknochen** (bei den Eseln ist der Kurvenverlauf zufolge des Vorhandenseins noch früherer Entwicklungstadien, die bei den Pferden nicht zur Verfügung stehen, ein vollständigerer als bei den Pferden), dass nach einem im Verhältnis zur Gesamtextremität ansteigenden Wachstum dieses ein mehr oder weniger konstantes wird. Nach einer gewissen Zeit zeigt der Knochen in seinem Diaphysenteil kaum eine merkliche das Gesamtwachstum der Extremität überbietende Längenentwicklung, während er zu Anfang (vide Kurve, die beim Esel auf die Hinterextremität Bezug nimmt) ein ziemlich rasches Wachstum zur Schau trägt.

Bezüglich der **Tibia** zeigen Pferd und Esel wiederum gleiche Wachstumskurve. Die Tibia wächst nach einer gewissen Anfangsentwicklung langsam, aber gegenüber der Gesamtextremität konstant beschleunigt aus.

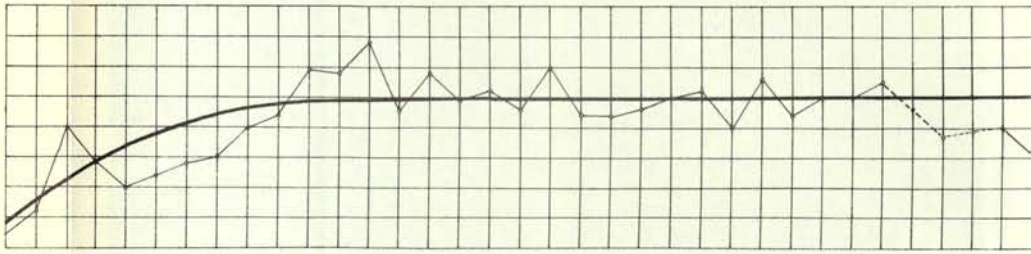
Kurventabelle 1

Kurven zur Illustration des Verhaltens einzelner Knochen im Längenwachstum innerhalb der sich entwickelnden, auf ein Einheitsmass bezogenen Gesamtextremität
Die in den Vorderextremitäten bei Pferd und Esel sich ergebenden Verhältnisse einander gegenübergestellt

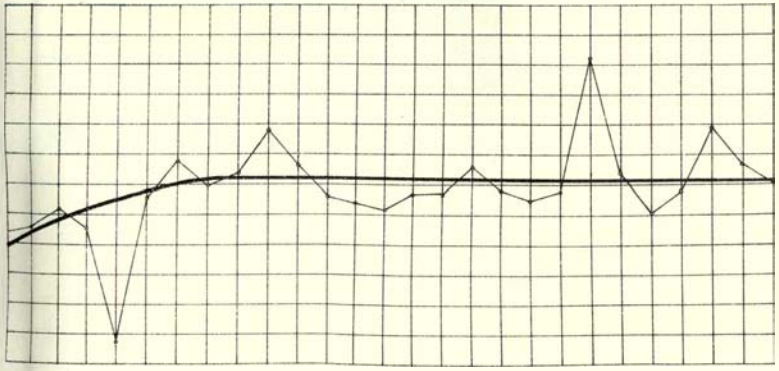
Der parallel zur Abszisse gerichtete Kurvenverlauf deutet auf ein mit dem Längenwuchs der Gesamtextremität übereinstimmendes Wachstum hin,
der steil zur Abszisse ansteigende Kurvenverlauf auf eine im Verhältnis zum Wachstum der Extremität gesteigerte Längenentwicklung



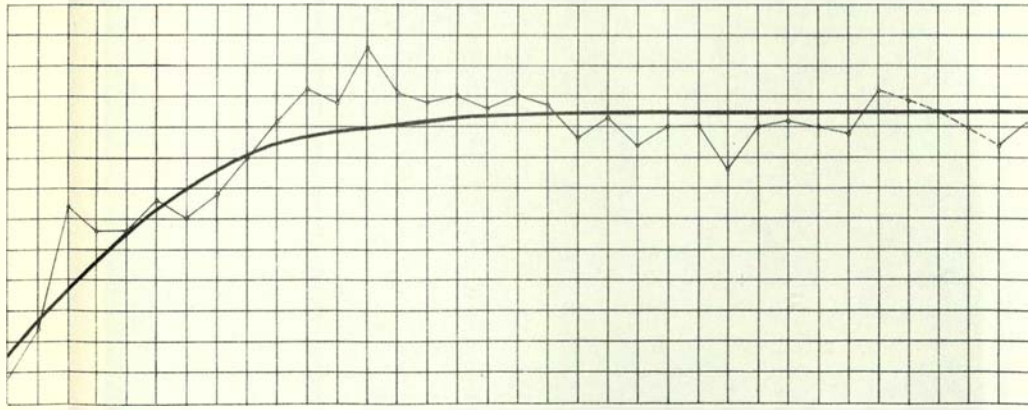
Kurvenverlauf für den Humerus (Pferd)



Kurvenverlauf für den Humerus (Esel)



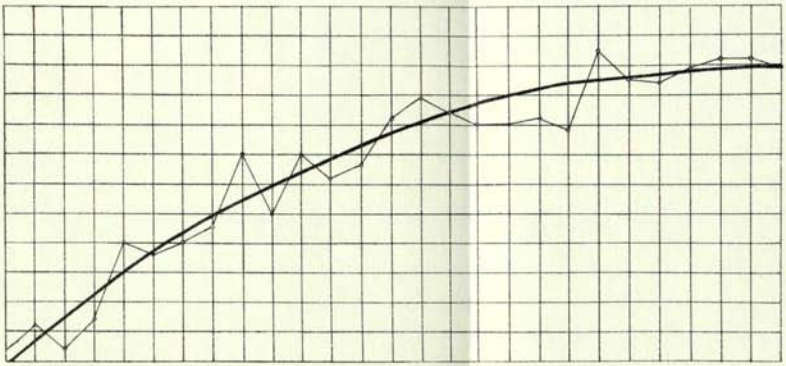
Kurvenverlauf für den Radius (Pferd)



Kurvenverlauf für den Radius (Esel)

Kurven zur Illustration des Verhaltens einzelner Knochen im Läng
Die in den Vorderextremitäten bei Pfe

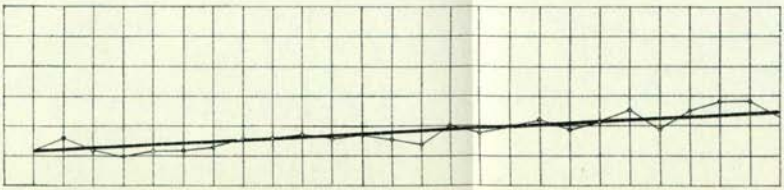
Der parallel zur Abszisse gerichtete Kurvenverlauf deut
der steil zur Abszisse ansteigende Kurvenverlauf



Kurvenverlauf für das Metacarpale III (Pferd)



Kurvenverlauf für die Grundphalanx (Pferd)

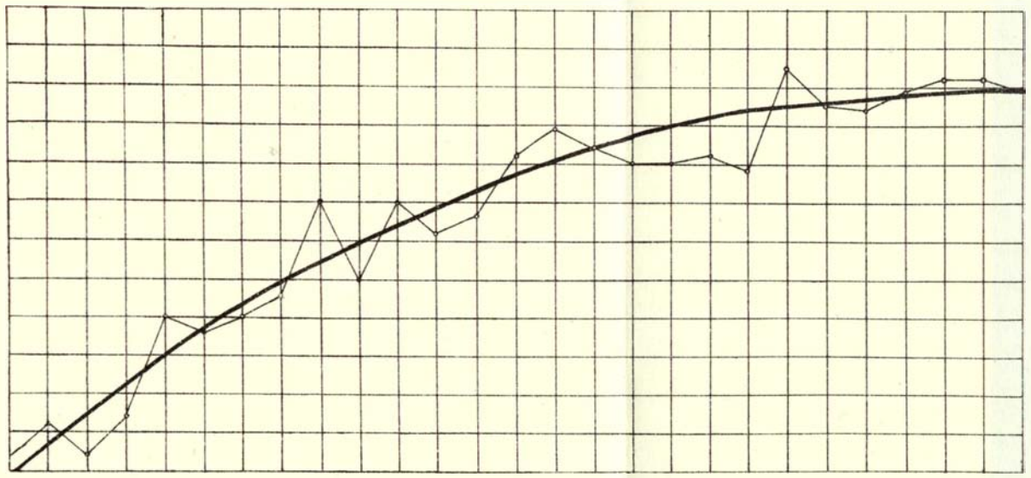


Kurvenverlauf für die Mittelphalanx (Pferd)

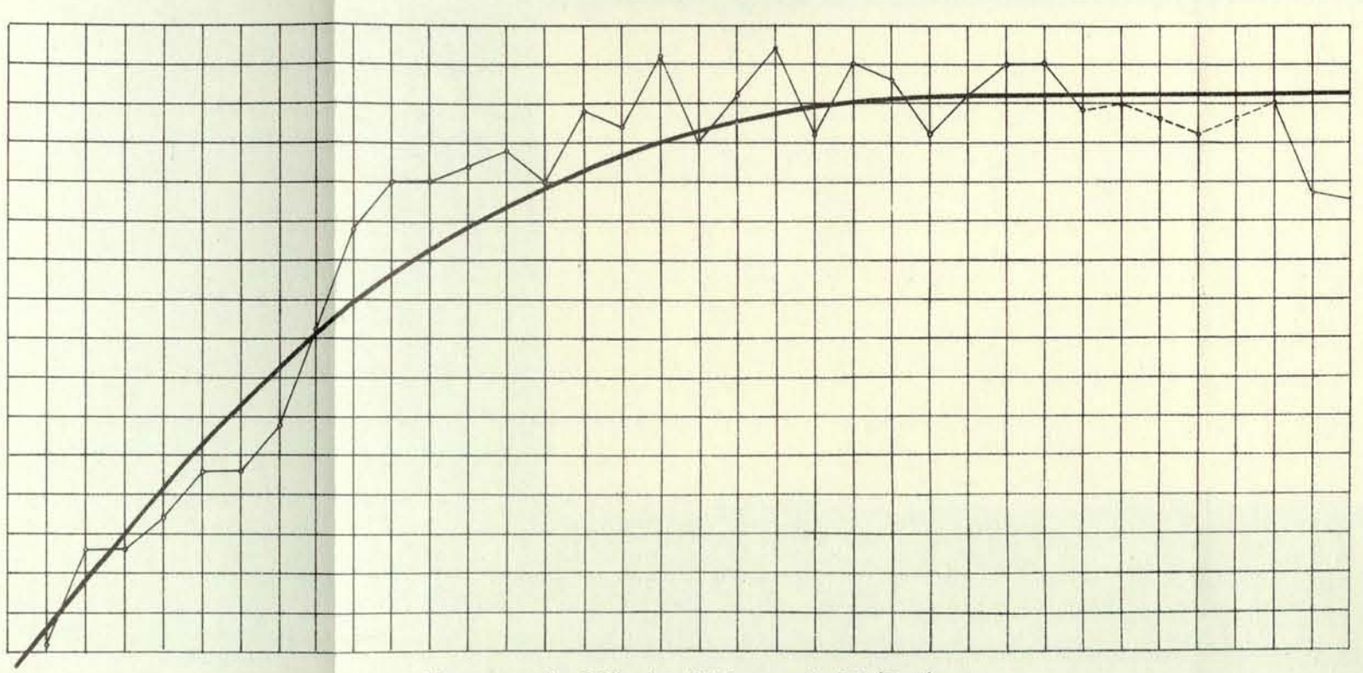
Kurventabelle 1 (Fortsetzung)

Kurven zur Illustration des Verhaltens einzelner Knochen im Längenwachstum innerhalb der sich entwickelnden, auf ein Einheitsmass bezogenen Gesamtextremität
Die in den Vorderextremitäten bei Pferd und Esel sich ergebenden Verhältnisse einander gegenübergestellt

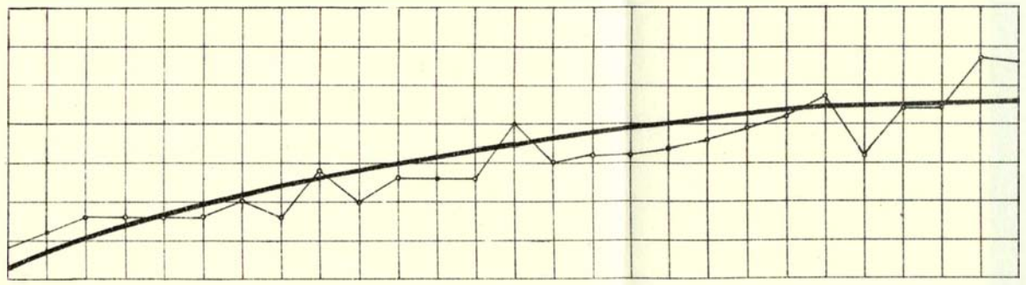
Der parallel zur Abszisse gerichtete Kurvenverlauf deutet auf ein mit dem Längenwuchs der Gesamtextremität übereinstimmendes Wachstum hin,
der steil zur Abszisse ansteigende Kurvenverlauf auf eine im Verhältnis zum Wachstum der Extremität gesteigerte Längenentwicklung



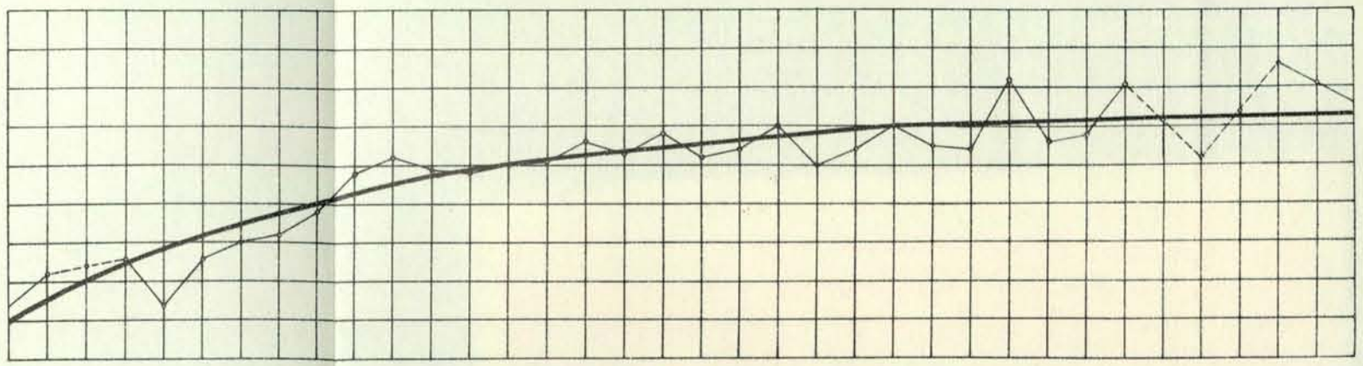
Kurvenverlauf für das Metacarpale III (Pferd)



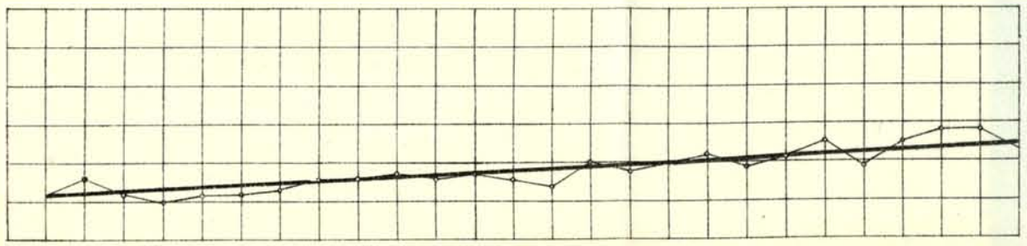
Kurvenverlauf für das Metacarpale III (Esel)



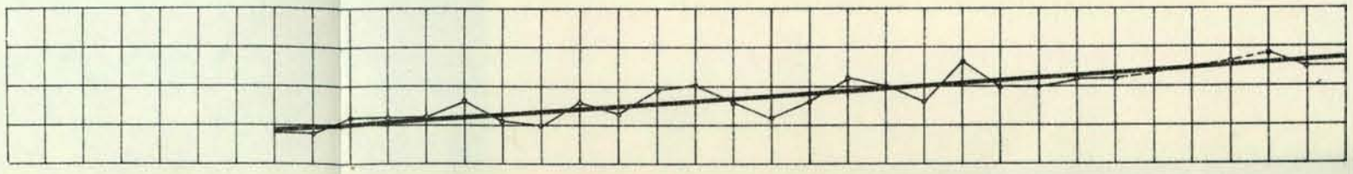
Kurvenverlauf für die Grundphalanx (Pferd)



Kurvenverlauf für die Grundphalanx (Esel)



Kurvenverlauf für die Mittelphalanx (Pferd)



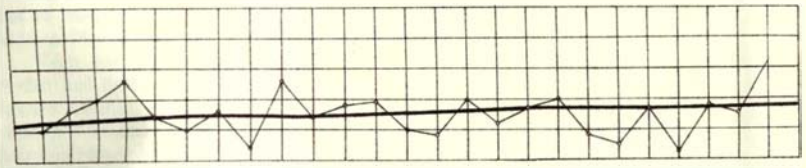
Kurvenverlauf für die Mittelphalanx (Esel)

Kurventabelle 2

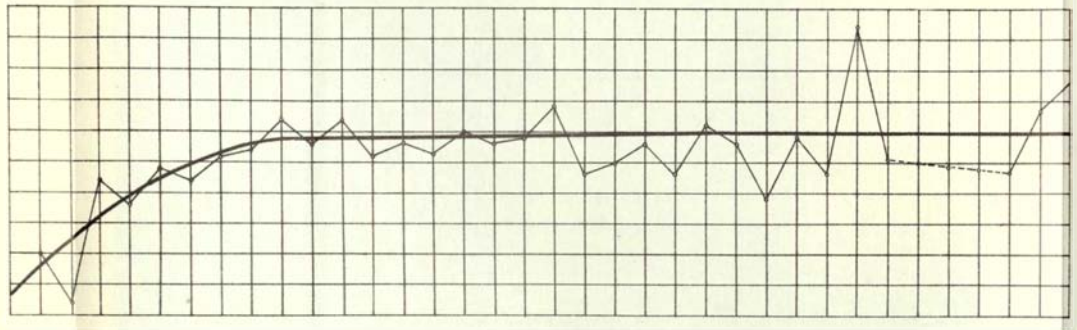
Kurven zur Illustration des Verhaltens einzelner Knochen im Längenwachstum innerhalb der sich entwickelnden, auf ein Einheitsmass bezogenen Gesamtextremität

Die in den Hinterextremitäten bei Pferd und Esel sich ergebenden Verhältnisse einander gegenübergestellt

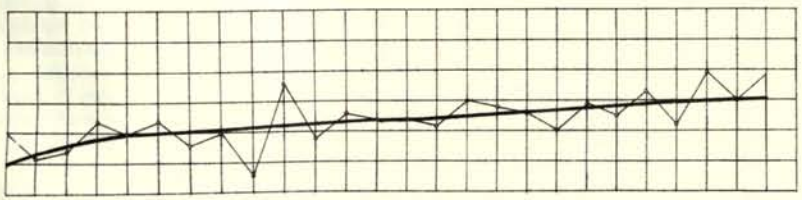
Der parallel zur Abszisse gerichtete Kurvenverlauf deutet auf ein mit dem Längenwuchs der Gesamtextremität übereinstimmendes Wachstum hin, der steil zur Abszisse ansteigende Kurvenverlauf auf eine im Verhältnis zum Wachstum der Extremität gesteigerte Längenentwicklung



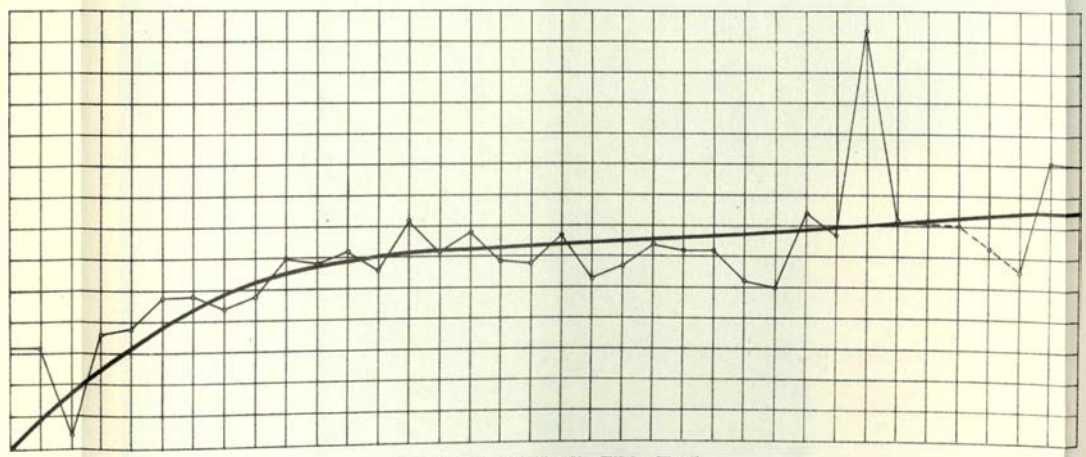
Kurvenverlauf für den Femurknochen (Pferd)



Kurvenverlauf für den Femurknochen (Esel)



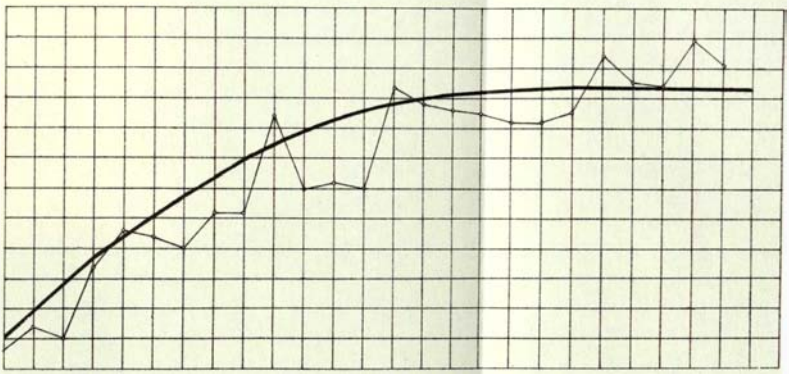
Kurvenverlauf für die Tibia (Pferd)



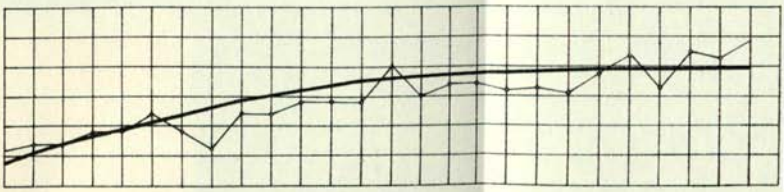
Kurvenverlauf für die Tibia (Esel)

Kurven zur Illustration des Verhaltens einzelner Knochen im Lä
Die in den Hinterextremitäten bei F

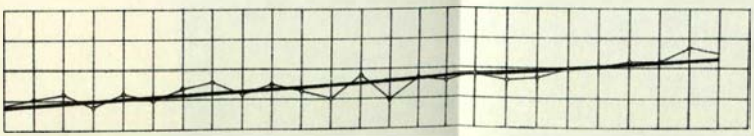
Der parallel zur Abszisse gerichtete Kurvenverlauf d
der steil zur Abszisse ansteigende Kurvenverla



Kurvenverlauf für das Metatarsale III (Pferd)



Kurvenverlauf für die Grundphalanx (Pferd)

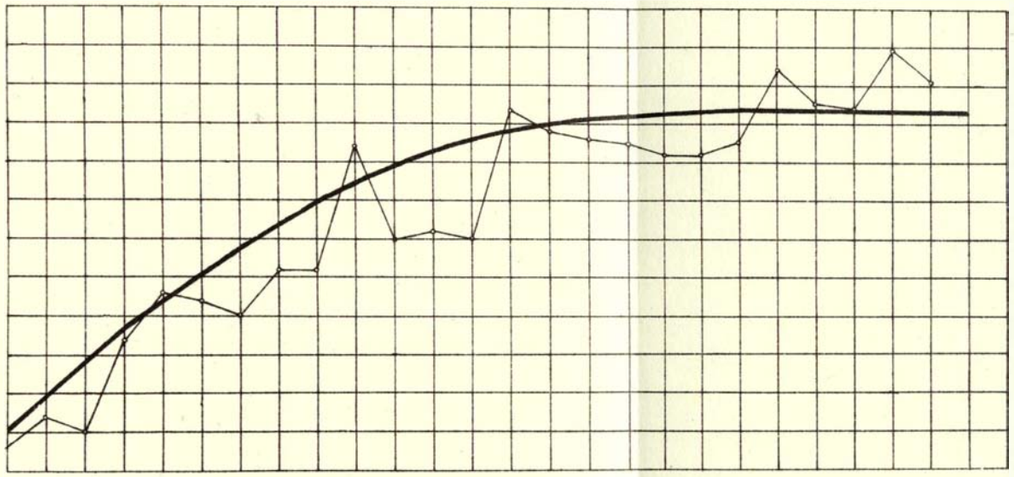


Kurvenverlauf für die Mittelphalanx (Pferd)

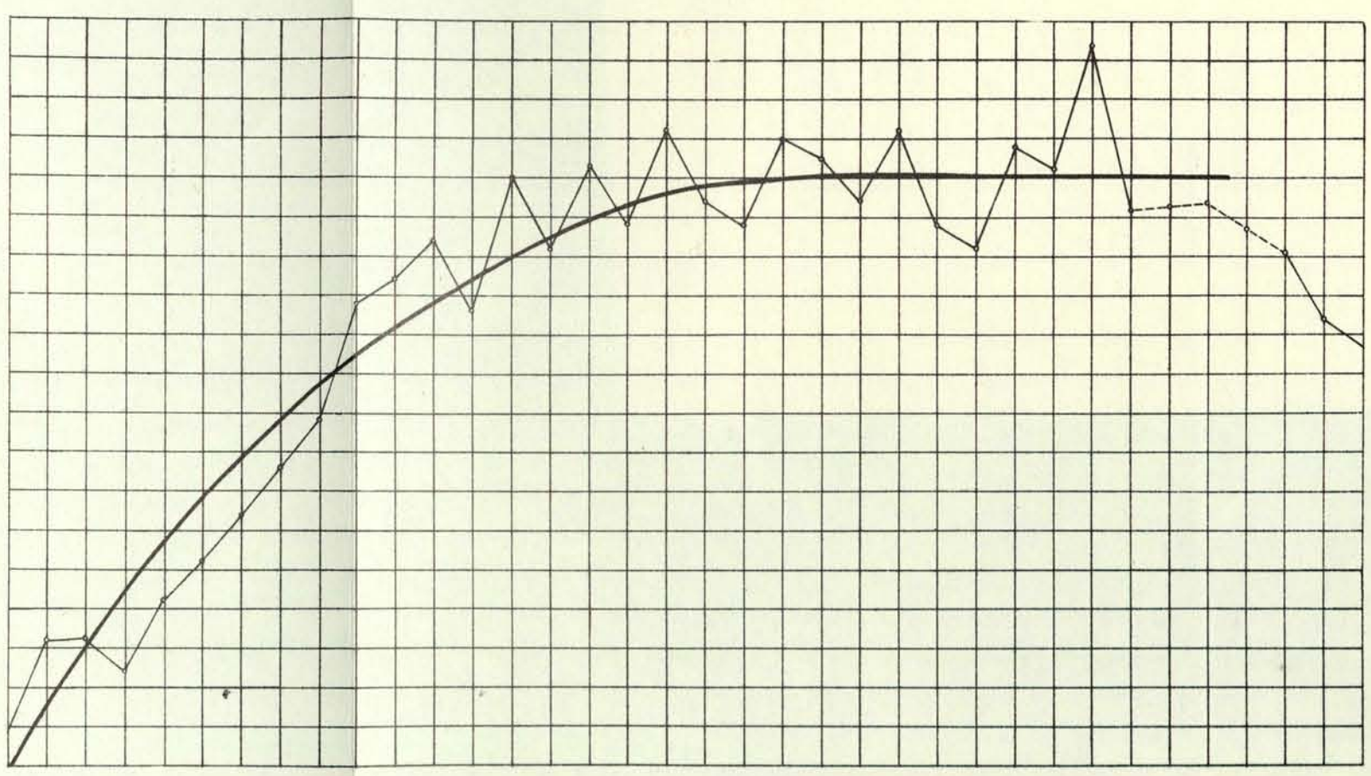
Kurventabelle 2 (Fortsetzung)

Kurven zur Illustration des Verhaltens einzelner Knochen im Längenwachstum innerhalb der sich entwickelnden, auf ein Einheitsmass bezogenen Gesamtextremität
Die in den Hinterextremitäten bei Pferd und Esel sich ergebenden Verhältnisse einander gegenübergestellt

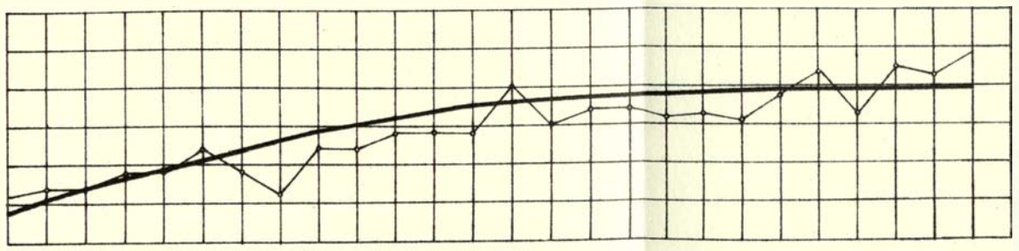
Der parallel zur Abszisse gerichtete Kurvenverlauf deutet auf ein mit dem Längenwuchs der Gesamtextremität übereinstimmendes Wachstum hin,
der steil zur Abszisse ansteigende Kurvenverlauf auf eine im Verhältnis zum Wachstum der Extremität gesteigerte Längenentwicklung



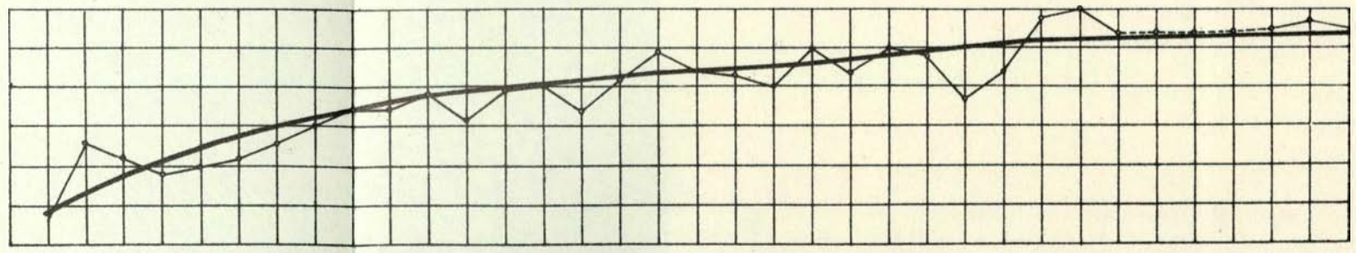
Kurvenverlauf für das Metatarsale III (Pferd)



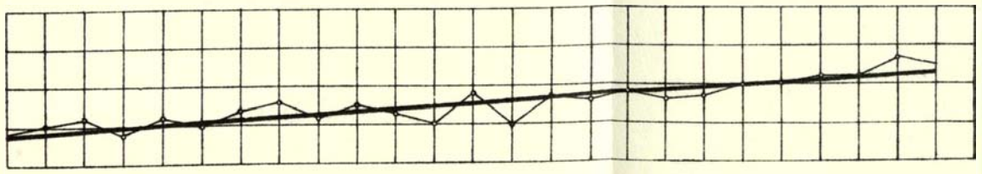
Kurvenverlauf für das Metatarsale III (Esel)



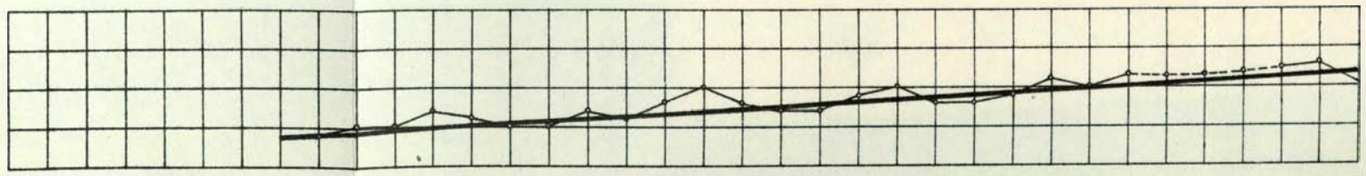
Kurvenverlauf für die Grundphalanx (Pferd)



Kurvenverlauf für die Grundphalanx (Esel)



Kurvenverlauf für die Mittelphalanx (Pferd)



Kurvenverlauf für die Mittelphalanx (Esel)

Der **Hauptmittelfussknochen des Metatarsus** weicht, wie dies schon für die Vorderextremität festgestellt worden ist, bezüglich seines Verhaltens im Längenwuchs gegenüber der Gesamtextremität augenfällig ab. Die Kurve steigt steil an, verbindet rasch niedrige mit hohen Messwerten: Der Hauptmittelfussknochen in der Hinterextremität wächst, wie der in der Vorderextremität, relativ sehr rasch und in einem übersetzten Tempo gegenüber der Gesamtextremität aus. Weit mehr als alle übrigen Knochen, einschliesslich der langen Femur- und Tibiadiaphyse, vergrössert er rasch den Längenwert und nimmt zufolgedessen in erster Linie an der Reduktion des zwischen der Tibia und dem proximalen Ende des Metatarsus gelegenen ursprünglich knochengewebefreien Zwischenraumes Anteil.

Die **Grundphalangendiaphyse** in der Hinterextremität wächst dagegen wieder mehr konstant und ausgeglichen. Die Kurve ist sanft, aber kontinuierlich ansteigend, was einem beständigen regelmässigen Auswachsen des Knochens entspricht.

Die **Mittelphalangendiaphyse** verhält sich ähnlich, wenn auch der Anstieg im ganzen ein nicht so ausgesprochener wie bei der Grundphalangendiaphyse ist, was wiederum mit den kleineren Dimensionen im Längenausmass dieses Knochens übereinstimmt.

Wenn wir sämtliche Wachstumskurven der Vorder- und Hinterextremitäten bei den Pferden und Eseln miteinander vergleichen und dabei die Kurven auf die einander entsprechenden Knochen beziehen, so zeigt sich, dass die einzelnen Röhrenknochen nicht alle das nämliche Wachstum innerhalb der Länge der Gliedmasse zeigen, sondern im Wachstum während ihrer Entwicklung im einzelnen sich recht verschieden verhalten. Jede Komponente zeichnet sich dabei aber durch ein spezifisches Eigenwachstum aus. Am ausgeglichensten ist dieses Wachstum an den Ober- und Unterarm-, bezw. Ober- und Unter-Schenkelknochen und an den Grund- und Mittelphalangen, während die Hauptmittelfussknochen insofern eine Ausnahmestellung einnehmen, als sie gegenüber den andern ein viel rascheres und intensiveres, gegenüber der Gesamtextremität stark übereiltes Wachstum zeigen. Die einzelnen Knochen verhalten sich innerhalb der Vorder- und Hinterextremität und innerhalb einer Zeiteinheit, in bezug auf die Intensität des Wachstums verschieden. Sie reduzieren demzufolge auch in ungleicher Weise die zwischen den diaphysären Anteilen befindlichen, noch nicht weiter differenzierten Neubildungszonen für die Knochensubstanz. Es ist nicht, wie man glauben könnte, so, dass innerhalb der Extremität oder Extremitätenanlage von Anbeginn an verschieden grosse Diaphysenanlagen vorhanden sind, die dann zum Gesamtwachstum alle proportionelle Grössenzunahme zeigen. Es wachsen die einzelnen Anlagen innerhalb der Extremität verschieden aus und erreichen gleichsam durch individuelles Wachstum ihren definitiven Längenwert.

Die oben geschilderten Eigentümlichkeiten im Auswachsen der einzelnen Knochen innerhalb der Extremität während der intrauterinen Entwicklung des Individuums verdienen noch besondere Beachtung, wenn sie mit erst nach der Geburt sich ergebenden Feststellungen in Zusammenhang gebracht werden.

ZIETZSCHMANN hat in seinem Lehrbuch speziell auf die Verhältnisse des Pferdes hingewiesen. «Vergleicht man die Länge der einzelnen Gliedmassenknochen beim Neugeborenen und Erwachsenen, so fallen besonders beim Pferd bedeutende Unterschiede ins Auge. Beim jungen Fohlen erscheinen die proximalen Knochen verhältnismässig kurz, die distalen und besonders die Mittelfussknochen dagegen übermässig lang. Dieses merkwürdige Missverhältnis wird im ersten und zweiten Lebensjahr dadurch ausgeglichen, dass vor allem die Elemente des Stylopodium (Humerus und Os femoris) an Länge gewinnen, während das Metapodium und die Zehenglieder nur wenig wachsen.»

Die Knochen verhalten sich demnach in bezug auf ihren relativen Längenwuchs *intra- und extrauterin gerade in umgekehrtem Sinn.* Zeigen z. B. die Knochen des Metapodium vor der Geburt im Vergleich zum Längenwuchs der Gesamtextremität übersetztes Längenwachstum,

so bringt für sie nachher die postnatale Zeit eine entsprechende Entwicklungseinschränkung, die die Metapodialknochen gegenüber andern Partnern und dem Wachstum der Extremität eher zurückstehen lässt.

Bei den Knochen des Stylopodium liegen die Verhältnisse grundsätzlich anders. In der intrauterinen Periode ist ihre Entwicklung in Schranken gehalten und mehr auf das Wachstum der Gesamtextremität abgestimmt. Nach der Geburt aber holen sie gegenüber den Metapodialelementen ihre Rechte gleichsam nach und eilen dem Wachstum der Gesamtextremität voraus, so dass sie sich extrauterin wie jene intrauterin verhalten.

Unsere Befunde bezüglich des Verhaltens der Stylopodium- und Metapodium-Knochen im Längenwuchs decken sich im grossen und ganzen durchaus mit den auf anderem Wege ermittelten Ergebnissen SAARNI's. SAARNI kommt auf Grund seiner osteometrischen Untersuchungen zum Resultat, dass Humerus und Radius, Os femoris und Tibia an Länge gegen die Geburt hin eher abnehmen und zur Zeit derselben am kürzesten sind, wogegen die Metacarpalia und Metatarsalia gegen die Geburt hin an Längenmass dauernd gewinnen.

Zusammenfassung und Untersuchungsergebnisse

Vorliegende Arbeit ist auf ziemlich breiter Basis unter Anwendung einer bisher nur am Rind unter den Haussäugetieren erprobten technischen Methode aufgebaut und umfasst ein weitschichtiges, einwandfrei konserviertes Material einheitlicher Konvenienz von Pferdeembryonen und Eselföten, dem sich auch zahlreiche Fohlen anschliessen, über welches in entsprechenden Materialübersichten (Tabellen 1 und 2) die notwendigen Angaben (Bezeichnung der Einzelfälle, des Geschlechtes, Längenverhältnisse der Tiere, schätzungsweises Alter, Hinweise auf bildliches Belegmaterial) enthalten sind.

Sämtliche vorliegende und zahlreiche nicht in diese Abhandlung einbezogene Stadien sind auf die Extremitätenverknöcherung hin und ihren Ossifikationsstatus untersucht und in den beiden Kapiteln «Kasuistik» beschrieben worden, die Verknöcherungsbefunde bei Pferd und Esel für Vorder- und Hinterextremität in tabellarischen Zusammenstellungen (Tabellen 3, 4, 7 und 8) aufgezeichnet, auf Grund welcher für Schulter- und Beckengliedmasse die Aufstellung einer Anzahl durch eine bestimmte Menge von Verknöcherungen gekennzeichneter, in den Tabellen 5 und 6 (Pferd), 9 und 10 (Esel) aufgeführter Ossifikationsstufen ermöglicht wird.

Anhand dieser Tabellen ist einerseits bei Bekanntgabe der vorhandenen Ossifikationen das dazugehörige Längenmass des Embryos feststellbar, andererseits bei Bekanntgabe der Längenverhältnisse der Frucht die in den Hintergliedmassen vorhandenen Verknöcherungen. Bei gleichzeitiger Benützung der Materialtabellen ist auch eine Auskunft darüber erhältlich, in welchem Alter das betreffende Tier, von dem das Bild der Verknöcherung der Extremitätenteile bekannt geworden, sich befindet.

Die Aufstellung von Verknöcherungsstufen führt zur Formation der auf den erwähnten Tabellen eingezeichneten, über den Verlauf der Ossifikation in Vorder- und Hintergliedmasse bei Pferd und Esel Aufschluss gebenden *Stufenskalen,* denen in entsprechender Weise wie im Falle der untersuchten Verhältnisse beim Rind entnommen werden kann, dass in der Schulter- und Beckengliedmasse beider Tiere Perioden der Weiterentwicklung und Weiterausbildung angelegter Ossifikationen abgelöst werden von Perioden stürmischen Neuentstehens einzelner, gehäuft auftretender Knochenzentren, und dass die in ihrer Abwicklung befindlichen Ossifikationsprozesse nicht notwendigerweise mit dem Fortgang des allgemeinen Wachstums der Leibesfrucht Schritt zu halten brauchen, dass vielmehr auch Perioden intensiver Ossifikation zusammenfallen mit Perioden langsamen Körperwachstums und umgekehrt.

Bei der Geburt ist das Extremitätenskelett beim Pferd vollständig (die Anlagen der epiphysären Verknöcherungen an der Ulna können mitunter noch in der Fortentwicklung

begriffen sein), beim Esel ebenfalls komplett in Vorder- und Hintergliedmasse im knöchernen Zustand ausgebildet.

Pferd und Esel legen somit intrauterin alle Ossifikationen an. Sie zeigen das nämliche Verhalten wie das Rind.

Die Untersuchungen über die Gliedmassenverknöcherung beim Pferd führen zu Ergebnissen, die zum Teil bekannt und nunmehr bestätigt werden können, zum Teil im Sinn einer Vervollständigung und Bereicherung der bisherigen Kenntnisse aufgenommen werden dürfen.

In bezug auf **allgemeine Prinzipien und in bezug auf den Modus des Heranziehens einzelner Elemente** in die Ossifikation ergibt sich für die **Vorderextremität** (in bezug auf die allgemeinen Prinzipien in der Durchführung der Ossifikation verhält sich die Hinterextremität genau gleich), dass vorab die Anlagen der Diaphysen der grossen Röhrenknochen in verknöchertem Zustand erscheinen, hernach die Anlagen der Diaphysen der kurzen Phalangenelemente.

Bei den Pferden erscheint die Endphalange fast gleichzeitig (vielleicht noch etwas früher) mit den Diaphysen im Metacarpus. Die Verknöcherungen der Diaphysen der Grund- und Mittelphalangen erfolgen nach Verknöcherung der Endphalanx.

Nach diesen Verknöcherungen setzen die Ossifikationen in der Mehrzahl der knorpelig vorgebildeten Epiphysen ein, wobei zuerst die distalen, hernach die proximalen erscheinen. Als Nachzügler gleichsam von diesem zum Teil abgerückt, treten erst später, nachdem eine Reihe von andern Elementen in den knöchernen Zustand übergetreten ist, die proximale Mittelphalangen- und die proximale und distale Ulnaepiphyse auf.

Das Accessorium eilt in der Verknöcherung den übrigen Elementen im Carpus voraus, die zeitlich ziemlich geschlossen miteinander, mit Ausnahme des Os carpale 2 beim Pferd, aufzutreten pflegen.

Die Sesambeinanlagen erscheinen nicht alle gleichzeitig verknöchert. Den Vortritt beim Übergang in den verknöcherten Zustand erhalten die obern Sesambeine. Das untere Sesambein erscheint erst später und ist eines der letzten Elemente, die zur Verknöcherung gelangen.

Nach dem Auftreten der knöchernen oberen Sesambeine werden eine ganze Reihe von andern Elementen und Anlagen in den Zustand der Verknöcherung einbezogen (die proximale Mittelphalangenepiphyse, das Carpale 2, die Epicondylus lateralis-Apophyse und die beiden Epiphysen der Ulna), bevor beim Pferd das untere Sesambein aus der bindegewebig präformierten Anlage heraus in das Knochenstadium übertritt.

Von der Natur aus wird ganz allgemein zuerst die Verknöcherung der wichtigsten, vornehmlich an der Bildung der knöchernen Hauptachse der Vorderextremität beteiligten Hartteilanlagen durchgeführt (lange und kurze Röhrenknochen, Humerus, Ulna/Radius-Diaphysen, Diaphysen der stabförmigen Knochen des Metacarpus, Grund- und Mittelphalangendiaphysen, Hufbeinknochenanlage) und zunächst auch eine grosse Anzahl von diesen Elementen in den

epiphysären Anteilen mit Knochenkernen ausgerüstet, bevor sie zur Verknöcherung der die Fusswurzel aufbauenden Elemente schreitet. Die vorzeitige Accessorium-Ossifikation ändert an diesem Prinzip im Grunde genommen nichts.

Die Epiphysenverknöcherung beginnt in den Epiphysen der langen Röhrenknochen, indem zuerst die Radius-, die Hauptmittelfussknochen- und die Humerusdiaphyse knöcherne Epiphysen erhalten. Bei immer noch anhaltendem Auftreten von Neuknochenkernen in den bis anhin noch knorpelig gebliebenen Epiphysen an langen Röhrenknochen greift später die epiphysäre Verknöcherung auf die Epiphysen der Phalangen über.

Die Apophysenverknöcherungen setzen relativ spät ein, erst nachdem die Diaphysenverknöcherung der Hauptsache nach vollendet ist und die Epiphysenverknöcherungen schon in vollem Gange sind.

Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente, wie sie auf Grund der Untersuchung in der Vorderextremität festgestellt worden ist, findet sich in Abschnitt III des Hauptteiles **A** der Abhandlung.

Auch in der **Hinterextremität** stellt sich in bezug auf allgemeine Prinzipien und in bezug auf den Modus des Heranziehens einzelner Elemente heraus, dass die Diaphysenanlagen der langen Röhrenknochen bei der Verknöcherung der Extremität gegenüber den Diaphysen der Phalangen zeitlich den Vortritt erhalten.

Der Verknöcherungsprozess in der Hinterextremität vollzieht sich, nachdem die Diaphysenverknöcherung vorerst nahezu überall (die Mittelphalangendiaphyse legt sich erst nach dem Calcaneus an) durchgeführt ist, ausserordentlich frühzeitig in dem allen übrigen Tarsalknochenanlagen vorauseilenden Calcaneuskörper, daselbst einen Knochenkern bildend, dem sich später das Talus-Ossifikationszentrum beigesellt, das ebenfalls den übrigen Tarsalknochenanlagen im Ossifizierungsprozess vorauseilt.

Auch in der Hinterextremität bringen die vorzeitige Verknöcherung der Endphalanx und die erst nach dieser stattfindende Grund- und Mittelphalangen-Diaphysenverknöcherung (bezw. auch Metatarsaldiaphysen-Ossifikation) eine gewisse Irregularität in den in proximo-distaler Richtung sich bewegenden Verknöcherungszug.

In der Hinterextremität greift ebenfalls der Ossifikationsprozess, sobald die Diaphysen der einzelnen Skelettkomponenten in die Verknöcherung übergetreten sind, auf die Mehrzahl der knorpeligen Epiphysen über, wobei die Verknöcherungen mit dem Auftreten eines Knochenkernes in der distalen Femurepiphyse beginnen und dann andere distale und proximale Epiphysen erfassen.

In diese Epiphysenverknöcherungszeit fällt frühzeitig die Talusverknöcherung (und etwas später die Bildung eines Knochenkernes für den Trochanter major).

Die proximale Mittelphalangen-Epiphysenanlage entfernt sich zeitlich sozusagen wiederum etwas von der übrigen Schar der Epiphysen und erlangt erst ihren Knochenkern, nachdem die Hinterfusswurzel fast vollständig verknöchert ist.

Die Ossifizierung der Hinterfusswurzel setzt (mit Ausnahme des Tarsale 3) erst wieder ein, nachdem die Diaphysen- und zum grössten Teil die Epiphysenverknöcherung sich vollzogen hat.

Die Verknöcherungen in den Sesambeinen erfolgen wiederum erst, nachdem sich die Hinterfusswurzel zum grössten Teil (Tarsale 2 noch in knorpeligem Zustand bei Ossifikation der oberen Sesambeine) knöchern angelegt hat. In ganz entsprechender Weise wie in der Vorderextremität treten zuerst wieder Knochenkerne in den beiden oberen Sesambeinen auf. Das untere Sesambein pflegt erst später seine ursprüngliche Gewebestruktur aufzugeben.

Die Patella wartet erst die Ossifikation der Diaphysen, Epiphysen und der Fusswurzel (mit Ausnahme des Tarsale 2) ab, bevor sie sich zur Verknöcherung anschickt.

Als spät auftretende Knochenbildung gesellt sich ferner dem Calcaneuskörper eine Apophysen-Ossifikation bei.

Die Reihenfolge der zur Ossifikation gelangenden Elemente, wie sie auf Grund der Untersuchungen in der Hinterextremität festgestellt worden ist, befindet sich im III. Abschnitt des Hauptteiles A der Abhandlung.

Hinsichtlich der **epiphysären Ossifikation** bieten graphische Darstellungen eine Orientierung über das Auftreten der einzelnen Epiphysen innerhalb Vorder- und Hinterextremität (Textfigg. 91/92) und bekunden, dass die epiphysären Verknöcherungen sprungweise und nicht in einer durch die topographische Lagerung der einzelnen Epiphysen vorgezeichneten Richtung erfolgt. Die in Vorder- und Hinterextremität in distalen Epiphysen (in der distalen Radius-, bezw. distalen Femurepiphyse) auftretende Verknöcherung setzt sich schlechthin (proximale Tibiaepiphyseneinschiebung!) zunächst in distalen Epiphysen fort, so dass Verknöcherungen in proximalen Epiphysen im allgemeinen Vorkommnisse späterer Ossifikation bilden.

Die ausserdia- und ausserepiphysären Elemente gelangen relativ spät zur Verknöcherung.

In der Vorderextremität eilt das Accessorium allen übrigen dieser Gruppe angehörenden Elementen in der Verknöcherung voraus und zeigt sich schon auf der 7. Ossifikationsstufe als verknöchernder Kern, während die Calcinierung der grossen Mehrzahl der bisher noch nicht in den Hartzustand übergetretenen Elemente auf einen mehr oder weniger eng (Stufen 10—13, hauptsächlich Stufe 11) umschriebenen Zeitraum fällt.

In der Hinterextremität ist besonders die isolierte Stellung von Knochenkernen in der Calcaneuskörper- und ebenso Talusanlage auffällig, zumal der Knochenherd in ersterer sich bereits auf der 2. Ossifikationsstufe zeigt, während die meisten übrigen Elemente relativ spät zur Ossifikation gelangen.

Im **Zonoskelett** treten bei der Verknöcherung der Schultergürtelanlage drei Knochenkerne auf. Der erste Herd repräsentiert das Bildungszentrum für die Scapula, der zweite für das Coracoid, während der dritte Herd einem Knochenelement angehört, das später mit der Scapula und dem Coracoidkern synostotisch verschmilzt und an der Bildung des späteren processus coracoideus am Schulterblatt mitbeteiligt ist (Metacoracoid). (Vide die Ausführungen auf pg. 323.)

In bezug auf die **Stylopodiumverknöcherung,** deren Verlauf im Schema der Textfiguren 747/748 A bildlich dargestellt ist, sei mit Rücksicht auf die Vorderextremität erwähnt, dass mit dem Tuberculum majus-Apophysenkern ein Verknöcherungsherd in der medial vorspringenden Beugeknorrenanlage als Ausgangspunkt für die Entwicklung des spätern Epicondylus medialis erscheint. Der laterale Epicondylus kann auch noch, wie mit Beleg zu demonstrieren, selbständig einen Knochenkern bilden. In der betreffenden Vorderextremität präsentiert er sich lateral vom distalen Epiphysenkern, wo er ein Gegenstück zum Ossifikationspunkt auf der medialen Seite der Knochenanlage bildet.

Das **Zeugopodium oder Unterarmskelett** (Textfigg. 749/750 A) zeigt auf den Frühstadien der Entwicklung zwei vollständig voneinander getrennte, ossifizierte, der Länge nach einander ebenbürtige Gewebestäbe. Dieser Zustand besteht noch geraume Zeit: Radius und Ulna liegen mit ihren diaphysären Bestandteilen als getrennte Anlagekomponenten nebeneinander. Die Röntgenaufnahmen verraten von einer Verschmelzung der Knochenstäbe noch nichts. Erst nachdem der distale Epiphysenkern am Radius aufgetreten ist und die Ulna im diaphysären Teil eine gewisse Grösse erreicht hat, treten die beiden Knochenschäfte in ihrem verknöcherten Zustand miteinander in Verbindung.

Relativ spät erscheinen die beiden Epiphysen der Ulna. Die Knochenkerne treten fast gleichzeitig auf. Gewöhnlich erscheint der proximale Kern etwas früher als der distale. Unsere röntgenologischen Bilder, auf welchen die verknöcherte distale Epiphyse als gesondertes und als ein der distalen Radiusepiphyse aufgelagertes Element zu sehen ist, stimmen mit der entsprechenden Abbildung von DRAHN vollkommen überein.

Im Carpus tritt bei der **Basipodiumverknöcherung** als erstes knöchernes Element ein Knochenkern für das Os accessorium auf. Einen selbständig auftretenden Knochenkern als Ossifikationsherd einer Carpale 1-Anlage haben wir nicht auffinden können.

Im Tarsus erscheint als erster Knochenkern ein Knochenpunkt in der knorpeligen Anlage des Fersenbeinkörpers (Calcaneus). Die Verknöcherung tritt bedeutend früher in Erscheinung als der nachfolgende Talus- (Rollbein-) Ossifikationskern. Der Talus nimmt bei Pferden aus zwei selbständig auftretenden Ossifikationszentren heraus seine Entstehung. Dem Talus liegt also eine binukleäre Verknöcherung zugrunde. Die Kerne treten als kleine, nah nebeneinander liegende Ossifikationsherde auf und lassen später nach ihrer Verschmelzung am distalen Rand der einheitlichen Anlage noch eine, den ursprünglichen Trennungszustand verratende Einkerbung zurück.

Dieser beim Pferd, nicht aber beim Esel gemachte Befund stellt sich bei letzterem an die Seite eines durch die Ausbildung zweier Knochenkerne in der Anlage des Os centrale im Acropodium der Hinterextremität charakterisierten Vorkommnis, so dass die Talusanlage beim Pferd und die Centrale-Anlage des Esels auf binukleäre Weise verknöchern und in beiden Fällen es sekundär zur Verschmelzung zweier knöcherner Kerne zu einheitlichen Ossifikationsherden kommt. Beide Befunde sind bei der Abklärung der schwierigen Homologieverhältnisse in die Diskussion miteinzubeziehen.

Das ursprünglich in einer vom Tarsale 2 getrennten und selbständig auftretenden Knorpelanlage vorhandene, bei Embryonen von 9,5 und 10 cm Kopfsteisslänge mit dieser aber verschmelzende Tarsale 1 kann zuweilen, nicht aber in allen Fällen, in Form eines besonderen Ossifikationselementes aufgefunden werden, so dass zuweilen im Auftreten eines Doppelkernes ossifikatorisch der primitive Zustand wiederkehrt, dann aber wieder häufig verwischt, indem im Auftreten nur eines einzigen Kernes der sekundäre Verschmelzungszustand in der Knorpelanlage knöchern entsprechend zum Vorschein gelangt. (Illustrationsschemen zum Gang der Verknöcherung im Basipodium liegen in den Textfigg. 751/752 A vor.)

Im **Metapodium** des Pferdes waren wir nicht in der Lage, röntgenologisch am Hauptmittelfussknochen einen proximal gelegenen Epiphysenkern nachzuweisen, wie wir es für den Hauptstrahl des Esel-Metapodium waren. Der proximalen Epiphyse des Hauptmittelfussknochens wird übrigens auch von denjenigen Autoren, die sie beobachtet haben, nachgesagt, dass sie sehr rasch mit dem Mittelschaft verschmelze. (Carlens [1927 II] stellt ihr Vorkommnis in Abrede.)

Den von den Nebenstrahlen IV und II des Mittelfusses distal abgesetzten Knochenpunkten, die nicht konstant in Erscheinung treten, in vielen Fällen aber einwandfrei nachzuweisen sind und ungefähr gleichzeitig sich mit dem distalen Epiphysenkern des Hauptstrahles einstellen, haben wir die Bedeutung von distalen Nebenstrahlen-Epiphysen zuerkannt. Sie dürfen nicht als Verknöcherungsanlagen einer oder mehrerer miteinander verschmolzener Phalangenanlagen gewertet werden. (Im übrigen illustrieren den Verlauf der Verknöcherung im Metapodium die Textfigg. 753/754 A, in welchen freilich die distalen Nebenmittelfussepiphysen nicht mitberücksichtigt worden sind).

Das **Acropodium** ist auf den frühesten der Untersuchung zugänglichen Stadien bereits durch zwei Knochenpunkte vertreten: durch einen Knochenkern der End- und der Grundphalangen-Diaphyse. Nach unseren Untersuchungen legt sich beim Pferd (und übrigens auch beim Esel) die Endphalanx aus einem, die Grundphalanx aus drei (im Gegensatz zu Carlens), die Mittelphalanx aus zwei Knochenkernen an. Die Verknöcherung der Endphalanx ist uni-, die der Grundphalanx tri- und die der Mittelphalanx di-nukleär. Der distale Epiphysenkern der Grundphalanx verschmilzt aber nach seiner Entwicklung rasch mit dem Mittelschaft, so dass nur noch die knöcherne proximale Epiphyse an diesem längere Zeit nachzuweisen ist.

Der Gang der Verknöcherung in Vorder- und Hinterextremität ist wie folgt: vorerstige Ossifikation des Gewebes in den Diaphysen, unter diesen zunächst in den End- und Basalphalangen, hernach im Gewebe der Knorpelformationen der diaphysären Mittelphalanx. Die diaphysäre Ossifikation wird durch die epiphysäre abgelöst. Es kommt zur Verknöcherung der

distalen und hernach der proximalen Grundphalangenepiphyse und späterhin noch zur Bildung eines Knochenkernes in der proximalen Epiphyse der Mittelphalanx. Diesen Verknöcherungen schliesst sich die Ausbildung eines Knochenkernes in den beiden oberen Sesambeinen an, worauf die Ossifikation in der Anlage des bindegewebig präformierten Strahlbeines erfolgt. (Illustrationsschemata zum Verknöcherungsprozess im Acropodium in den beiden Textfigg. 755/756 A.)

Aus einer **vergleichenden Betrachtung** geht hervor, dass **die Vorder- und Hinterextremitäten des Pferdes** in bezug auf den Fortgang der Verknöcherung im allgemeinen gleichen Schritt halten und dass den Vorder- und Hinterextremitäten derselbe Plan im kompositorischen Skelettaufbau zugrunde liegt. In betreff Dia- und Epiphysenverknöcherung und Einbeziehung von übrigen Elementen in den knöchernen Zustand herrscht im grossen und ganzen vorn und hinten Übereinstimmung. Die Hinterextremität weist allerdings auch einige Abweichungen auf (Calcaneus und Talus eilen den örtlich entsprechenden Elementen voraus).

Unter den Epiphysen tritt gegenüber den topographisch gleich situierten Elementen der Vorderextremität voraus: die distale Femurepiphyse, die proximale Tibiaepiphyse, die distale Metatarsale III-Epiphyse und die distale Grundphalangenepiphyse; unter den übrigen Elementen die Trochanter major-Apophyse.

Die Vorderextremität ihrerseits zeigt übrigens auch einige Vorsprünge.

Die Untersuchungen über die Gliedmassenverknöcherung beim Esel

führen zu folgenden Feststellungen:

Der Modus im **Einbezug der diaphysären Anteile** der Extremität in die Verknöcherung deckt sich in Vorder- und Hinterextremität mit dem bei den Pferden eruierten.

Bezüglich des Modus im **Einbezug der epiphysären Elemente** zeigt sich auch beim Esel, dass in Vorder- und Hinterextremität die distalen Epiphysen bei der Verknöcherung der einzelnen Anlagen gegenüber den proximalen im allgemeinen den Vortritt haben. Immerhin kommen auch hier Ausnahmen vor. In Vorder- und Hinterextremität befallen die Ossifikationen sprungweise die einzelnen Epiphysenanlagen (Textfigg. 482/483 B).

Bezüglich des Modus im **Einbezug der übrigen (ausserdia- und ausserepiphysären) Elemente** zeigt sich für die Vorderextremität des Esels, dass die Dia- und Epiphysenverknöcherung zeitlich früher anhebt als die Verknöcherung der ausserdia- und ausserepiphysären Elemente, indem die Verknöcherungsstufen 1 bis 7 keinerlei Ossifikationen in Apophysen-, Epicondylen-, Fusswurzelknochen- und Gleichbeinanlagen aufweisen. Ihre Ossifikationskerne beginnen erst auf der 8. Stufe aufzutreten, die eine Verknöcherung im Accessorium, Intermediale und Radiale bringt.

Auch in der Hinterextremität treten, von zwei Ausnahmen abgesehen, die ausserdia- und ausserepiphysären Knochenkerne relativ spät, erst von der 6. Ossifikationsstufe an, auf. Allen

hier in Betracht fallenden Ossifikationen geht der Calcaneuskörper und der Talus in der Ossifikation voraus. Als zuletzt auftretende Ossifikation innerhalb dieser Elementengruppe erscheint die im spätern Os malleolare auftretende Verknöcherung.

Bezüglich der Ergebnisse der Untersuchung in einzelnen Zonen mag folgendes aufgeführt sein:

Der **Schultergürtel** des Eselskelettes ossifiziert in entsprechender Weise wie der Schultergürtel der Pferde (Scapularverknöcherung, Auftreten eines Coracoid- und selbständigen Metacoracoidkernes) (Textfig. 746 B), beide an der Bildung des späteren Processus coracoideus beteiligt.

Bei der **Stylopodium-Verknöcherung** zeigt sich, dass in der Hinterextremität die Patellarossifikation erst zu einer Zeit auftritt, wo die Epiphysen- und Apophysenverknöcherung schon sehr weite Fortschritte gemacht haben und die distale Epiphyse des Femurknochens sich bereits der definitiven Form nähert. (Gang der Verknöcherung im Stylopodium in den Textfigg. 747/748 B festgehalten.)

Über den sukzessiven Einbezug der Anlagen des **Zeugopodium** in die Verknöcherung orientieren die Textfigg. 749/750 B.

Bei der **Basipodium-Verknöcherung** konnte ausnahmsweise im Carpus der Nachweis des Vorkommens eines knöchernen Carpale I und Carpale V erbracht werden.

In der Hinterextremität erscheint, wie bei den Pferden, als erster Ossifikationskern im Tarsus der Calcaneus-Verknöcherungspunkt, der sich als erster Ossifikationskern in der Hinterfusswurzel zeigt und auch weit der Accessorium-Verknöcherung in der Vorderfusswurzel vorauseilt.

Nach den Verknöcherungen im Calcaneuskörper, im Talus und in den Ossa tarsalia 4 und 3 beginnt die Ossifikation in der Anlage des spätern Os centrale, das interessanterweise aus zwei ursprünglich gesonderten, später zu einem einheitlichen Kern verschmelzenden Ossifikationszentren heraus seine knöcherne Entstehung nimmt (beim Pferd gelang uns der Nachweis der dinukleaeren Ossifikation im Centrale des Tarsus nicht, wohl aber der Nachweis der dinukleaeren Talusverknöcherung, die wir jedoch beim Esel auf den vorliegenden Untersuchungsstadien nicht beobachten konnten). (Verknöcherungsmodus im Basipodium durch die Textfigg. 751/752 B festgehalten.)

In der **Metapodium-Verknöcherung** konnte in der Vorderextremität der Nachweis des Vorkommens eines Knochenelementes lateral vom Metacarpale IV erbracht werden, das wir als verknöchernden Restbestandteil eines Metacarpale V ansprechen müssen. Dieser seltene Befund, der bei der Untersuchung der Extremität des Esels Do. 131 gemacht worden ist, und der durch einen Originalfilm sowie eine Reproduktion auf der Tafel belegt werden kann, stösst im Carpus auf eine Stütze durch das erwähnte Vorkommnis eines knöchernen Carpale V.

Sodann haben wir auch einen Befund zu verzeichnen, der das Auftreten eines Knochenkerns am Mittelschaft des vorderen Hauptmittelfussknochens betrifft, und welcher nichts anderes als ein Ossifikationszentrum in dessen proximaler Epiphysenanlage darstellen kann (auf den nächstfolgenden Stadien liegt bereits eine vollständige Coaleszenz beider Knochenkomponenten vor, so dass vom Epiphysenkern nichts mehr zu sehen ist).

Auch bei den Eseln haben wir (wie bei den Pferden) in Form eigener, selbständig auftretender Knochenkerne die distalen Epiphysen der Nebenmittelfussknochen auftreten sehen, die anfänglich als verdickte, von diesen aber noch durch eine deutliche Knorpelfuge getrennte Endteile erscheinen. Gegenüber der knöchernen distalen Epiphyse des Hauptstrahles fanden wir sie in der Vorderextremität, wie übrigens auch in der Hinterextremität, etwas später als diese abgesetzt. Verknöcherte Zehenglieder oder Rudimente von solchen sind in diesen Knochenkernen keine enthalten.

Der erste Knochenkern, der bei der **Acropodium-Verknöcherung** im knorpeligen Zehenskelett der Vorder- und Hinterextremität auftritt und den andern Ossifikationen dieses Abschnittes vorauseilt, ist der knöcherne Endphalangenkern. Grund- und Mittelphalange sind zunächst noch unverknöchert. Dem Endphalangenkern folgt (in der Vorderextremität scheinbar etwas früher als in der Hinterextremität) als zweiter Knochenkern ein Ossifikationsherd in der Anlage der Grundphalangendiaphyse, dem dann ein solcher in der Mittelphalangenanlage folgt. (Schemata Textfigg. 755/756 B.)

Aus einer **Vergleichung der Verhältnisse** während des Ossifikationsverlaufes in **Vorder- und Hinterextremität** ergibt sich für den Esel, dass im allgemeinen die Vorderextremität gegenüber der Hinterextremität in bezug auf die Verknöcherung gleichen Schritt hält. In der Vorder- wie Hinterextremität wird zunächst die Hauptachse nach einem einheitlichen Plan durch diaphysäre Verknöcherung angelegt. Auch in bezug auf die Anlage der Knochenkerne in den Epiphysen und in den übrigen Elementen herrscht in grosso modo in der Vorder- und Hinterextremität im allgemeinen Übereinstimmung. Dem entspricht auch das einheitliche Bild der Gesamtformation der beiden Stufenskalen, die wir in einer vergleichenden Darstellung (Textfig. 739) wiedergegeben haben und welche die beiden gebrochenen Linien zum grössten Teil ineinanderfallend oder in entsprechender Weise über- bezw. untereinander verlaufend zeigt. Wenn auch die Hinterextremität gegenüber der Vorderextremität im ersten Abschnitt des Linienverlaufs im Einbezug neuer Knochenanlagen leicht ein Vorauseilen erkennen lässt und im zweiten Abschnitt seitens der Vorderextremität diese ausgesprochenere Verknöcherungstendenz wieder wettgemacht wird, so decken sich eben doch im grossen und ganzen unverkennbar beide Skalen.

Die Hinterextremität lässt im Anfang in gewissen Zonen, namentlich im Gebiet der Fusswurzel, die Verknöcherung einzelner Elemente gegenüber der Vorderextremität etwas frühzeitiger eintreten, was mit der stärkeren Inanspruchnahme der Beckengliedmasse beim Abstoss des Körpergewichts vom Fixpunkt des Bodens und daher mit der frühzeitigen Festigung derselben in Einklang gebracht werden kann. In der Hinterextremität eilt unter den Diaphysen die Mittelphalangendiaphyse in der Verknöcherung voraus, unter den Elementen im Vorder-

fussgelenk der Calcaneus, Talus und die Tarsalia 4 und 3, unter den Epiphysen die distale Femurepiphyse.

In der Vorderextremität eilen unter den epiphysären Elementen die distale Radiusepiphyse und die proximale Humerusepiphyse, unter den übrigen Elementen die Sesambeine der Grundphalanx und das Sesambein der Endphalanx voraus.

Die dem Vergleich der Pferde- mit den Eselgliedmassen gewidmeten Untersuchungen ergeben:

Die Formationen der unter Berücksichtigung der Verknöcherung sich ergebenden Stufenskalen sind bei Pferd und Esel annähernd gleich: Die Verknöcherungen erfolgen auf Grund eines einheitlichen Modus nach gleichem Prinzip. Kommt zu Anfang der Verknöcherung als Richtlinie die langsame Einbeziehung einer Anzahl von Elementen in den Hartzustand zur Geltung, so wirkt sich später eine mehr gedrängte und gehäufte Überführung von knorpeligen Elementen in den Knochenzustand aus. Die im Zeichen gewisser Hemmungen stehende Ossifikation wickelt sich nur so lange ab, als zur Bildung des festen Extremitätenskelettes die Anlagen der Hauptelemente herhalten müssen.

Die Diaphysen werden beiderorts sehr frühzeitig knöchern ausgebildet. Es herrscht das Bestreben vor, die Hauptachse in proximo-distaler Richtung zu ossifizieren. In besonderer Weise wird nach Verknöcherung des Ober- und Unterarmskelettes sowie des Mittelfusses der Verfestigung des Endabschnittes der Extremität Aufmerksamkeit geschenkt.

In übereinstimmender Weise ossifizieren bei Pferd und Esel zunächst die Diaphysen und der Endteil der Extremität im Calcinierungsprozess und innerhalb letzterem dann die Grund- und zuletzt die Mittelphalanx. Die planmässige und übereinstimmend einheitlich geordnete Einbeziehung der einzelnen die Gesamtanlage aufbauenden Komponenten in die Verknöcherung tritt klar zu Tag.

Übereinstimmende Prinzipien zeigen sich auch bei Pferd und Esel in der Verknöcherung der epiphysären, ausserdia- und ausserepiphysären Elemente.

Auch in der Verknöcherung dieser Elemente halten Vorder- und Hintergliedmassen beider Tiere im grossen und ganzen gleichen Schritt (kleinere Abweichungen, z. B. bei den Eseln leichtes Vorauseilen der proximalen Humerus- und Radiusepiphyse; leichte Verspätung im Auftreten des knöchernen Accessoriums sowie Unterschiedlichkeiten in den Hinterextremitäten).

In Vorder- und Hinterextremität zeigt sich speziell mit Rücksicht auf die **epiphysäre Verknöcherung,** dass weder beim Pferd noch beim Esel in *der* Reihenfolge die Epiphysen knöchern erscheinen, die durch ihre Lage innerhalb der Gliedmasse fixiert zu sein scheint (nicht, den Diaphysen gleich, in proximo-distaler oder disto-proximaler Richtung); dass bei Pferd und Esel in Vorder- und Hinterextremität als erste Epiphysen distale verknöchern und für gewöhnlich erst später, d. h. nach der Verknöcherung der distalen die proximalen Epiphysen erharten, obwohl

beim Pferd nach der zweiten epiphysären Ossifikation, beim Esel schon nach der ersten die proximale Tibiaepiphysenverknöcherung eingeschoben wird; dass in der Regel die Epiphysenverknöcherung anfänglich einseitig an den Diaphysen bei beiden Tieren vorn und hinten auftritt und dass Diaphysen mit an beiden Seiten versehenen, sich verknöchernden oder verknöcherten Epiphysen erst später anzutreffen sind; dass für gewöhnlich zwei aufeinanderfolgende Ossifikationskerne anfänglich in grösserer Entfernung getrennt auseinanderliegen und dass direkt einander benachbarte Epiphysenverknöcherungen anfänglich nicht anzutreffen sind; dass längere Zeit, für die ersten Phasen der Verknöcherung, die einzelnen Zehenglieder als kurze Röhrenknochenelemente der Pferde- und Eselextremität von Ossifikationen in den Epiphysen verschont bleiben. Die Rangfolge im Auftreten der epiphysären Verknöcherungen ist, unter Berücksichtigung der einzelnen Phasen der Ossifikation, für Pferd und Esel, in tabellarischen Zusammenstellungen (Tabellen 14 u. 16) wiedergegeben.

Die Regelung im Auftreten knöcherner Epiphysen in den Gliedmassen entbehrt nicht der Ordnungs- und Planmässigkeit. Bei der Festlegung der Knochenkerne scheint die Sicherstellung ungehemmter Wachstumsmöglichkeiten in proximo-distaler und disto-proximaler Richtung bestimmend zu sein. Der Modus im Heranziehen einzelner Epiphysen in die Verknöcherung schliesst Bedingungen in sich ein, die dem hemmungsfreien Ansatz von Knochengewebe förderlich sind. Die Anzahl der Möglichkeiten des freien Auswachsens eines Röhrenknochens nach zwei bezw. einer Richtung hin pflegen nur schrittweise durch Knochenkernbildungen in den Epiphysen (Blockagen) reduziert zu werden. Blockierungen durch zwei verknöcherte Epiphysen werden auf die zweite Hälfte der Ossifikationsperiode verlegt, sodass in der Regel erst in dieser Knochen mit beidseitig gehemmtem Wachstum erscheinen. Die Möglichkeiten des Auswachsens der Mittelschäfte durch vorläufiges Erhaltenbleiben des knorpeligen Epiphysenzustandes werden zuerst in beiden, dann in einer der Anlagen durch massvolle Ausbildung von Knochenkernen offengehalten.

In Vorder- und Hinterextremität zeigen bei Pferd und Esel die **ausserdia- und ausserepiphysären Elemente** relativ späte Verknöcherung. In der Vorderextremität tritt bei Pferd und Esel als erstes knöchernes Element das Os accessorium auf, während erst später, wiewohl noch vor Vollendung der carpalen Verknöcherungen, das laterale und mediale Sesambein ossifizieren, denen sich hernach durch Ausbildung eines Knochenkerns das unpaare Strahlbein anschliesst. In der Hinterextremität wird bei Pferd und Esel lange vor Verknöcherung der übrigen ausserdia- und ausserepiphysären Elemente der Calcaneuskörper in ossifiziertem Zustand angetroffen.

Die Patella verknöchert bei den Pferden und Eseln relativ spät (auf 10. Ossifikationsstufe). Sie fällt in die Zeit der übrigen Sesambeinverknöcherungen, der auch die Entwicklung des Calcaneus-Apophysenknochenkernes angehört.

Die **rangmässige Folge** im Einbezug einzelner Elemente in den Verknöcherungsprozess ist weder in der Vorder- noch in der Hinterextremität bei Pferd und Esel durchwegs gleich. In Vorder- und Hinterextremität beim Esel zeigen sich gegenüber den gleichnamigen, in der betreffenden Extremität des Pferdes vorhandenen Elementen neben mit gleichem Rang aus-

gerüsteten Knochenanlagen solche, die rangmässig den Vor- oder Nachtritt haben (vide Tabelle 13). Die Feststellung dieser Unterschiedlichkeiten im Auftreten von Knochenkernen ist insofern interessant, als die Verknöcherungen in den Anlagen der Einzelknochen fast durchwegs nach einheitlichem Ordnungsschema bei Pferd und Esel erfolgen und in dieser Beziehung bei beiden Tieren weitgehende Übereinstimmung herrscht.

Die Verknöcherung der **Zonoskelettanlage** erfolgt bei Pferd und Esel in der nämlichen Weise unter Ausbildung einer knöchernen Scapulaanlage, eines selbständig auftretenden Coracoid- und Metacoracoidkernes (letzterer = «2. Kern im Zonoskelett»). Dieser, mit der Scapula und dem Coracoidkern verschmelzend, bildet mit letzterem zusammen den späteren Processus coracoideus am Schulterblatt, der also aus zwei getrennten, sekundär wieder vereinigten Komponenten seine Entstehung nimmt (Textfigg. 746 A u. B).

Die Verknöcherung in der **Stylopodiumanlage** wird bei Pferd und Esel von einem einheitlichen Ossifikationsmodus beherrscht (Textfigg. 747 A u. B für Vorderextremität, Textfigg. 748 A u. B für Hinterextremität). Zwischen der Humerus- und Femurossifikation besteht insofern ein Unterschied, als bei jener zuerst die Humeruskopfepiphyse (proximale Epiphyse) ihren Knochenkern erhält und dann nach dieser erst die Tuberculum majus-Apophyse, bei der Femurknochen-Ossifikation aber zuerst die Trochanter major-Apophyse und dann erst die Femurkopfepiphyse.

Auch im **Zeugopodium** der Vorder- und Hinterextremität von Pferd und Esel ergibt bei der progressiven Verknöcherung die schematische Darstellung denselben Modus der Ossifikation. Die Art und Weise, in welcher die einzelnen knorpeligen Grundlagen in den Verkalkungsprozess einbezogen werden, und die Disposition für den zeitlichen Eintritt der Ossifikation in diesen ist in Vorder- und Hinterextremität im allgemeinen dieselbe (Textfigg. 749 A u. B für die Vorderextremität, Textfigg. 750 A u. B für die Hinterextremität).

Besonders bemerkt sei, dass am Radius bei Pferd und Esel die Epiphysenverknöcherung mit der Verknöcherung der distalen Epiphyse beginnt und erst hernach die proximale Epiphysenanlage erfasst, während umgekehrt bei der Ulna zuerst die proximale verknöchert, dann erst die distale Epiphyse.

Im Unterarm bei Pferd und Esel ergibt der Vergleich mit den Ossifikationsprozessen im Unterschenkel in dem Punkt eine Unterschiedlichkeit, dass beim Radius des Unterarmskelettes zuerst die Verkalkung in der distal gelegenen Epiphyse, bei der Tibia des Unterschenkelskelettes dagegen zuerst in der proximalen Epiphyse auftritt und dann erst in der distalen, so dass dieses in bezug auf die epiphysäre Verknöcherung der Ulna folgt.

Auch der **Basipodium-Verknöcherung** liegt bei Pferd und Esel in Vorder- und Hinterextremität bei der Durchführung der Ossifikation ein einheitlich organisierendes Prinzip zugrund (Textfigg. 751 A u. B für die Vorderextremität, Textfigg. 752 A u. B für die Hinterextremität).

In Vorder- und Hinterextremität beginnt die Verknöcherung in der proximal gelegenen Reihe der Fusswurzelelemente, und es wird zuerst für die Entwicklung von Knochenkernen in der mittleren, axial gelegenen Partie des Carpus und Tarsus gesorgt, bevor die medial gelegenen

randständigen Elemente in den Hartzustand übertreten, was im Interesse einer möglichst frühzeitigen Festigung der axialen Extremitätensäule liegt. Im übrigen verweisen wir im einzelnen auf die im Text enthaltenen Ausführungen.

Die Verknöcherung des **Metapodium** erfolgt bei Pferd und Esel in Vorder- und Hinterextremität in entsprechender Weise (Textfigg. 753 A u. B für die Vorderextremität, Textfigg. 754 A u. B für die Hinterextremität).

Endlich liegen auch bei der Durchführung der **Acropodium-Verknöcherung** in Vorder- und Hinterextremität bei Pferd und Esel übereinstimmende Verhältnisse vor (Textfigg. 755 A u. B für die Vorderextremität, Textfigg. 756 A u. B für die Hinterextremität). Die rangmässige Folge des Einbezuges einzelner Elemente in den Verknöcherungsprozess innerhalb der Zehenanlage ist dieselbe. Unter dem Vorbehalt, dass auch beim Pferd wie beim Esel die Endphalangen-Verknöcherung der Grundphalangendiaphysen-Ossifikation vorauseilt, ergeben sich hinsichtlich dia- und epiphysärer Verknöcherung sowie Ossifikation in den Gleichbeinanlagen bei beiden Tieren keinerlei Unterschiede.

Untersuchungen über die **Beziehungen des Längenwachstums** einzelner Elemente (lange und kurze axiale Röhrenknochen) zum Längenwachstum der Gesamtextremität ergeben, dass innerhalb der Länge der ganzen Gliedmasse die einzelnen Röhrenknochen nicht alle das nämliche Wachstum zeigen, sondern sich innerhalb einer Zeiteinheit während ihrer Entwicklung verschieden verhalten, indem jede Komponente durch ein spezifisches Eigenwachstum (individuelles Wachstum) gekennzeichnet ist. Am Ober- und Unterarm bezw. den -Schenkelknochen wie auch an den Grund- und Mittelphalangen tritt intrauterin ein im Vergleich zum Wachstum der Gesamtextremität ausgeglichenes, mit diesem mehr oder weniger korrespondierendes, zu Anfang zwar übersetztes, aber doch in Schranken gehaltenes Wachstum auf, während die Hauptmittelfussknochen gegenüber der Gesamtextremität und den andern Anlagen ein weit intensiveres, intrauterin übereiltes Wachstum bekunden. Nicht von Anbeginn an sind verschieden grosse Diaphysenanlagen innerhalb der Extremität vorhanden, die zu deren Gesamtwachstum eine proportionale Grössenzunahme zeigen würden. Die einzelnen Anlagen wachsen verschieden aus und erlangen durch individuelles Wachstum deren definitiven Längenwert. Stylopodium und Metapodium verhalten sich in bezug auf relativen Längenwuchs intra- und extrauterin in umgekehrtem Sinn: die Knochen des Metapodium zeigen vor der Geburt eine übersetzte, nach der Geburt, in der postnatalen Zeit, eine entsprechend eingeschränkte Längenentwicklung. Bei den Knochen des Stylopodium dagegen liegen die Verhältnisse umgekehrt.

Literatur [1])

ABEL, O.: 1926. Die Geschichte der Equiden auf dem Boden Nord-Afrikas. Verh. d. zool. botan. Ges. Wien, Jahrg. 1924/25, Bd. 74/75, Wien 1926.

ARLOING, M. S.: 1867. Contribution à l'étude de l'organisation du pied chez le cheval. Ann. des Scienc. Natur. 5me Sér. Zool. et Paléont., Vol. VIII, pg. 55—81.

v. BARDELEBEN, C.: 1890. Über die Hand- und Fussmuskeln der Säugetiere, besonders die des Praepolex (Praehallux) und Postminimus. In: Anat. Anzeiger, Bd. V, pg. 435—444.

— 1894. a) On the bones and muscles of the mammalian hand and foot. In: Proc. Zool. Soc. London, pg. 354—376.

— 1894. b) Hand und Fuss. Referat in: Verhandl. d. Anat. Ges., Bd. VIII, pg. 257—337.

BAUR, G.: 1885. Zur Morphologie des Carpus und Tarsus der Wirbeltiere. In: Zool. Anzeiger, Bd. VIII, pg. 326—329.

— 1885. Über das Centrale carpi der Säugetiere. Morph. Jahrb. (Zeitschr. f. Anat. u. Entw. Gesch.), herausgegeb. v. C. GEGENBAUR. 10. Bd., pg. 455—457.

— 1885. Zur Morphologie des Tarsus der Säugetiere. Morph. Jahrb. (Zeitschr. f. Anat. u. Entw. Gesch.), herausgegeb. v. C. GEGENBAUR. 10. Bd., pg. 458—461.

— 1886. Über den Astragulus und das Intermedium tarsi der Säugetiere. In: Morph. Jahrb. Bd. 11, pg. 468—483.

BENNINGHOFF, A.: 1927. Über die Anpassung der Knochenkompacta an geänderte Beanspruchungen. Studien zur Architektur der Knochen. 2. Teil (Anat. Inst. Univ. Kiel.) Anat. Anzeiger, Bd. 63, No. 18—20, pg. 289—299.

BÉRARD, A., ainé.: 1834. Sur le rapport qui existe entre la direction des conduits nourriciers des os longs et l'ordre suivant lequel les épiphyses se soudent avec le corps de l'os. Froriep, Notizen XLII, 1834.

BOAS, J. E. V.: 1885. Bemerkungen über die Polydaktylie des Pferdes. Morph. Jahrb. (Zeitschr f. Anat. u. Entw. Gesch.), herausgegeb. v. C. GEGENBAUR. 10. Bd., pg. 182—184.

— 1917. Zur Beurteilung der Polydaktylie des Pferdes. Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. Bd. 40, H. 1.

BONNET, R.: 1891. Grundriss der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere.

— 1918. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte, 3. Aufl.

BRADLEY, O. Ch.: 1906. Notes on variation of the horse's carpal bones. Vet. Journ. New series, Vol. XIII, pg. 542.

BRAUS, H.: 1906. Die Entwicklung der Form der Extremitäten und des Extremitätenskeletts. OSKAR HERTWIG: Handb. d. vergl. Entw. Gesch. d. Wirbeltiere. III. Bd., II. Teil, pg. 167—338.

BROOM, R.: 1904,05. The origin of the mammalian carpus and tarsus. Transact. of the South African philos. Soc. Vol. XV, pg. 89—96.

— 1906. On the Arrangement of the Epiphyses of the Mammalian metacarpals and metatarsals. Anat. Anzeiger, Bd. 28, pg. 106—108.

BRUCH, C.: 1852. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. Neue Denkschr. d. allg. Ges. f. d. ges. Naturwissensch. Bd. 12 (II. Dekade, Bd. II), pg. 27.

CARLENS, O.: 1927. Beitrag zur Kenntnis der embryonalen Entwicklung des Extremitätenskelettes beim Pferd und Rind.
I. Die Entwicklung des knorpeligen Extremitätenskeletts. (Anat. Inst. Univ. Lund.) Jahrb. f. morph. und mikroskop. Anat., Abt. 1, Gegenbaurs Morph. Jahrb. Bd. 58, H. 2, pg. 153—196, und
II. Die spätere Entwicklung der Phalangen und die Verknöcherung des Skeletts. ibidem, Abt. 1, Bd. 58, H. 3/4, pg. 367—412.

— 1928. Beitrag zur Kenntnis der embryonalen Entwicklung des Beckenskelettes beim Pferd und Rind. (Anat. Inst. Univ. Lund.) Gegenbaurs Morph. Jahrb. Bd. 60, pg. 323—358.

CHAUVEAU, A.: 1857. Traité d'anatomie comparée des Animaux domestiques, pg. I—X et pg. 1—828, Paris.

CHAUVEAU-ARLOING-LESBRE: 1903. Traité d'anatomie comparative des animaux domestiques. V. Aufl. Paris.

CINOTTI, Contributo allo studio della ossificazione delle falangi nel cavallo. Il nuovo Ercolani, Vol. 17, pg. 214.

[1]) In vorliegendem Verzeichnis ist nur eine Anzahl Abhandlungen der einschlägigen Literatur aufgeführt. Im übrigen sei auf die der DRAHN'schen Arbeit beigegebene Literaturübersicht hingewiesen, die die Publikationen bis 1927 verzeichnet enthält.

DRAHN, F.: 1922. Über die Reduktion der Ulna beim Pferde. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilk. Bd. 48, pg. 18—27.
— 1927. Extremitätenentwicklung und Polydaktylie beim Pferde. Die Ontogenese des Hand- und Fußskeletts, Varianten am Carpus und die Beurteilung der „entwicklungsbedingten" Polydaktylie bei Equus caballus. Zool. Bausteine, Ausschnitte a. d. Gesamtgebiet d. Zool. Bd. I, H. 3, pg. I—VIII und pg. 1—206.

ELLENBERGER, W.-BAUM, H.: 1914. Lehrbuch der topographischen Anatomie des Pferdes. Berlin.
— 1926. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 16. Aufl., pg. I—XV und pg. 1—1072.

ELLENBERGER-SCHÜTZ'scher Jahresbericht über die Leistungen auf dem Gebiete der Veterinärmedizin. Herausgegeb. v. W. ELLENBERGER, K. NEUMANN-KLEINPAUL u. O. ZIETZSCHMANN.
1928. 47. Jahrg. (Berichtsjahr 1927), I. Hälfte, pg. I—VIII und pg. 1—667 (speziell „Bewegungsapparat", pg. 24—32) und II. Hälfte, pg. I—VII und pg. 669—1528.
1929. 48. Jahrg. (Berichtsjahr 1928), I. Hälfte, pg. I—VIII und pg. 1—688 (spez. „Bewegungsapparat", pg. 28—42) und II. Hälfte, pg. I—VII und pg. 689—1502.
1930. 49. Jahrg. (Berichtsjahr 1929), I. Hälfte, pg. I—X und pg. 1—670 (spez. „Bewegungsapparat", pg. 19—25) und II. Hälfte, pg. I—VII und pg. 671—1505.

EMERY, C.: 1890. Zur Morphologie des Hand- und Fußskeletts. In: Anat. Anzeiger, Bd. V, pg. 283—294.
— 1895. Sulla morfologia del tarso dei Mammiferi.: In Atti Acc. Lincei, Rend., Anno IV, Sem. 2, pg. 270—274.
— 1897. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und Morphologie des Hand- und Fußskeletts der Marsupialier. Denkschr. d. Med.-Naturwissensch. Ges. zu Jena. 5. Bd. (Richard Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel. II. Bd.: Monotremen u. Marsupialier, 5. Liefg.) pg. 372—400.

EWART, J. C.: 1895. The Second and Fourth digits in the Horse: their development and subsequent degeneration. Proc. of the Royal Soc. of Edinburgh, Vol. XX, Nov. 1892 bis Juli 1895, pg. 185—191.

FLOWER, W. H.: 1888. Einleitung in die Osteologie der Säugetiere. Nach der 3. (1885) unter Mitwirkung von D. Hans Gadow durchgesehenen Originalausgabe. Leipzig.

FRANCK, L.: 1871. Handbuch der Anatomie der Haustiere. Mit besonderer Berücksichtigung des Pferdes. — An Stelle der 3. Auflage der Leyh'schen Anatomie und mit Benützung der Holzschnitte derselben. Stuttgart, pg. I—XII und pg. 1—1067.
— 1883. Handbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart.
— 1914. Handbuch der tierärztlichen Geburtshilfe. 5. Aufl. Herausgegeb. v. M. Albrecht. Berlin.

FUCHS, H.: 1912/1926. Beiträge zur Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie des Brust-Schultergürtels der Wirbeltiere. 1. Mitt. Zeitschr. f. Morph. u. Anthrop. Sonderheft II, 1912, pg. 141—226; 5. Mitt. Anat. Anzeiger, Bd. 61, pg. 1—34.

GEGENBAUR, C.: 1864/1867. Über die Bildung des Knochengewebes. Jenaische Zeitschr. f. Med. u. Naturw. Bd. I, pg. 343—369 u. Bd. III, pg. 206—246.
— 1864. Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. Heft I, Carpus und Tarsus. Leipzig.
— 1870. Grundzüge der vergleichenden Anatomie. 2. umgearb. Aufl. Leipzig.
— 1898/1901. Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere.

GOUBAUX, A.: 1852. De la pentadactylie. Soc. nat. et centr. de méd. vétérin. Séance du 9 décembre, Rec. de méd. vét. 1853.

GREGORY, W. K. und CAMP, C. L.: 1918. Shoulder-girdle, Coracoid. Stud. Comp. Myol. and Osteol., III. Bull. Am. Mus. XXXVIII.

GRUIES, D.: 1928. Über die Gelenkknorpelstärke der Haustiere. Közlemények az összehasonlitó életés kortan Köréből, 21, pg. 307—311 (ungarisch).

GUOTH, v.: 1929. Beiträge zur Knochenstruktur und Gestaltveränderungen des Metatarsus bei Pferden. (Inst. f. Hufkunde, Tierärztl. Hochschule, Budapest.) Berl. Tierärztl. Wochenschr. 1929, II. pg. 645—651.

GURLT, E. F.: 1873. Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haussäugetiere.

HERTWIG, O.: 1904. Handbuch der vergleich. Entwicklungslehre der Wirbeltiere. Bd. 3.
— 1910. Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 9. Aufl.
— 1920. Elemente der Entwicklungsgeschichte des Menschen.

HEUSS, K.: 1898. Mass- und Gewichtsbestimmungen über die morphologische Assymetrie der Extremitätenknochen des Pferdes und anderer Perissodaktylen. Eine osteologische Studie. Diss. Leipzig, pg. 1—62.

HOFFMANN, C. K.: 1879. Zur Morphologie des Schultergürtels und des Brustbeins bei Reptilien, Vögeln, Säugetieren und Menschen. Niederl. Arch. f. Zool., Bd. 5 (cit. nach RUGE).

HOWES, G. B.: 1893. On the Coracoid of the Terrestrial Vertebrata. Proc. of the General meetings for Scient. Business of the Zool. Soc. of London, pg. 585—592.

KEIBEL, F. und MALL, F. P.: 1910. Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, I. Bd., Leipzig.

KÜHN, A.: 1926. Grundriss der allgemeinen Zoologie. 2. Aufl. Leipzig.

KÜKENTHAL, W.: 1888. Über die Hand der Cetaceen. Anat. Anzeiger, Bd. III, pg. 638—646 u. 912.
— 1893. Vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Waltieren. In Denkschr. d. Med.-naturw. Ges. zu Jena, III. Bd., pg. I—VIII u. pg. 1—448.

KÜPFER, M. und SCHINZ, H. R.: 1923. Beiträge zur Kenntnis der Skelettbildung bei domestizierten Säugetieren auf Grund röntgenologischer Untersuchungen. Denkschr. d. Schweiz. Naturf. Ges., Bd. 49, pg. I—VIII u. pg. 1—133.

LEBOUCQ, H.: 1884. Recherches sur la morphologie du carpe chez les Mammifères. In: Arch. de Biol., T. V., pg. 35—102, t. 3—5.
— 1886. Sur la morphologie du carpe et du tarse. In: Anat. Anzeiger, B. I, pg. 17.
— 1888. Über das Fingerskelett der Pinnipedier und der Cetaceen. Anat. Anzeiger, 2. Jahrg., pg. 530—534.
— 1889. Recherches sur la morphologie de la main chez les Mammifères marins. Arch. de Biol., T. IX, pg. 571—648.
— 1904. Recherches sur le développement des phalanges terminales des doigts chez l'homme et les mammifères. Ann. Soc. méd. Vol. 84.

LORENZ, G. F.: 1928. Über die gröbere Struktur der Übergangszone des Gelenkknorpels in die Knochenspongiosa. (Vorl. Mitt.) (37. Vers. d. Anat. Ges., Frankfurt a/Main, Sitz. v. 15./18. IV. 1928.) Anat. Anzeiger, Bd. 66, Erg. H., pg. 221—227.

LUNDVALL, H.: 1904. Über Demonstration embryonaler Knorpelskelette. Anat. Anzeiger, Bd. 25, pg. 219.
— 1905. Weiteres über Demonstration embryonaler Skelette. Anat. Anzeiger, Bd. 27, pg. 520.
— 1912. Über Skelettfärbung und Aufhellung. Anat. Anzeiger. Zentralbl. f. d. ges. wissensch. Anat., 40. Bd., pg. 639—646.

MARTIN, P.: 1912/1914. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Stuttgart. Bd. I, 1912 u. Bd. II, 1. Hälfte, 1914.

PETERSEN, G.: 1921. Untersuchungen über das Fußskelett des Rindes. Gegenbaurs Morph. Jahrb., 51. Bd., 3. H., pg. 291.

POMMER, A: 1928. Das Schultergelenk des Pferdes und Hundes im Röntgenbild. (Röntg. Inst., Tierärztl. Hochschule, Wien.) Wien. Tierärztl. Monatsschr. Bd. 15, pg. 768—775.

REINHARDT, A.: 1929. Über die Form der Scapula bei Säugetieren. (Anthropol. Inst., Univ. München.) Zeitschr. f. Tierzüchtung, Bd. 16, pg. 233—289.

RETTERER, ED.: 1884/1902. Contribution à l'étude du développement du squelette des extrémités chez les mammifères. Journ. de l'Anat. et Physiol. Paris. 1884 und 1902 und Thèse de doctorat. Sorbonne, 1885.

RICHTER, H.: 1927. Querschnittformen vom Metacarpus und Metatarsus bei einigen unguligraden und digitigraden Haustieren und Wild (equus, bos, canis, tarandus rangifer [Renntier] und alces alces [Elch]), mit Erklärung in physiologischer und biologischer Hinsicht. (36. Vers. d. Anat. Ges. Kiel, Sitzg. v. 20./23. IV. 1927). Anat. Anzeiger, Bd. 63, Erg. H., pg. 220—228.

RITTER, O.: 1928. Über die Architektur der Substantia compacta der Pferdeknochen. Diss. Wien (Tierärztl. Hochschule) und Wien. Tierärztl. Monatsschr. Jahrg. 15, H. 2., pg. 86—87.

ROSENBERG, A.: 1873. Über die Entwicklung des Extremitätenskelettes bei einigen durch Reduktion ihrer Gliedmassen charakterisierten Wirbeltieren. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 23, pg. 116—166. Leipzig.

ROUX, W.: 1911. Die 4 kausalen Hauptperioden der Ontogenese, sowie das doppelte Bestimmtsein der organischen Gestaltung. Mitt. d. Naturf. Ges. z. Halle, Bd. 1.
— 1912. Anpassungslehre, Histomechanik und Histochemie. Berichtigung zu R. THOMAS gleichnamigem Aufsatz. Virch. Arch. f. path. Anat u. Physiol., Bd. 206, 1911; Bd. 209, 1912.

RUBELI, O.: 1915. Polydaktylie beim Menschen und bei Tieren. Bern.

RUGE, G.: 1880. Untersuchungen über Entwicklungsvorgänge am Brustbein und der Sternoklavikularverbindung des Menschen. Morph. Jahrb., Bd. 6, pg. 362.

RÜTIMEYER, L.: 1863. Beiträge zur Kenntnis der fossilen Pferde und zur vergleichenden Odontographie der Huftiere überhaupt. Verh. d. Naturf. Ges. in Basel, H. 4.

SAARNI, ILMARI: 1921. Die intrauterine Entwicklung der Extremitätenknochen des Pferdes. Diss. Giessen (Veterinärmedizin. Fakultät Giessen), pg. 1—62.

SCHAUDER W.: 1924. Anatomische und metrische Untersuchungen über die Muskeln der Schultergliedmasse des Pferdes. Zeitschr. f. Anat. u. Entw. Gesch., 71. Bd., pg. 559—637.
— 1924. Die fetale Entwicklung der «Sehnenmuskeln» des Pferdes. Arch. f. mikroskop. Anat. u. Entw. Mechanik, Bd. 102, pg. 211—262.

SCHMALTZ, R.: 1919. Anatomie des Pferdes. In Grenzen der Vorlesung dargestellt. Berlin.

SCHWEGEL, A.: 1858. Entwicklungsgeschichte der Knochen des Stammes und der Extremitäten. Mit Rücksicht auf die Chirurgie, Geburtskunde und gerichtliche Medizin. Sitzungsbericht d. Mathemat.-Naturwissensch. Klasse d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch., Wien 1858, Bd. XXX (Sitzg. vom 24. Juni), pg. 337—388.

SPALTEHOLZ, W.: 1914. Über das Durchsichtigmachen von menschlichen und tierischen Präparaten und seine theoretischen Bedingungen. Nebst Anhang: Über Knochenfärbung. II. erw. Aufl., Leipzig, pg. 1—93. (Mit Literaturverzeichnis zur Frage des Durchsichtigmachens).

Stöckli, A.: 1922. Beobachtungen über die Entwicklungsvorgänge am Rumpfskelett des Schweines. Diss. Zürich und Morph. Jahrb. 1922.

Surber, H.: 1922. Über das Auftreten und die weitere Ausgestaltung der Verknöcherungspunkte im embryonalen Gliedmassenskelett des Schweines. Diss. Zürich.

Thilenius, G.: 1895. Das Os intermedium antebrachii des Menschen. Morph. Arbeit., Bd. V, p. 1—16, T. 1.

— 1895. Zur Entwicklungsgeschichte der Sesambeine der menschlichen Hand. In: Morph. Arbeit., Bd. V, pg. 309—340, T. 17.

— 1896. Untersuchungen über die morphologische Bedeutung accessorischer Elemente am menschlichen Carpus (und Tarsus), ibid. pg. 464—554, T. 21—24.

Tornier, G.: 1891. Über den Säugetier-Praehallux. In: Arch. f. Naturgesch., pg. 113—204, T. 7.

Vermeulen, H. A.: 1916/17. Einige Muskel- und Knochenvarietäten beim Pferd. Anat. Anzeiger, Bd. 49, pg. 349—351.

Weber, M.: 1927. Die Säugetiere. Einführung in die Anatomie und Systematik der rezenten und fossilen Mammalia. 2. Aufl., Bd. I., Anat. Teil, pg. I—XV uud pg. 1—444. Bd. II, Systemat. Teil, pg. I—XXIV und pg. 1—898.

Zietzschmann, O.: 1914. Morphologie, Genese und Bedeutung von Kastanie und Sporn der Equiden. Festschr. d. Doz. d. Univ. Zürich, 1914.

— 1915. Beiträge zur Entwicklung von Hautorganen bei Säugetieren. 1. Die Entwicklung der Hautschwielen (Kastanie und Sporn) an den Gliedmassen der Equiden. Arch. f. mikroskop. Anat. Bd. 86, 1. Abteilg., pg. 371.

— 1916. Über die Hautschwielen an den Gliedmassen von Equus Przewalskii. Pol. Anat., 49. Bd., pg. 385.

— 1924. Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte der Haustiere. Berlin, 1924, pg. 1—542.

Zimmermann, A.: 1928. Zur vergleichenden Anatomie des Karpalgelenkes. Allattani Közlemények, Bd. 23, pg. 15—22.

— 1928. Ueber die Gelenkknorpel. Allattani Közleméyek, Bd. 26, pg. 1—10 (ungarisch).

Zschokke, E.: 1892. Weitere Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung zur Statik und Mechanik des Vertebratenskeletts. Preisschrift Zürich, 1892.

RÖNTGENOLOGISCHER ATLAS

Legende zu Tafel I

Pferd, bez. «Pf. Nr. 602», Embryo.

Kopf-Steisslänge 23 cm
Geschlecht: weiblich

Pferdeembryo und Teile der exartikulierten und zerlegten Vorder- und Hinterextremität.

Fig. 1. Pferdeembryo, Totalaufnahme. Embryo mit rechter Seite auf der Platte liegend (Film Nr. 5).
Fig. 2. Metacarpus und Phalangen der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 7).
Fig. 3. Humerus und Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 6).
Fig. 3a. Humerus und Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film. Nr. 6).
Fig. 4. Metacarpus und Phalangen der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 6).
Fig. 5. Femurknochen und Tibia der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 7).
Fig. 6. Tarsus, Metatarsus und Phalangen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 7).
Fig. 7. Femurknochen und Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 6).
Fig. 8. Tarsus, Metatarsus und Phalangen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 7).
Fig. 9. Proximaler Teil der rechten Vorderextremität. Gliedmasse im Carpalgelenk durchschnitten. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 8).
Fig. 10. Distaler Teil der rechten Vorderextremität. Gliedmasse im Carpalgelenk durchschnitten. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 8).
Fig. 11. Proximaler Teil der rechten Hinterextremität. Gliedmasse im Tarsalgelenk durchschnitten. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 8).
Fig. 12. Distaler Teil der rechten Hinterextremität. Gliedmasse im Tarsalgelenk durchschnitten. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 8).

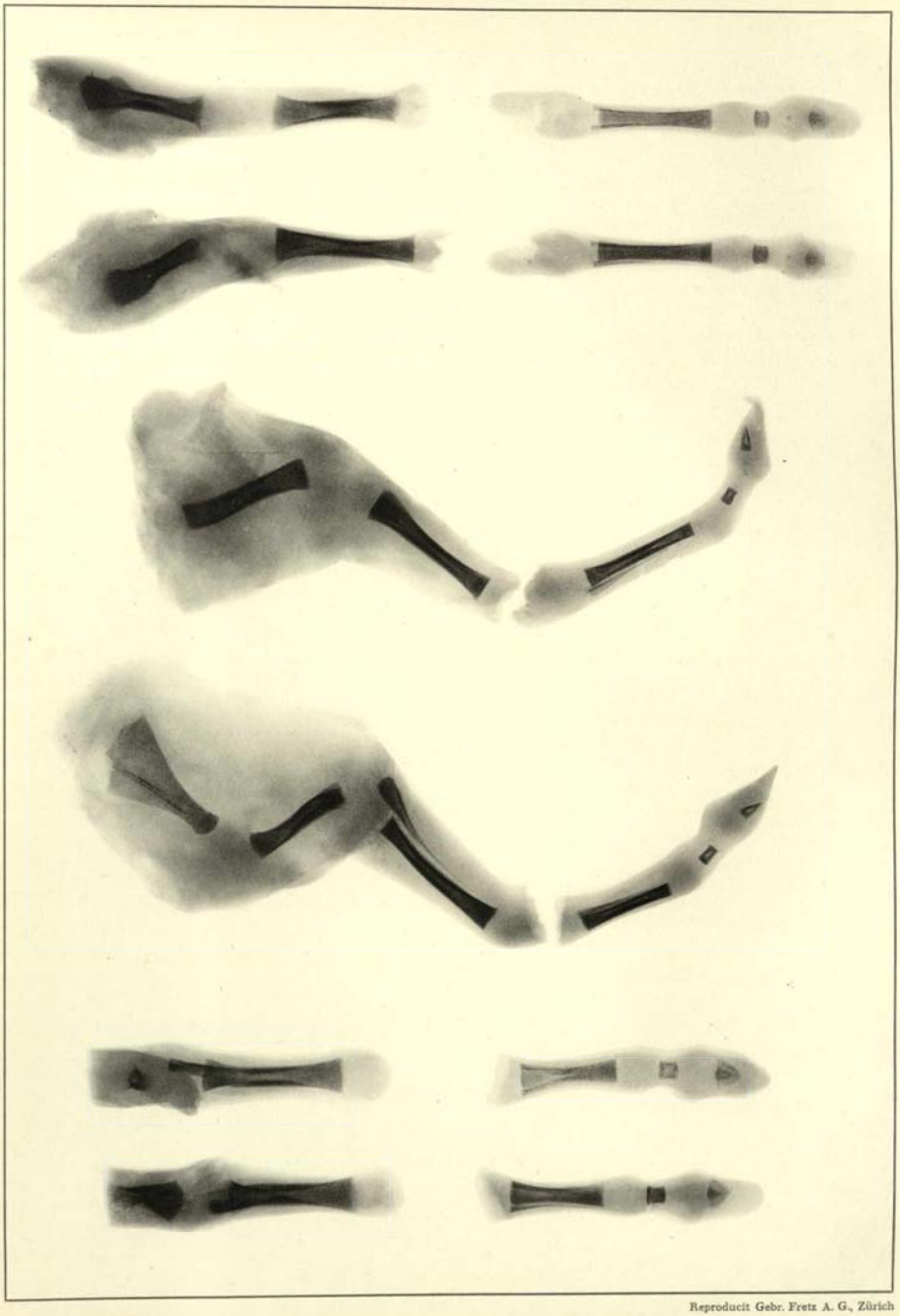
NB. Sämtliche Figuren geben Embryo und Extremitäten in natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

fem. dia. = Femur, Diaphyse
hum. dia. = Humerus, Diaphyse
mtc. II dia. = Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia. = Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia. = Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia. = Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia. = Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia. = Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia. = Grundphalanx, Diaphyse
ph. tert. = Endphalanx
ra. dia. = Radius, Diaphyse
sca. = Scapula
tb. dia. = Tibia, Diaphyse
ul. dia. = Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

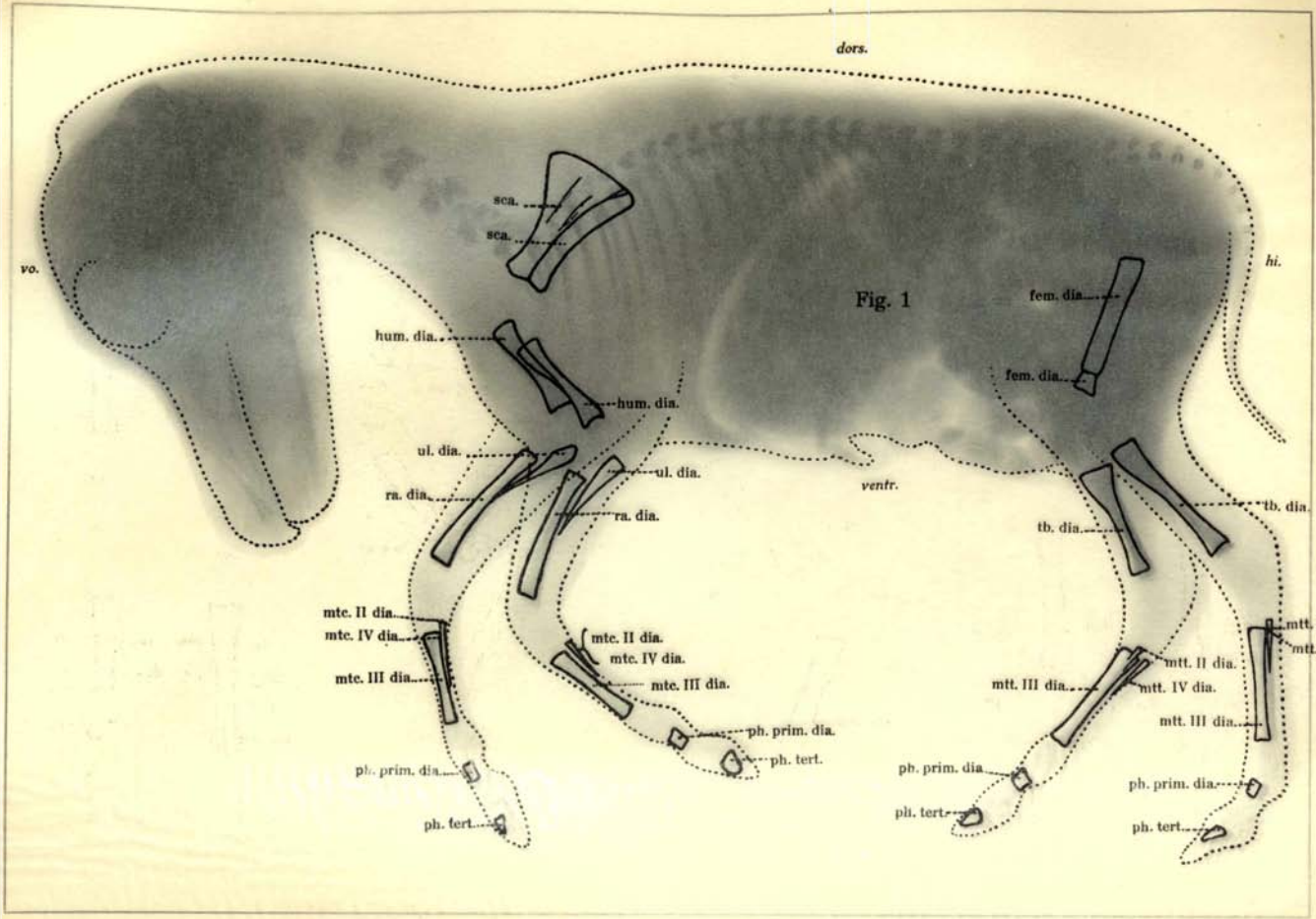
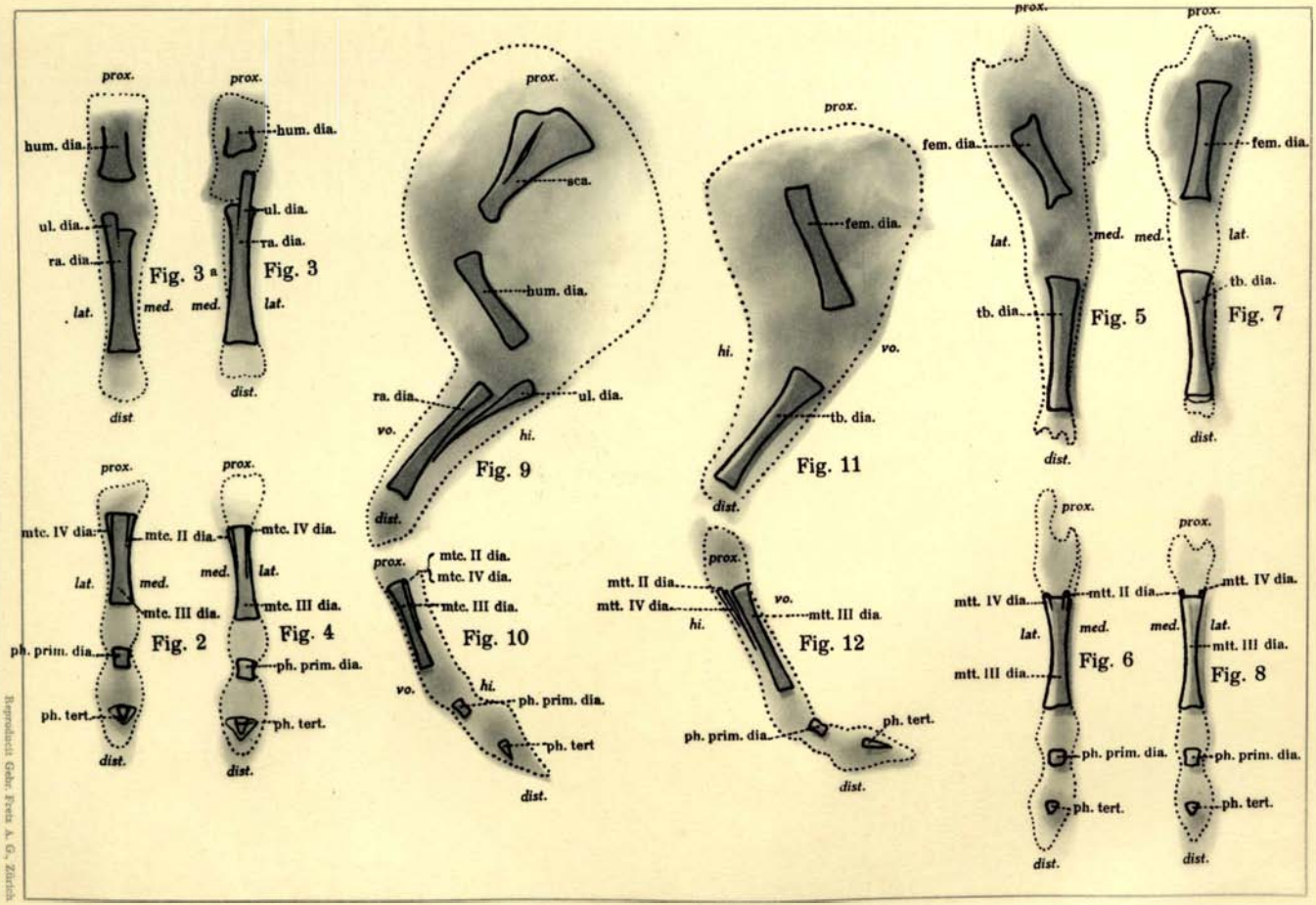

dors.
vo.
hi.
ventr.
sca.
sca.
hum. dia.
hum. dia.
ul. dia.
ul. dia.
ra. dia.
ra. dia.
fem. dia.
fem. dia.
tb. dia.
tb. dia.
mte. II dia.
mte. IV dia.
mte. III dia.
mte. II dia.
mte. IV dia.
mte. III dia.
ph. prim. dia.
ph. tert.
ph. prim. dia.
ph. tert.
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
ph. prim. dia.
ph. tert.
ph. prim. dia.
ph. tert.

Fig. 1



Reproducti Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel II

Pferd, bez. «Pf. Nr. 617», Embryo.

Kopf-Steisslänge 39,5 cm
Geschlecht: weiblich

Fig. 1. Pferdeembryo in toto aufgenommen. Embryo mit linker Seite auf Unterlage liegend (Film Nr. 11).

NB. Embryo in natürlicher Grösse wiedergegeben.

Abkürzungen:

vo. = vorn *hi.* = hinten *dors.* = dorsal *ventr.* = ventral

cal. co.	= Calcaneus, Körper
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproduzit Gebr. Frets A. G., Zürich

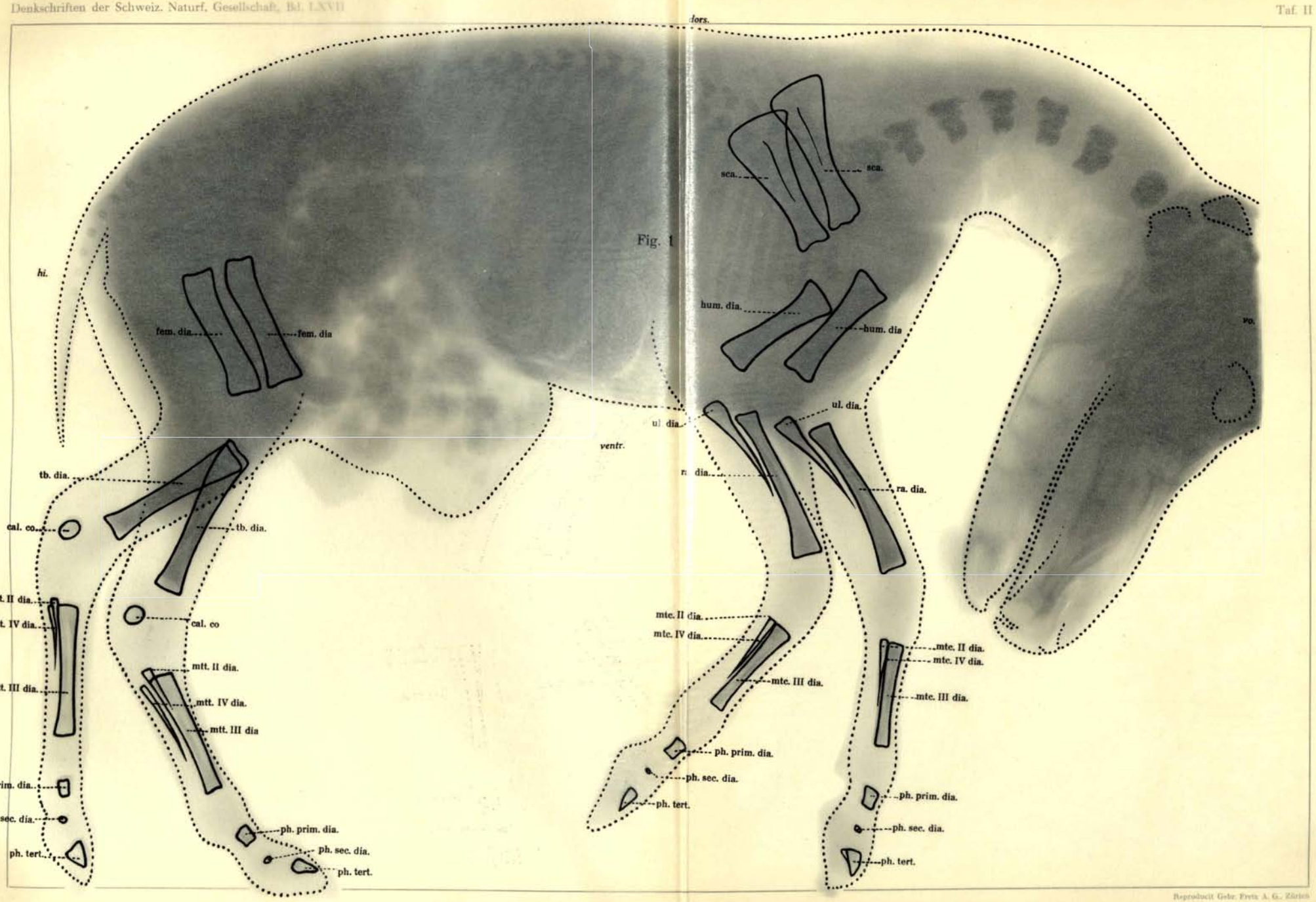


Fig. 1

Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel III

Pferd, bez. «Pf. Nr. 617», Embryo.

Kopf-Steisslänge 39,5 cm
Geschlecht: weiblich

Extremitäten exartikuliert und in einzelne Abschnitte zerlegt.
Figg. 1—9 beziehen sich auf die Vorder-, Figg. 10—17 auf die Hinterextremität.

Fig. 1. Proximaler Teil der rechten Vorderextremität, im Carpalgelenk durchschnitten. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 11).
Fig. 2. Distaler Teil der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 11).
Fig. 3. Scapula der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 13a).
Fig. 4. Humerus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 13).
Fig. 5. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 13).
Fig. 6. Carpus, Metacarpus und Phalangen der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 13).
Fig. 7. Humerus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 8. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 9. Carpus, Metacarpus und Phalangen der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 10. Proximaler Teil der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 11).
Fig. 11. Distaler Teil der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 11).
Fig. 12. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 13).
Fig. 13. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 13).
Fig. 14. Tarsus, Metatarsus und Phalangen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 13).
Fig. 15. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 16. Tibia der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 17. Tarsus, Metatarsus und Phalangen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 12).

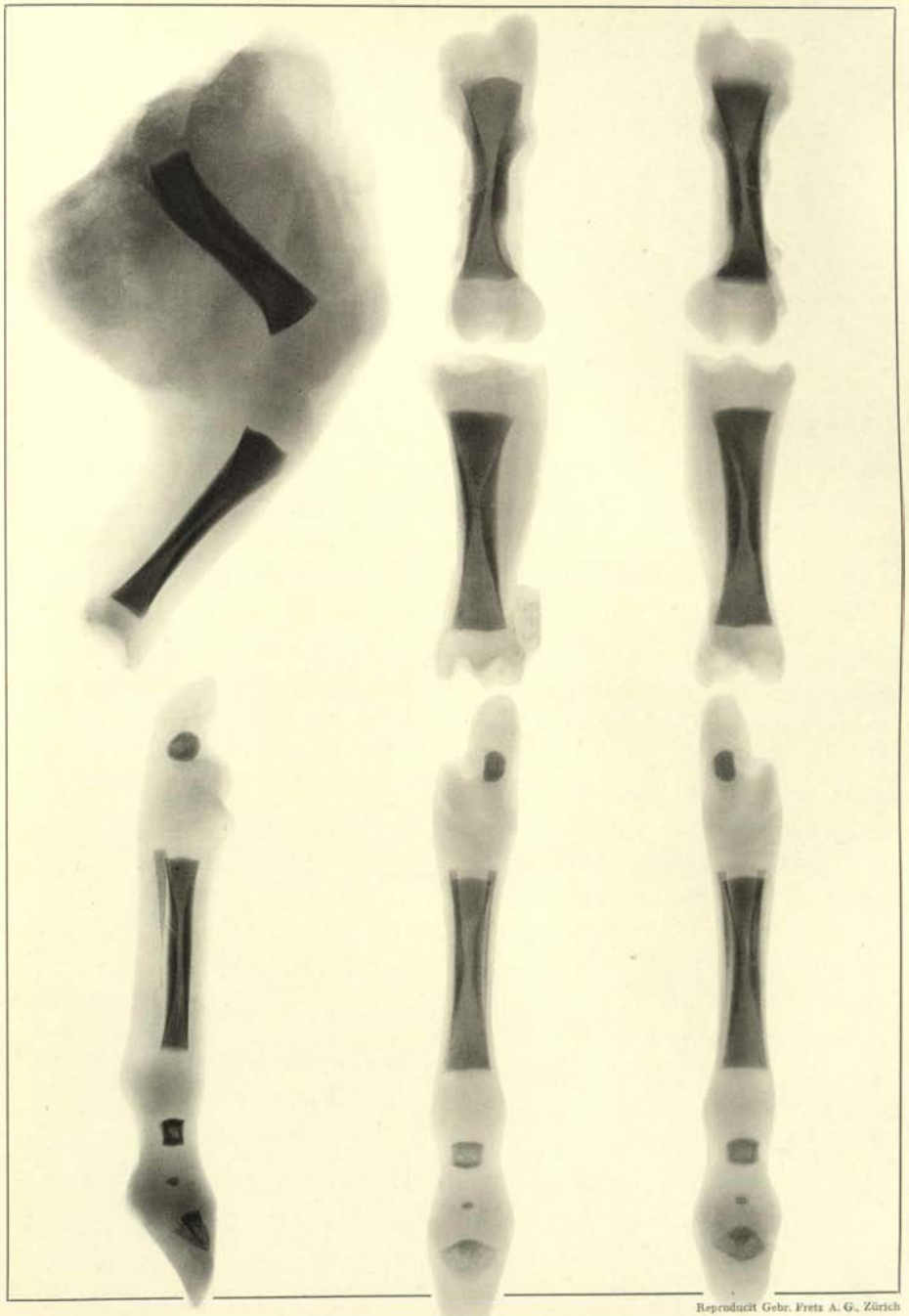
NB. Sämtliche exartikulierte Extremitäten und Abschnitte von Gliedmassen sind in natürlicher Grösse wiedergegeben.

Abkürzungen:

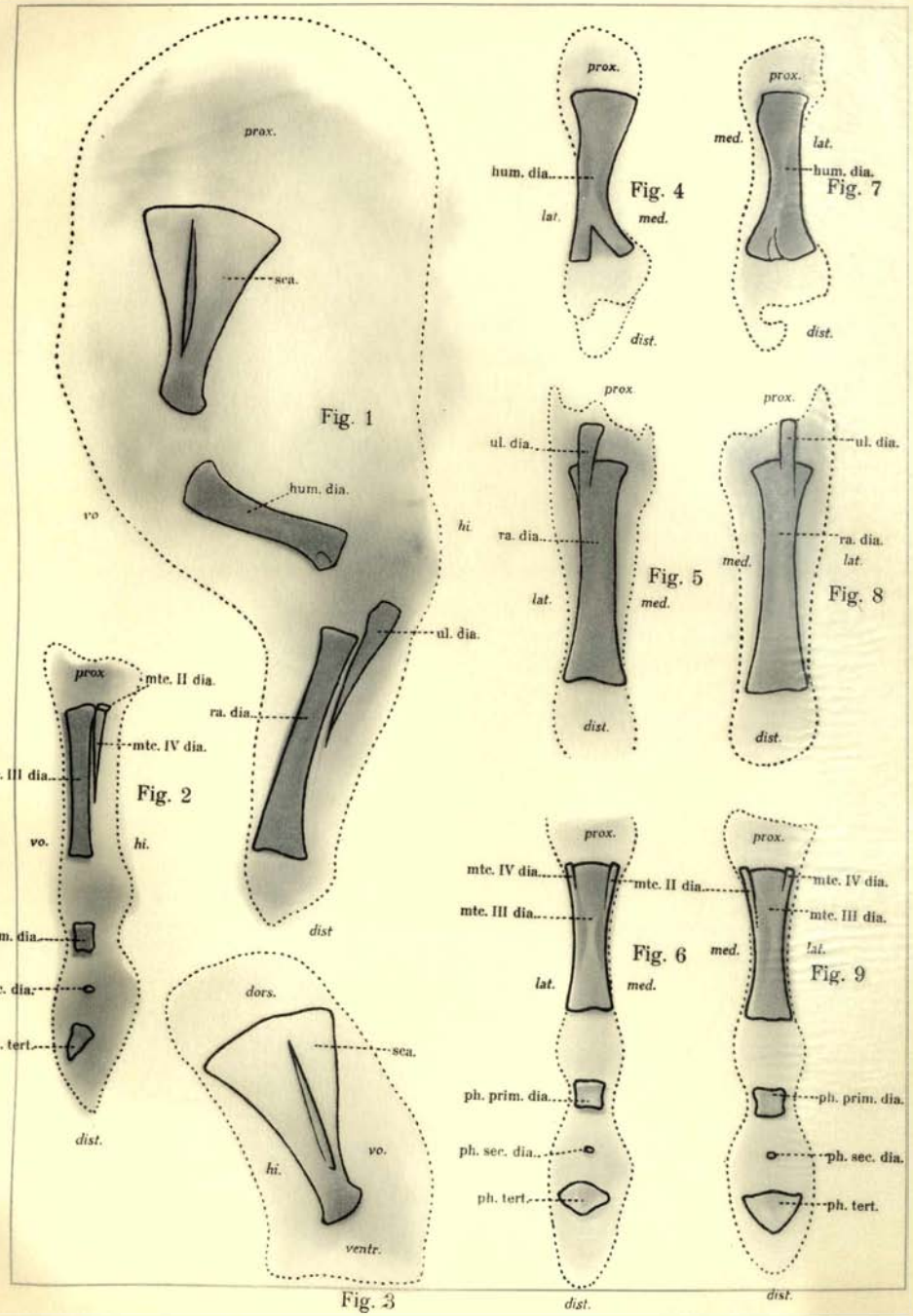
prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

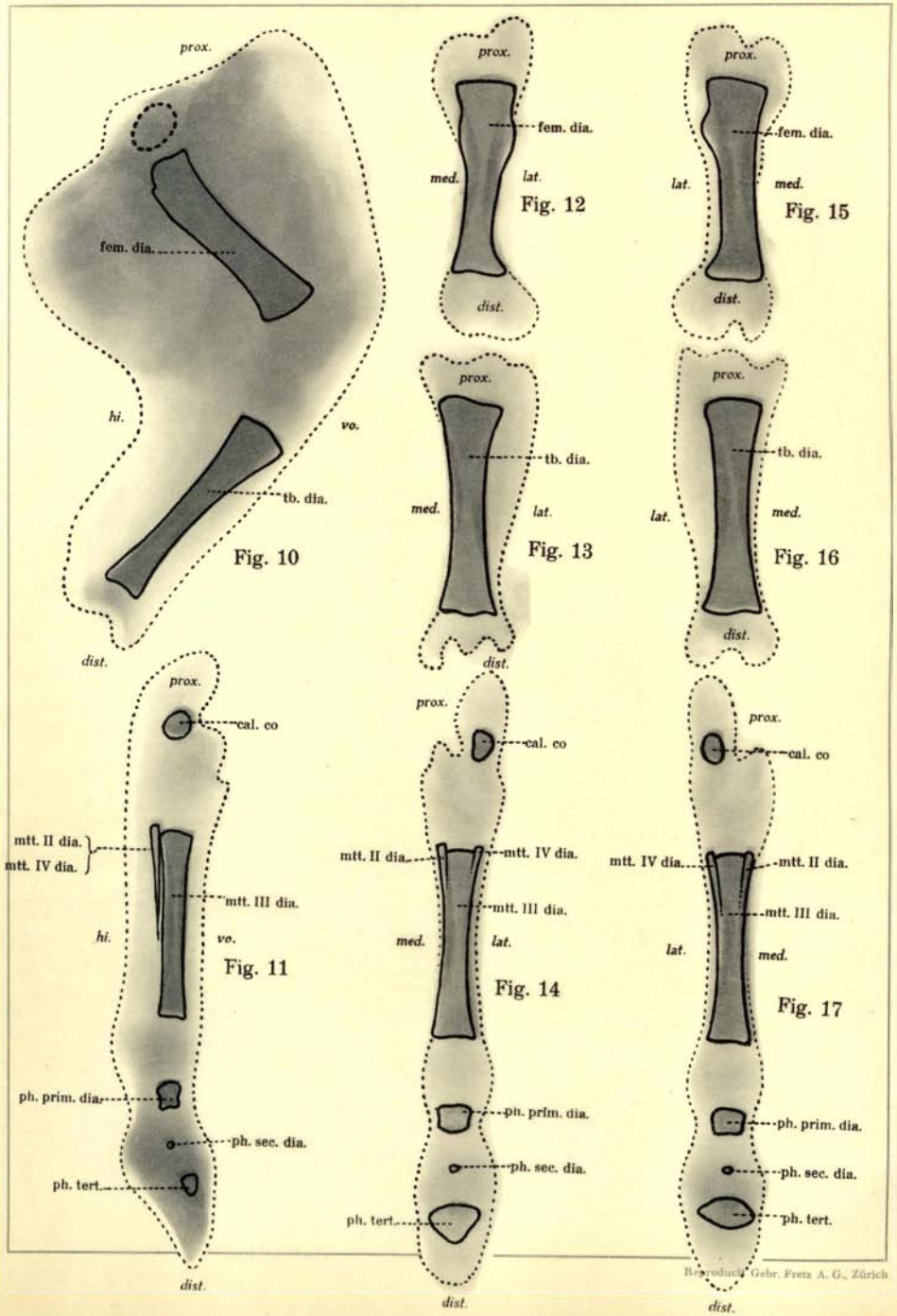
cal. co.	= Calcaneus, Körper
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, diaphyse





Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproduced Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel IV

Pferd, bez. «Pf. Nr. 600»,

Kopf-Steisslänge 51 cm
Geschlecht: männlich

Extremitäten exartikuliert und zergliedert.
Die Figg. 1—6, 8 u. 16 beziehen sich auf die Vorder-, die Figg. 7, 9—15 u. 17 auf die Hinterextremität.

*) **Fig. 1.** Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 2.** Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 3.** Carpus, Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 4.** Humerus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 5.** Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 6.** Carpus, Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 7.** Patella der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 8.** Linke Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 14).
*) **Fig. 9.** Femur der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 10.** Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 11.** Tarsus, Metatarsus und Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 12.** Femur der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 13.** Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 14.** Tarsus, Metatarsus und Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 15).
*) **Fig. 15.** Patella der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 16.** Scapula der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 16).
*) **Fig. 17.** Linke Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 14).

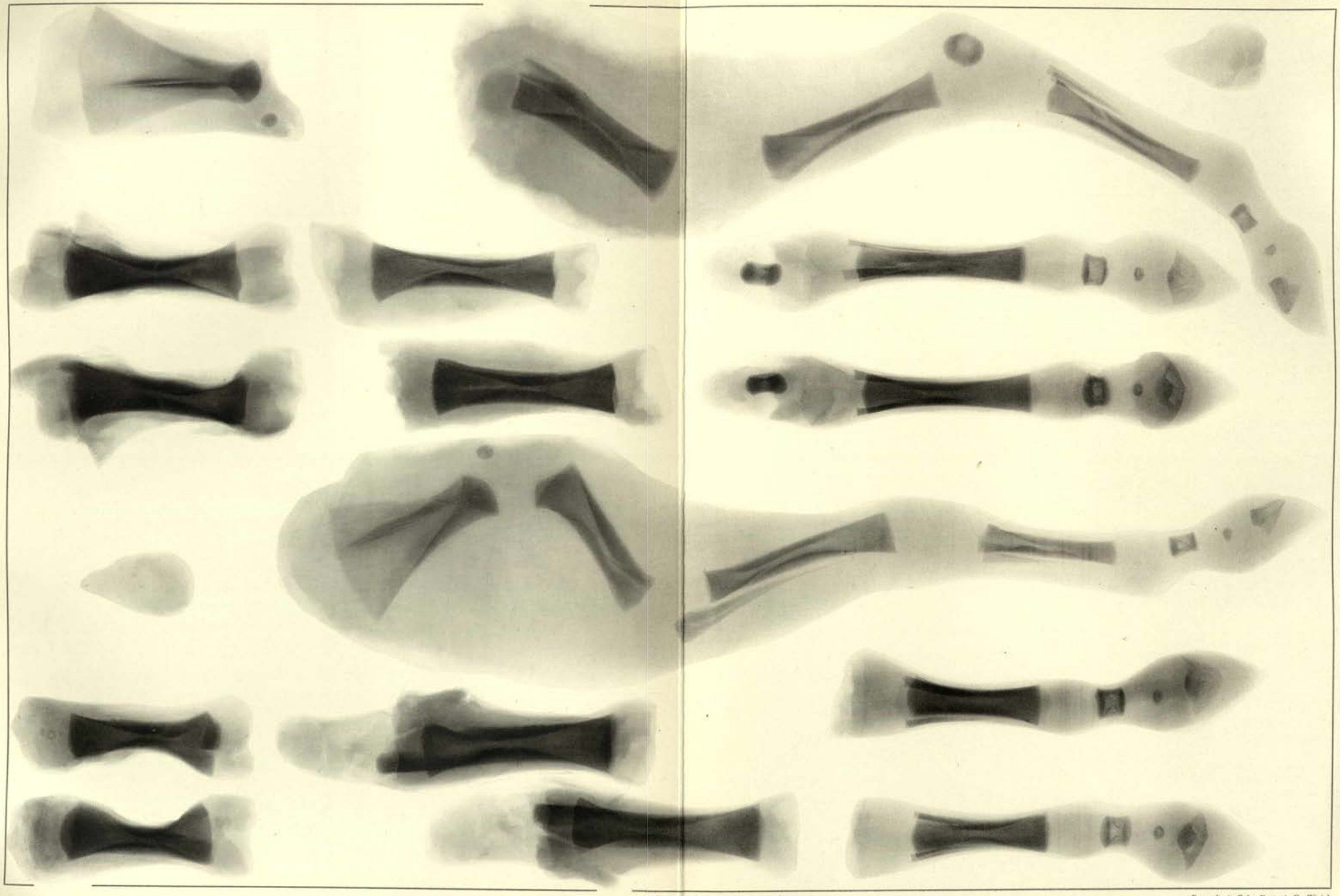
*) Sämtliche Figuren geben die Gliedmassen bezw. Extremitätenteile von der der Unterlage zugekehrten Filmseite wieder.

NB. Sämtliche Abbildungen geben die Objekte in natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

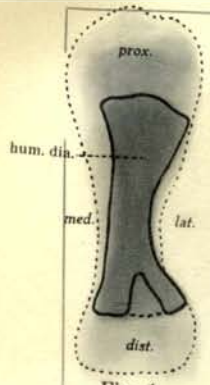


Fig. 1



Fig. 4



Fig. 7

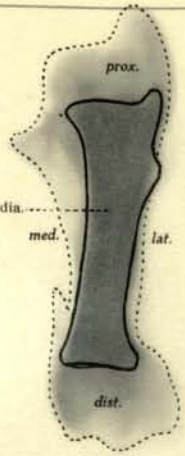


Fig. 9

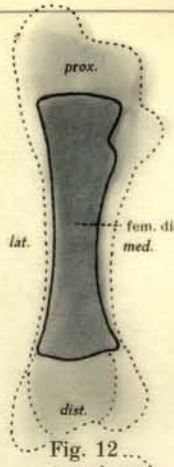


Fig. 12

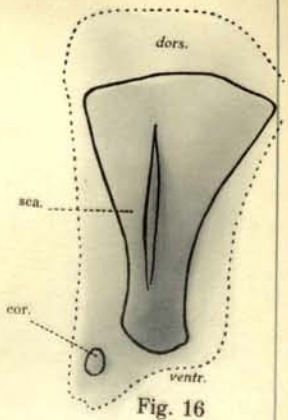


Fig. 16

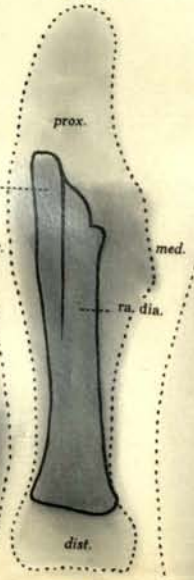
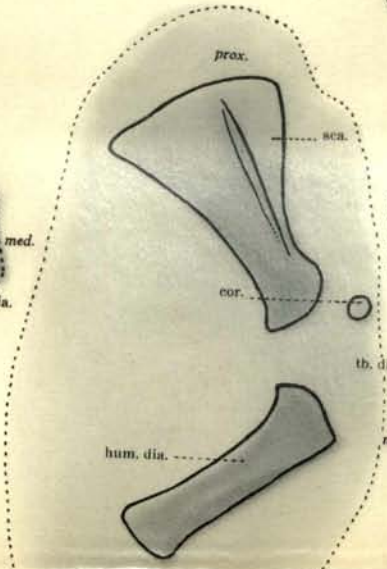


Fig. 5



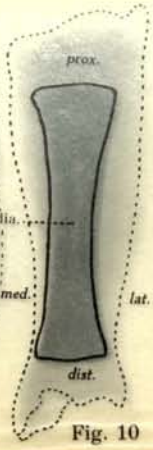


Fig. 10

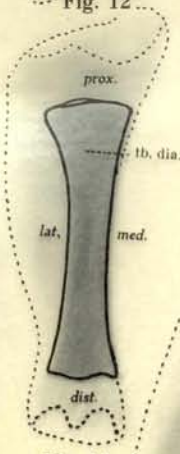
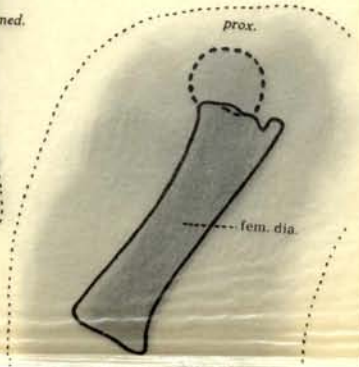


Fig. 13



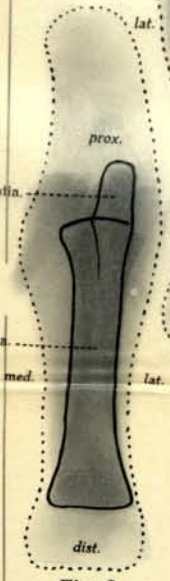


Fig. 2

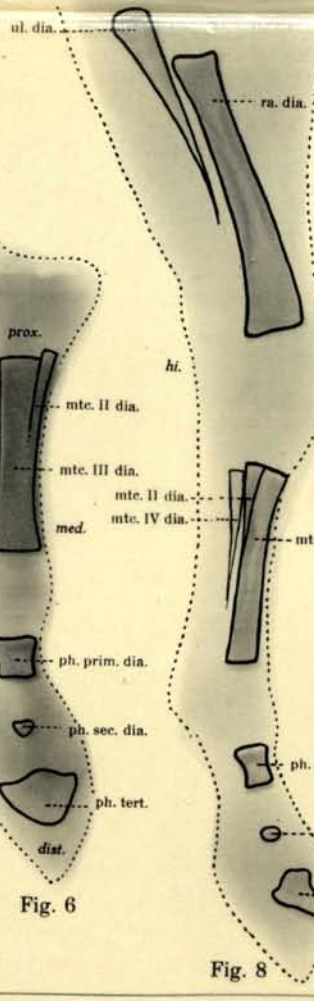


Fig. 8

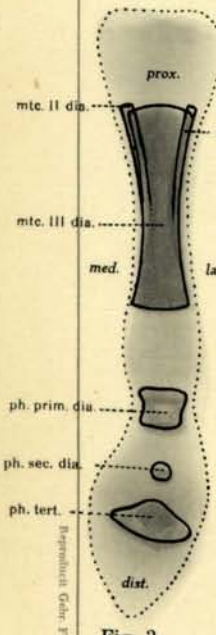


Fig. 3

Fig. 6

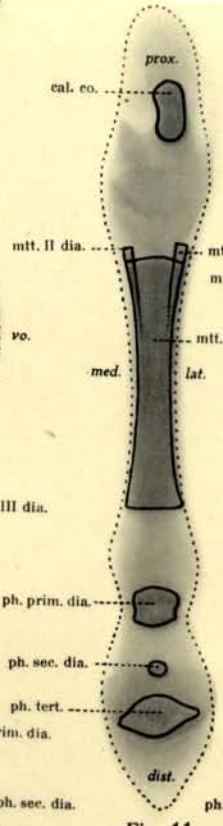


Fig. 11

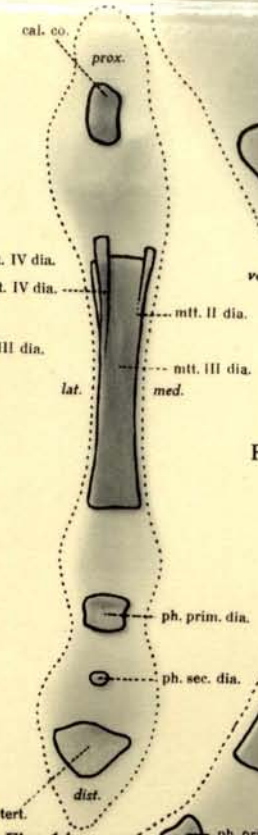


Fig. 14

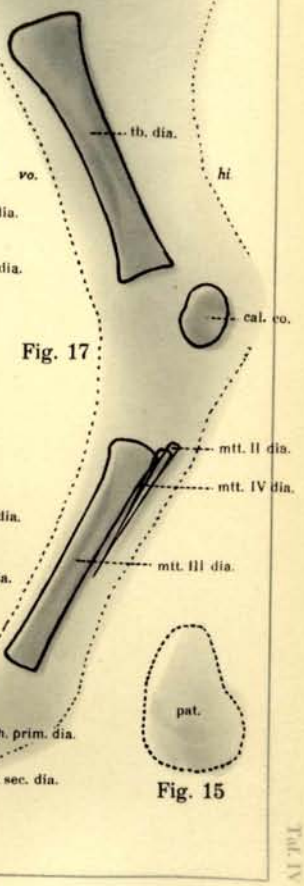


Fig. 17

Fig. 15

Reproduzirt Gebr. Frotz A. G. Zürich

Legende zu Tafel V

Pferd, bez. «Pf. Nr. 653», Embryo. «Pf. Nr. 610», Embryo.

Kopf-Steisslänge 50,5 cm
Geschlecht: männlich

Kopf-Steisslänge 62 cm
Geschlecht: männlich

Vorder- und Hinterextremitäten der obigen Embryonen exartikuliert und von Embryo Nr. 610 zerlegt.

Die Figg. 1 und 2 beziehen sich auf die Gliedmassen des Pferde-Embryo Nr. 653; die Figg. 3—9 auf den Pferde-Embryo Nr. 610.

(Pf. Nr. 653)

Fig. 1. Rechte Vorderextremität in toto. Innenseite auf Platte (Film Nr. 94).
Fig. 2. Rechte Hinterextremität in toto. Innenseite auf Platte (Film Nr. 94).

(Pf. Nr. 610)

Fig. 3. Rechte Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 23).
Fig. 4. Scapula der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 25).
Fig. 5. Metacarpus und Phalangen der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 25).
Fig. 6. Rechte Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 24).
Fig. 7. Patella der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 24).
Fig. 8. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 25).
*) **Fig. 9.** Distaler Teil des Metatarsus und Phalangen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 25).

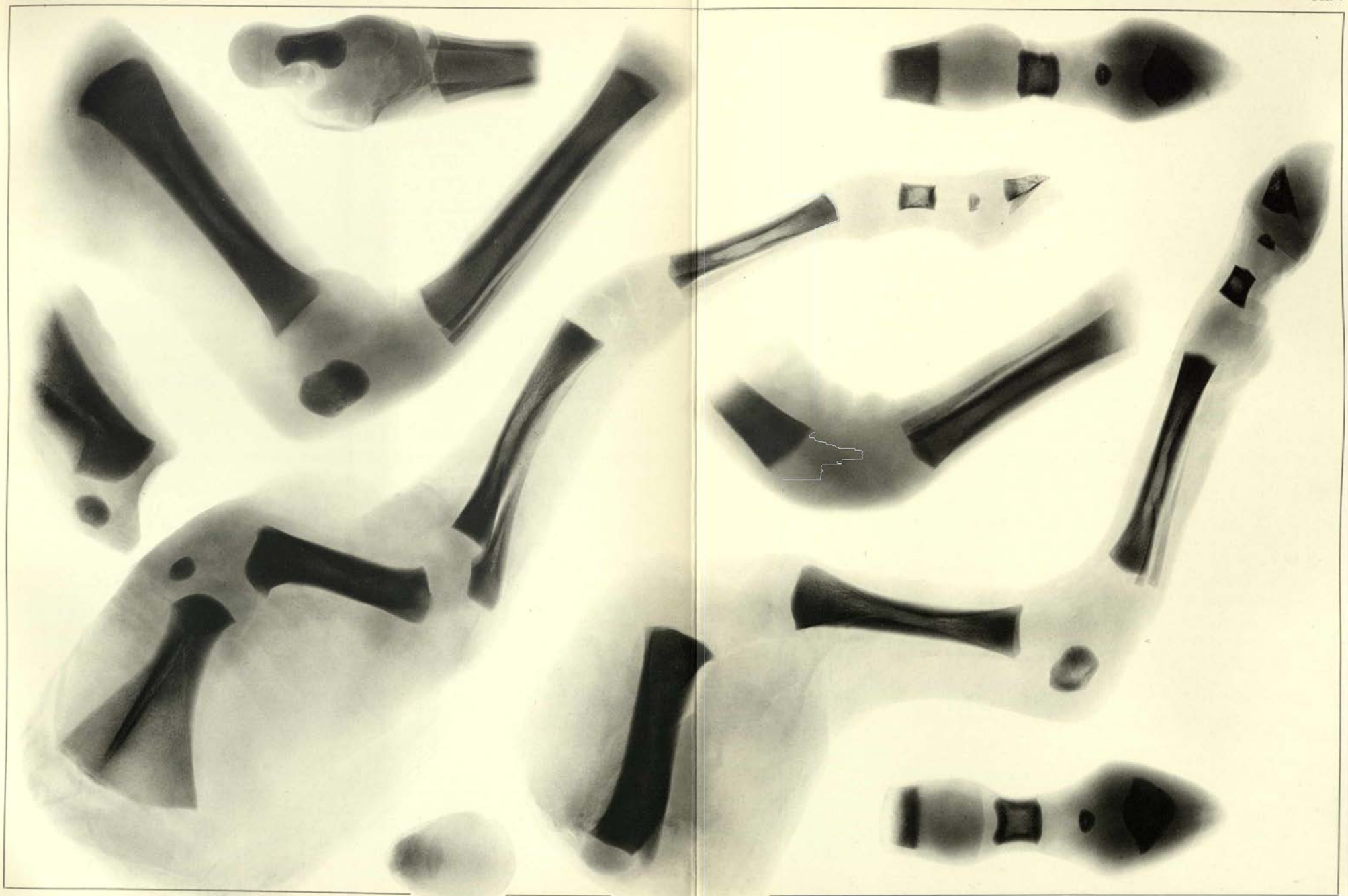
*) Die Figur gibt den Gliedmassenteil von der der Unterlage zugekehrten Filmseite wieder.

NB. Sämtliche Abbildungen geben die Objekte in natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

cal co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich

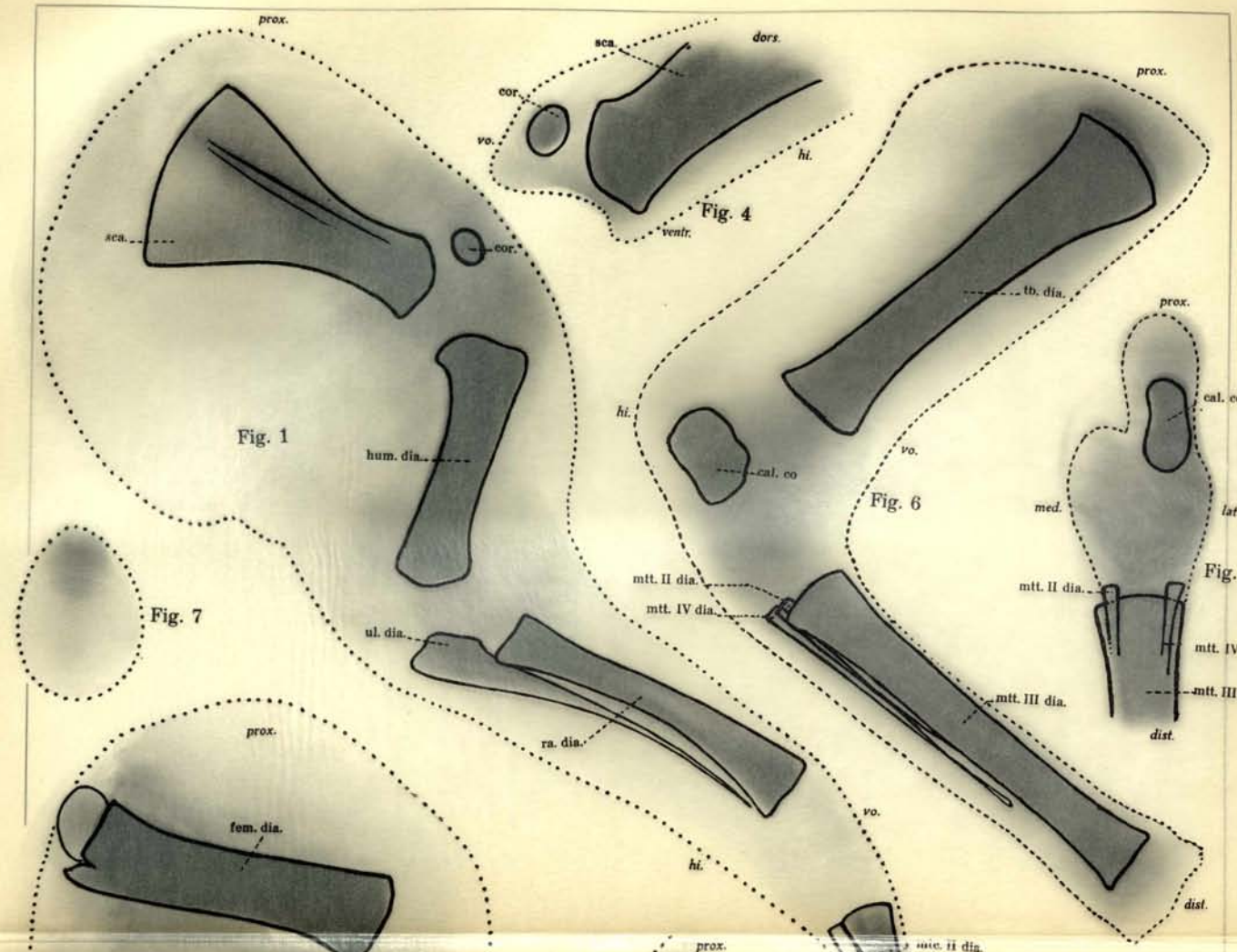


Fig. 1

Fig. 4

Fig. 6

Fig. 8

Fig. 7

Fig. 2

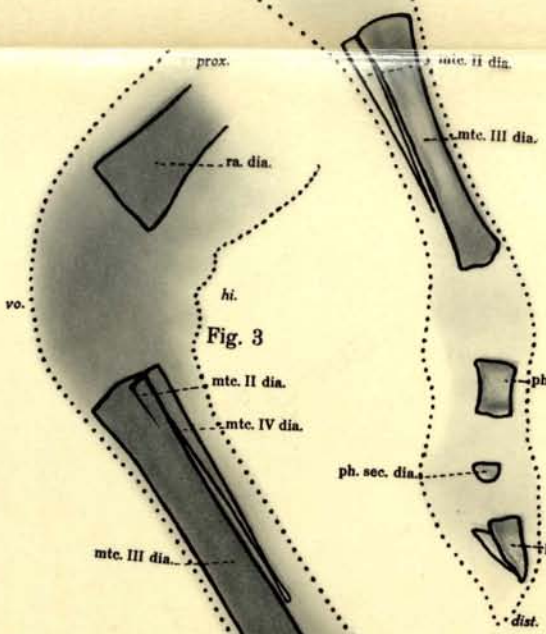


Fig. 3

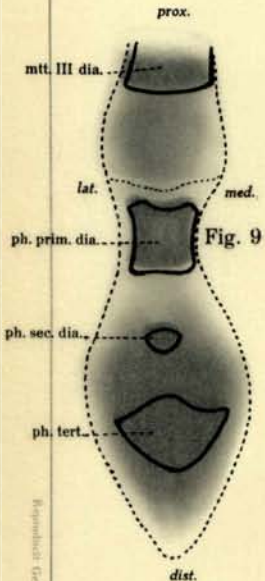


Fig. 9

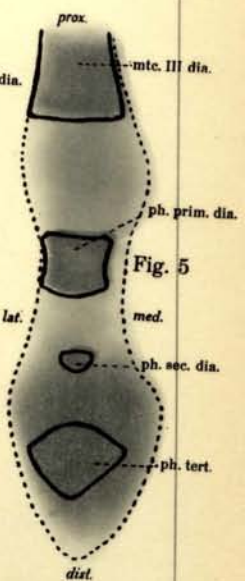


Fig. 5

Reprinted Grfc. Fers A. G. Zürich

Legende zu Tafel VI

Pferd, bez. «Pf. Nr. 667», Embryo.

Kopf-Steisslänge 67 cm
Geschlecht: männlich

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und zerlegt und in einzelnen Teilen wiedergegeben.

Fig. 1. Schulterblatt, Humerus, Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 2. Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 3. Linke Scapula im distalen Teil. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 4. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 5. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 6. Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 7. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 8. Femur und Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 9. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 10. Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 11. Femur der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 12. Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 13. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).
Fig. 14. Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 120).

NB. Sämtliche Figuren der Tafel geben die Objekte in $^1/_2$ natürlicher Grösse wieder.

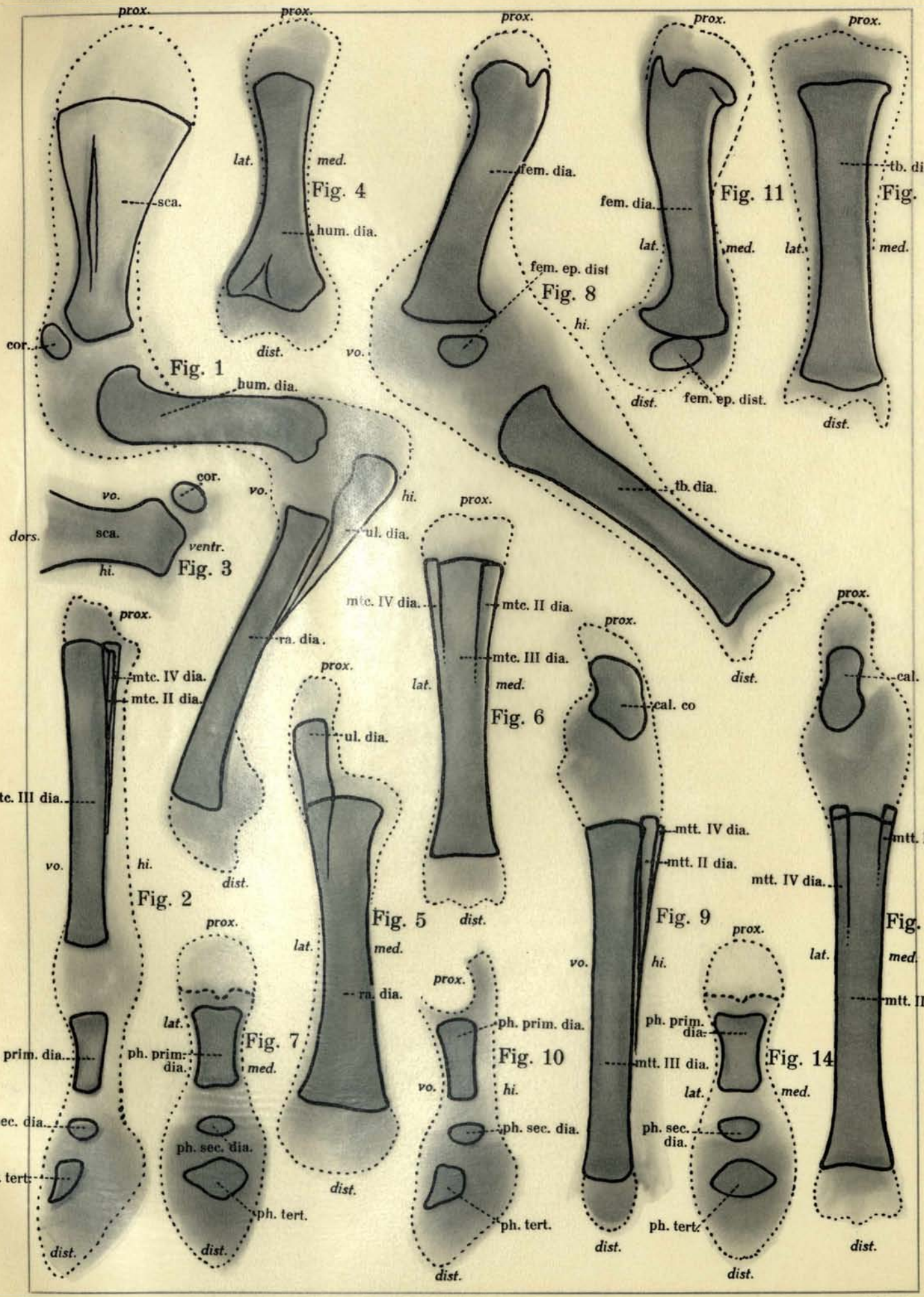
Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel VII

Pferd, bez. «Pf. Nr. 658»,

Kopf-Steisslänge (schätzungsweises Alter: ca. 40 Wochen)
Geschlecht: —

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und in einzelne Abschnitte zerlegt.

Die Figg. 1—14 beziehen sich auf Teile der Vorderextremität, die Figg. 15—31 auf Teile der Hinterextremität.

*) **Fig. 1.** Scapula der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 21).
*) **Fig. 2.** Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 21).
*) **Fig. 3.** Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 21).
*) **Fig. 4.** Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr 21).
*) **Fig. 5.** Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 21).
*) **Fig. 7.** Humerus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 20).
*) **Fig. 8.** Ulna Radius der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 20).
*) **Fig. 9.** Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 20).
*) **Fig. 10.** Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 20).
*) **Fig. 11.** Humerus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 22).
*) **Fig. 12.** Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 22).
*) **Fig. 13.** Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 22).
*) **Fig. 14.** Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 22).
*) **Fig. 15.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 19).
*) **Fig. 16.** Patella der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 19).
*) **Fig. 17.** Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 19).
*) **Fig. 18.** Tarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 19).
*) **Fig. 19.** Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 19).
*) **Fig. 20.** Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 19).
*) **Fig. 21.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
*) **Fig. 22.** Patella der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
*) **Fig. 23.** Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
*) **Fig. 24.** Tarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
*) **Fig. 25.** Metatarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
*) **Fig. 26.** Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
*) **Fig. 27.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 18).
*) **Fig. 28.** Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 18).
*) **Fig. 29.** Tarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 18).
*) **Fig. 30.** Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 18).
*) **Fig. 31.** Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 18).

*) Sämtliche Figuren geben die Extremitätenteile von der der Unterlage zugekehrten Filmseite wieder.

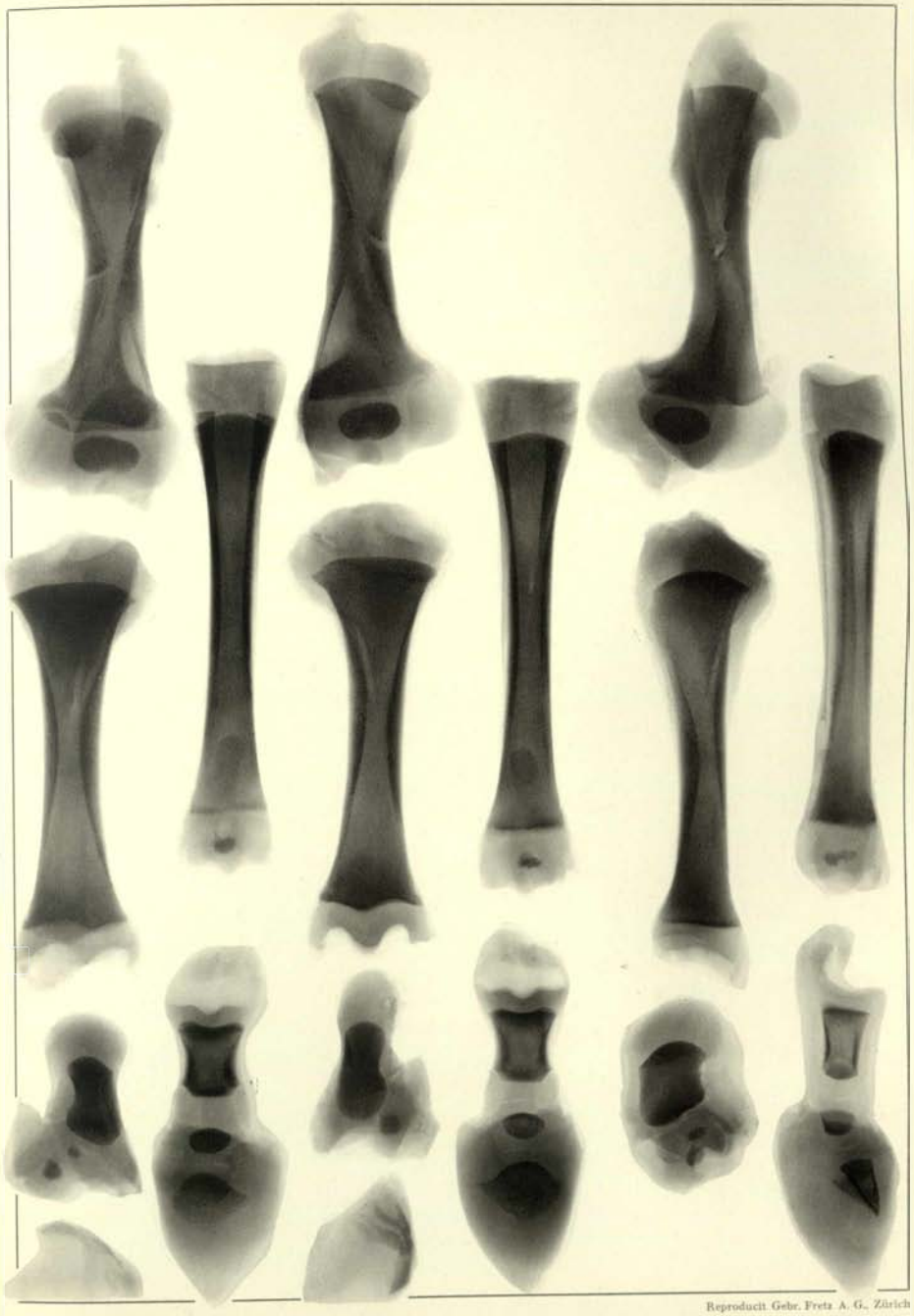
NB. Sämtliche Abbildungen geben die Objekte in 1/2 natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

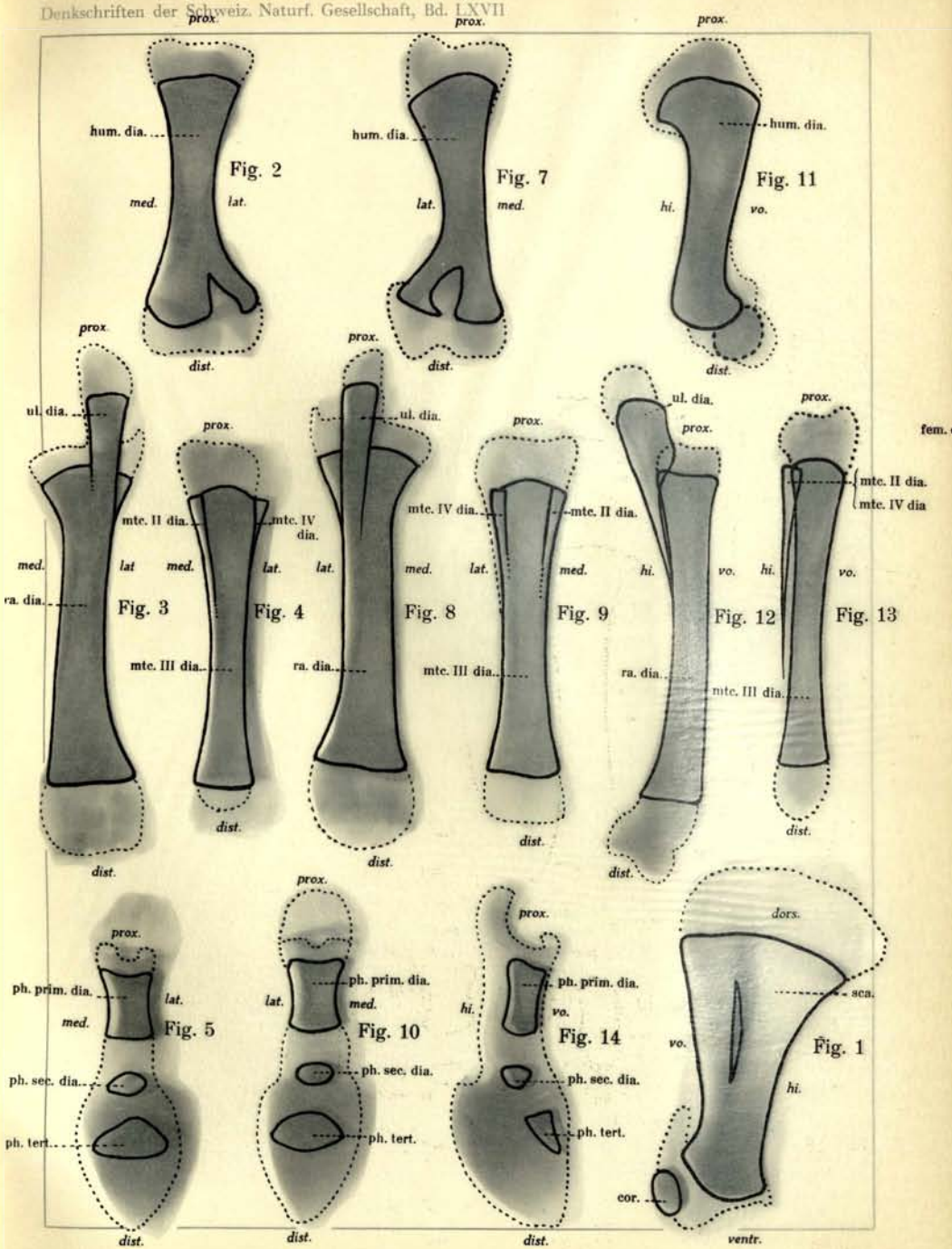
prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

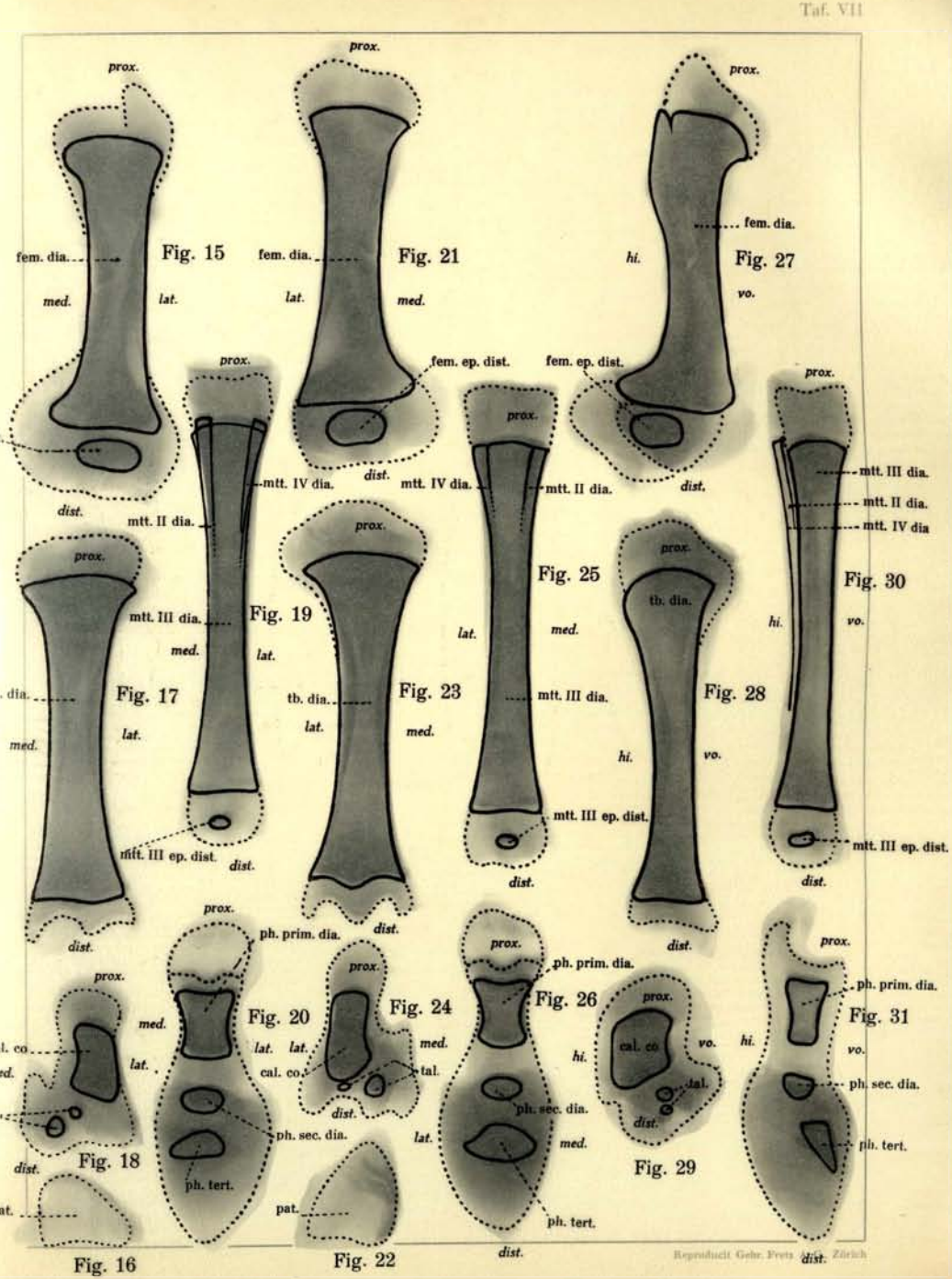
cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproduit Gebr. Frets, Zürich

Legende zu Tafel VIII

Pferd, bez. «Pf. Nr. 518», Embryo.

Kopf-Steisslänge 74 cm
Geschlecht: männlich

Einzelne Teile der zerlegten Vorder- und Hintergliedmasse.

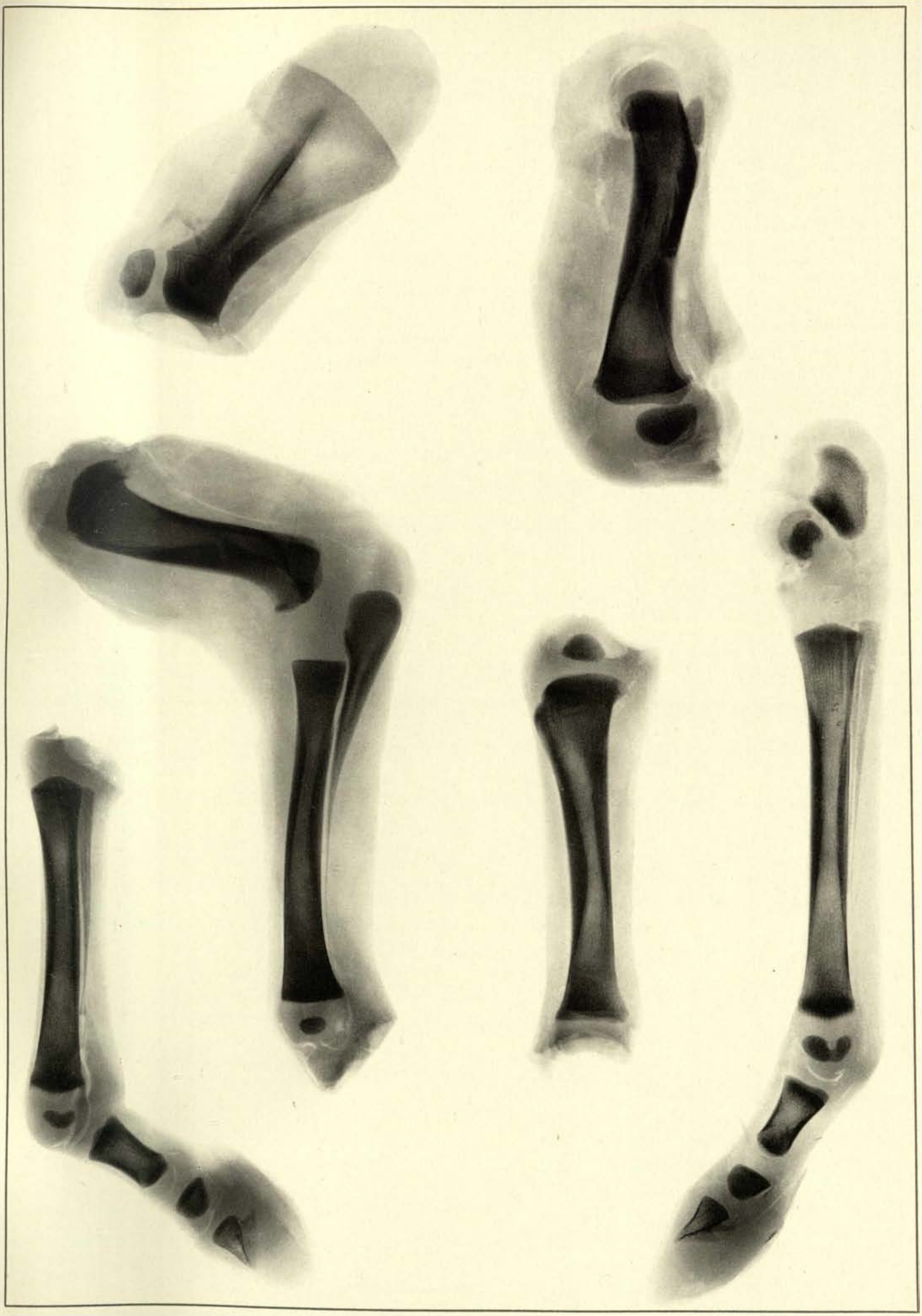
Fig. 1. Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 142).
Fig. 2. Humerus, Ulna/Radius und proximale Partie des Carpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 142).
Fig. 3. Distale Partie des Carpus, Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 142).
Fig. 4. Femurknochen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 143).
Fig. 5. Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 143).
Fig. 6. Tarsus, Metatarsus und Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 146).

NB. Sämtliche Abbildungen geben die einzelnen Teile der zerlegten Gliedmassen in $^1/_2$ natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

cal. co.	= Calcaneus, Körper
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

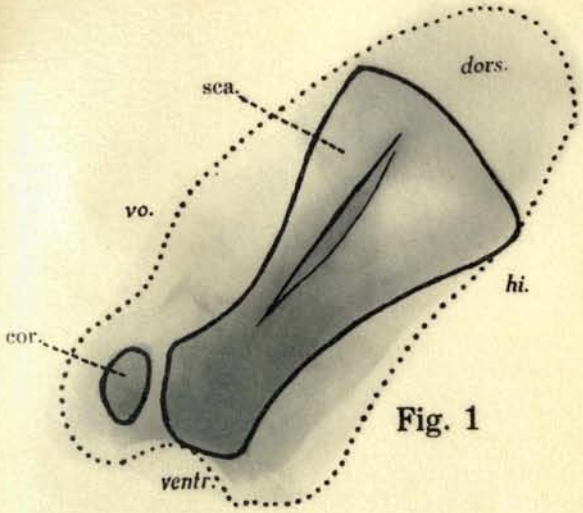


Fig. 1

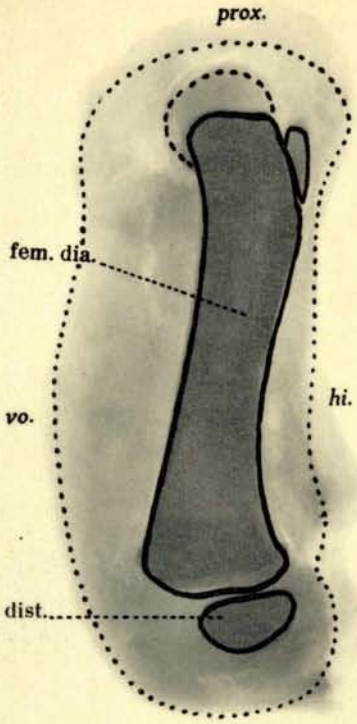


Fig. 4

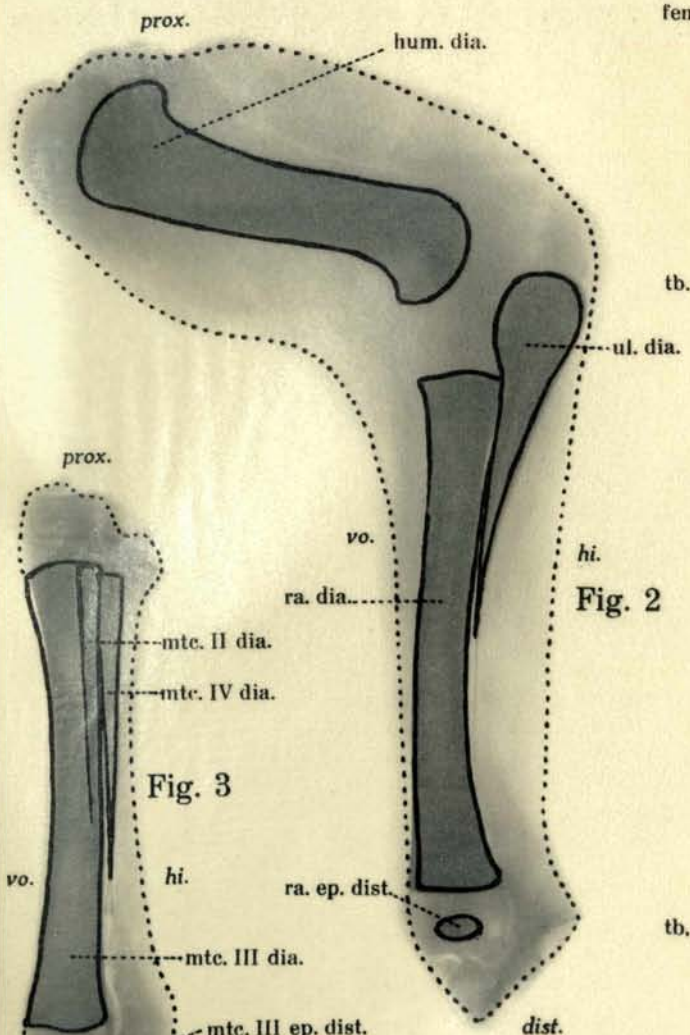


Fig. 2

Fig. 3

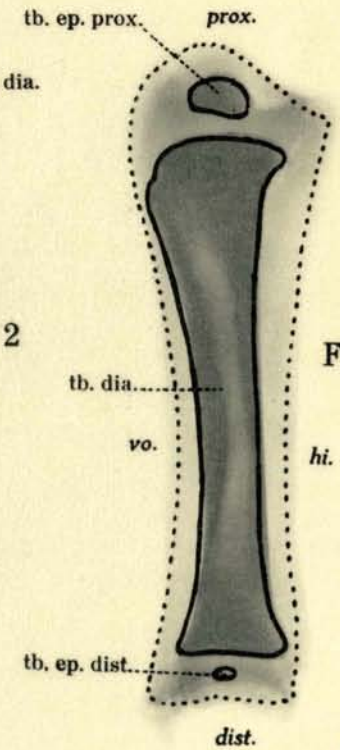


Fig. 5

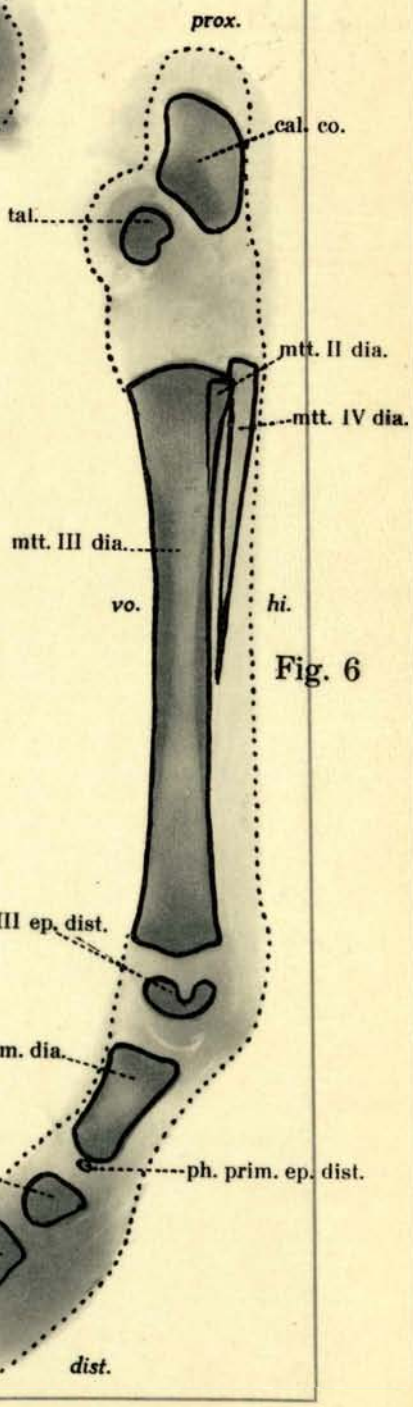


Fig. 6

Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel IX

Pferd, bez. «Pf. Nr. 670».

Kopf-Steisslänge 79 cm
Geschlecht: männlich

Vorder- und Hinterextremitäten exartikuliert und in einzelne Abschnitte zergliedert.

Figg. 1—15 beziehen sich auf die Schulter-, Figg. 16—28 auf die Beckengliedmasse.

Fig. 1. Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 2. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 3. Ulna Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 4. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 5. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 6. Humerus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 7. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 8. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 9. Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 10. Humerus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 11. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 12. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 13. Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 14. Proximale Lage des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 15. Distale Lage des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 16. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 17. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 18. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 19. Phalangen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 20. Patella der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 68).
Fig. 21. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 69).
Fig. 22. Tibia der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 69).
Fig. 23. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 69).
Fig. 24. Phalangen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 69).
Fig. 25. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 70).
Fig. 26. Tibia der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 70).
Fig. 27. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 70).
Fig. 28. Phalangen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 70).

NB. Sämtliche Abbildungen geben die einzelnen Teile der zerlegten Gliedmassen in $^1/_2$ natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

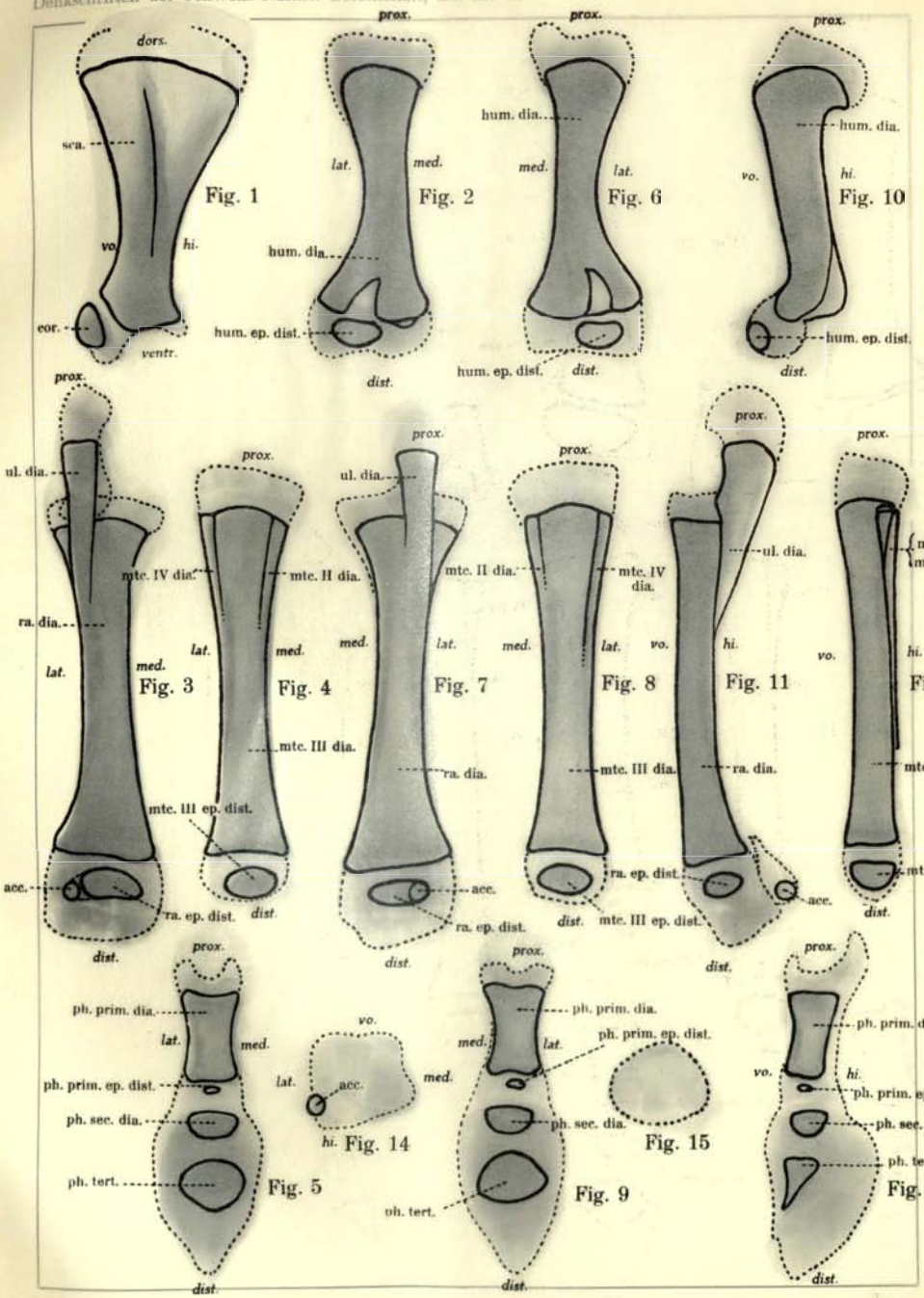
prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

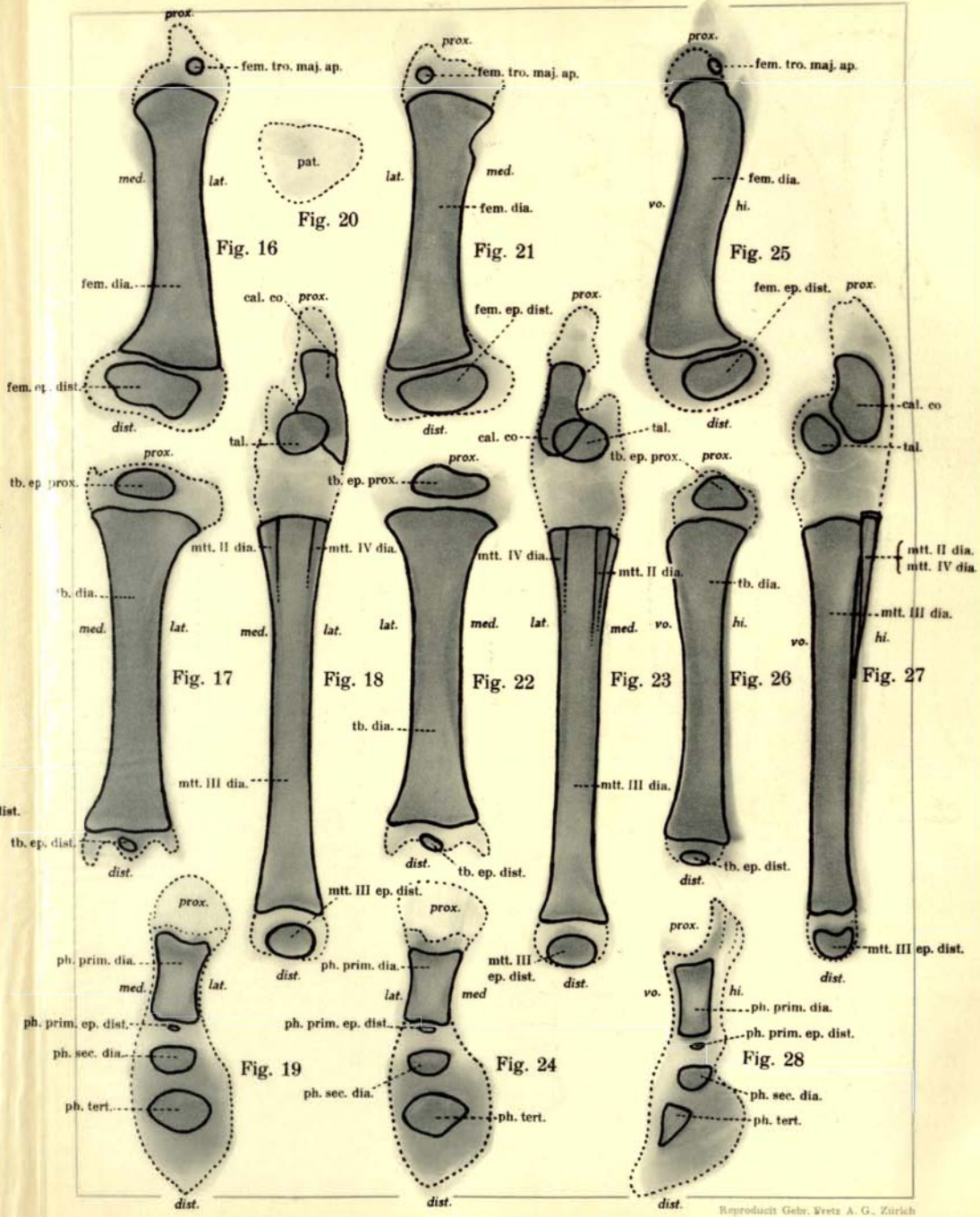
acc.	= Accessorium
cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist.	Humerus, distale Epiphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	Metatarsale III, distale Epiphyse
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Miltelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel X

Pferd, bez. «Pf. Nr. 661», Embryo.

Kopf-Steisslänge 84 cm
Geschlecht: männlich

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und in einzelne Abschnitte zerlegt.

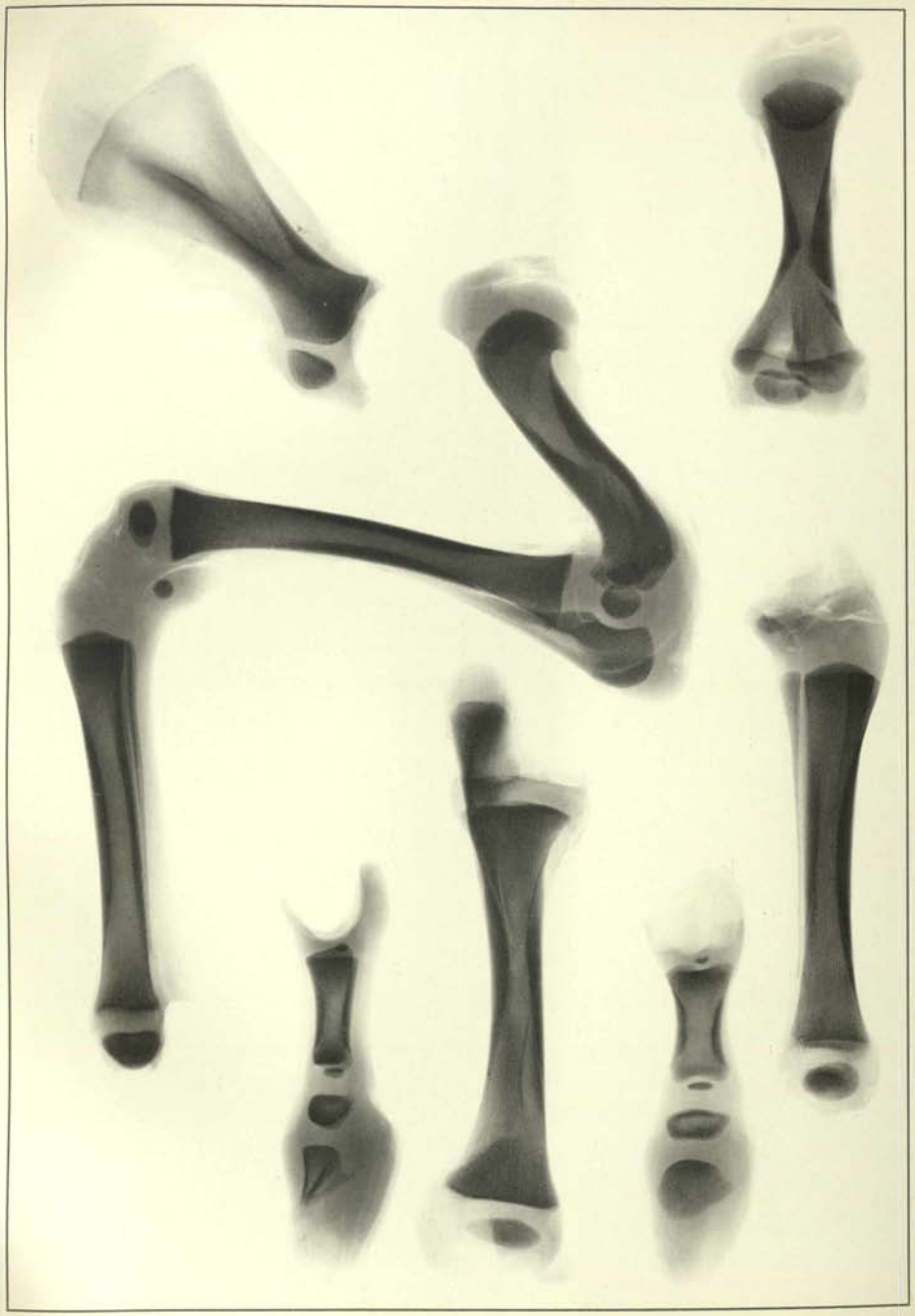
Fig. 1. Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 121).
Fig. 2. Humerus, Ulna/Radius, Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 121).
Fig. 3. Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 121).
Fig. 4. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 5. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 6. Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 7. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 8. Femurknochen und Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 122).
Fig. 9. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 122).
Fig. 10. Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 122).
Fig. 11. Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 12. Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 13. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).
Fig. 14. Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 123).

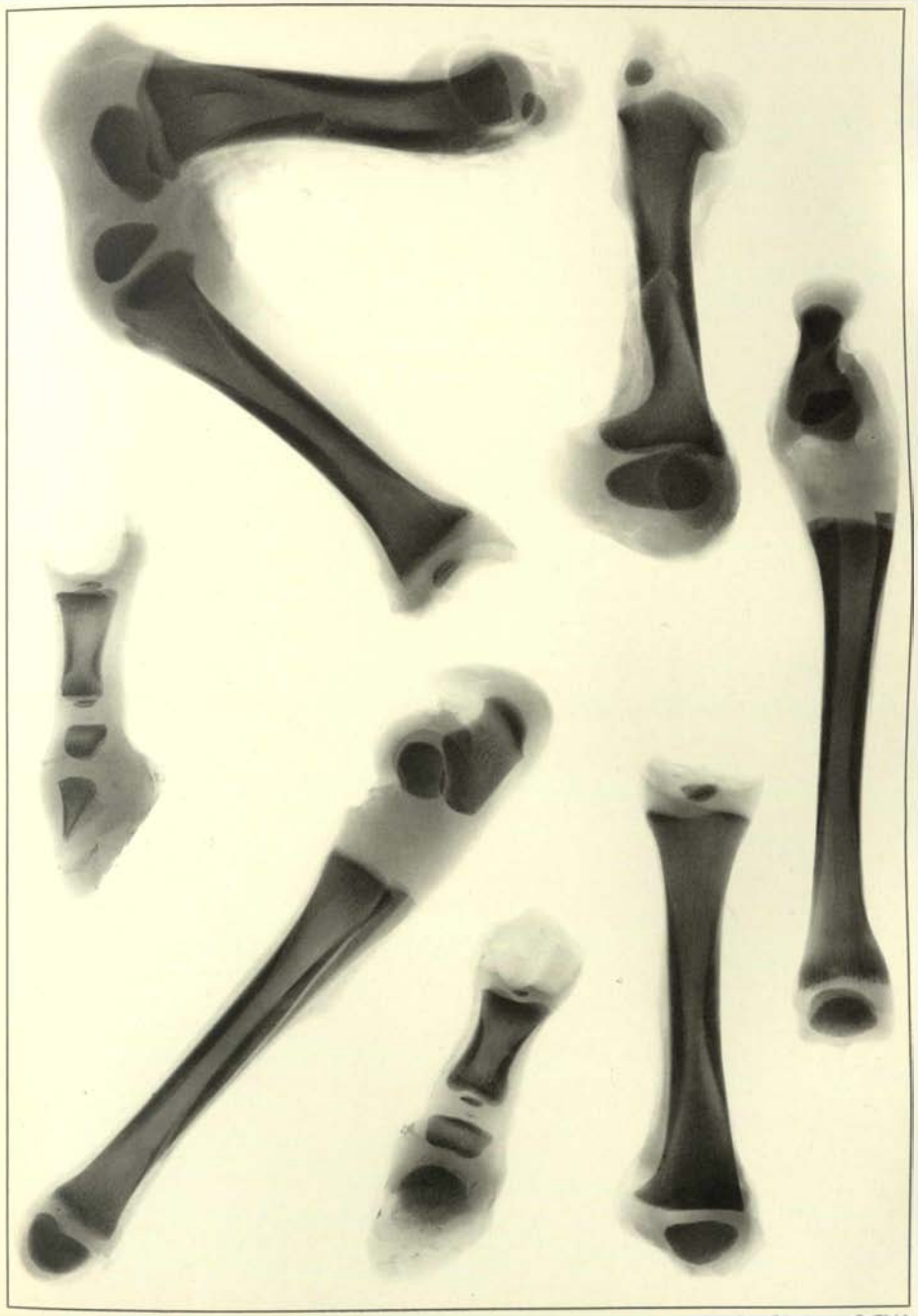
NB. Sämtliche Figuren geben die Gliedmassenteile in $^1/_2$ natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

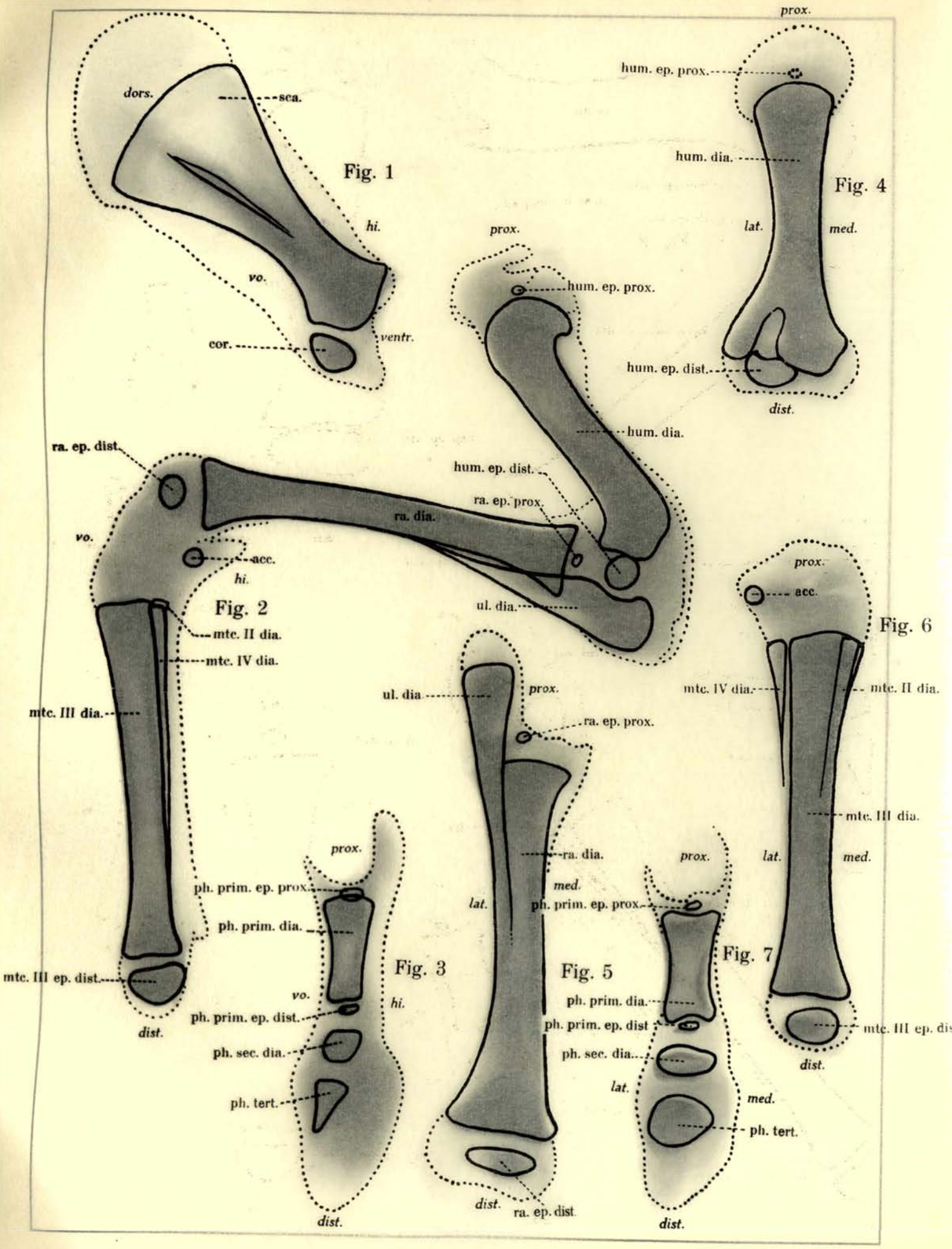
prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

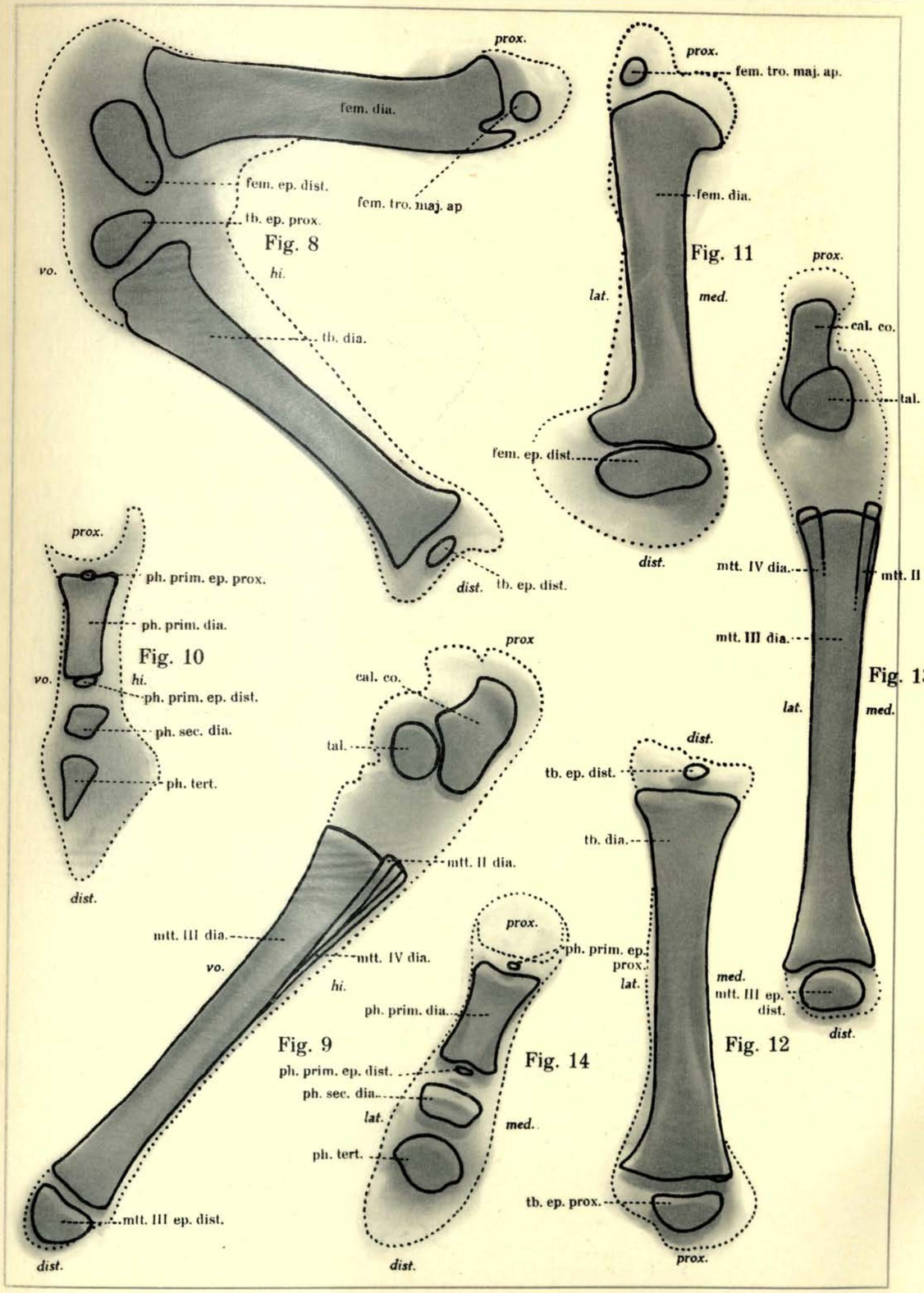
acc.	= Accessorium	mtt. IV dia.	Metatarsale IV, Diaphyse
cal. co.	= Calcaneus, Körper	mtt. III ep. dist.	Metatarsale III, distale Epiphyse
cor.	= Coracoid	ph. prim. dia.	Grundphalanx, Diaphyse
fem. dia.	= Femur, Diaphyse	ph. prim. ep. dist.	Grundphalanx, distale Epiphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse	ph. prim. ep. prox.	Grundphalanx, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse	ph. sec. dia.	Mittelphalanx, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse	ph. tert.	Endphalanx
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse	ra. dia.	Radius Diaphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse	ra. ep. dist.	Radius, distale Epiphyse
(hum. tub. maj. ap.)	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse	ra. ep. prox.	Radius, proximale Epiphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse	sca.	= Scapula
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse	tal.	Talus
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse	tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse	tb. ep. dist.	Tibia, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse	tb. ep. prox.	Tibia, proximale Epiphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse	ul. dia.	= Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XI

Pferd, bez. «Pf. Nr. 666».

Kopf-Steisslänge ca. 79 cm

Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und in einzelne Abschnitte zerlegt.

Fig. 1. Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 58).

Fig. 2. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 58).

Fig. 3. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 58).

Fig. 4. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 58).

Fig. 5. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 58).

Fig. 6. Humerus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 59).

Fig. 7. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 59).

Fig. 8. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 59).

Fig. 9. Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 59).

Fig. 10. Knorpelzone des Carpus der linken Vorderextremität. Obere proximale Partie der Gewebescheibe, distale Fläche auf Platte (Film Nr. 61).

Fig. 11. Das nämliche wie auf Fig. 10, jedoch proximale Fläche der Knorpelplatte auf der Unterlage (Film Nr. 62).

Fig. 12a und **12b.** Die beiden übereinanderliegenden Knorpelplatten (proximal und distal gelegene Platte) des Carpus der linken Vorderextremität einzeln geröntgt. **Fig. 12a** gibt die proximal gelegene, **Fig. 12b** die distal gelegene Platte wieder. Beide Gewebeplatten liegen mit den distalen Grundflächen der Unterlage auf (Film Nr. 63).

Fig. 13. Humerus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 60).

Fig. 14. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 60).

Fig. 15. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 60).

Fig. 16. Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 60).

Fig. 17. Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 55).

Fig. 18. Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 55).

Fig. 19. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 55).

Fig. 20. Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 55).

Fig. 21. Femurknochen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 56).

Fig. 22. Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 56).

Fig. 23. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 56).

Fig. 24. Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte. (Film Nr. 56).

Fig. 25. Femurknochen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 57).

Fig. 26. Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 57).

Fig. 27. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 57).

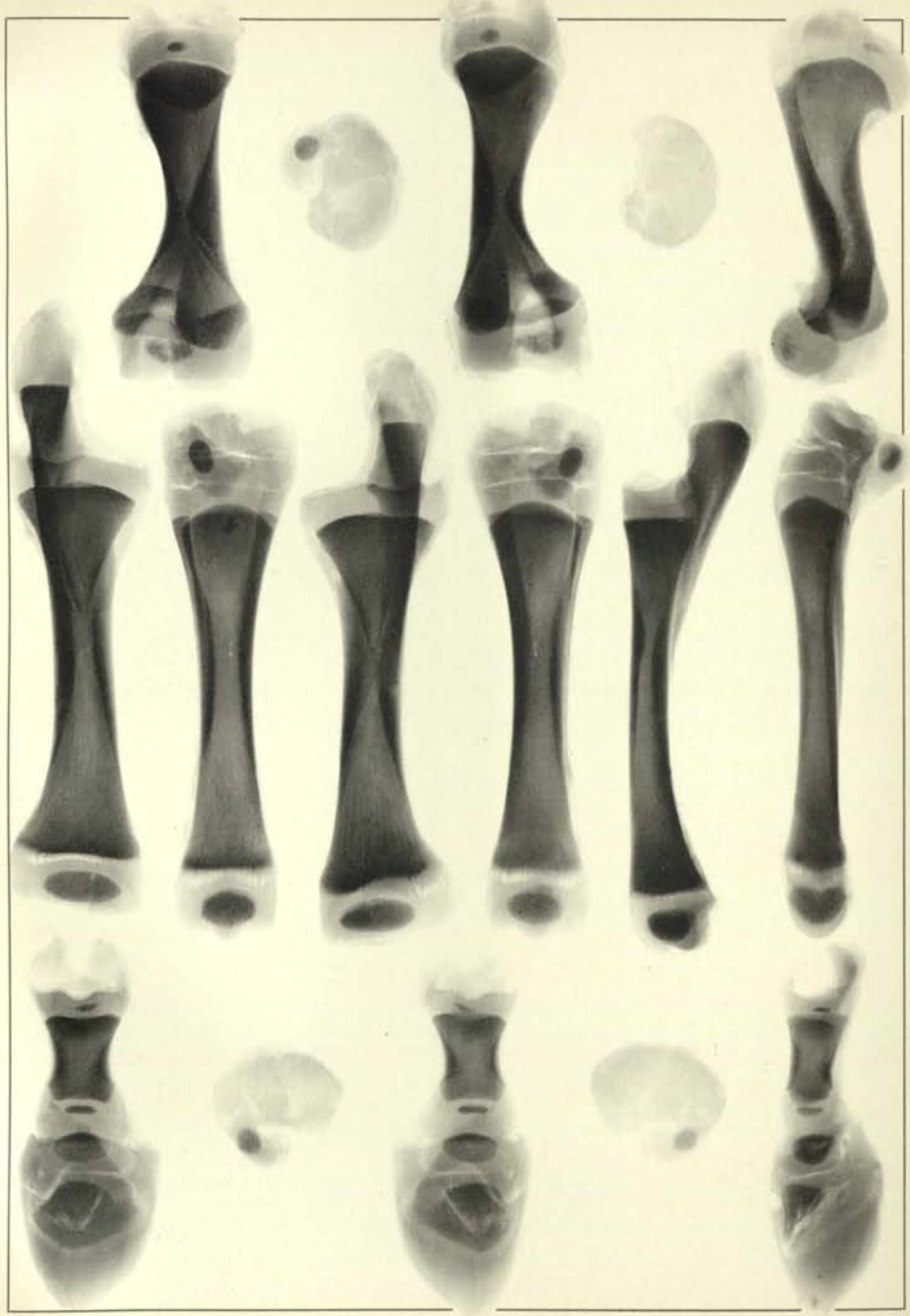
Fig. 28. Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 57).

NB. Sämtliche Abbildungen geben die reproduzierten Gliedmassenteile in 1/2 natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

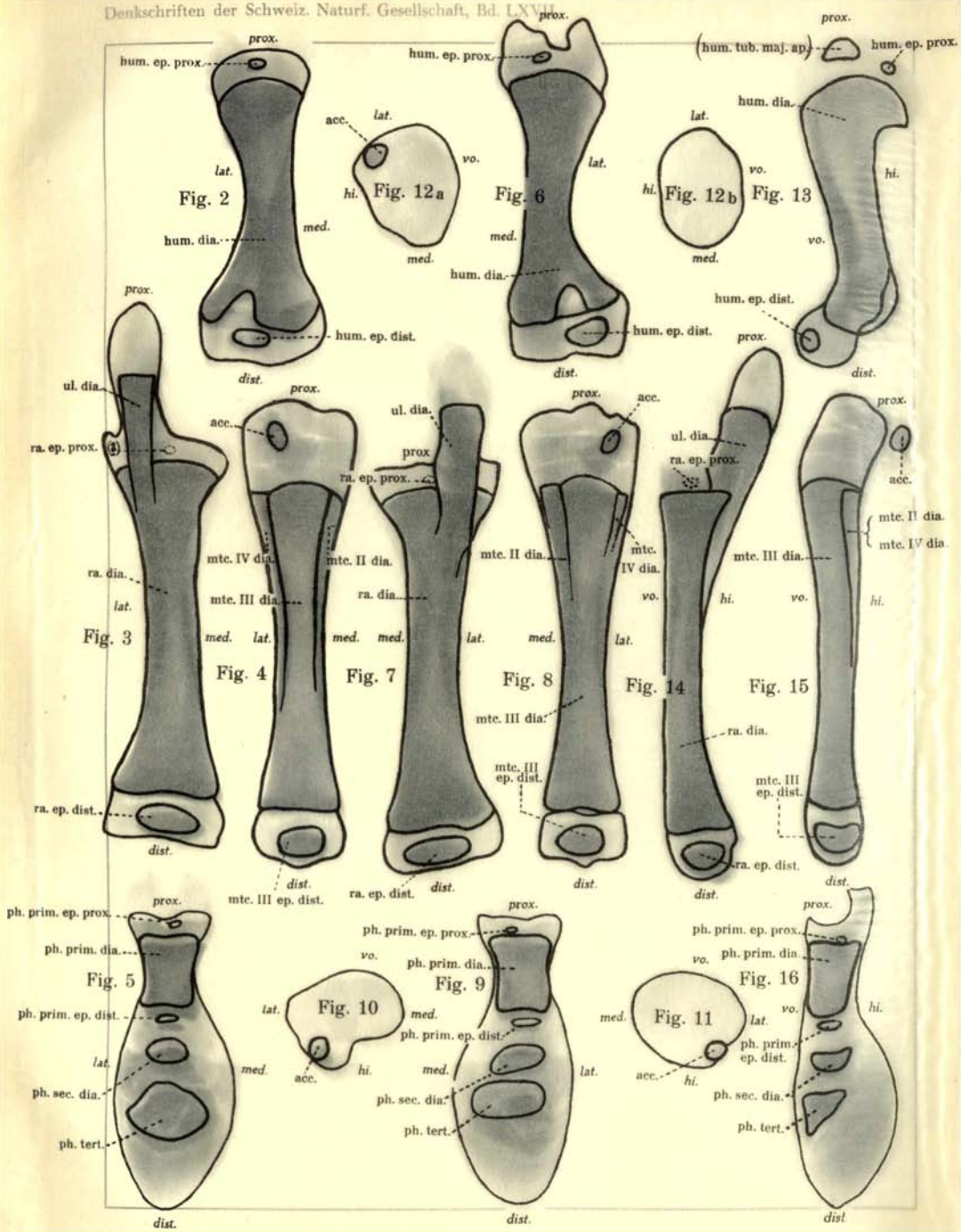
prox. = proximal | *vo.* = vorn | *lat.* = lateral | *dors.* = dorsal
dist. = distal | *hi.* = hinten | *med.* = medial | *ventr.* = ventral

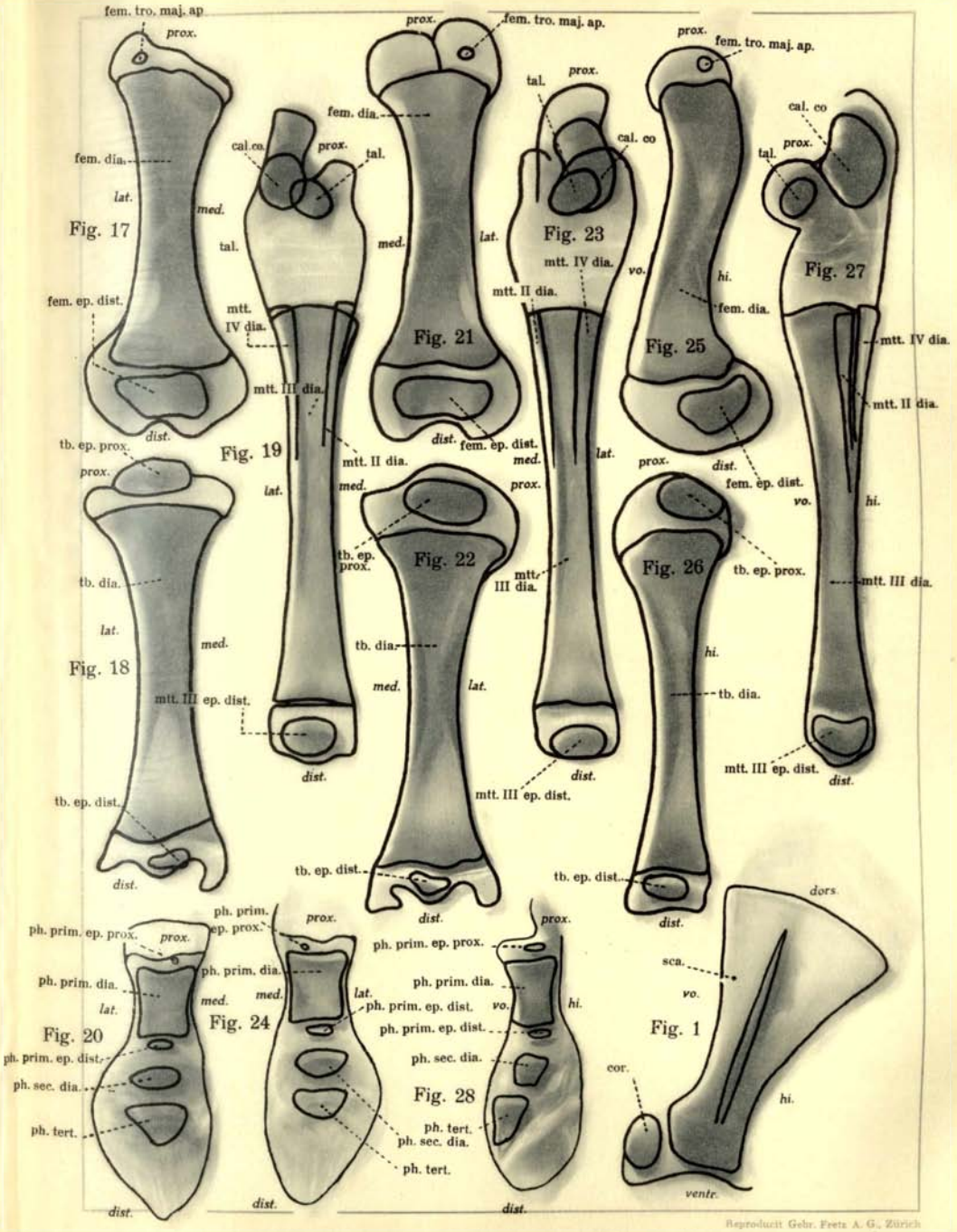
acc. = Accessorium
cal. co. = Calcaneus, Körper
cor. = Coracoid
fem. dia. = Femur, Diaphyse
fem. ep. dist. = Femur, distale Epiphyse
fem. tro. maj. ap. = Femur, Trochanter major, Apophyse
hum. dia. = Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist. = Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox. = Humerus proximale Epiphyse
(hum.tub.maj.ap. = Humerus,Tuberculum majus,Apophyse)
mtc. II dia. = Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia. = Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia. = Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist. = Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia. = Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia. = Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia. = Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist. = Metatarsale III, distale Epiphyse
ph. prim. dia. = Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist. = Grundphalanx, distale Epiphyse
ph.prim.ep.prox. = Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia. = Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert. = Endphalanx
ra. dia. = Radius, Diaphyse
ra. ep. dist. = Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox. = Radius, proximale Epiphyse
sca. = Scapula
tal. = Talus
tb. dia. = Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist. = Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox. = Tibia, proximale Epiphyse
ul. dia. = Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XII

Pferd, bez. «Pf. Nr. 544»

Kopf-Steisslänge 86 cm
Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und in einzelne Abschnitte zerlegt.

Fig. 1. Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 124).
Fig. 2. Humerus, Ulna/Radius und proximale Reihe der Carpalknochenanlage der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 124).
Fig. 3. Distale Reihe der Knochenanlage des Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 124).
Fig. 4. Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 124).
Fig. 5. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 125).
Fig. 6. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 126).
Fig. 7. Radius und proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus. Radius exkl. proximale Epiphyse und Ulna der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 126).
Fig. 8. Distale Reihe der Carpalknochenanlagen und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 126).
Fig. 9. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 126).
Fig. 10. Proximale Reihe der Knochenanlagen der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebeplatte auf Film (Film Nr. 132).
Fig. 11. Distale Reihe der Knochenanlagen der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebeplatte auf Film (Film Nr. 132).
Fig. 12. Radius der linken Vorderextremität (Ulna nicht vorhanden) und proximale Reihe der Carpalknochenanlagen. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 130).
Fig. 13. Proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der linken Vorderextremität. Proximale Fläche auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 14. Distale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der rechten Vorderextremität. Proximale Fläche auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 15. Humerus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 16. Radius der linken Vorderextremität und proximale Reihe der Carpalknochenanlagen. Aussenseite auf Platte (Film Nr 129).
Fig. 17. Metacarpus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 18. Phalangen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 19. Femurknochen und Tibia der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 127).
Fig. 20. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 127).
Fig. 21. Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 128).
Fig. 22. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 128).
Fig. 23. Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 131).
Fig. 24. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 131).
Fig. 25. Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 131).
Fig. 26. Querschnitt durch den Tarsus, linke Hinterextremität. Proximale Reihe der Knochenanlagen. Gewebescheibe mit distaler Fläche auf Platte (Film Nr. 132).
Fig. 27. Querschnitt durch den Tarsus der linken Hinterextremität. Distale Reihe der Knochenanlagen. Gewebescheibe mit distaler Fläche auf Platte (Film Nr. 132).

NB. Sämtliche Abbildungen geben die betreffenden Gliedmassenteile in $^1/_2$ natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

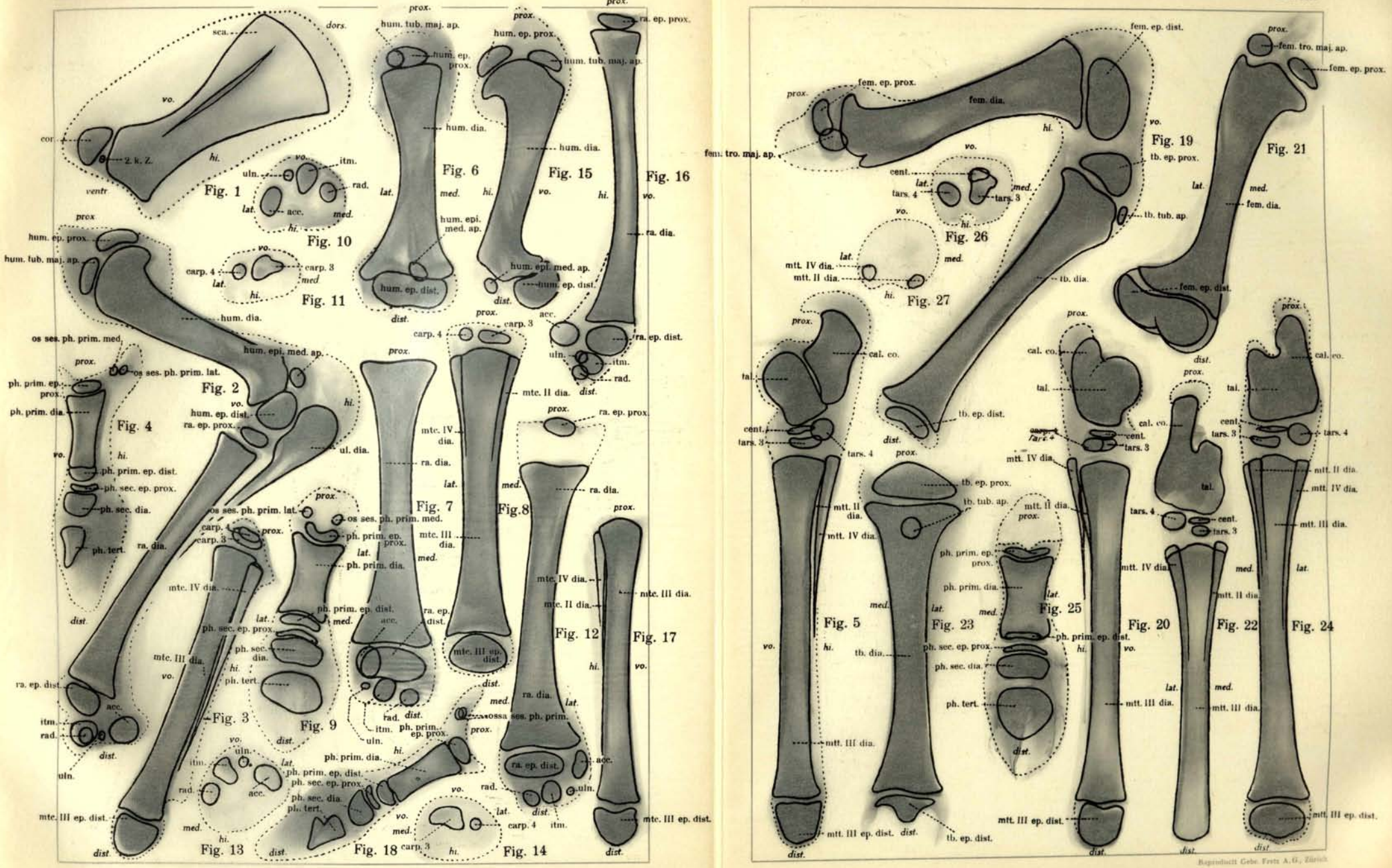
prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial
dors. = dorsal
ventr. = ventral

acc. = Accessorium
cal. co. = Calcaneus, Körper
carp. 3 = Carpale 3
carp. 4 = Carpale 4
cent. = Centrale (os centrale)
cor. = Coracoid
fem. dia. = Femur, Diaphyse
fem. ep. dist. = Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox. = Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap. = Femur, Trochanter major, Apophyse
hum. dia. = Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist. = Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox. = Humerus, proximale Epiphyse
hum. epi. med. ap. = Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse
hum. tub. maj ap. = Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
itm. = Intermediale
mtc. II dia. = Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia. = Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia. = Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist. = Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia. = Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia. = Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia. = Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist. = Metatarsale III, distale Epiphyse
os. ses. ph. prim. lat. = Os sesamoideum phalangis primae laterale
os. ses. ph. prim. med. = Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim. = Ossa sesamoidea phalangis primae
ph. prim. dia. = Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist = Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox. = Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia. = Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox. = Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert. = Endphalanx
rad. = Radiale
ra. dia. = Radius, Diaphyse
ra. ep. dist. = Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox. = Radius, proximale Epiphyse
sca. = Scapula
tal. = Talus
tars. 3 = Tarsale 3
tars. 4 = Tarsale 4
tb. dia. = Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist. = Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox. = Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap. = Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia. = Ulna, Diaphyse
uln. = Ulnare
2. k. Z. = 2. Kern im Zonoskelett





Reproducit Gebr. Fretz A.G., Zürich



Reproduktt Gebr. Fretz A.-G., Zürich

Legende zu Tafel XIII

Pferd, bez. «Pf. Nr. 660», Embryo.

Kopf-Steisslänge ca. 97 cm

Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und in einzelne Abschnitte zerlegt.

Die Figg. 1—15 beziehen sich auf die Vorder-, die Figg. 16—28 auf die Hinterextremität.

Fig. 1. Scapula der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 112).
Fig. 2. Humerus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 112).
Fig. 3. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 112).
Fig. 4. Metacarpus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 112).
Fig. 5. Phalangen der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 112).
Fig. 6. Humerus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 114).
Fig. 7. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 114).
Fig. 8. Metacarpus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 114).
Fig. 9. Phalangen der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 114).
Fig. 10. Proximale Reihe der Carpalknochenanlagen der rechten Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte Vorderkant der Platte nach oben gerichtet (Film Nr. 114).
Fig. 11. Distale Gewebeplatte des Carpus der rechten Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte, Vorderkant der Platte nach oben gerichtet (Film Nr. 114).
Fig. 12. Humerus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 113).
Fig. 13. Ulna/Radius und proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 113).
Fig. 14. Distale Reihe der Knochenanlagen des Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 113).
Fig. 15. Phalangen mit den Anlagen der oberen Sesambeine der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 113).
Fig. 16. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 105).
Fig. 17. Tibia der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 105).
Fig. 18. Patella der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 105).
Fig. 19. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 105).
Fig. 20. Phalangen der rechten Hinterextremität mit den beiden Anlagen der oberen Sesambeine. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 105).
Fig. 21. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 104).
Fig. 22. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 104).
Fig. 23. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 104).
Fig. 24. Phalangen der rechten Hinterextremität samt den beiden Anlagen der oberen Sesambeine. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 104).
Fig. 25. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 110).
Fig. 26. Tibia der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 110).
Fig. 27. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 110).
Fig. 28. Phalangen mit den aufeinander sich projizierenden verknöcherten Anlagen der oberen Sesambeine der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 111).

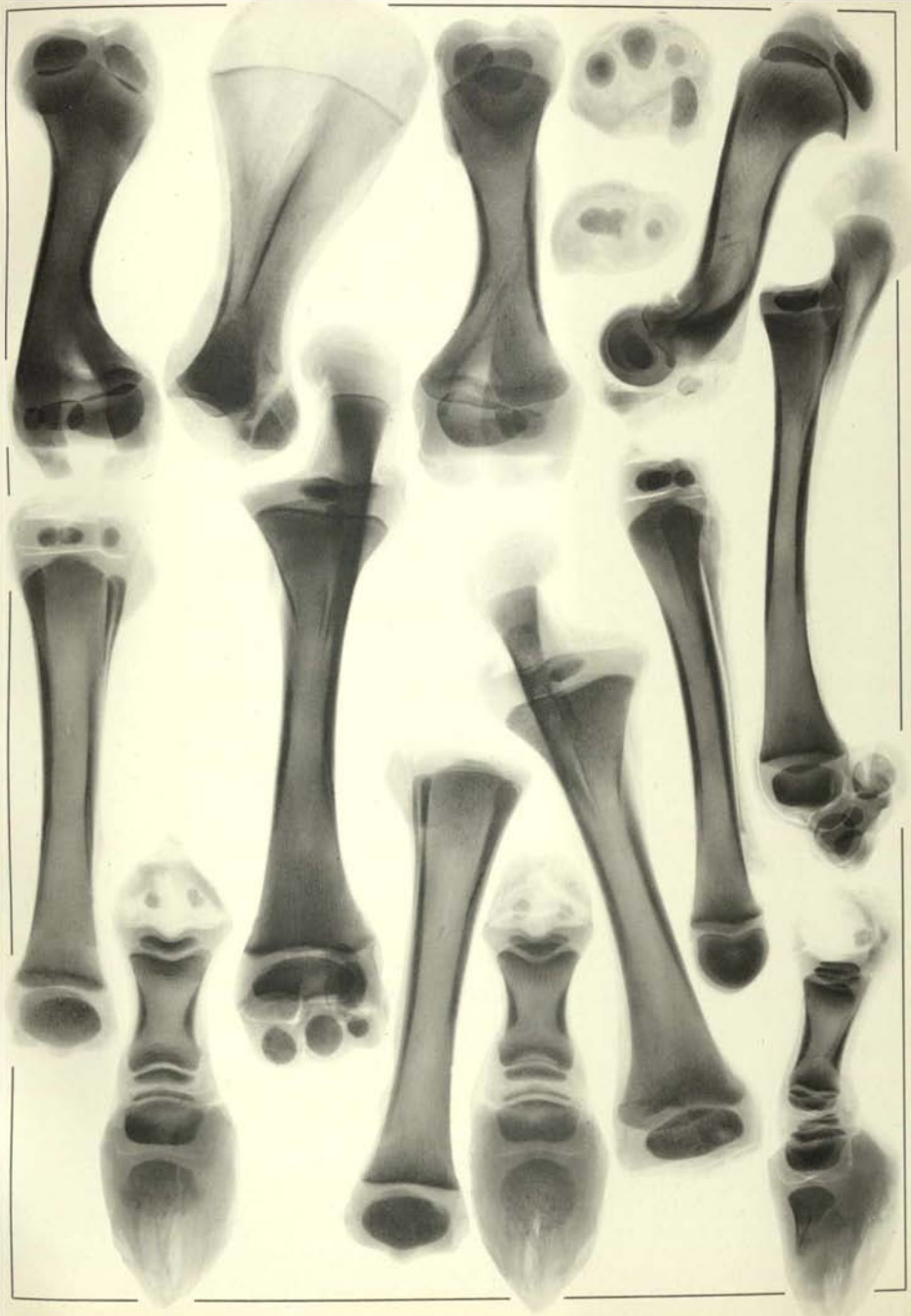
NB. Sämtliche Figuren geben die Knochen und Knochenanlagen der Extremitäten in $^1/_2$ natürlicher Grösse wieder.

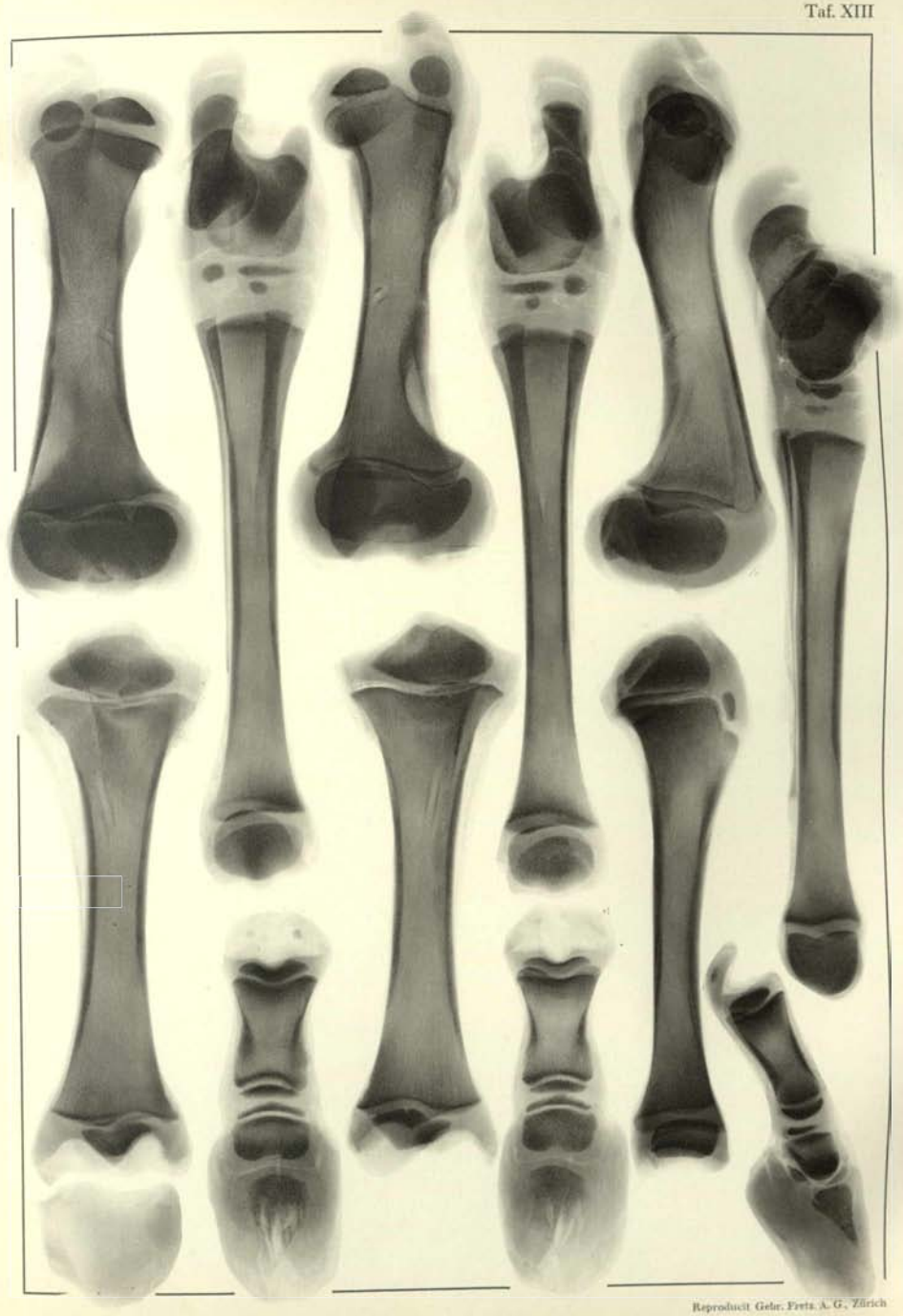
Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

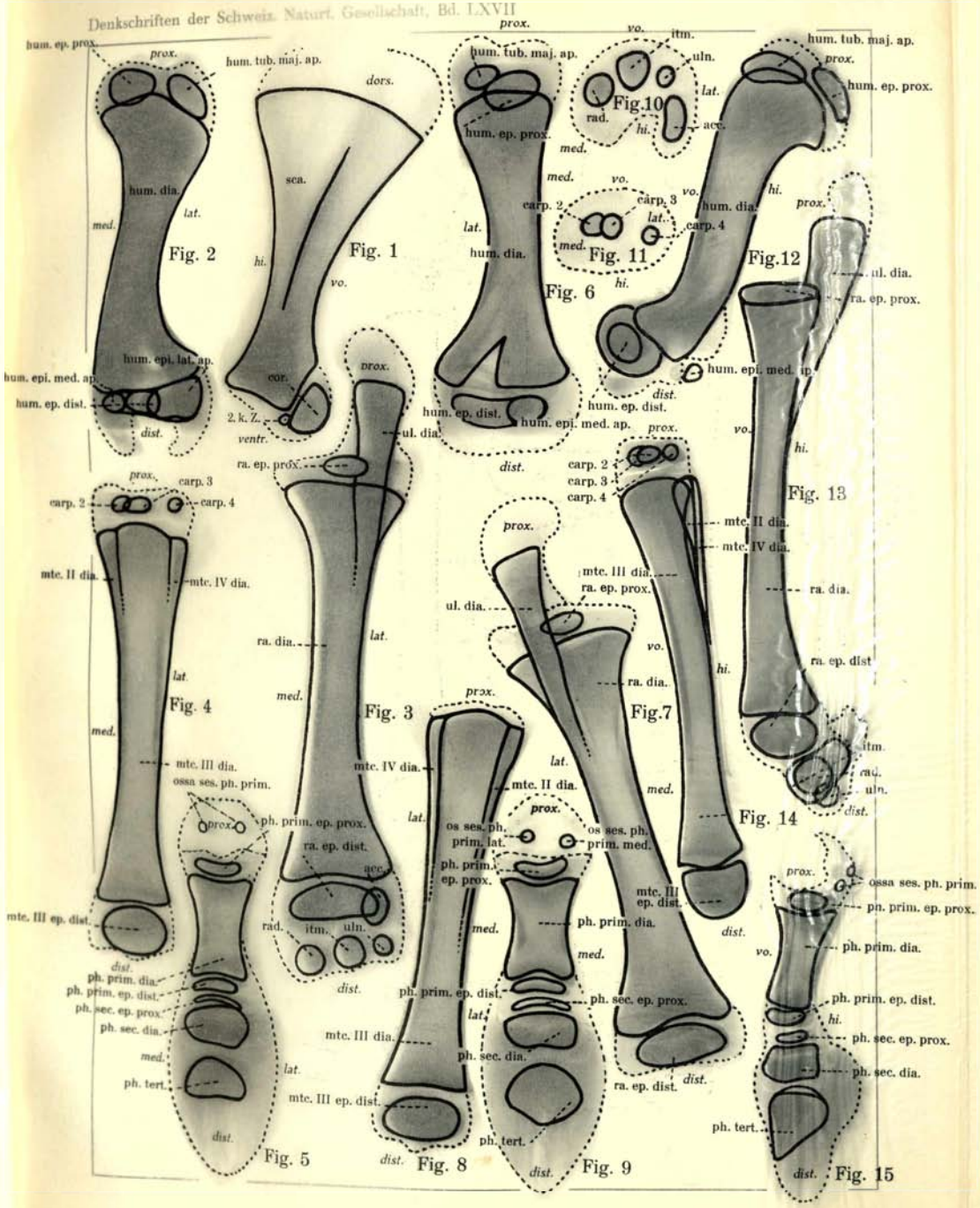
acc.	= Accessorium	mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
cal. co.	= Calcaneus, Körper	os ses. ph. prim. lat.	= Os sesamoideum phalangis primae laterale
carp. 2	= Carpale 2		
carp. 3	= Carpale 3	os ses. ph. prim. med.	= Os sesamoideum phalangis primae mediale
carp. 4	= Carpale 4		
cent.	= Centrale (os centrale)	ossa ses. ph. prim.	Ossa sesamoidea phalangis primae
cor.	= Coracoid		
fem. dia.	= Femur, Diaphyse	ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse	ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
fem. ep. prox.	= Femur, proximale Epiphyse	ph. prim. ep. prox.	= Grundphalanx, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse	ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse	ph. sec. ep. prox.	= Mittelphalanx, proximale Epiphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse		
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse	ph. tert.	= Endphalanx
hum. epi. lat. ap.	= Humerus, Epicondylus lateralis, Apophyse	rad.	= Radiale
		ra. dia.	= Radius, Diaphyse
hum. epi. med. ap.	= Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse	ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
		ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse	sca.	= Scapula
		tal.	= Talus
itm.	= Intermediale	tars. 3	= Tarsale 3
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse	tars. 4	= tarsale 4
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse	tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse	tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse	tb. ep. prox.	Tibia, proximale Epiphyse
		tb. tub. ap.	Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
mtt. II dia.	= Metatarsale II. Diaphyse		
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse	ul. dia.	= Ulna, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse	uln.	= Ulnare

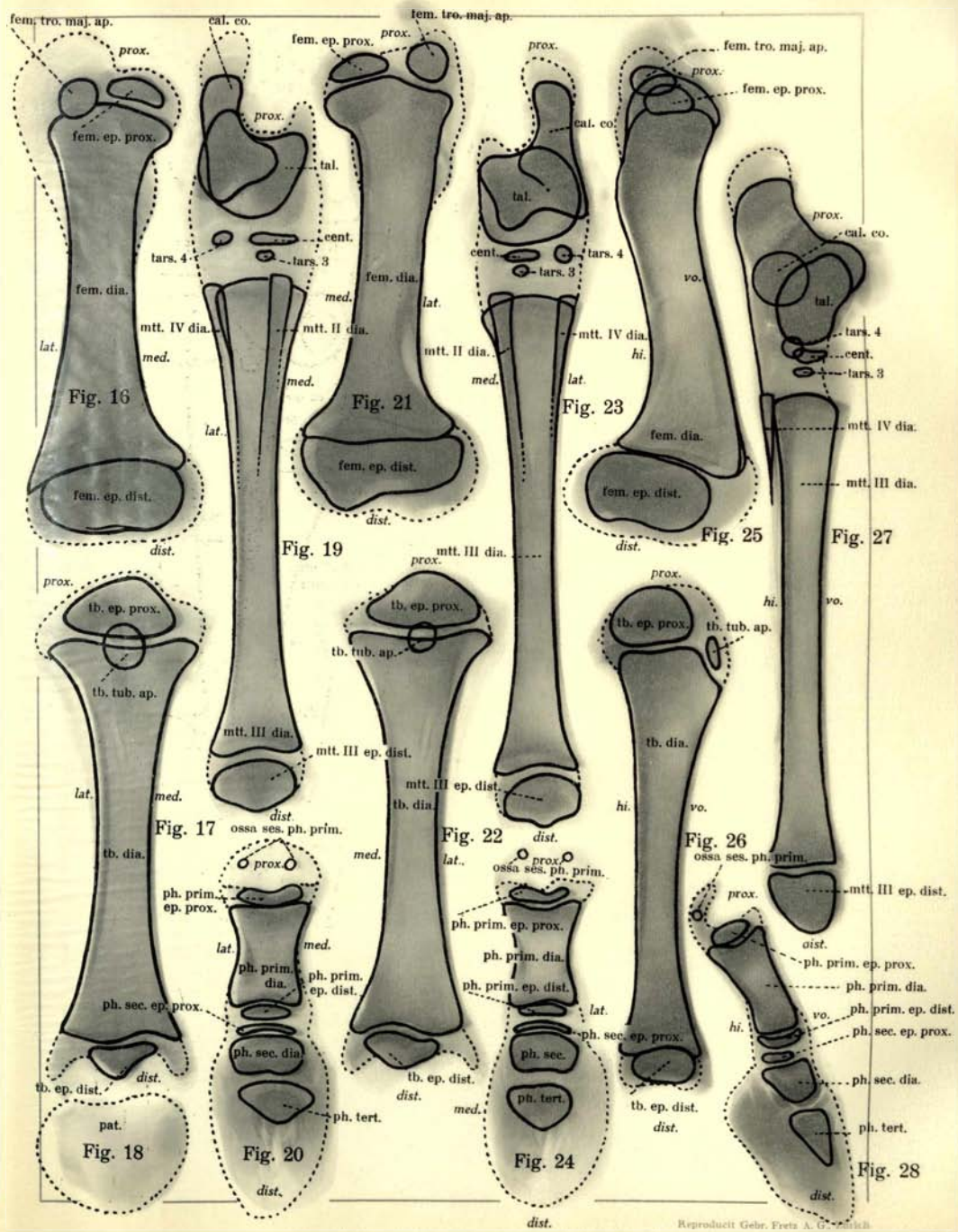
2. k. Z. = 2. Kern im Zonoskelett





Reproduct Gebr. Frets A. G., Zürich





Reproducit Gebr. Frets A. G. Zürich.

Legende zu Tafel XIV

Esel, bez. «Do. Nr. 67 », Embryo.
Kopf-Steisslänge 3,9 cm
Geschlecht: äusserlich unbestimmt

«Do. Nr. 113», Embryo.
Kopf-Steisslänge 8,5 cm
Geschlecht: —

«Do. Nr. 55», Embryo.
Kopf-Steisslänge 11,2 cm
Geschlecht: —

«Do. Nr. 0.24», Embryo.
Kopf-Steisslänge 14 cm
Geschlecht: —

«Do. Nr. 16742», Embryo.
Kopf-Steisslänge 17,8 cm
Geschlecht: —

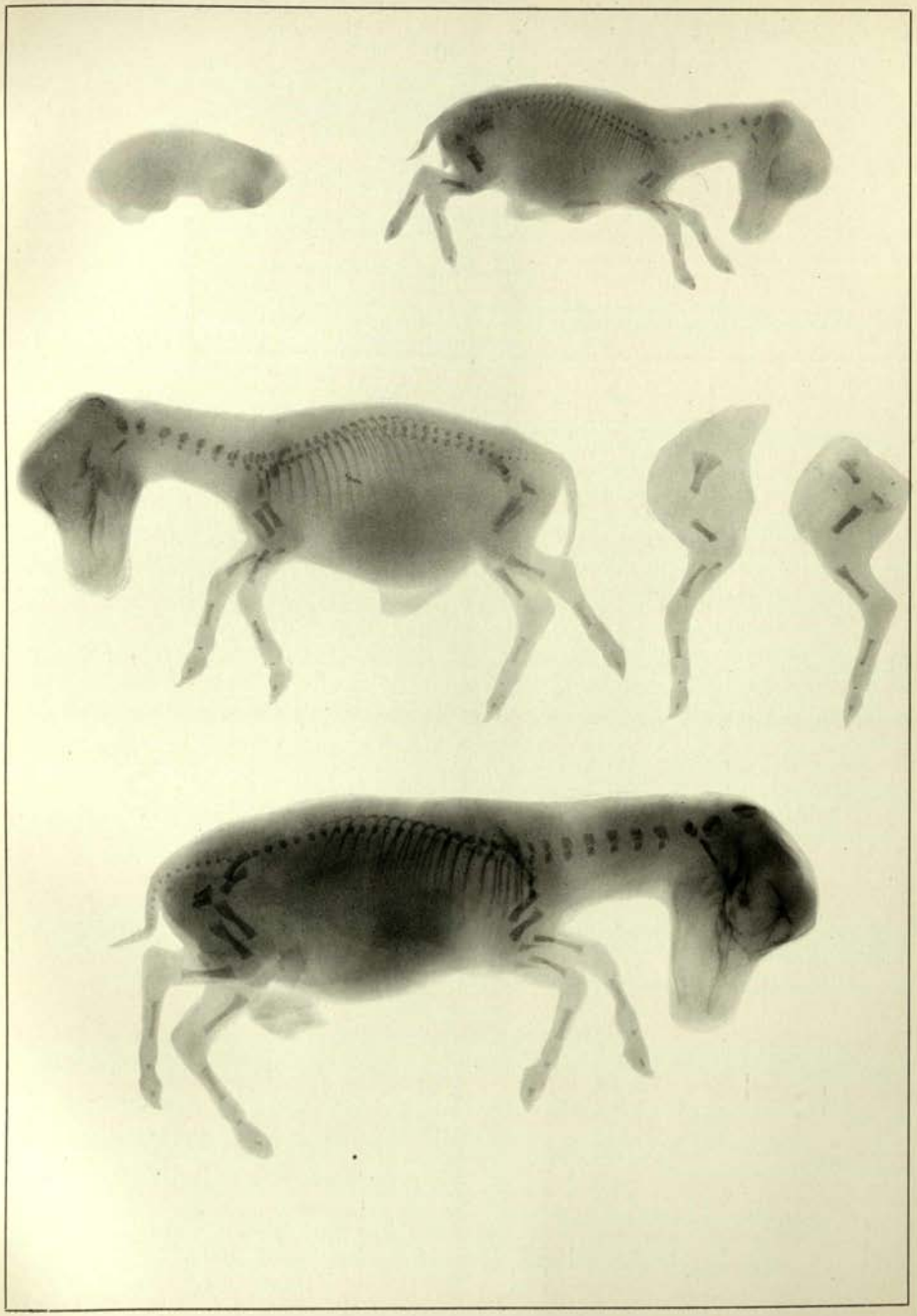
(Do. Nr. 67)
Fig. a 1. Embryo auf rechter Seite liegend. Knochenanlagen röntgenologisch noch nicht fassbar (Film Nr. 7 a).
(Do. Nr. 113)
Fig. 1. Embryo in toto. Rechte Seite auf Platte (Film Nr. 7 b).
(Do. Nr. 55)
Fig. 2 a. Linke Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 2 b. Linke Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 12).
Fig. 2 c. Embryo in toto. Linke Seite auf Platte (Film Nr. 3).
(Do. Nr. 0.24)
Fig. 3. Embryo in toto. Rechte Seite auf Platte (Film Nr. 6).
(Do. Nr. 16742)
Fig. 4. Embryo in toto. Rechte Seite auf Platte (Film Nr. 4).
Fig. 4 a. Linke Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 15).
Fig. 4 b. Linke Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 14).
Fig. 4 c. Rechte Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 15).
Fig. 4 d. Rechte Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 15).

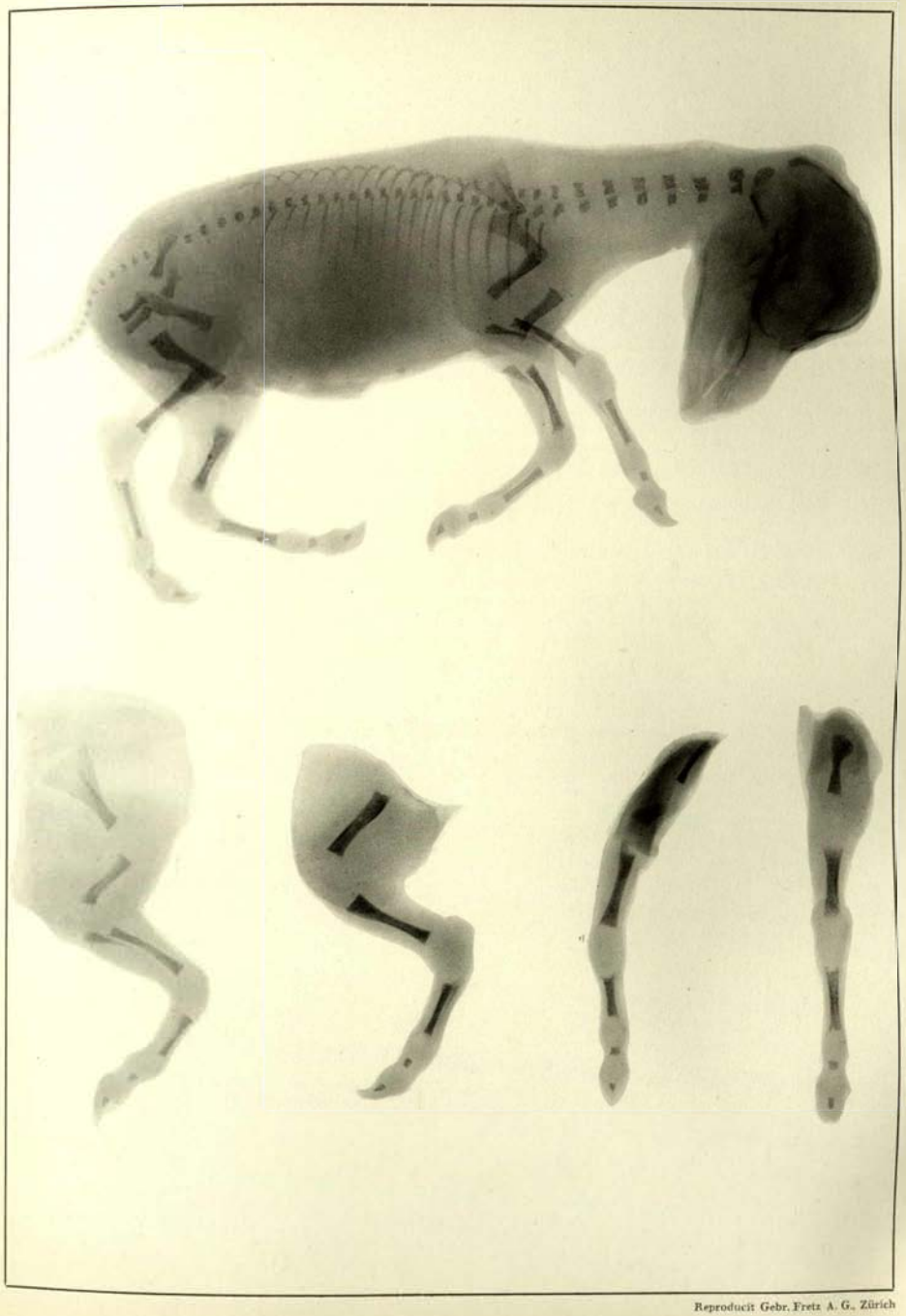
NB. Sämtliche Figuren geben die Embryonen und exartikulierten Gliedmassen in natürlicher Grösse wieder.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* ventral

fem. dia.	Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

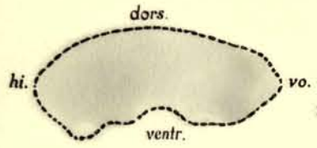


Fig. a1

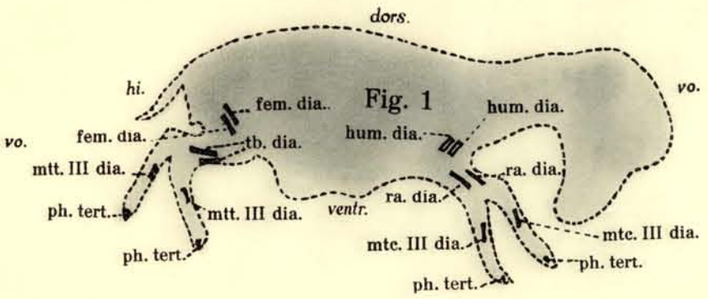


Fig. 1

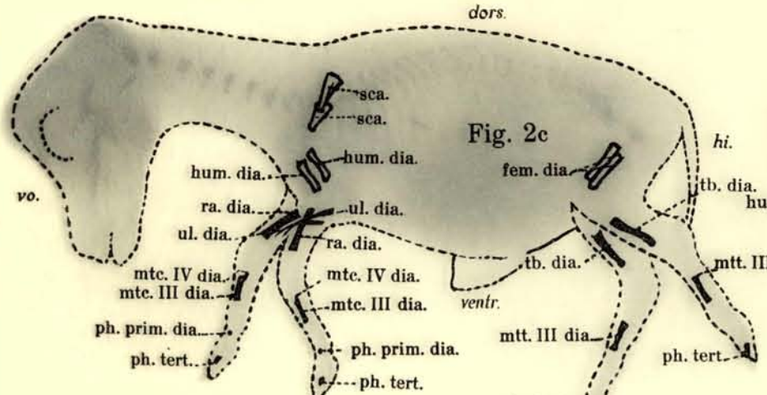


Fig. 2c

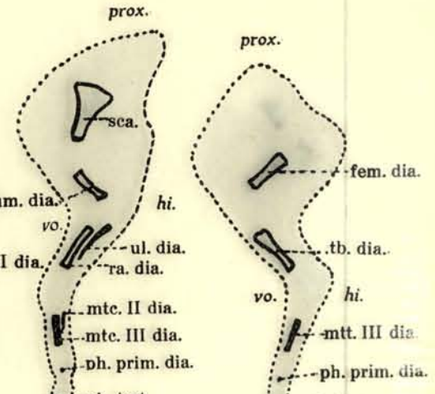


Fig. 2a

Fig. 2b

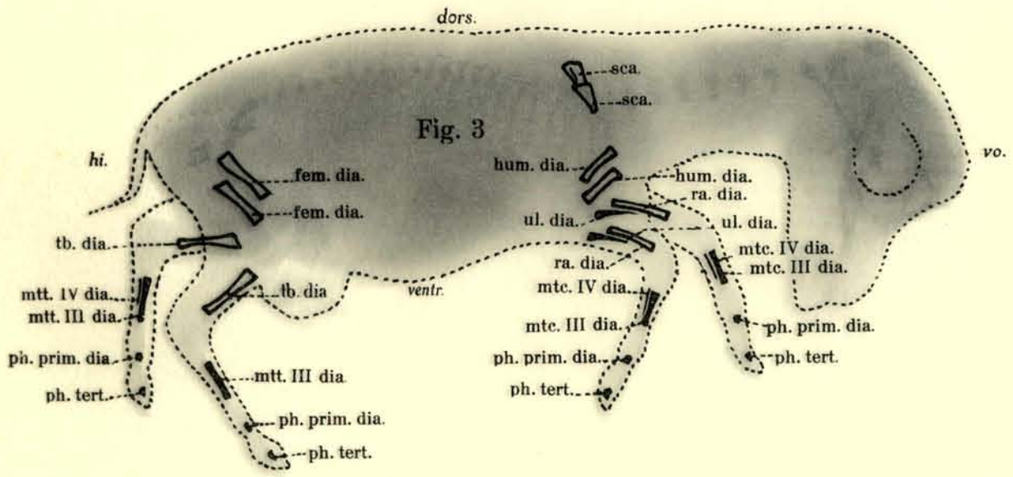


Fig. 3

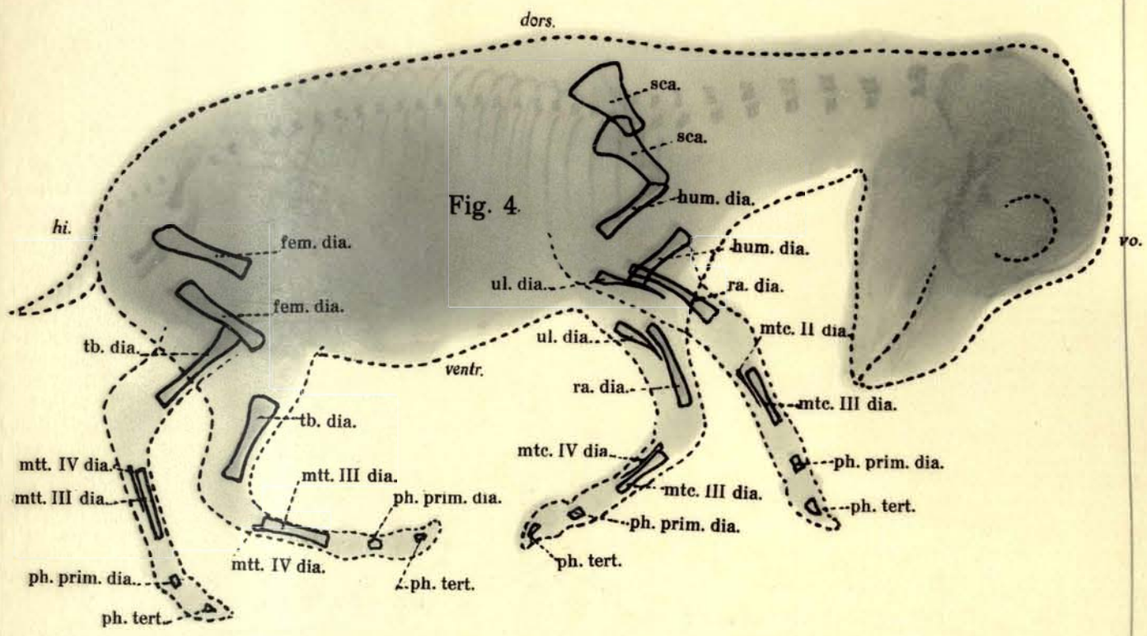


Fig. 4

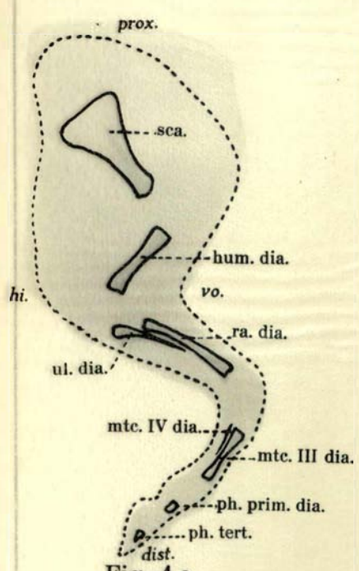


Fig. 4a

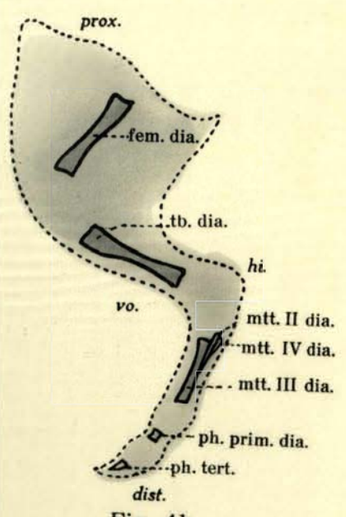


Fig. 4b

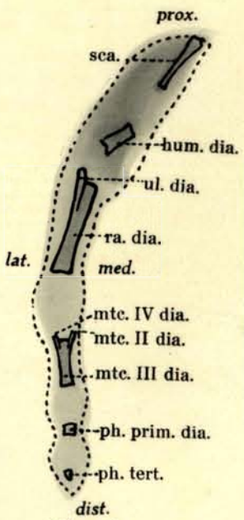


Fig. 4c

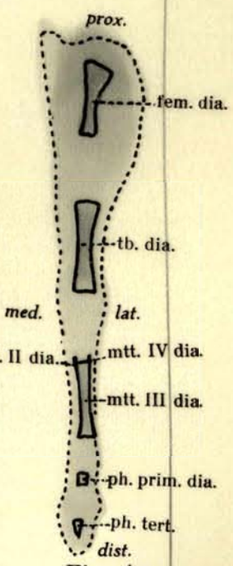


Fig. 4d

Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XV

Esel, bez. «Do. Nr. 16682», Embryo. «Do. Nr. 81», Embryo.

Kopf-Steisslänge 23 cm
Geschlecht: männlich

Kopf-Steisslänge 29 cm
Geschlecht: weiblich

Exartikulierte Extremitäten und Gliedmassenteile von den Eselembryonen Do. Nr. 16682 und Do. Nr. 81; von Do. Nr. 16682 auch Aufnahme des Embryos in toto.

(Do. Nr. 16682)

Fig. 1. Embryo in toto. Rechte Seite auf Platte (Film Nr. 5).
Fig. 1 a. Linke Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 17).
Fig. 1 b. Linke Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 16).
Fig. 1 c. Rechte Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).
Fig. 1 d. Rechte Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 17).

(Do. Nr. 81)

*)**Fig. 2.** Proximaler Teil der im Vorderfusswurzelgelenk durchtrennten linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 81).
*)**Fig. 2 ¹.** Distaler Teil der im Vorderfusswurzelgelenk durchtrennten linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 81).
*)**Fig. 2 a.** Proximaler Teil der im Hinterfusswurzelgelenk durchtrennten linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 81).
*)**Fig. 2 a¹.** Distaler Teil der im Hinterfusswurzelgelenk durchtrennten linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 81).
*)**Fig. 2 b.** Proximaler Teil der im Radio-Carpalgelenk durchtrennten rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 82).
*)**Fig. 2 b¹.** Distaler Teil der im Radio-Carpalgelenk durchtrennten rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 82).
*)**Fig. 2 c.** Proximaler Teil der im Hinterfusswurzelgelenk durchtrennten rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 82).
*)**Fig. 2 c¹.** Distaler Teil der im Hinterfusswurzelgelenk durchtrennten rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 82).

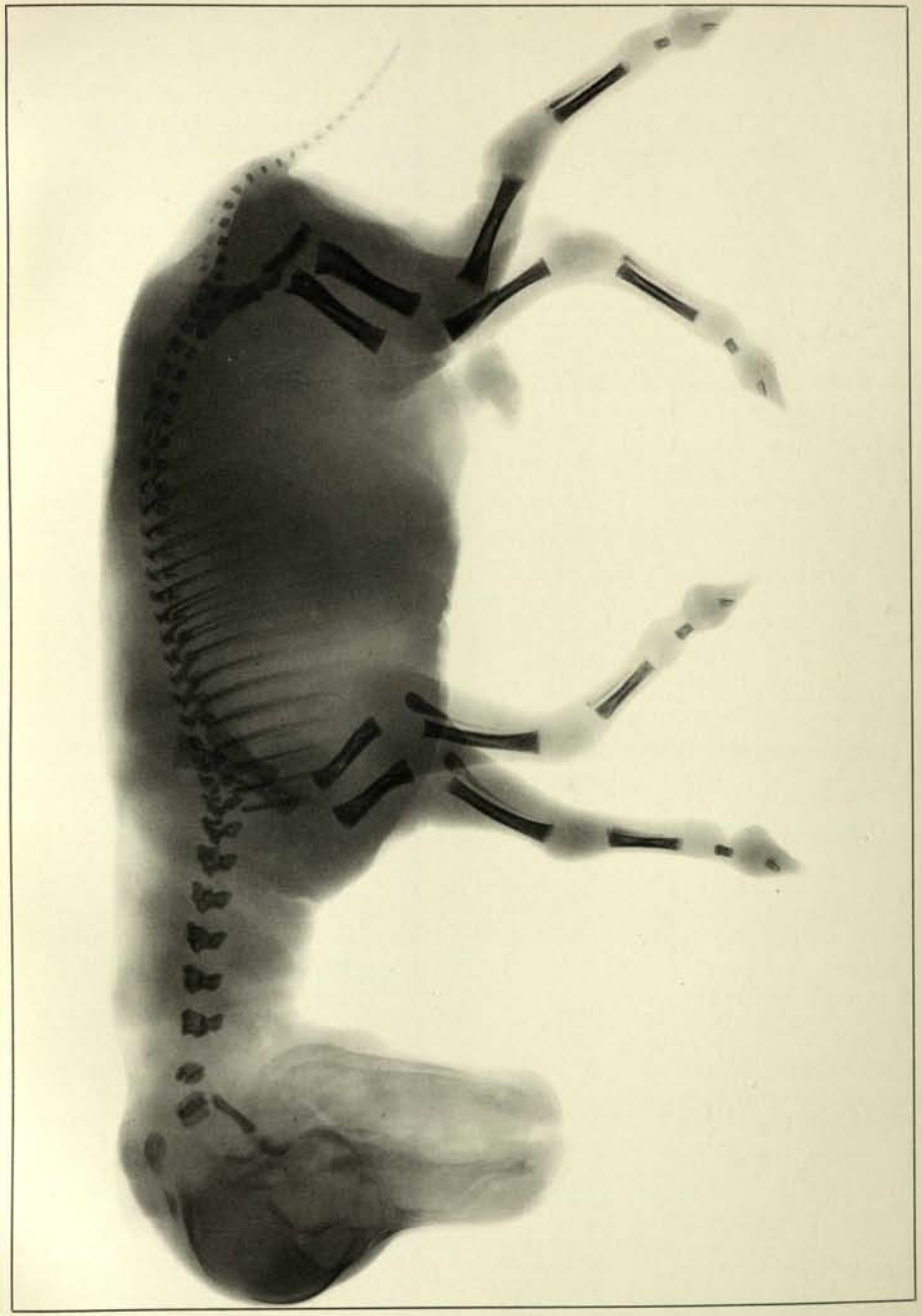
*) Die mit * bezeichneten Figuren geben die Gliedmassen und Gliedmassenteile von der der Unterlage zugekehrten Filmseite wieder.

NB. Sämtliche Abbildungen sind in natürlicher Grösse gehalten.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn.	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* ventral

fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. VI dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse





Reproducit Gebr. Fretz A.G., Zürich

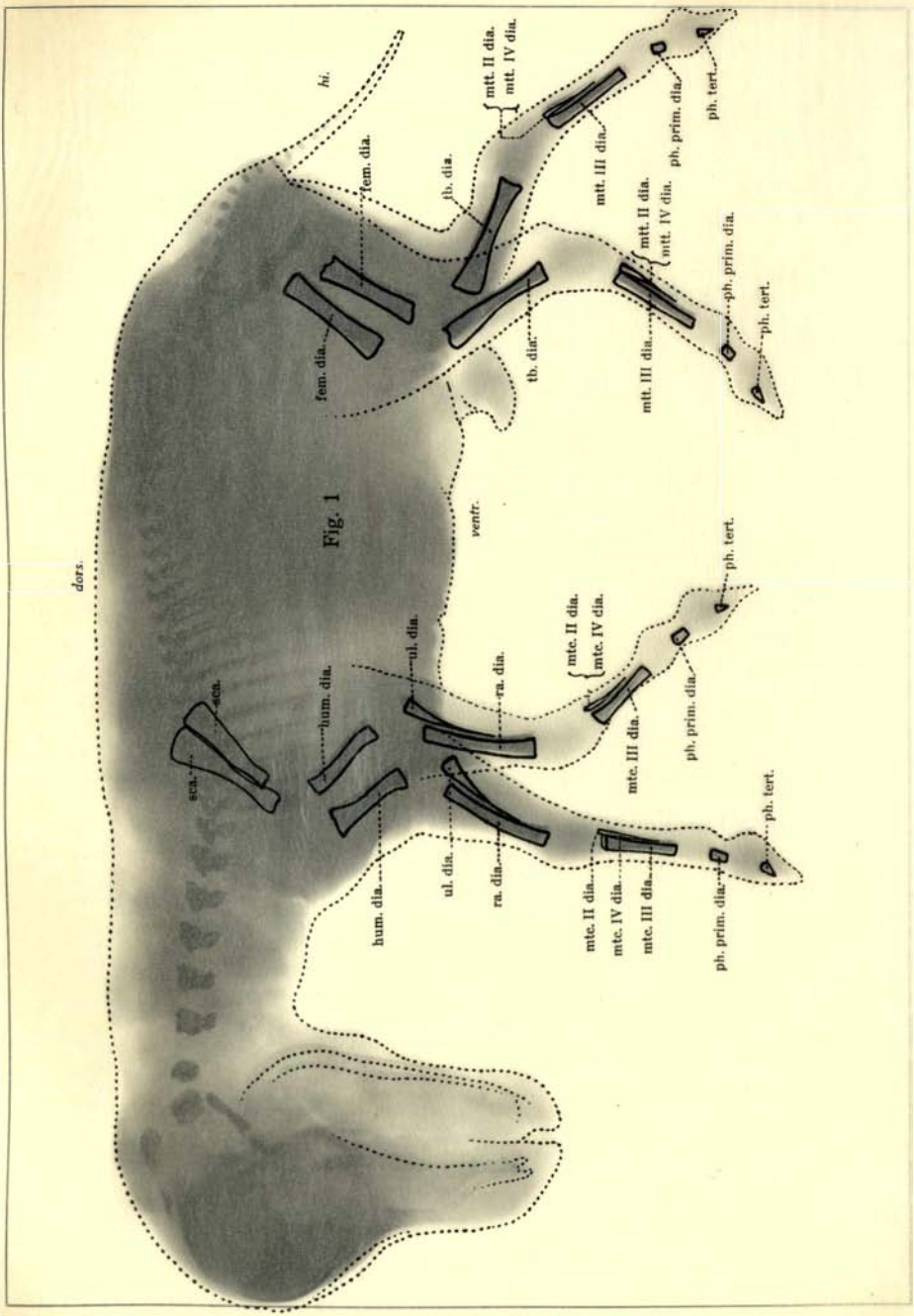
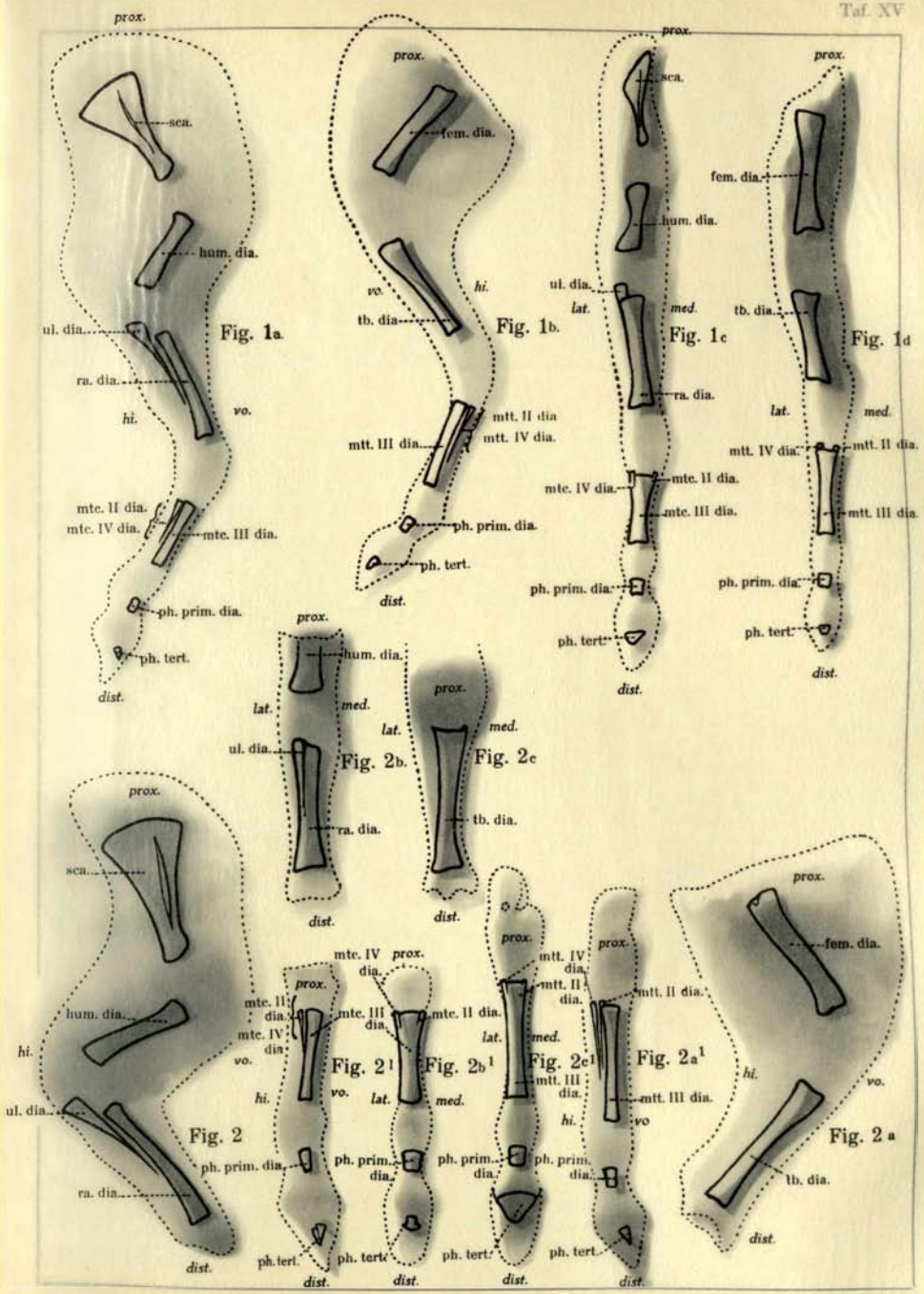

hi.
fem. dia.
tb. dia.
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
ph. prim. dia.
ph. tert.
dors.
ventr.
sca.
scn.
hum. dia.
ul. dia.
ra. dia.
mte. II dia.
mte. IV dia.
mte. III dia.
vo.

Fig. 1



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XVI

Esel, bez. «Do. Nr. 16710», Embryo.

Kopf-Steisslänge 35 cm
Geschlecht: weiblich

Totalaufnahme des Embryos und einzelne Teile der Gliedmassen.

Fig. 1. Embryo in toto. Rechte Seite auf Platte (Film Nr. 19).
Fig. 1a. Linke Vorderextremität, proximaler Teil. Extremität im Carpo-Metacarpalgelenk durchschnitten. Innenseite auf Platte (Film Nr. 26c).
Fig. 1a¹. Distaler Teil der linken, im Carpo-Metacarpalgelenk durchnittenen Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 26c).
Fig. 1b. Distaler Teil der linken im Carpo-Metacarpalgelenk durchtrennten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 25).
Fig. 1c. Distaler Teil der linken im Tarso-Metatarsalgelenk durchtrennten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 25b).
Fig. 1d. Teilstück der rechten, in der Tibiadiaphyse und im Metatarsal-Phalangealgelenk durchschnittenen Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 26c).
Fig. 1e. Teilstück der rechten, in der Tibiadiaphyse und im Metatarsus durchschnittenen Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 25b).

NB. Embryo und Gliedmassenteile sind in natürlicher Grösse wiedergegeben.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

cal. co.	= Calcaneus, Körper
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

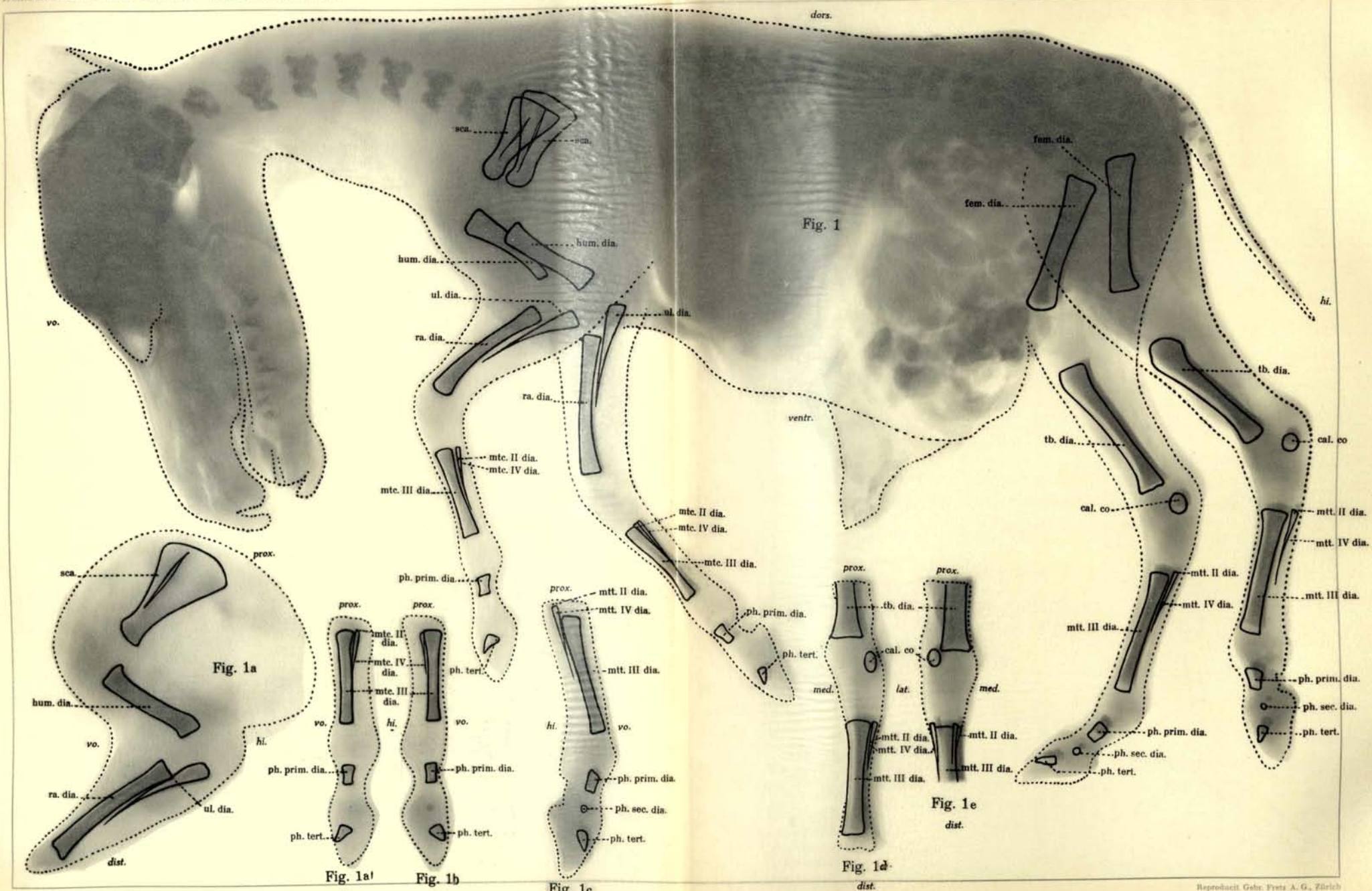


Fig. 1

Fig. 1a

Fig. 1a'

Fig. 1b

Fig. 1c

Fig. 1d

Fig. 1e

Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XVII

Esel, bez. «Do. Nr. 16684», Embryo.

Kopf-Steisslänge 36 cm
Geschlecht: weiblich

«Do. Nr. 16766», Embryo.

Kopf-Steisslänge 37 cm
Geschlecht: weiblich

Extremitäten exartikuliert und in einzelne Teile zerlegt.

(Do. Nr. 16684)

*) **Fig. 1.** Rechte Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 85).
*) **Fig. 2.** Linke Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 85).
*) **Fig. 3.** Femur der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 86).
*) **Fig. 4.** Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 86).
*) **Fig. 5.** Distaler Teil der linken Hinterextremität (Tarsus, Metatarsus und Phalangen). Hinterseite auf Platte (Film Nr. 86).
*) **Fig. 6.** Linke Vorderextremität, proximaler Teil (Humerus und Ulna/Radius). Vorderseite auf Platte (Film Nr. 86).
*) **Fig. 7.** Linke Vorderextremität, distaler Teil (Metacarpus und Phalangen). Vorderseite auf Platte (Film Nr. 86).

(Do. Nr. 16766)

*) **Fig. 8.** Rechte Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 77).
*) **Fig. 9.** Linke Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 78).
*) **Fig. 10.** Linke Hinterextremität. (Proximaler und distaler Teil; Extremität im Tibia-Tarsalgelenk durchschnitten.) Innenseite auf Platte (Film Nr. 79).
*) **Fig. 11.** Distaler Teil der linken Hinterextremität. (Tarsus, Metatarsus und Phalangen.) Hinterseite auf Platte (Film Nr. 80).

*) Die mit * bezeichneten Figuren sind von der der Unterlage aufliegenden Filmseite reproduziert.

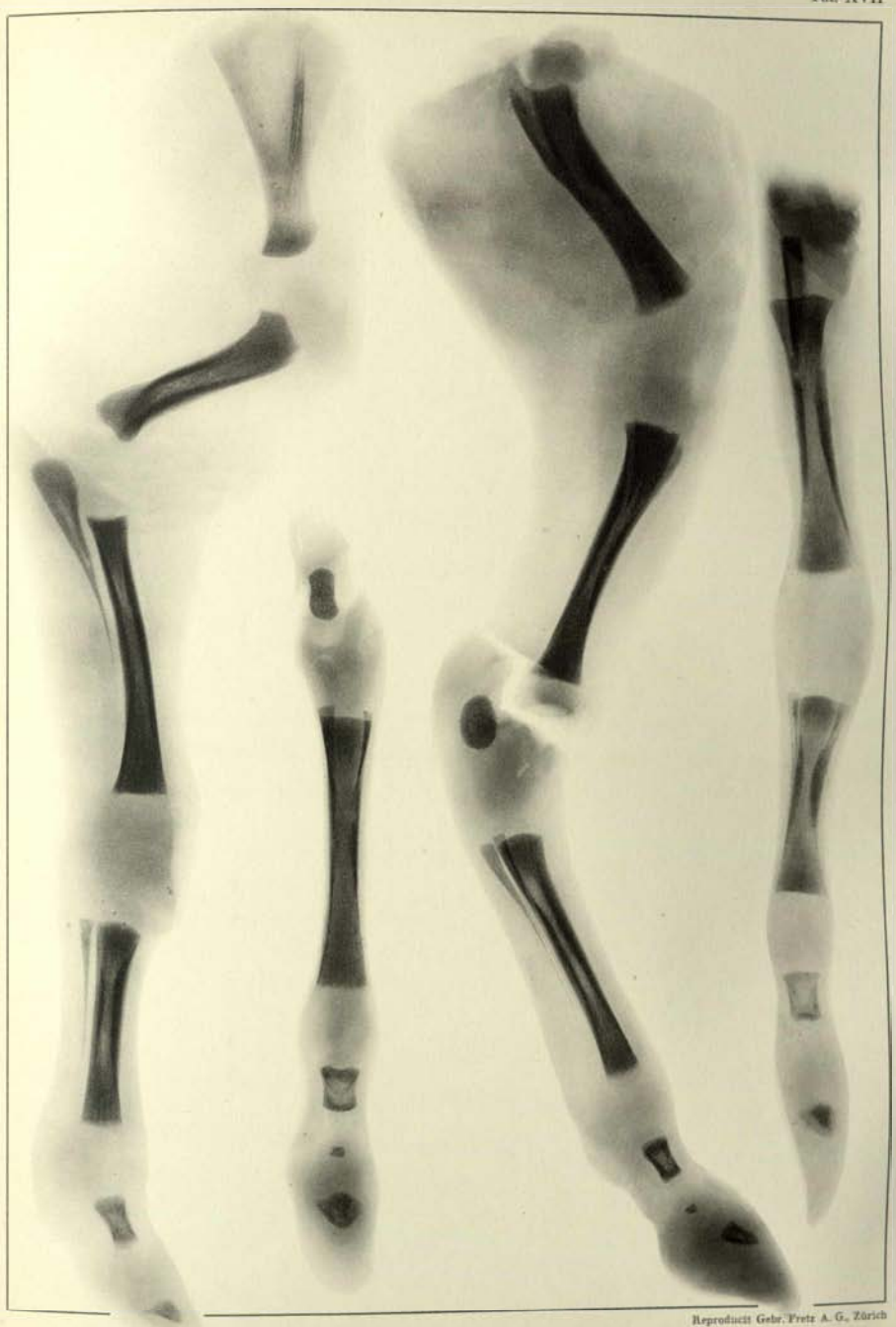
NB. Sämtliche Gliedmassen und Gliedmassenteile sind in natürlicher Grösse wiedergegeben.

Abkürzungen:

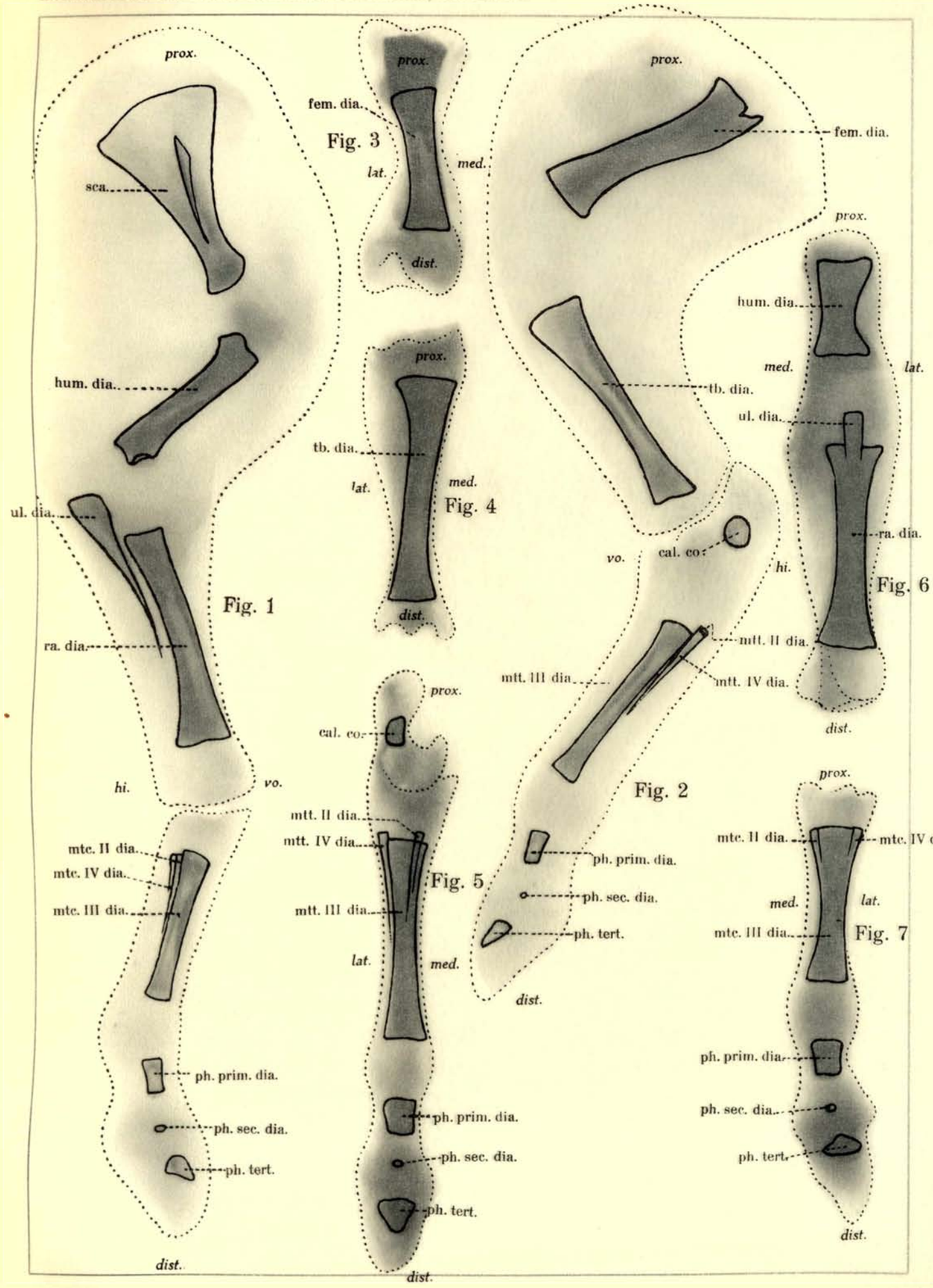
prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial

cal. co.	= Calcaneus, Körper
fem. dia.	Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse





Reproductt Gebr. Fretz A. G., Zürich



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XVIII

Esel, bez. «Do. Nr. 16706», Embryo.

Kopf-Steisslänge 48 cm
Geschlecht: weiblich

Schulter- und Beckengliedmasse vom Rumpf des Embryo abgetrennt und isoliert röntgenologisch aufgenommen.

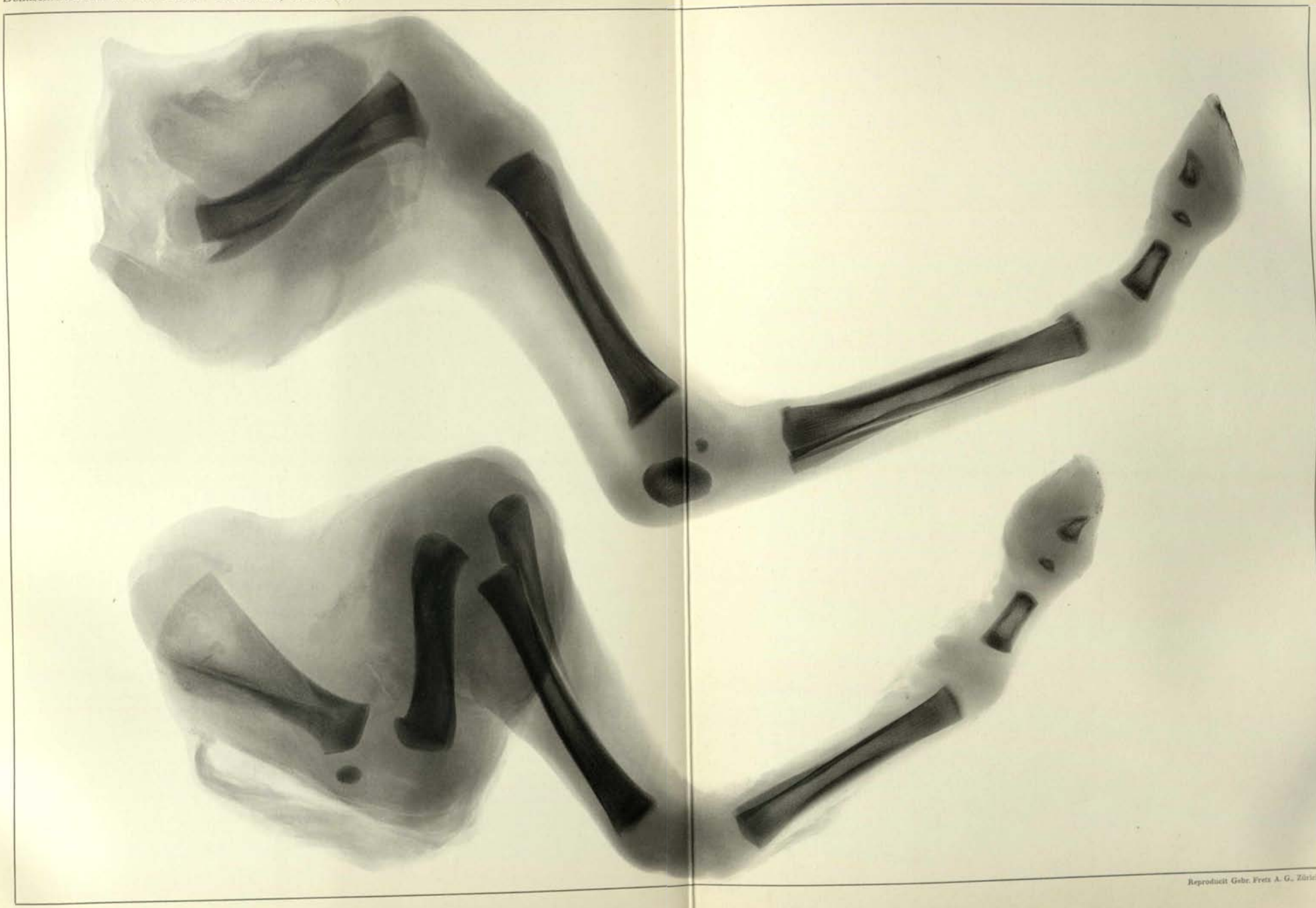
Fig. 1. Linke Vorderextremität in toto. Innenseite auf Platte (Film Nr. 201).
Fig. 2. Linke Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 201).

NB. Die beiden Extremitäten sind in natürlicher Grösse wiedergegeben.

Abkürzungen:

prox. = proximal *dist.* = distal *vo.* = vorn *hi.* = hinten

cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich

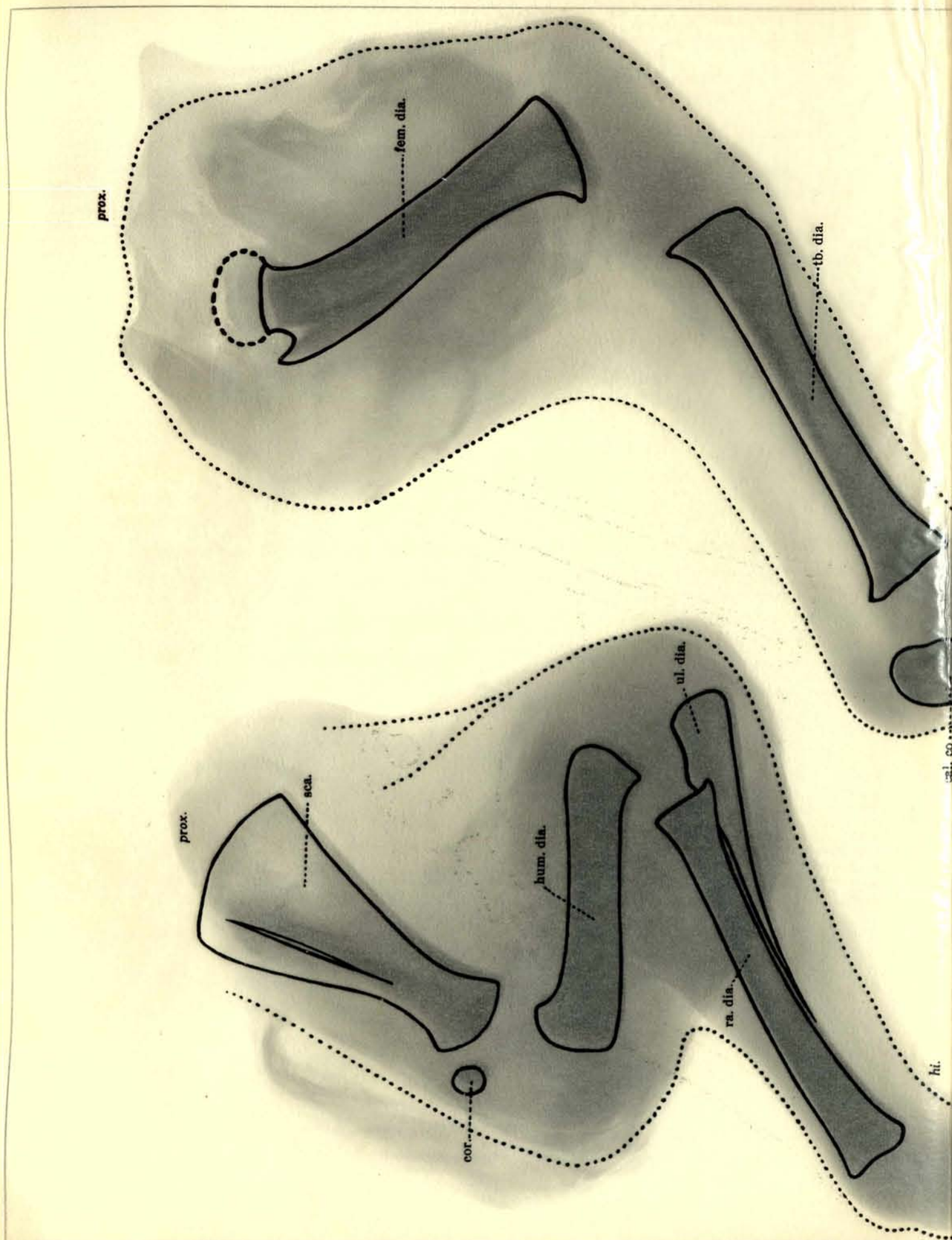


Fig. 2

Fig. 1

Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XIX

Esel, bez. «Do. Nr. 16698», Embryo.

Kopf-Steisslänge 62,5 cm
Geschlecht: weiblich

Vorderextremität exartikuliert und zerlegt; Hinterextremität ebenfalls; die Figg. 1—5 beziehen sich auf die Schultergliedmasse, die Figg. 6—14 auf die Beckengliedmasse.

*) **Fig. 1.** Linke Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 105).
*) **Fig. 2.** Humerus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 3.** Ulna und Radius der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 4.** Carpus, Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 5.** Linke Vorderextremität, Scapula wegpräpariert. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 108).
*) **Fig. 6.** Linke Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 104).
*) **Fig. 7.** Femur-Tibialgelenk der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 107).
*) **Fig. 8.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 9.** Patella der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 10.** Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 11.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 110).
*) **Fig. 12.** Tarsus, Metatarsus und Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 109).
*) **Fig. 13.** Tarsus, Metatarsus und Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 110).
*) **Fig. 14.** Tarsus, Metatarsus und Phalangen der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 107).

*) Die mit * bezeichneten Figuren sind von der der Unterlage aufliegenden Filmseite in der Reproduktion wiedergegeben.

NB. Sämtliche Abbildungen sind in 1/2 natürlicher Grösse reproduziert.

Bei **Fig. 13** und **14** wurden aus technischen Gründen die Phalangen nicht reproduziert.

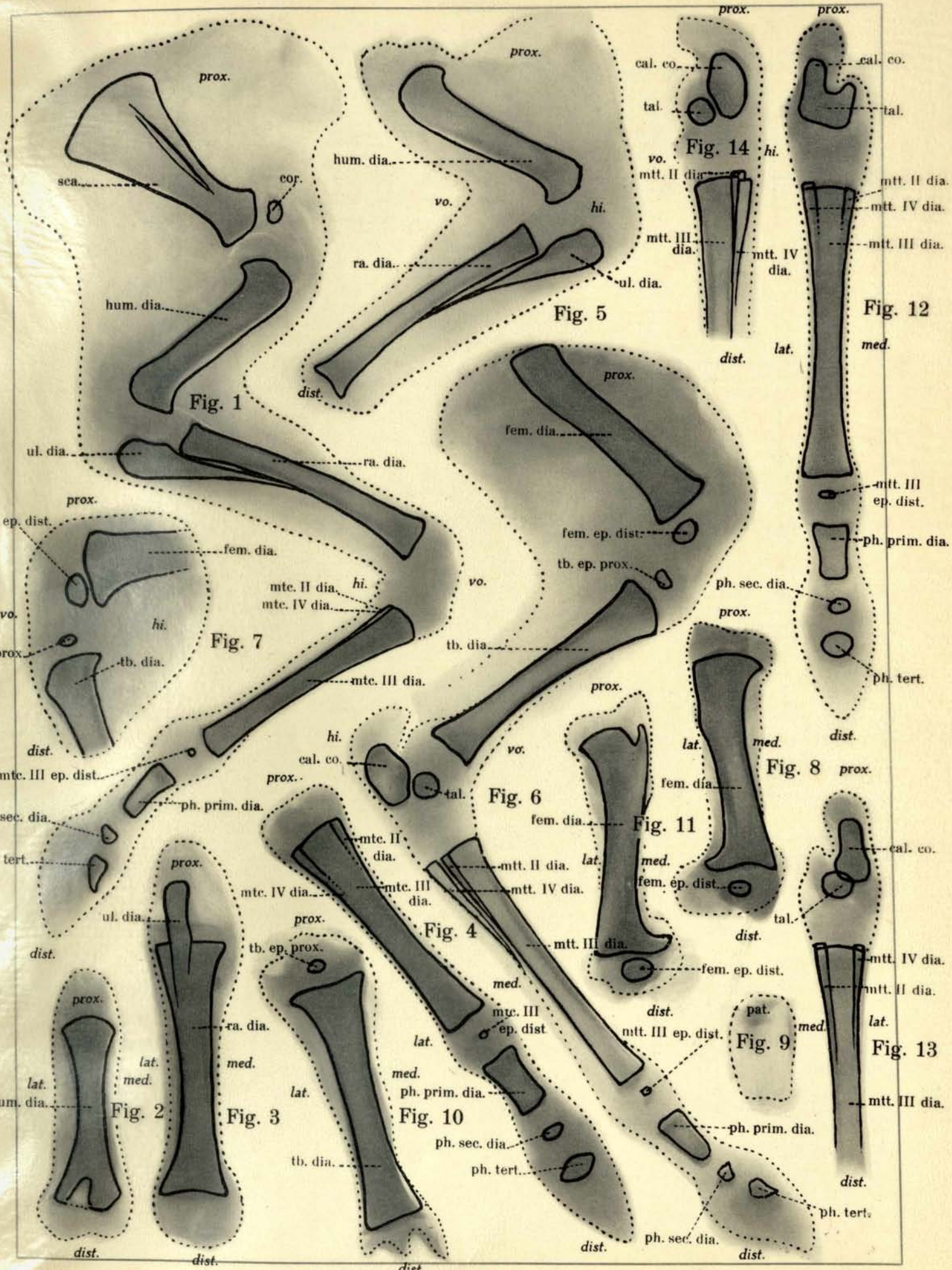
Abkürzungen:

prox.	= proximal	*vo.*	= vorn	*lat.*	= lateral
dist.	= distal	*hi.*	= hinten	*med.*	= medial

cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XX

Esel, bez. «Do. Nr. 16676», Embryo.

Kopf-Steisslänge 65 cm
Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremität in einzelne Abschnitte zerlegt.

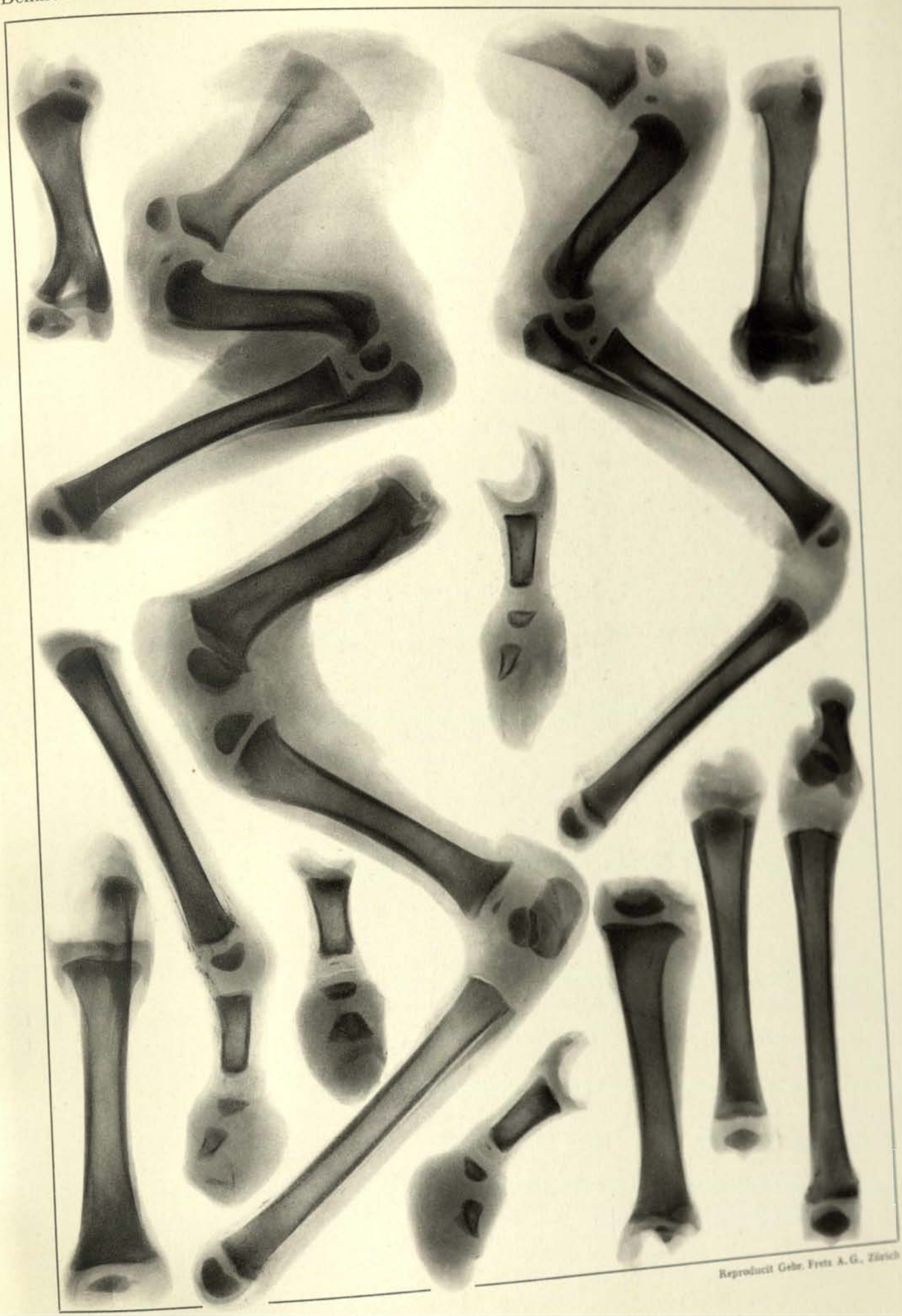
Fig. 1. Humerus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 241).
Fig. 2. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 241).
Fig. 3. Metacarpus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 241).
Fig. 4. Phalangen der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 241).
Fig. 5. Scapula, Humerus und Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 237).
Fig. 5a. Distale Partie des Carpus, Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 237).
Fig. 6. Femurknochen, Tibia, Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 238).
Fig. 7. Phalangen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 238).
Fig. 8a. Ventrale Partie der Scapula, Humerus, Ulna/Radius, Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 239).
Fig. 8b. Phalangen der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 239).
Fig. 9. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 240).
Fig. 10. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 240).
Fig. 11. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 240).

NB. Sämtliche Abbildungen sind in der Hälfte der Objektgrösse reproduziert.

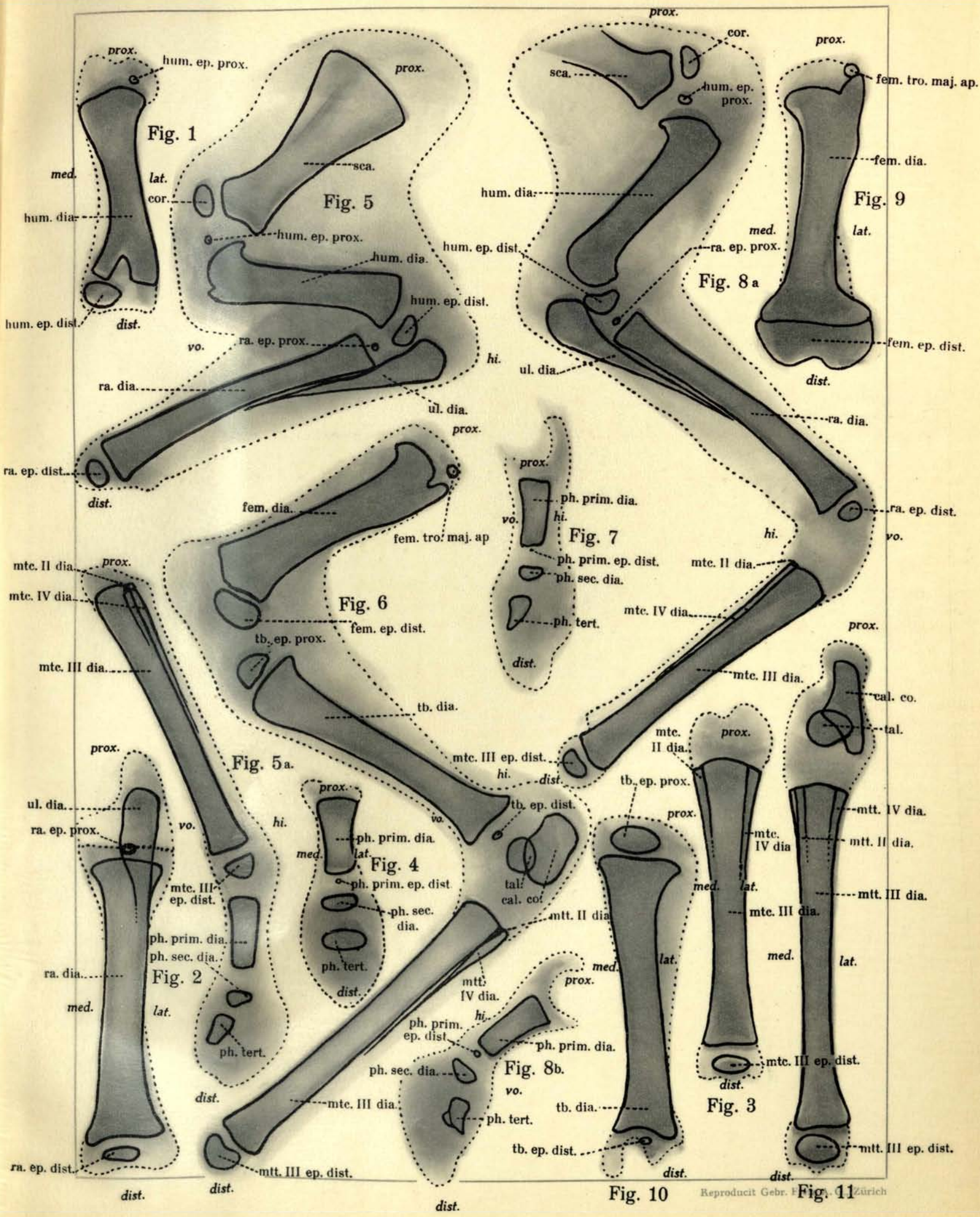
Abkürzungen:

prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial

cal. co.	= Calcaneus, Körper
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. tert.	= Endphalanx
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse



Reproducit Gebr. Fretz A.G., Zürich



Reproducit Gebr. H... Zürich

Legende zu Tafel XXI

Esel, bez. «Do. Nr. 0.20», Embryo.

Kopf-Steisslänge 65,0 cm
Geschlecht: männlich

Extremitäten exartikuliert und in einzelne Teilstücke zerlegt.

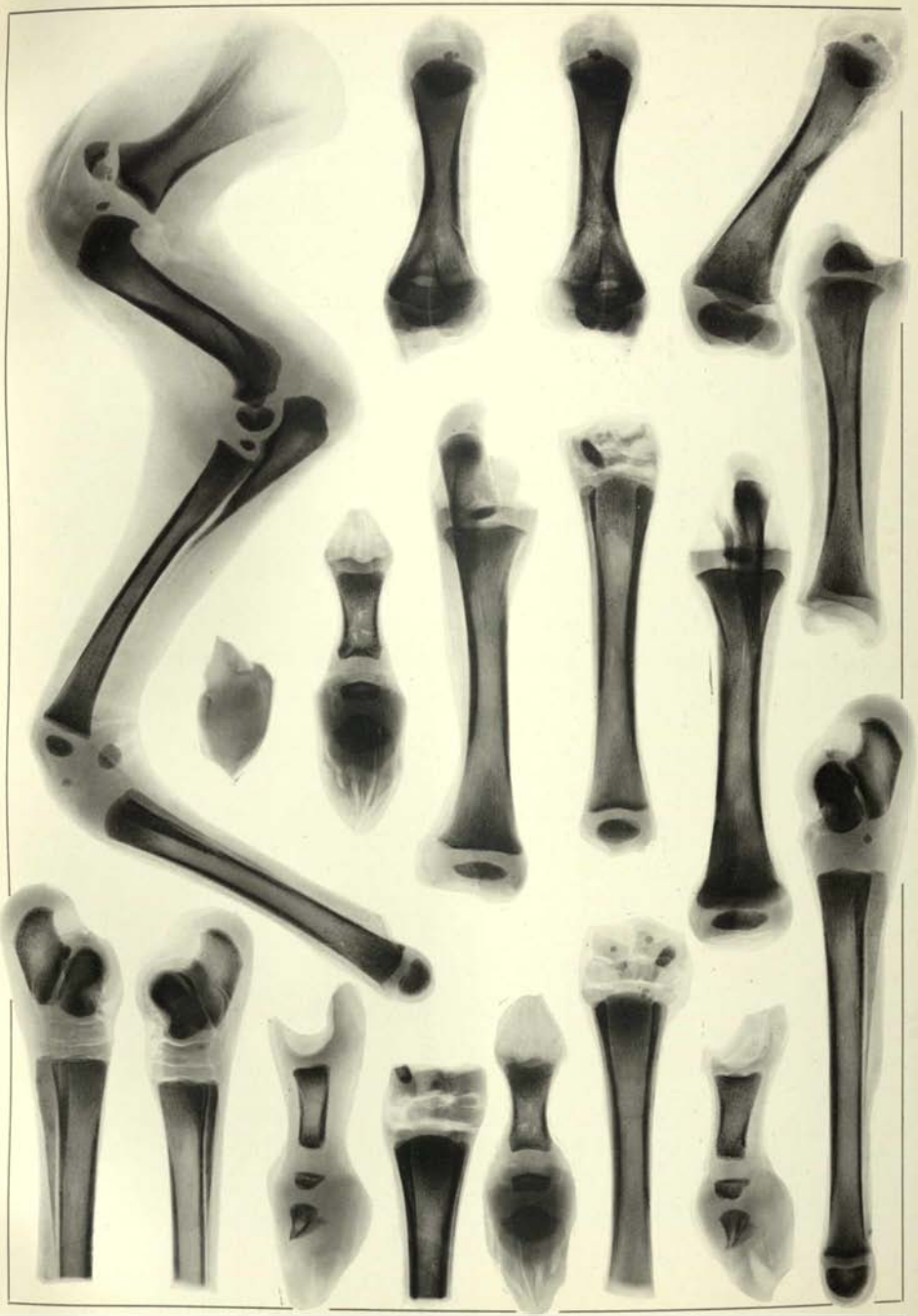
Fig. 1. Linke Vorderextremität, exkl. Phalangen. Innenseite auf Platte (Film Nr. 244).
Fig. 1a. Phalangen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 244).
Fig. 2. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 3. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 4. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 5. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 6. Humerus der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 7. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 8. Carpus und proximaler Teil des Metacarpus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 9. Carpus und proximaler Teil des Metacarpus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 258).
Fig. 10. Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 11. Humerus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 256).
Fig. 12. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 256).
Fig. 13. Carpus und Metacarpus im proximalen Teil der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 260).
Fig. 14. Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 256).
Fig. 15. Carpus und Metacarpus im proximalen Teil der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 259).
Fig. 16. Phalangen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 256).
Fig. 17. Linke Hinterextremität, exkl. Phalangen. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 245).
Fig. 18. Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254). (Die Knochenanlage ist in Abweichung der bei den andern Figuren vorliegenden Orientierung um 180° gedreht, sodass das proximale Ende nach unten, das distale Ende nach oben gerichtet ist.)
Fig. 19. Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 20. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 21. Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).
Fig. 22. Femurknochen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 23. Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 24. Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 255).
Fig. 25. Femurknochen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 257).
Fig. 26. Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 257).
Fig. 27. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 257).
Fig. 28. Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 257).
Fig. 29. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 258).
Fig. 30. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 260).
Fig. 31. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 261).
Fig. 32. Patella der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 254).

NB. Sämtliche Abbildungen sind auf ½ der natürlichen Objektgrösse reduziert.

Abkürzungen:

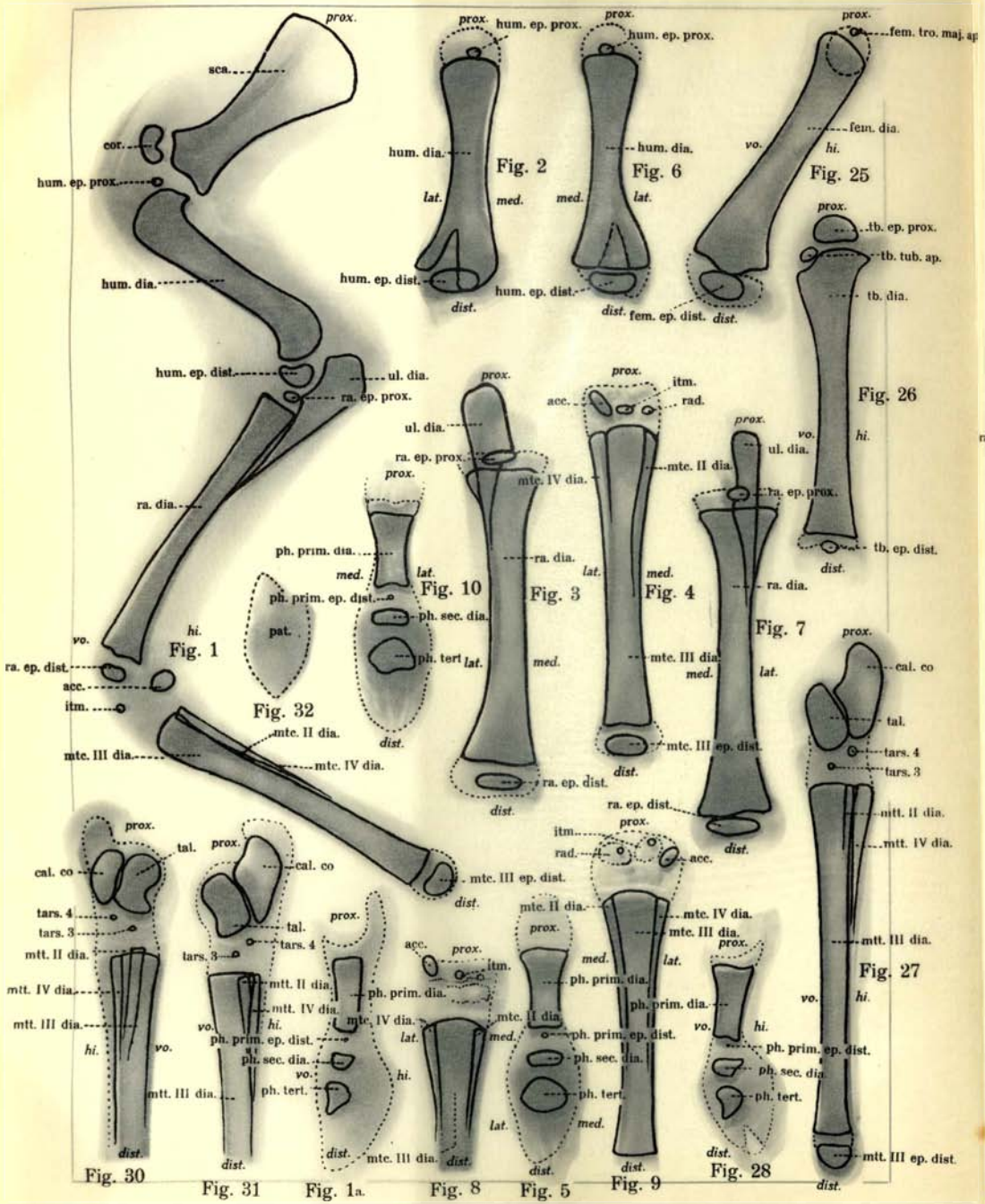
prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial

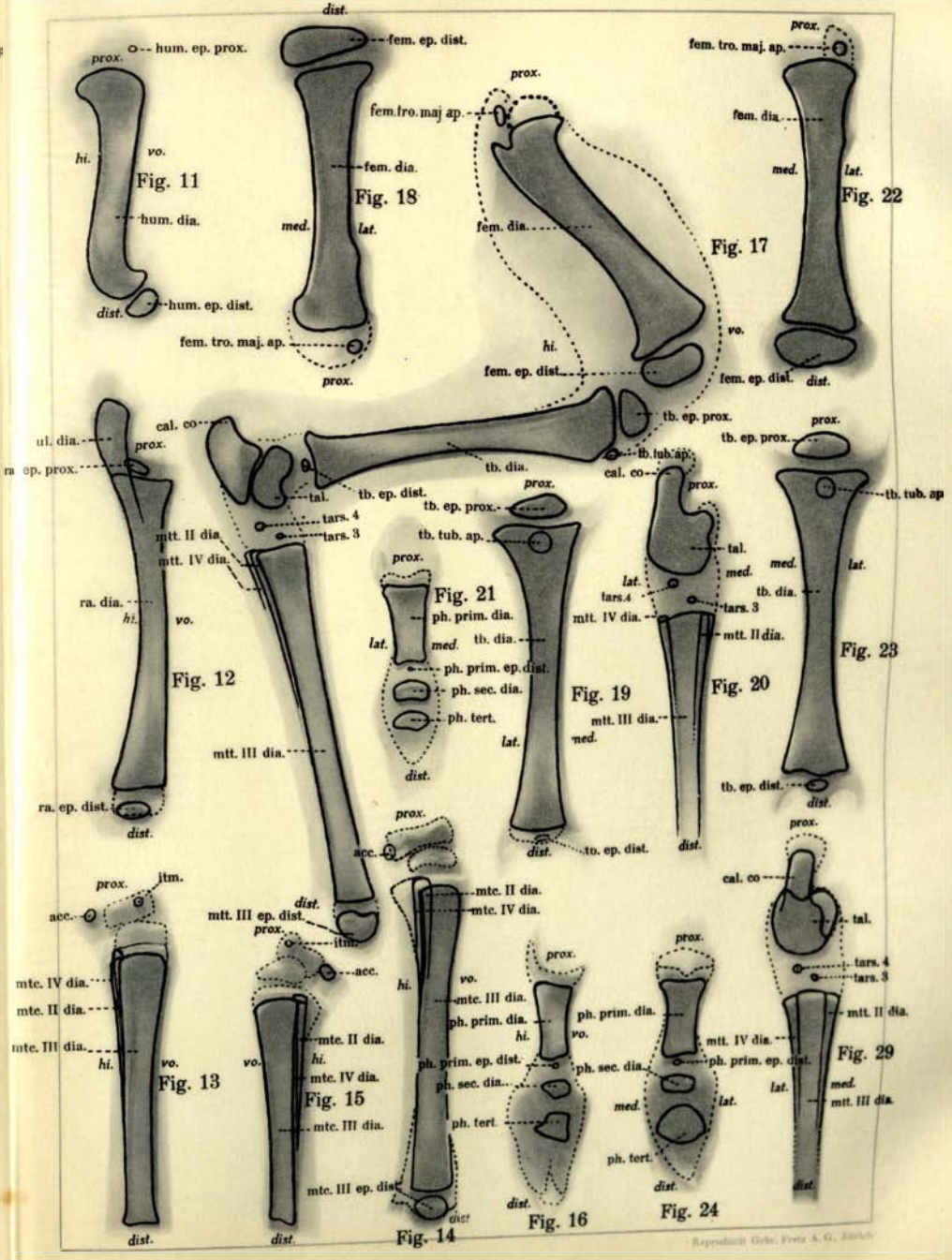
acc.	= Accessorium	pat.	= Patella
cal. co.	= Calcaneus, Körper	ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
cor.	= Coracoid	ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
fem. dia.	= Femur, Diaphyse	ph. sec. dia.	Mittelphalanx, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse	ph. tert.	= Endphalanx
fem. tro. maj. ap.	Femur, Trochanter major, Apophyse	rad.	= Radiale
		ra. dia.	= Radius, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse	ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse	ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse	sca.	= Scapula
itm.	= Intermediale	tal.	= Talus
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse	tars. 3	= Tarsale 3
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse	tars. 4	= Tarsale 4
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse	tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse	tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse	tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse	tb. tub. ap.	= Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse		
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse	ul. dia.	Ulna, Diaphyse





Reproduziert Gebr. Fretz A. G. Zürich


prox.
sca.
cor.
hum. ep. prox.
hum. dia.
hum. ep. dist.
ul. dia.
ra. ep. prox.
ra. dia.
ra. ep. dist.
acc.
itm.
vo.
hi.
Fig. 1
mte. II dia.
mte. III dia.
mte. IV dia.
Fig. 32
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
pat.
ph. sec. dia.
ph. tert.
med.
lat.
dist.
Fig. 10
Fig. 2
Fig. 6
Fig. 25
Fig. 26
Fig. 3
Fig. 4
Fig. 7
Fig. 27
tb. ep. prox.
tb. tub. ap.
tb. dia.
tb. ep. dist.
fem. tro. maj. ap.
fem. dia.
fem. ep. dist.
tal.
cal. co
tars. 4
tars. 3
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
mtt. III ep. dist.
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 1a
Fig. 8
Fig. 5
Fig. 9
Fig. 28


dist.
prox.
hum. ep. prox.
hum. dia.
hum. ep. dist.
fem. tro. maj. ap.
fem. ep. dist.
fem. dia.
hi.
vo.
med.
lat.
Fig. 11
Fig. 18
Fig. 17
Fig. 22
tb. ep. prox.
tb. tub. ap.
tb. dia.
tb. ep. dist.
cal. co
tal.
tars. 4
tars. 3
mtt. II dia
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
ra. dia.
ra. ep. dist.
ul. dia.
ra ep. prox.
Fig. 12
Fig. 21
Fig. 19
Fig. 20
Fig. 23
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. dia.
ph. tert.
acc.
itm.
mte. II dia.
mte. IV dia.
mte. III dia.
mte. III ep. dist.
Fig. 13
Fig. 15
Fig. 14
Fig. 16
Fig. 24
Fig. 29

Legende zu Tafel XXII

Esel, bez. «Do. Nr. 66».

Kopf-Steisslänge 62 cm
Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremität in einzelne Abschnitte zerlegt.

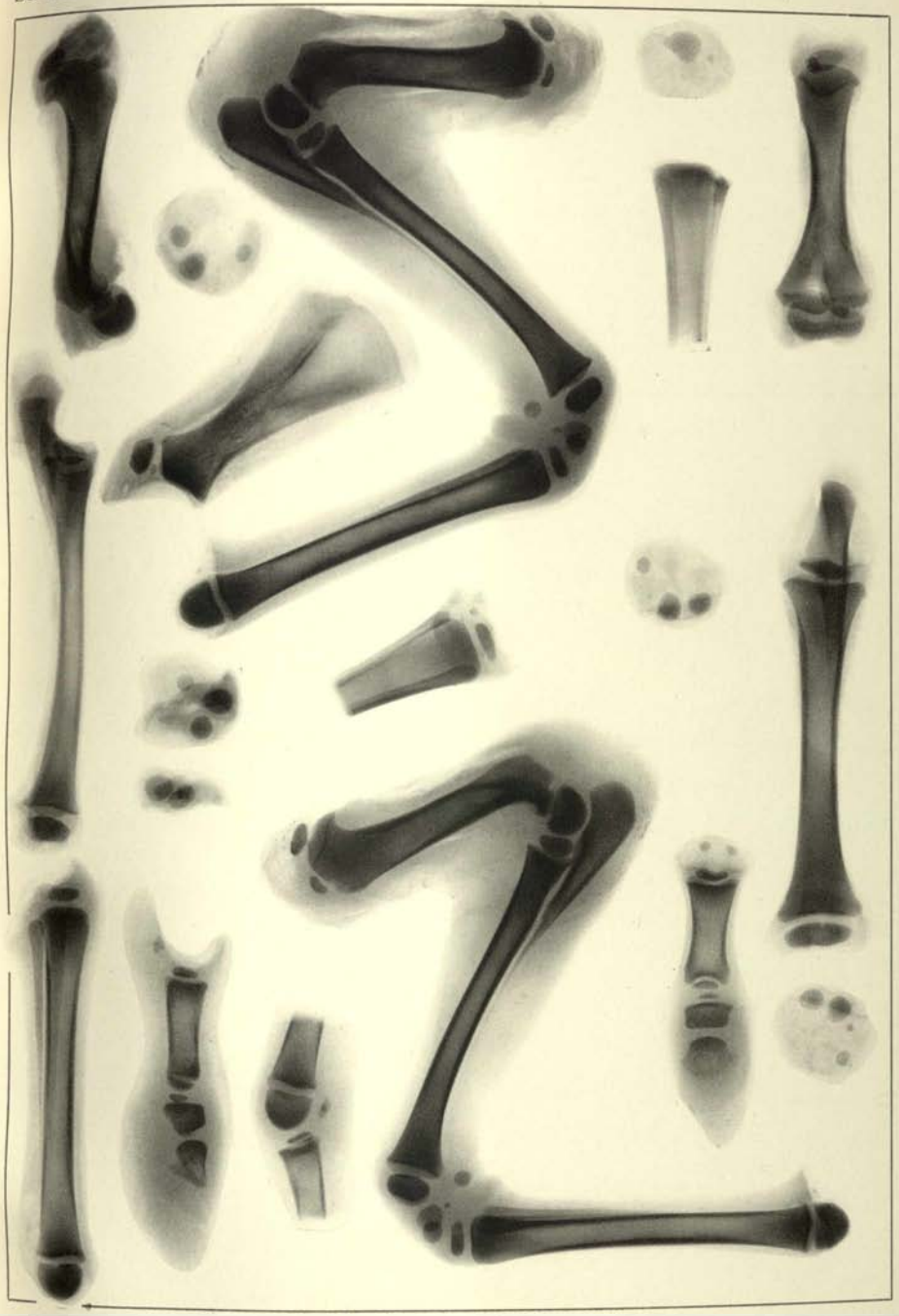
Fig. 1. Scapula der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 203).
Fig. 2. Humerus, Ulna/Radius, Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 204).
Fig. 3. Humerus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 150).
Fig. 4. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 150).
Fig. 5. Distale Reihe der Carpalknochenanlagen und Metacarpus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 150).
Fig. 6. Phalangen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 150).
Fig. 7. Proximale Partie des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte; Vorderkant nach unten gerichtet (Film Nr. 149).
Fig. 8. Proximale Partie der Carpalgegend der rechten Vorderextremität. Gewebeplatte mit proximaler Fläche auf Platte (Film Nr. 150).
Fig. 9. Proximale Gewebescheibe des Carpus der linken Vorderextremität. Innenseite der Platte aufliegend (Film Nr. 151).
Fig. 9a. Distales Endstück des mittleren Metakarpalknochens und proximaler Teil der Grundphalange der linken Vorderextremität samt Anlage der oberen Sesambeine. Innenseite auf Platte (Film Nr. 147).
Fig. 10. Humerus, Radius, Ulna, Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 203).
Fig. 11. Distale Partie des Carpus mit dem proximalen Teil des Metacarpus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 207).
Fig. 12. Distale Reihe des Carpus mit den Knochenanlagen der rechten Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 211).
Fig. 13. Metacarpus im proximalen Teil, rechte Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 211).
Fig. 14. Proximale Scheibe des Carpus mit den Knochenkernen der rechten Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 207).
Fig. 15. Phalangen der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 206).
Fig. 16. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 207).
Fig. 17. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 206).
Fig. 18. Proximale Gewebeplatte des Carpus der rechten Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 206).
Fig. 19. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 205).
Fig. 20. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 209).
Fig. 21. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 209).
Fig. 22. Phalangen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 209).
Fig. 23. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 210).
Fig. 24. Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 149). (Die Knochenanlage ist um 180° gegenüber den in den andern Abbildungen wiedergegebenen Extremitätenteile gedreht, sodass das proximale Ende nach unten, das distale nach oben gekehrt ist.)
Fig. 25. Talus und Calcaneus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 211).
Fig. 26. Obere (proximale) Gewebescheibe des Tarsus der rechten Hinterextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 211).
Fig. 27. Untere (distale) Gewebeplatte des Tarsus der rechten Hinterextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 211).
Fig. 28. Proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 211).
Fig. 29. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 206).
Fig. 30. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 204).
Fig. 31. Tibia der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 207).
Fig. 32. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 207).
Fig. 33. Phalangen der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 207).
Fig. 34. Distaler Teil der Tibia, Metatarsalgelenk (Sprunggelenk) mit anstossendem proximalem Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 148).
Fig. 35. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 208).
Fig. 36. Patella der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 205).

NB. Die sämtlichen Figuren sind in der Reproduktion auf die Hälfte der natürlichen Objektgrösse reduziert worden.

Abkürzungen:

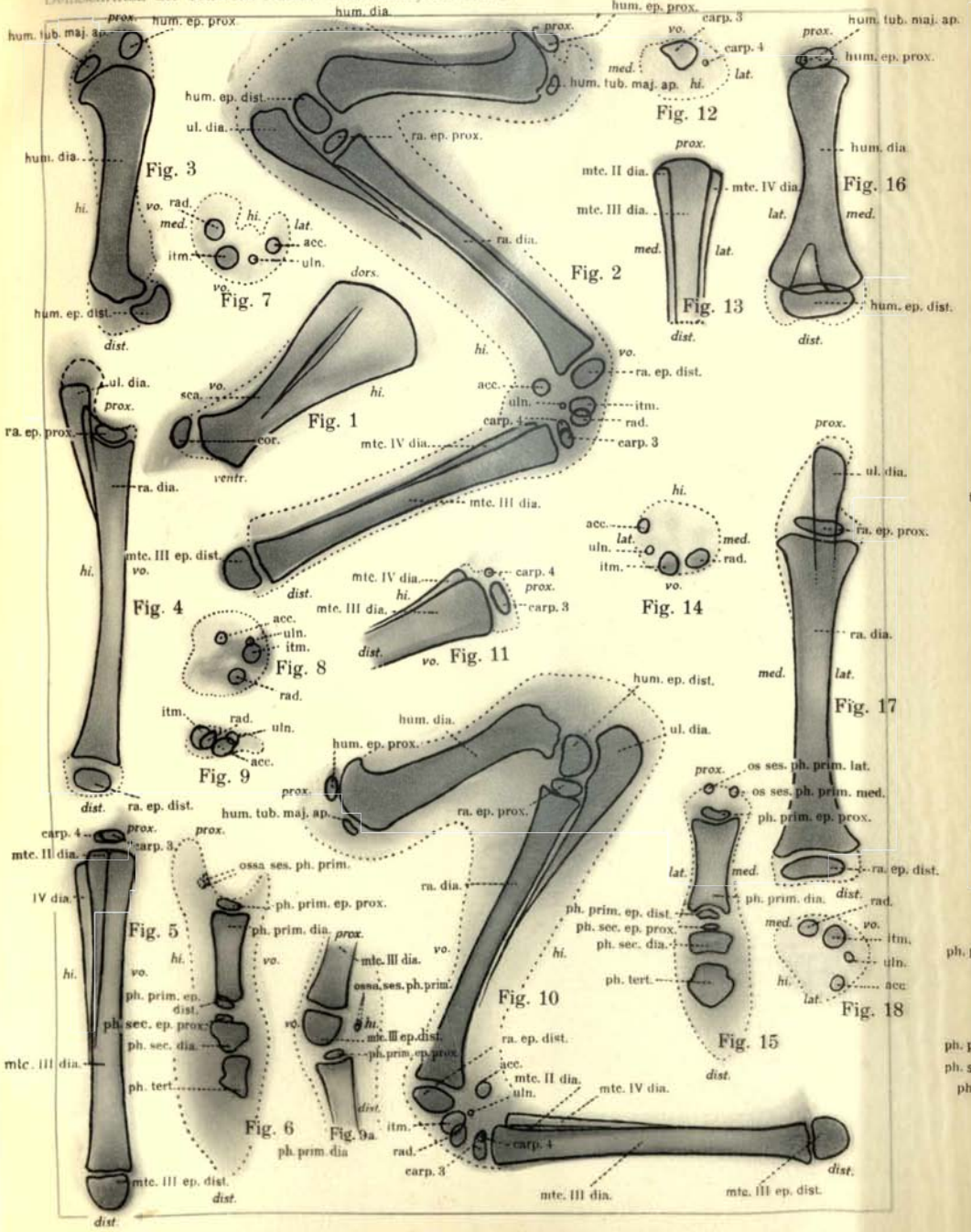
prox. = proximal *dist.* = distal *vo.* = vorn *hi.* = hinten *lat.* = lateral *med.* = medial *dors.* = dorsal *ventr.* = ventral

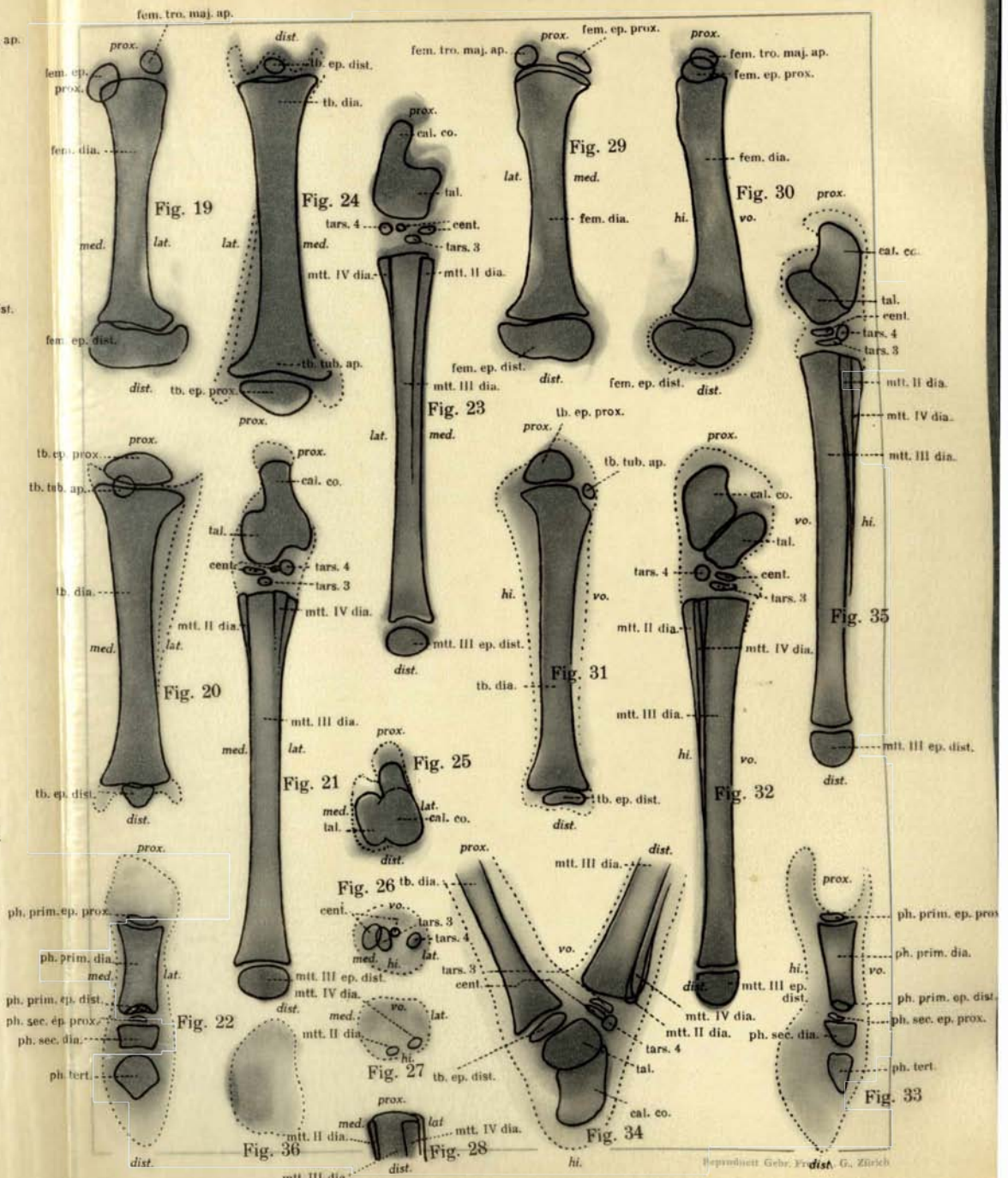
acc. = Accessorium
cal. co. = Calcaneus, Körper
carp. 3 = Carpale 3
carp. 4 = Carpale 4
cent. = Centrale
cor. = Coracoid
fem. dia. = Femur, Diaphyse
fem. ep. dist. = Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox. = Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap. = Femur, Trochanter major, Apophyse
hum. dia. = Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist. = Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox. = Humerus, proximale Epiphyse
hum. tub. maj. ap. = Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
itm. = Intermediale
mtc. II dia. = Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia. = Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia. = Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist. = Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia. = Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia. = Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia. = Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist. = Metatarsale III, distale Epiphyse
os ses. ph. prim. lat. = Os sesamoideum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med. = Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim. = Ossa sesamoidea phalangis primae
ph. prim. dia. = Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist. = Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox. = Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia. = Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox. = Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert. = Endphalanx
rad. = Radiale
ra. dia. = Radius, Diaphyse
ra. ep. dist. = Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox. = Radius, proximale Epiphyse
sca. = Scapula
tal. = Talus
tars. 3 = Tarsale 3
tars. 4 = Tarsale 4
tb. dia. = Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist. = Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox. = Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap. = Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia. = Ulna, Diaphyse
uln. = Ulnare





Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproduziert Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XXIII

Esel, bez. «Do. Nr. 143».

Kopf-Steisslänge 74 cm

Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremität exartikuliert und in einzelne Teile zerlegt.

Fig. 1. Scapula, Humerus, Ulna/Radius und proximale Reihe der Carpalknochenanlagen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 267).

Fig. 2. Distale Reihe der Carpalknochenanlagen, Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 267).

Fig. 3. Femurknochen und Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 268).

Fig. 4. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innnenseite auf Platte. (Film Nr. 268).

Fig. 5. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 271).

Fig. 6. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 269).

Fig. 7. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 270).

Fig. 8. Unter dem Talus gelegene Gewebeplatte des Tarsus mit den Tarsalknochenanlagen der linken Hinterextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 272).

Fig. 9. Proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 272).

Fig. 10. Proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte. Knochen zur Verdeutlichung des Strahles IV in entsprechender Weise gedreht (Film Nr. 269).

Fig. 11. Proximale Gewebeplatte des Carpus mit Knochenanlagen der linken Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 269).

Fig. 12. Distale Gewebeplatte des Carpus mit Knochenanlagen der linken Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 269).

Fig. 13. Proximale Gewebeplatte des Carpus mit Knochenanlagen der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte, distale Fläche nach unten gekehrt (Film Nr. 270).

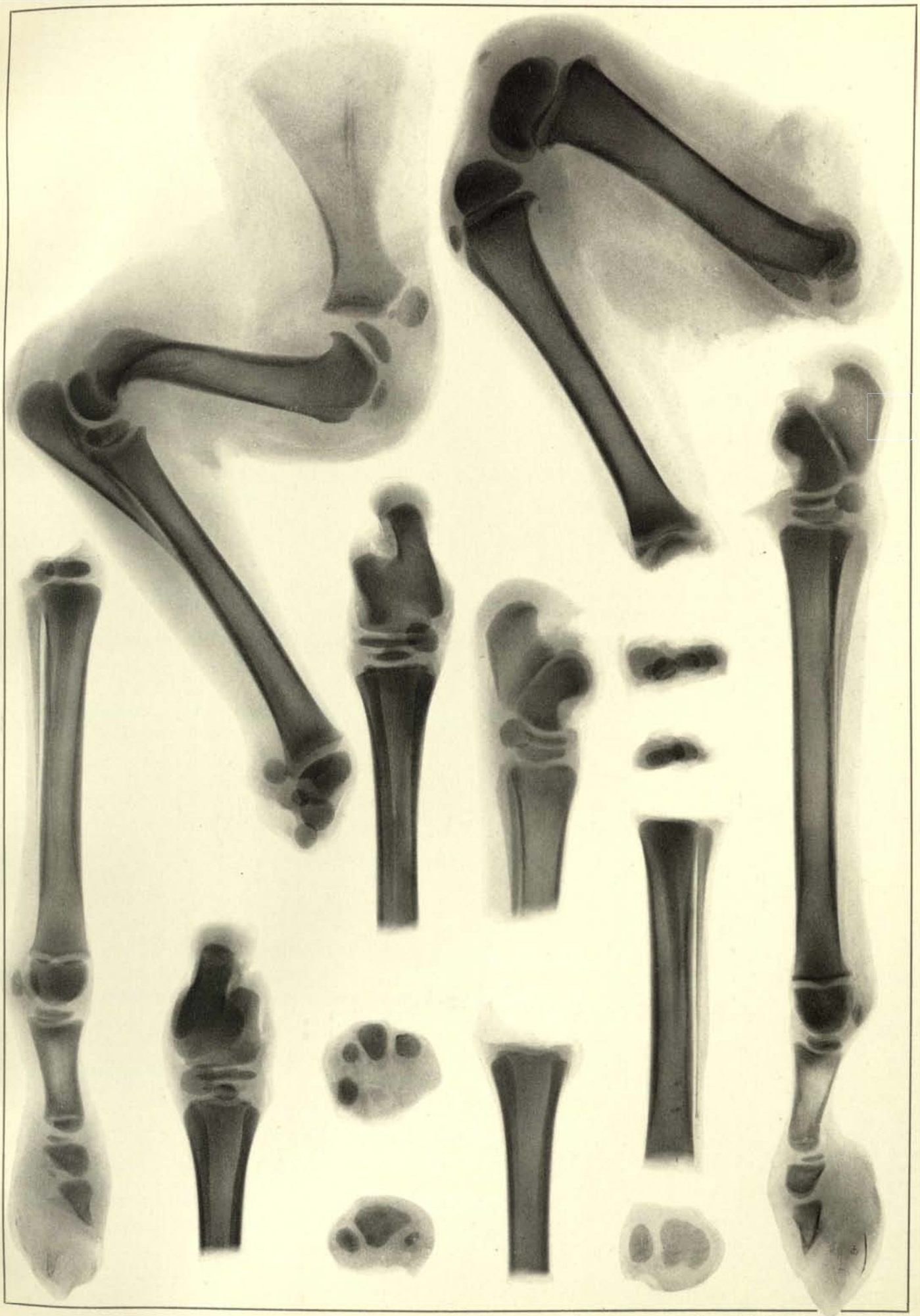
Fig. 14. Distale Gewebeplatte des Carpus mit Knochenanlagen in der nämlichen Orientierung wie auf Fig. 13 (Film Nr. 270).

NB. Sämtliche Abbildungen geben die Extremitätenteile in der Hälfte der natürlichen Objektgrösse wieder.

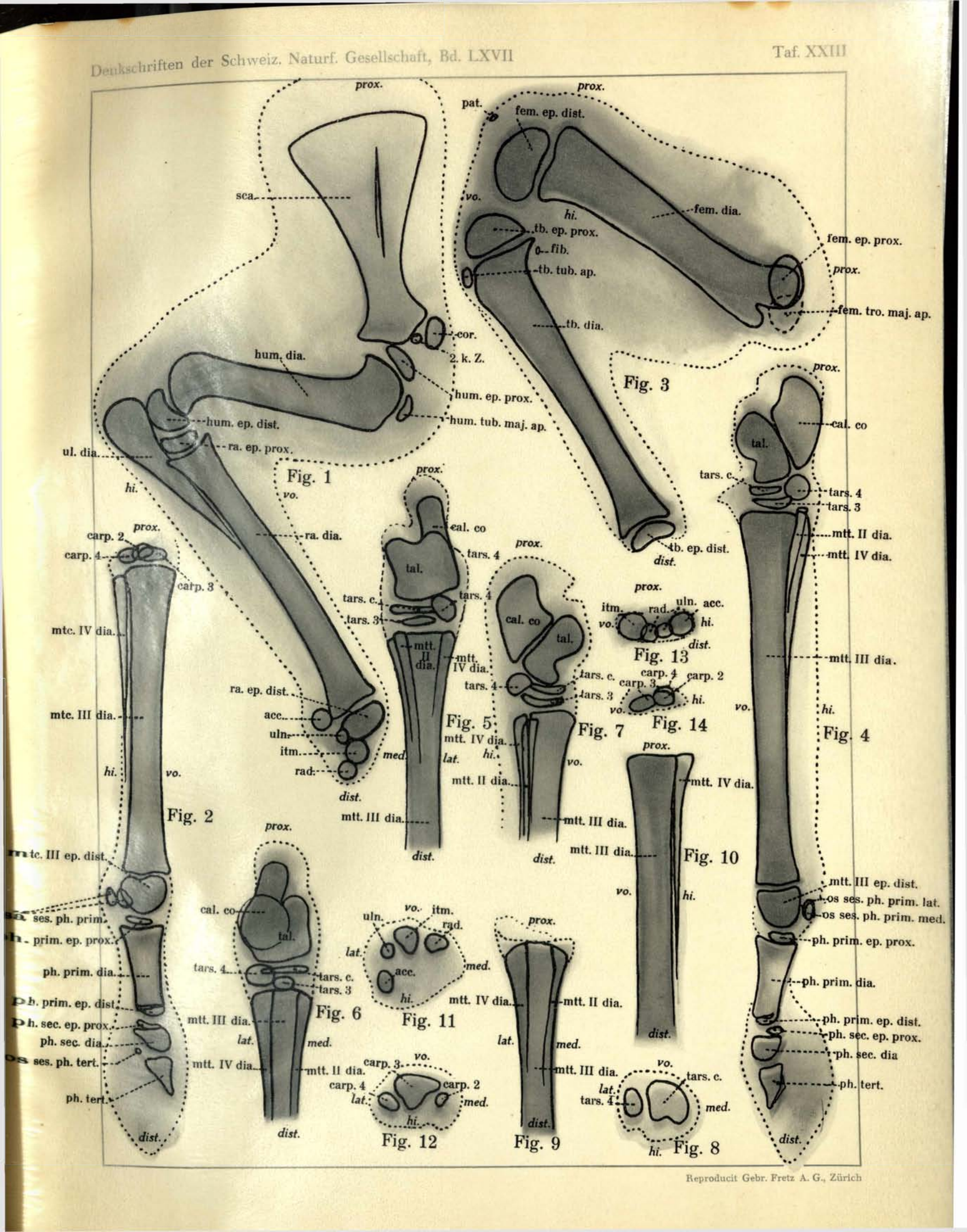
Abkürzungen:

prox. = proximal | *vo.* = vorn | *lat.* = lateral
dist. = distal | *hi.* = hinten | *med.* = medial

acc.	= Accessorium
cal. co.	= Calcaneus, Körper
carp. 2	= Carpale 2
carp 3	= Carpale 3
carp. 4	= Carpale 4
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox.	= Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse
fib.	= Fibula
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
itm.	= Intermediale
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
os ses. ph. prim. lat.	= Os sesamoidum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med.	= Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim.	= Ossa sesamoidea phalangis primae
os ses. ph. tert.	= Os sesamoidum phalangis tertiae
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox.	Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox.	= Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert.	= Endphalanx
rad.	= Radiale
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tars. c.	= Centrale (tarsale centrale)
tars. 3	Tarsale 3
tars. 4	Tarsale 4
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap.	= Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse
uln.	= Ulnare
2. k. Z.	= 2. Kern im Zonoskelett



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XXIV

Esel, bez. «Do. Nr. 92» Embryo

Kopf-Steisslänge 72 cm
Geschlecht: weiblich

«Do. Nr. 63», Embryo.

Kopf-Steisslänge 70 cm
Geschlecht: männlich

Vorder- und Hinterextremitäten in einzelne Abschnitte zerlegt, resp. in toto.

(Do. Nr. 92)

Fig. 1. Rechte Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 275).

Fig. 2. Femurknochen und Tibia der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 276).

Fig. 3. Tarsus, Metatarsus und Phalangen der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 276).

Fig. 4. Proximale Platte mit Anlagen der Carpalknochen der rechten Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 277).

Fig. 5. Distale Platte des Carpus mit Knochenkernen der rechten Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 277).

Fig. 6. Platte mit Knochenkernen des Tarsus (unter dem Calcaneus gelegen) der rechten Hinterextremität. Distale Fläche auf Platte (Film Nr. 277).

(Do. Nr. 63)

Fig. 7. Scapula und Humerus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 278).

Fig. 8. Ulna/Radius und proximal gelegener Teil der Knochenanlagen des Carpus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 278).

Fig. 9. Distal gelegener Teil des Metacarpus und Phalangen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 278).

Fig. 10. Femurknochen und Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 279).

Fig. 11. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 279).

Fig. 12. Proximal gelegene Partie des Carpus mit Knochenanlagen der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Platte auf dem Röntgenfilm (Film Nr. 280).

Fig. 13. Distal gelegene Partie des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Platte auf Röntgenfilm (Film Nr. 280).

Fig. 14. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 280).

NB. Sämtliche Figuren auf der Tafel geben die Objekte in ½ natürlicher Grösse wieder.

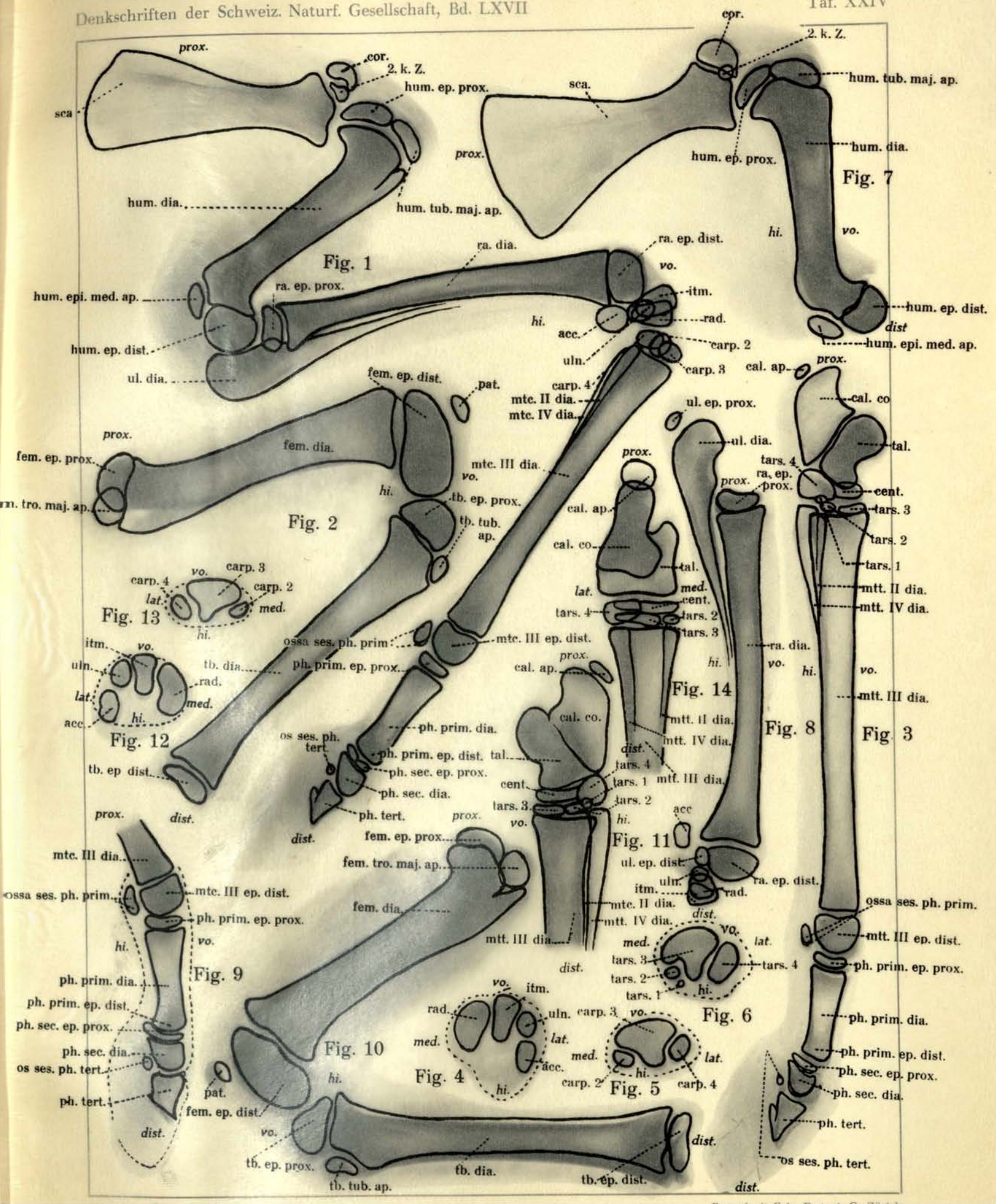
Abkürzungen:

prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial

acc.	Accessorium	os ses. ph. tert.	= Os sesamoideum phalangis tertiae
cal. co.	= Calcaneus, Körper	pat.	= Patella
cal. ap.	= Calcaneus, Apophyse	ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
carp. 2	= Carpale 2	ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
carp. 3	= Carpale 3	ph. prim. ep. prox.	Grundphalanx, proximale Epiphyse
carp. 4	= Carpale 4	ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
cent.	= Centrale (tarsale centrale)	ph sec. ep. prox.	= Mittelphalanx, proximale Epiphyse
cor.	= Coracoid	ph. tert.	Endphalanx
fem. dia.	= Femur, Diaphyse	rad.	= Radiale
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse	ra. dia.	= Radius, Diaphyse
fem. ep. prox.	Femur, proximale Epiphyse	ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse	ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse	sca.	= Scapula
hum. ep. dist.	Humerus, distale Epiphyse	tal.	Talus
hum. ep. prox.	Humerus, proximale Epiphyse	tars. 1	= Tarsale 1
hum. epi. med. ap.	Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse	tars. 2	= Tarsale 2
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse	tars. 3	Tarsale 3
itm.	= Intermediale	tars. 4	= Tarsale 4
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse	tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse	tb. ep. dist.	Tibia, distale Epiphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse	tb. ep. prox.	Tibia, proximale Epiphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse	tb. tub. ap.	Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
mtt. II dia.	Metatarsale II, Diaphyse	ul. dia.	= Ulna, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse	ul. ep. dist.	= Ulna, distale Epiphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse	ul. ep. prox.	Ulna, proximale Epiphyse
mtt. III ep. dist.	Metatarsale III, distale Epiphyse	uln.	= Ulnare
ossa ses. ph. prim.	= Ossa sesamoidea phalangis primae	2. k. Z.	2. Kern im Zonoskelett



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XXV

Esel, bez. «Do. Nr. 16714», Fohlen.

Alter: 6 Tage
Geschlecht: weiblich

Extremitäten exartikuliert und in einzelne Teile zerlegt.

Fig. 1. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 117).
Fig. 2. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 3. Proximale Reihe des Carpus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 117).
Fig. 4. Proximale Reihe des Carpus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 5. Distale Reihe des Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 117).
Fig. 6. Distale Reihe des Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 7. Tibia der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 117)
Fig. 8. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 9. Tibia der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 10. Proximale Carpalreihe der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 11. Phalangen der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 117).
Fig. 12. Phalangen der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 118).
Fig. 13. Phalangen der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 14. Distale Reihe des Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 15. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 119).
Fig. 16. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 17. Patella der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 18. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 19. Phalangen der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 20. Humerus der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 129).
Fig. 21. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 130).
Fig. 22. Humerus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 130).
Fig. 23. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 130).
Fig. 24. Phalangen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 130).
Fig. 25. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 131).
Fig. 26. Humerus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 131).
Fig. 27. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 131).
Fig. 28. Phalangen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 131)

NB. Sämtliche Abbildungen geben die Extremitätenteile auf die Hälfte reduziert in der Reproduktion wieder.

Abkürzungen:

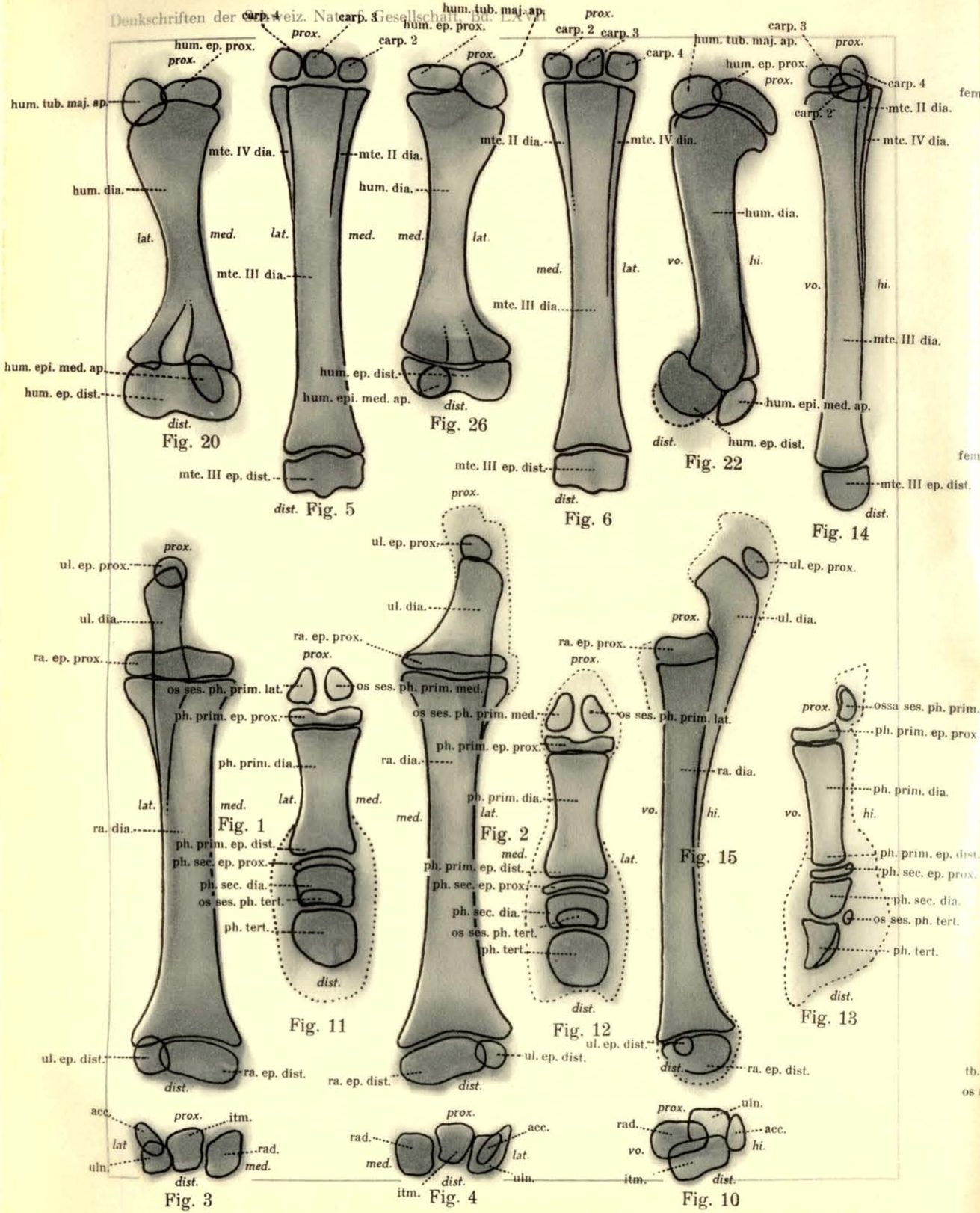
prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial

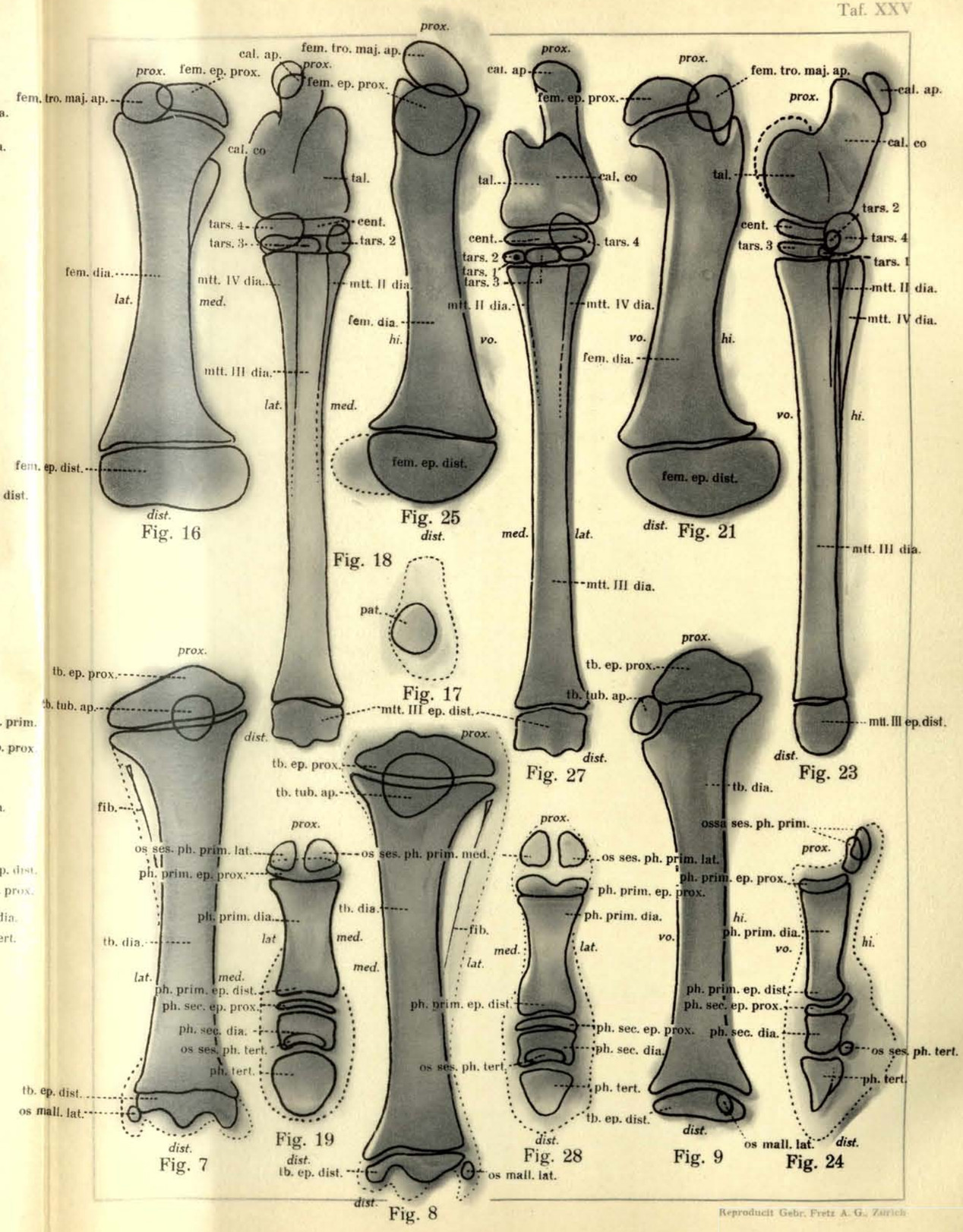
acc. = Accessorium
cal. co. = Calcaneus, Körper
cal. ap. = Calcaneus, Apophyse
carp. 2 = Carpale 2
carp. 3 = Carpale 3
carp. 4 = Carpale 4
cent. = Centrale
fem. dia. = Femur, Diaphyse
fem. ep. dist. = Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox. = Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap. = Femur, Trochanter major, Apophyse
fib. = Fibula
hum. dia. = Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist. = Humerus, distale Epiphyse
hum ep. prox. = Humerus, proximale Epiphyse
hum. epi. med. ap. = Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse
hum. tub. maj. ap. = Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
itm. = Intermediale
mtc. II dia. = Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia. = Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia. = Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist. = Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia. = Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia. = Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia. = Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist. = Metatarsale III, distale Epiphyse
os. mall. lat. = Os malleolare laterale («Malleolus»)
os ses. ph. prim. lat. = Os sesamoideum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med. = Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim. = Ossa sesamoidea phalangis primae
os ses. ph. tert. = Os sesamoideum phalangis tertiae
pat. = Patella
ph. prim. dia. = Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist. = Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox. = Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia. = Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox. = Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert. = Endphalanx
rad. Radiale
ra. dia. Radius, Diaphyse
ra. ep. dist. Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox. = Radius, proximale Epiphyse
tal. = Talus
tars. 1 = Tarsale 1
tars. 2 = Tarsale 2
tars. 3 = Tarsale 3
tars. 4 = Tarsale 4
tb. dia. = Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist. Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox. = Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap. = Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia. = Ulna, Diaphyse
ul. ep. dist. = Ulna, distale Epiphyse
ul. ep. prox. = Ulna, proximale Epiphyse
uln. = Ulnare





Reproduktt. Gebr. Fretz A. G., Zürich





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XXVI

Esel, bez. «Do. Nr. 131», Fohlen.

Kopf-Steisslänge —

Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremitäten in einzelne Teilkomponenten zerlegt. Die Figg. 1–10 und 12 beziehen sich auf die Schultergliedmasse, die Figg. 11, 13—23 auf die Beckengliedmasse.

Fig. 1. Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 233).
Fig. 2. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 233).
Fig. 3. Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 233).
Fig. 4. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 233).
Fig. 5. Proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus als obere Scheibe des Radio-Metacarpalgelenkes mit distaler Fläche auf Platte, Vorderkant nach unten (Film Nr. 235).
Fig. 6. Distale Carpalknochenreihe in Form der unteren Scheibe des Radio-Metacarpalgelenkes mit proximaler Fläche auf Platte, Vorderkant nach oben (Film Nr. 235).
Fig. 7. Distale Partie des Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 234).
Fig. 8. Humerus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 235).
Fig. 9. Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 235).
Fig. 10. Metacarpus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte, zur Demonstration der Metacarpalia V und IV, Knochen in der Längsachse entsprechend gedreht (Film Nr. 235)
Fig. 11. Phalangen der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 235).
Fig. 12. Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 233).
Fig. 13. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 172).
Fig. 14. Tibia der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 172).
Fig. 15. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 172).
Fig. 16. Phalangen der rechten Hinterext emität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 172).
Fig. 17. Patella der rechten Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 172).
Fig. 18. Tibia im proximalen Teil der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 174).
Fig. 19. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 174).
Fig. 20. Femurknochen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 173).
Fig. 21. Tibia der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 173).
Fig. 22. Tarsus und Metatarsus der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 173).
Fig. 23. Phalangen der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 173).

NB. Sämtliche Abbildungen geben die Extremitätenteile auf die Hälfte ihrer natürlichen Grösse reduziert in der Reproduktion wieder.

Abkürzungen:

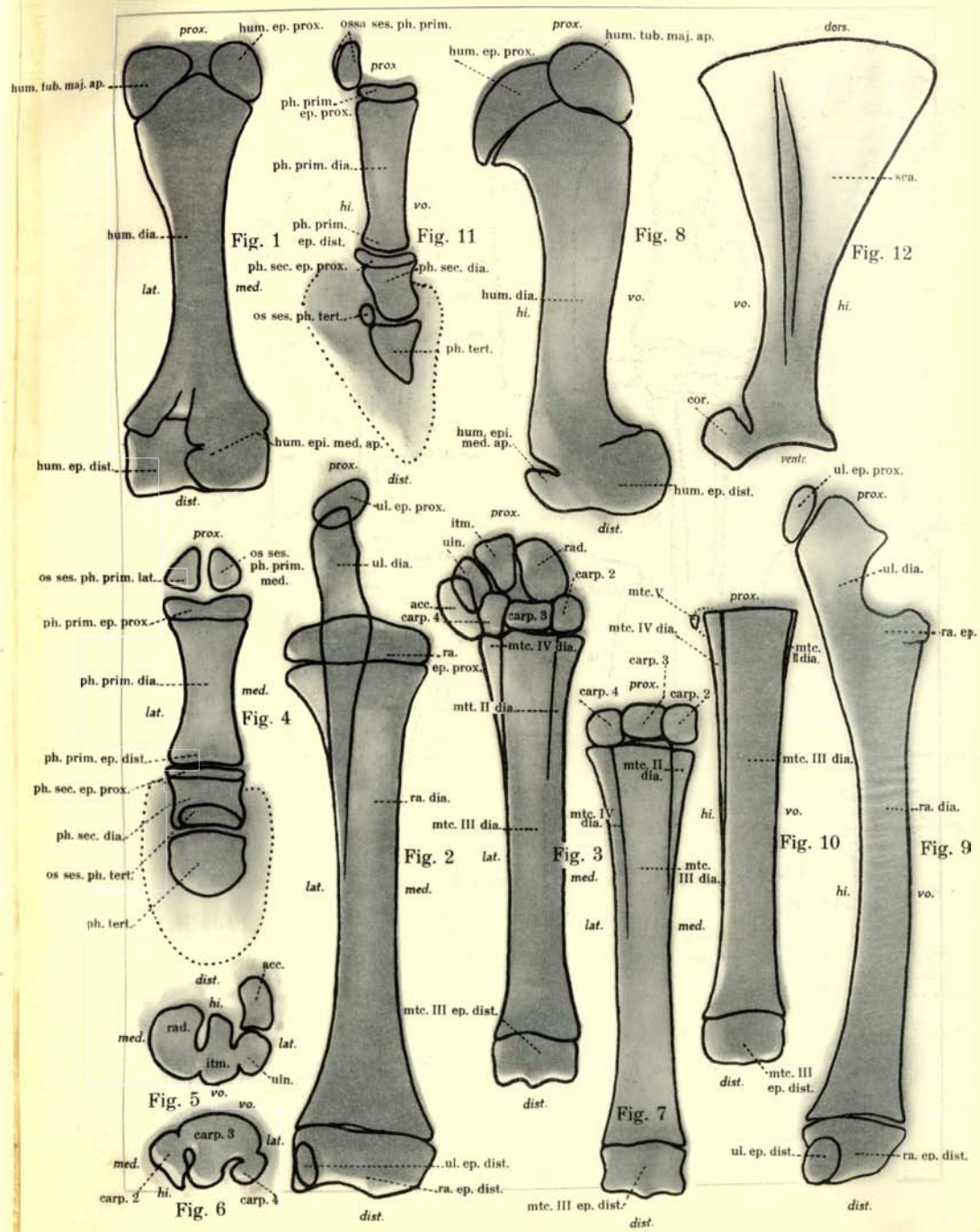
prox. = proximal *vo.* = vorn *lat.* = lateral *dors.* = dorsal
dist. = distal *hi.* = hinten *med.* = medial *ventr.* = ventral

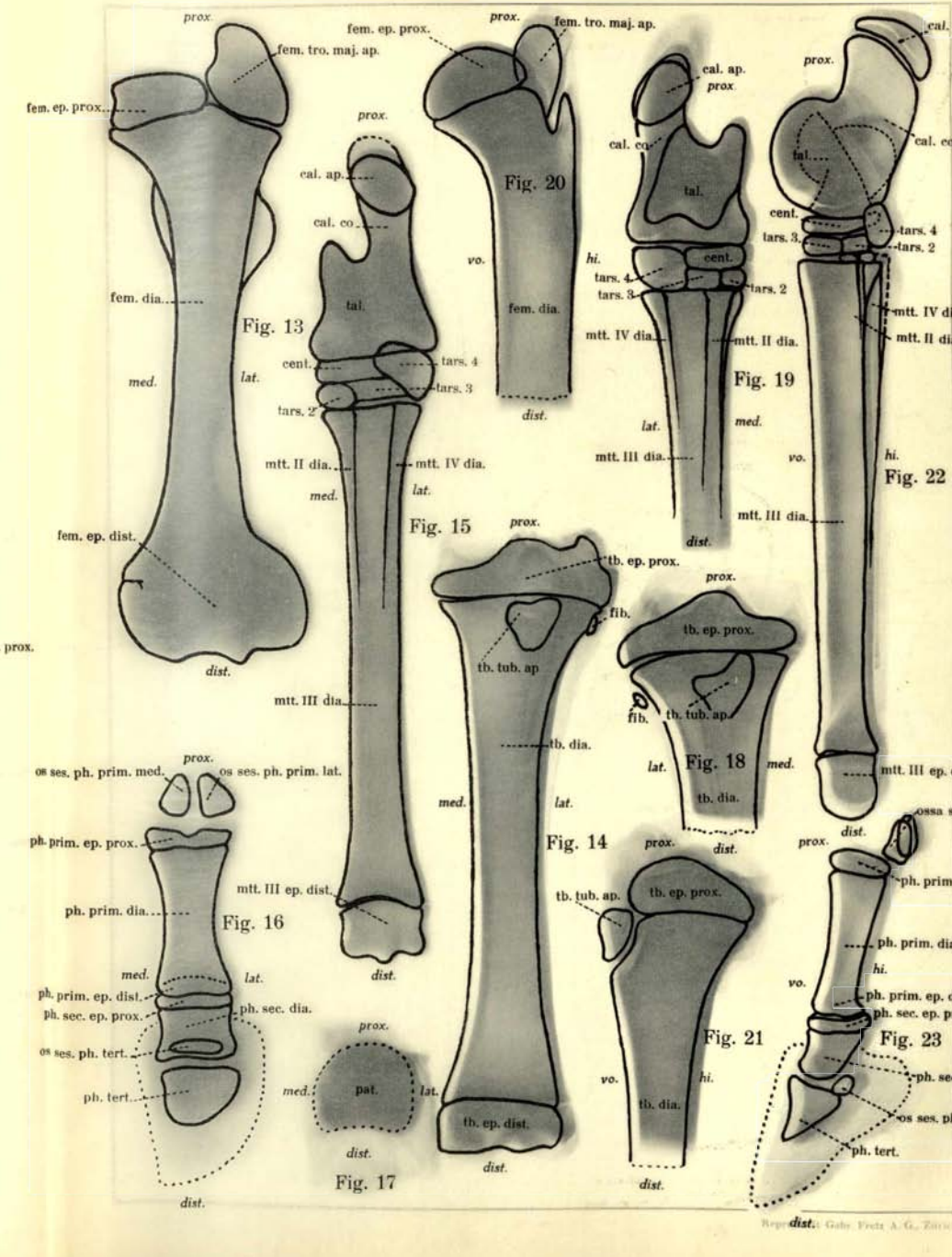
acc. = Accessorium
cal. co. = Calcaneus, Körper
cal. ap. = Calcaneus, Apophyse
carp. 2 = Carpale 2
carp. 3 = Carpale 3
carp. 4 = Carpale 4
cent. = Centrale (os centrale)
cor. = Coracoid
fem. dia. = Femur, Diaphyse
fem. ep. dist. = Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox. = Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap. = Femur, Trochanter major Apophyse
fib. = Fibula
hum. dia. = Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist. = Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox. = Humerus, proximale Epiphyse
hum. epi. med. ap. = Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse
hum. tub. maj. ap. = Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
ilm. = Intermediale
mtc. II dia. = Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia. Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia. = Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. V Metacarpale V
mtc. III ep. dist. = Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia. = Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia. = Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia. = Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist. = Metatarsale III, distale Epiphyse
os mall. lat. = Os malleolare laterale («Malleolus»)
os ses. ph. prim. lat. = Os sesamoideum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med. = Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim. = Ossa sesamoidea phalangis primae
os ses. ph. tert. = Os sesamoideum phalangis tertiae
pat. = Patella
ph. prim. dia. = Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist. = Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox. = Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia. = Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox. Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert. = Endphalanx
rad. = Radiale
ra. dia. = Radius, Diaphyse
ra. ep. dist. = Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox. Radius, proximale Epiphyse
sca. = Scapula
tal. = Talus
tars. 2 = Tarsale 2
tars. 3 = Tarsale 3
tars. 4 = Tarsale 4
tb. dia. = Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist. = Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox. = Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap. = Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia. = Ulna, Diaphyse
ul. ep. dist. = Ulna, distale Epiphyse
ul. ep. prox. = Ulna, proximale Epiphyse
uln. = Ulnare





Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich


Fig. 1
prox.
hum. ep. prox.
hum. tub. maj. ap.
hum. dia.
lat.
hum. ep. dist.
dist.
Fig. 11
ossa ses. ph. prim.
prox
ph. prim. ep. prox.
ph. prim. dia.
hi.
vo.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. ep. prox.
ph. sec. dia.
med.
os ses. ph. tert.
ph. tert.
hum. epi. med. ap.
Fig. 8
hum. ep. prox.
hum. tub. maj. ap.
hum. dia.
hum. epi. med. ap.
hum. ep. dist.
Fig. 12
dors.
sca.
cor.
vent.
Fig. 4
os ses. ph. prim. lat.
os ses. ph. prim. med.
ph. prim. ep. prox.
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. ep. prox.
ph. sec. dia.
os ses. ph. tert.
ph. tert.
Fig. 2
ul. ep. prox.
ul. dia.
ra. ep. prox.
ra. dia.
mte. III dia.
mte. III ep. dist.
ul. ep. dist.
ra. ep. dist.
Fig. 3
itm.
uln.
rad.
carp. 2
acc.
carp. 4
carp. 3
mte. IV dia.
mtt. II dia.
Fig. 7
carp. 3
carp. 4
carp. 2
mte. II dia.
mte. IV dia.
mte. III ep. dist.
Fig. 10
mte. V
mte. II dia.
mte. III dia.
mte. III ep. dist.
Fig. 9
ul. ep. prox.
ul. dia.
ra. ep. prox.
ra. dia.
ul. ep. dist.
ra. ep. dist.
Fig. 5
acc.
rad.
itm.
uln.
Fig. 6
carp. 3
carp. 2
carp. 4


Fig. 13
fem. ep. prox.
fem. tro. maj. ap.
fem. dia.
fem. ep. dist.
Fig. 20
fem. tro. maj. ap.
fem. ep. prox.
fem. dia.
Fig. 15
cal. ap.
cal. co
tal.
cent.
tars. 4
tars. 3
tars. 2
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
Fig. 19
cal. ap.
cal. co
tal.
cent.
tars. 4
tars. 3
tars. 2
mtt. IV dia.
mtt. II dia.
mtt. III dia.
Fig. 22
cal. ap.
cal. co
tal.
cent.
tars. 4
tars. 3
tars. 2
mtt. IV dia.
mtt. II dia.
mtt. III ep. dist.
Fig. 16
os ses. ph. prim. med.
os ses. ph. prim. lat.
ph. prim. ep. prox.
ph. prim. dia.
mtt. III ep. dist.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. ep. prox.
ph. sec. dia.
os ses. ph. tert.
ph. tert.
Fig. 17
pat.
Fig. 14
tb. ep. prox.
fib.
tb. tub. ap.
tb. dia.
tb. ep. dist.
Fig. 18
tb. ep. prox.
fib.
tb. tub. ap.
tb. dia.
Fig. 21
tb. tub. ap.
tb. ep. prox.
tb. dia.
Fig. 23
ossa ses. ph. prim.
ph. prim. ep. prox.
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. ep. prox.
ph. sec. dia.
os ses. ph. tert.
ph. tert.

Legende zu Tafel XXVII

Esel, bez. «Do. Nr. 16749», Fohlen.

Kopf-Steisslänge 86,0 cm
Geschlecht: weiblich

Vorderextremität in einzelne Teilstücke zerlegt.

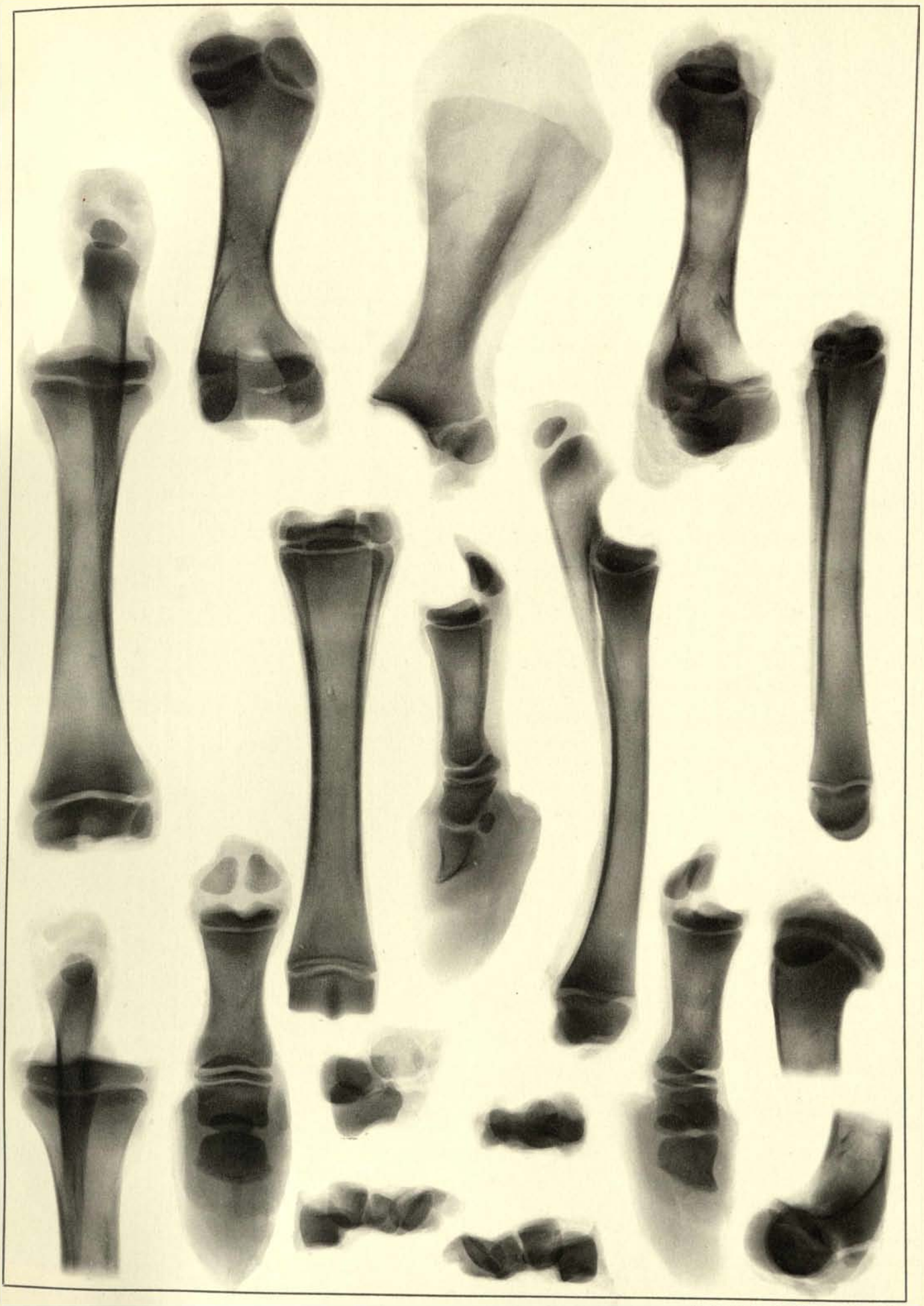
Fig. 1. Humerus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 135).
Fig. 2. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 135).
Fig. 3. Proximale Knochenreihe des Carpus der rechten Vorderextremität. Vorderfläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 135).
Fig. 4. Distale Knochenreihe des Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 135).
Fig. 5. Phalangen der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 135).
Fig. 6. Scapula der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 133).
Fig. 7. Proximaler Teil der Ulna und des Radius der rechten Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 133).
Fig. 8. Proximale Reihe der Carpalknochenanlagen des Carpus der rechten Vorderextremität. Hinterfläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 133).
Fig. 9. Proximaler Teil des Humerus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 134).
Fig. 9a. Distaler Teil des Humerus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 134).
Fig. 10. Proximale Knochenreihe des Carpus der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 134).
Fig. 11. Phalangen der rechten Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 134).
Fig. 12. Humerus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 136).
Fig. 13. Ulna/Radius der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 136).
Fig. 14. Proximale Reihe der Knochen des Carpus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 136).
Fig. 15. Distale Reihe der Knochen des Carpus und Metacarpus der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 136).
Fig. 16. Phalangen der rechten Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 136).

NB. Sämtliche Abbildungen sind in verkleinertem Maßstab gehalten; die Figuren entsprechen der Hälfte der natürlichen Grösse der Objekte.

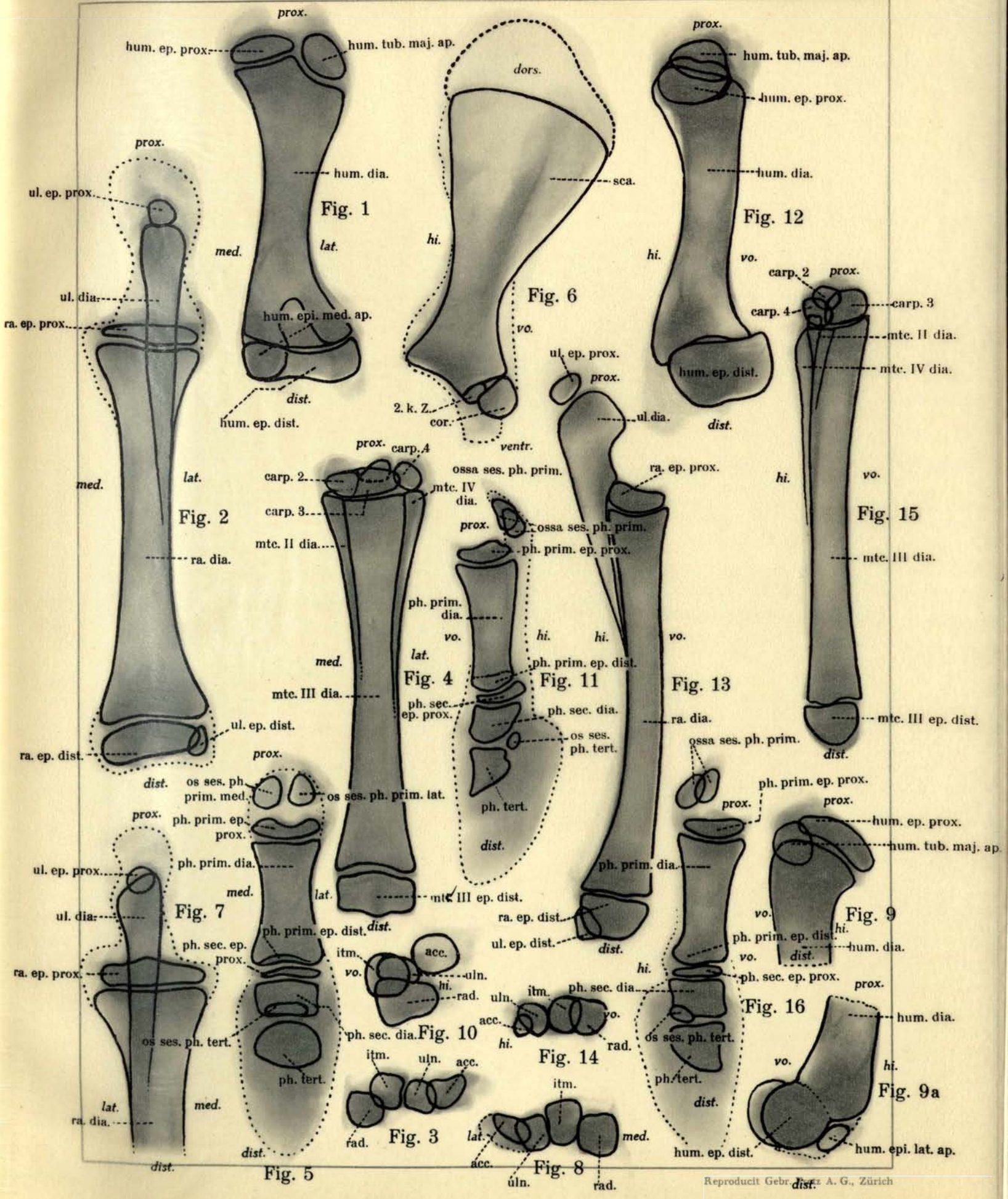
Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* = ventral

acc.	= Accessorium	ossa ses. ph. prim.	= Ossa sesamoidea phalangis primae
carp. 2	= Carpale 2	os ses. ph. tert.	= Os sesamoideum phalangis tertiae
carp. 3	= Carpale 3	ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
carp. 4	= Carpale 4	ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
cor.	= Coracoid	ph. prim. ep. prox.	Grundphalanx, proximale Epiphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse	ph. sec dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse	ph. sec. ep. prox.	= Mittelphalanx, proximale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse	ph. tert.	= Endphalanx
hum. epi. lat. ap.	= Humerus, Epicondylus lateralis, Apophyse	rad.	= Radiale
hum. epi. med. ap.	= Humerus, Epicondylus medialis. Apophyse	ra. dia.	= Radius, Diaphyse
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse	ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
itm.	= Intermediale	ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse	sca.	= Scapula
mtc. III dia.	Metacarpale III. Diaphyse	ul. dia.	= Ulna, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse	ul. ep. dist.	= Ulna, distale Epiphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse	ul. ep. prox.	= Ulna, proximale Epiphyse
os ses. ph. prim. lat.	= Os sesamoideum phalangis primae laterale	uln.	= Ulnare
os. ses. ph. prim. med.	= Os sesamoideum phalangis primae mediale	2. k. Z.	= 2. Kern im Zonoskelett



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

Legende zu Tafel XXVIII

Esel, bez. «Do. Nr. 16749», Fohlen

Kopf-Steisslänge 86,0 cm

Geschlecht: weiblich

Hinterextremität in einzelne Teilstücke zerlegt.

Fig. 1. Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 2. Femurknochen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 3. Femurknochen der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 4. Femurknochen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 67).
Fig. 5. Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 6. Tibia der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 7. Tibia der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 8. Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 67).
Fig. 9. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 10. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 67).
Fig. 11. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 12. Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 67).
Fig. 13. Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 14. Phalangen der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 64).
Fig. 15. Phalangen der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 65).
Fig. 16. Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 67).
Fig. 17. Patella der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 66).
Fig. 18. Patella der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 64).

NB. Sämtliche Abbildungen sind in verkleinertem Maßstab gehalten; die Figuren entsprechen der Hälfte der natürlichen Grösse der Objekte.

Abkürzungen:

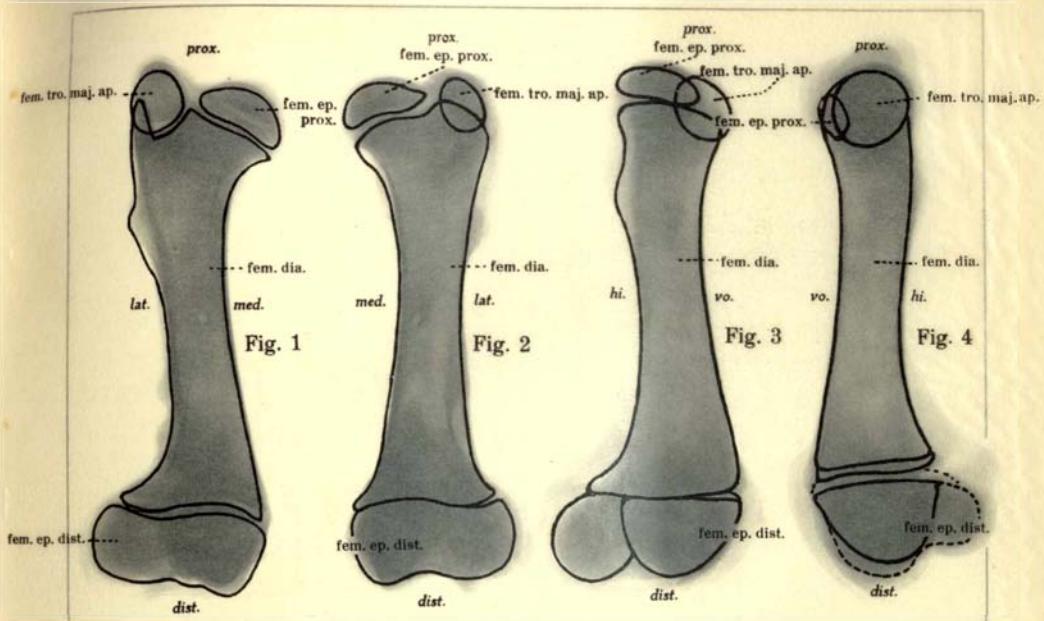
prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial

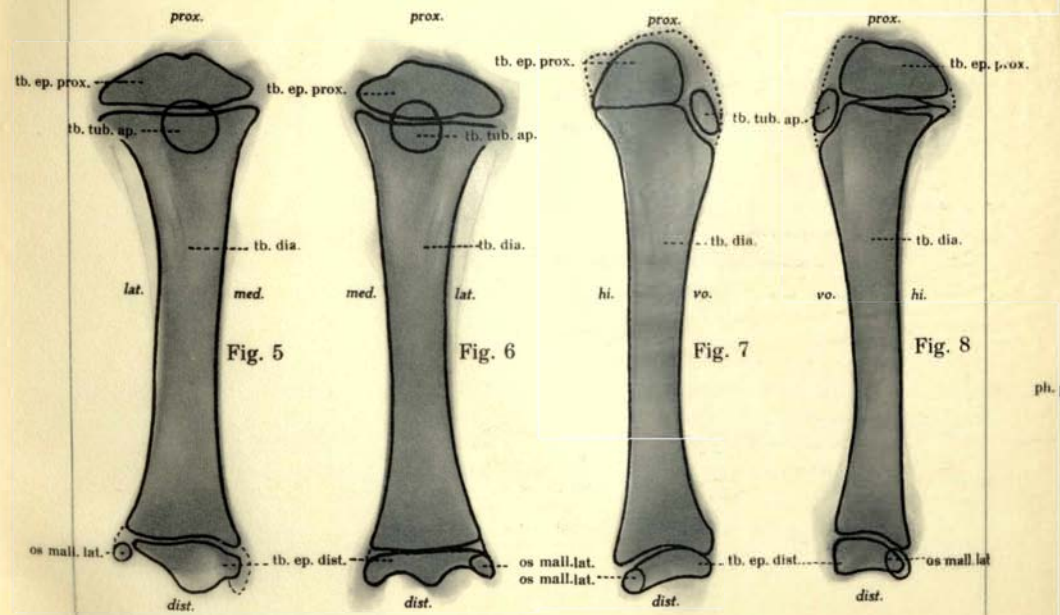
cal. co.	= Calcaneus, Körper
cal. ap.	= Calcaneus, Apophyse
cent.	= Centrale
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox.	= Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse
mtt. II dia.	Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
os mall. lat.	= Os malleolare laterale («Malleolus»)
os ses. ph. prim. lat.	= Os sesamoideum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med.	= Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim.	= Ossa sesamoidea phalangis primae
os ses. ph. tert.	= Os sesamoideum phalangis tertiae
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox.	= Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox.	= Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert.	= Endphalanx
tal.	= Talus
tars. 2	= Tarsale 2
tars. 3	= Tarsale 3
tars. 4	= Tarsale 4
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap.	= Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)

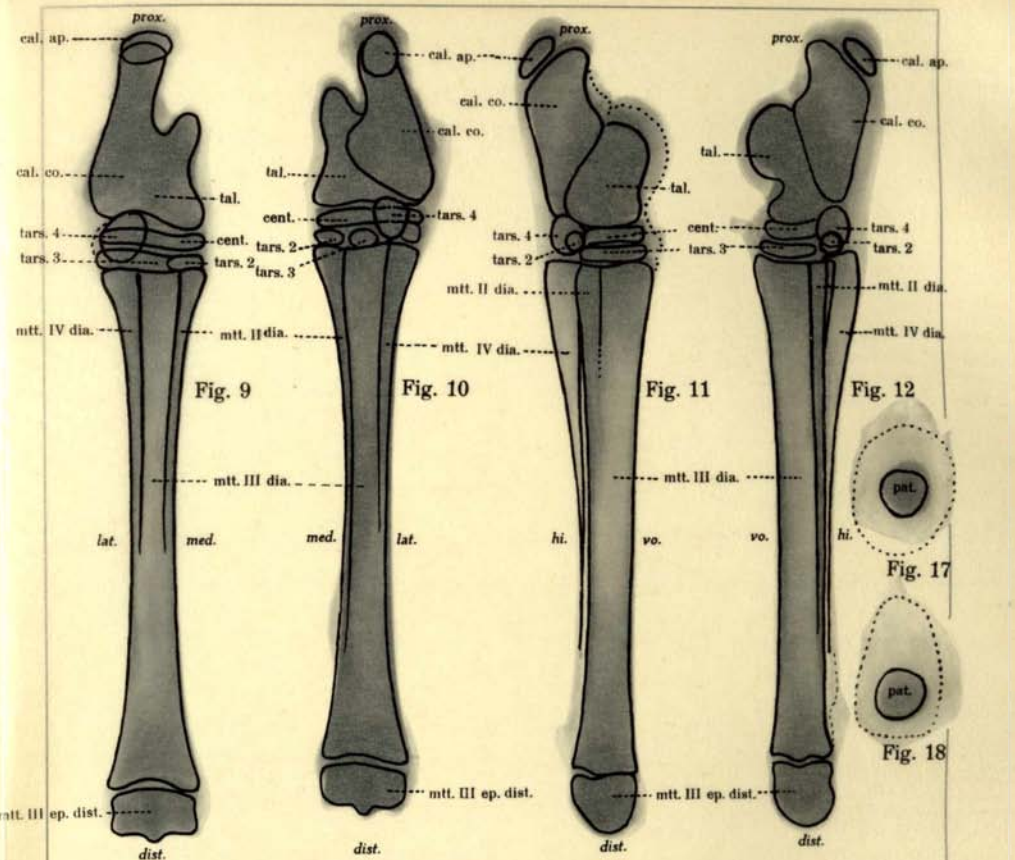


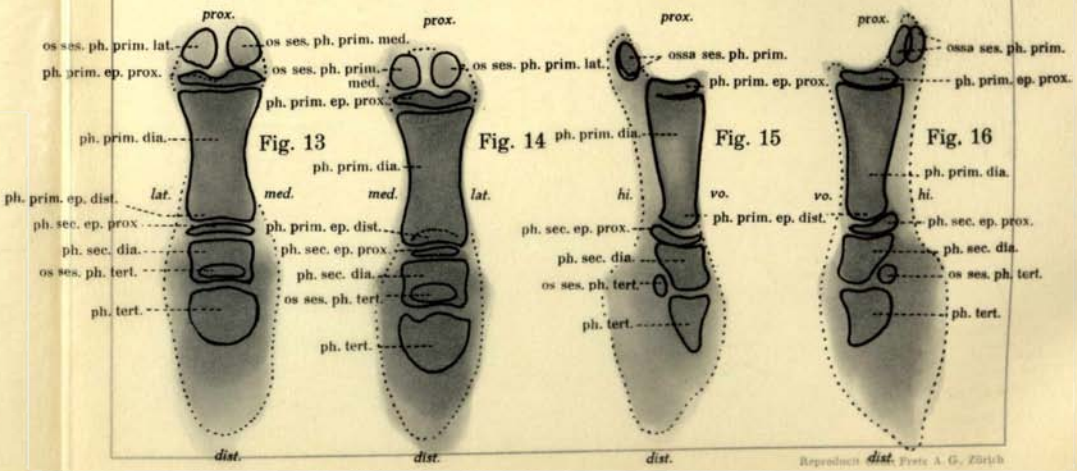


Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich









Reproduct. Frets A. G., Zürich

Legende zu Tafel XXIX

Esel, bez. «Do. Nr. 90», Fohlen.

Kopf-Steisslänge 91 cm
Geschlecht: weiblich

Vorder- und Hinterextremitäten in einzelne Abschnitte zerlegt.

*) **Fig. 1.** Humerus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 44.)
*) **Fig. 2.** Humerus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 46).
*) **Fig. 3.** Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 44).
*) **Fig. 4.** Carpus und Metacarpus der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 46).
*) **Fig. 5.** Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 44).
*) **Fig. 6.** Ulna/Radius der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 46).
*) **Fig. 7.** Phalangen der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 43).
*) **Fig. 8.** Phalangen der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 46).
*) **Fig. 9.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 59).
*) **Fig. 10.** Femurknochen der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 61). (Die Orientierung «vo.» und «hi.» ist fälschlich gesetzt: vo. kommt links von der Knochenlängsachse, hi. rechts von derselben zu stehen.)
*) **Fig. 11.** Tibia der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 59).
*) **Fig. 12.** Tibia der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 60).
*) **Fig. 13.** Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 59).
*) **Fig. 14.** Tarsus und Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 61).
*) **Fig. 15.** Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 60).
*) **Fig. 16.** Patella der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 63).
*) **Fig. 17.** Phalangen der linken Hinterextremität. Vorderseite auf Platte (Film. Nr. 63).
*) **Fig. 18.** Scapula der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 72).

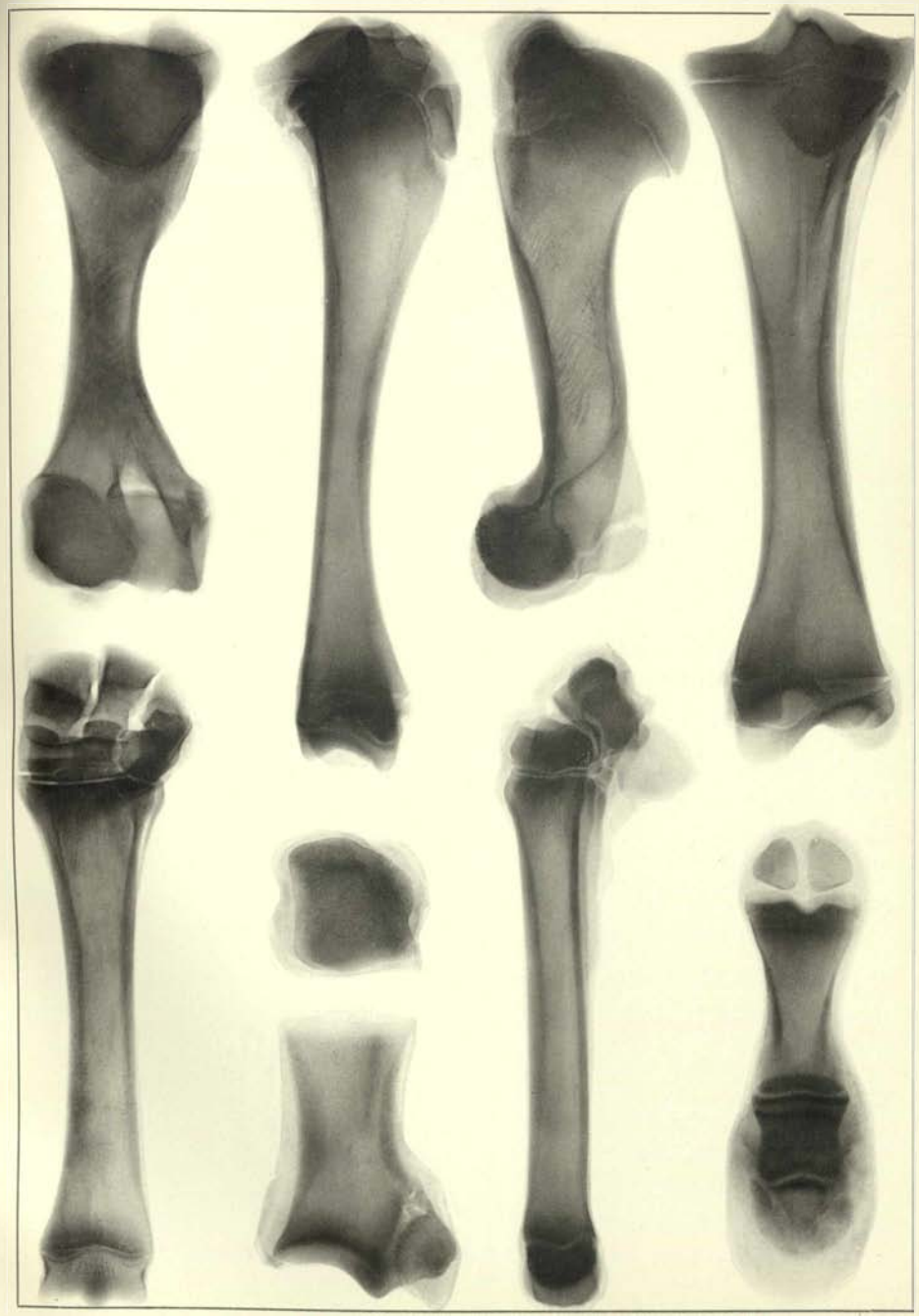
*) Die mit * bezeichneten Figuren sind von der der Unterlage aufliegenden Filmseite reproduziert.

NB. Sämtliche Abbildungen geben die einzelnen Knochen in verkleinertem Maßstab wieder. Die Reproduktionen entsprechen der Hälfte der natürlichen Objektgrösse.

Abkürzungen:

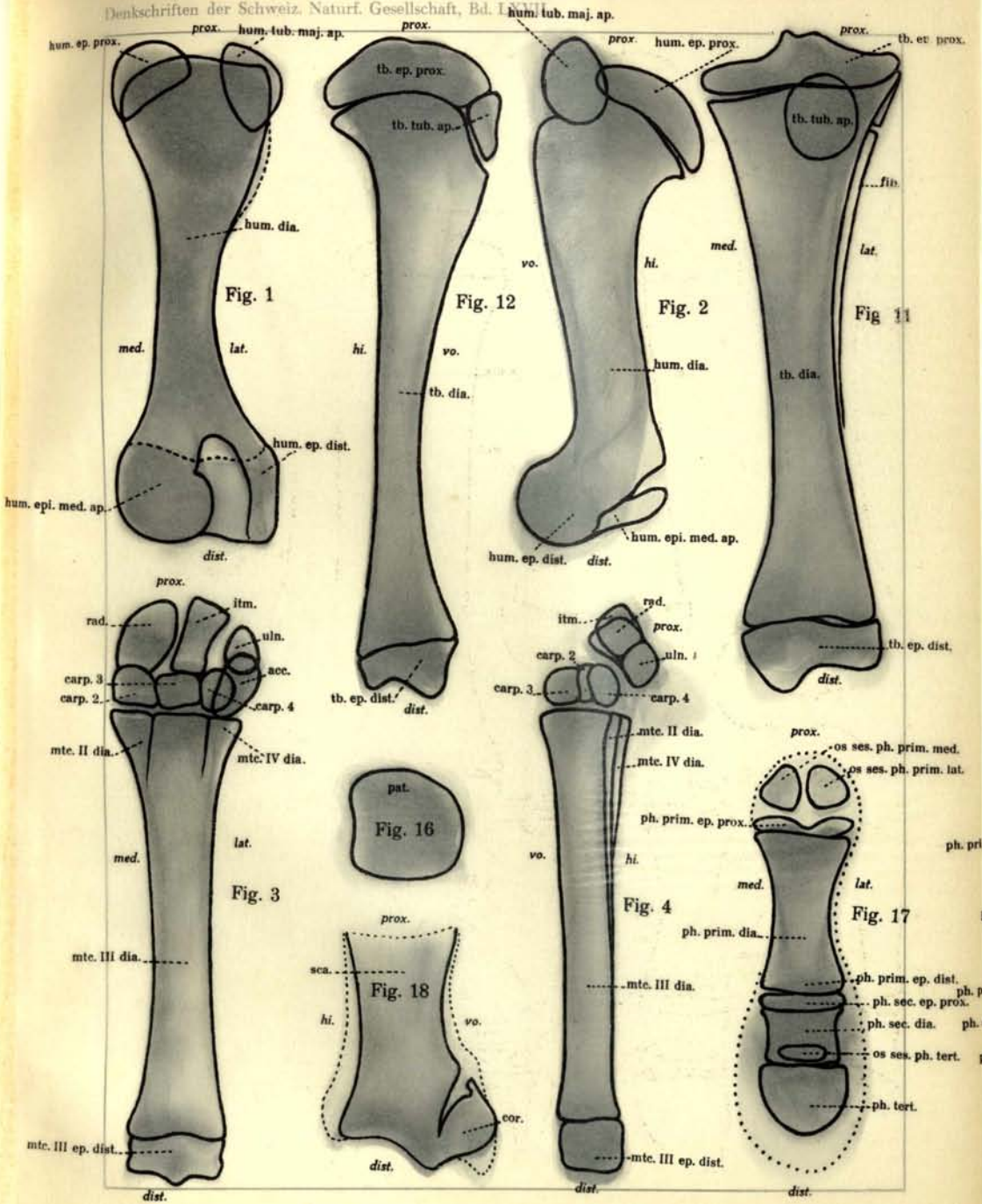
prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial

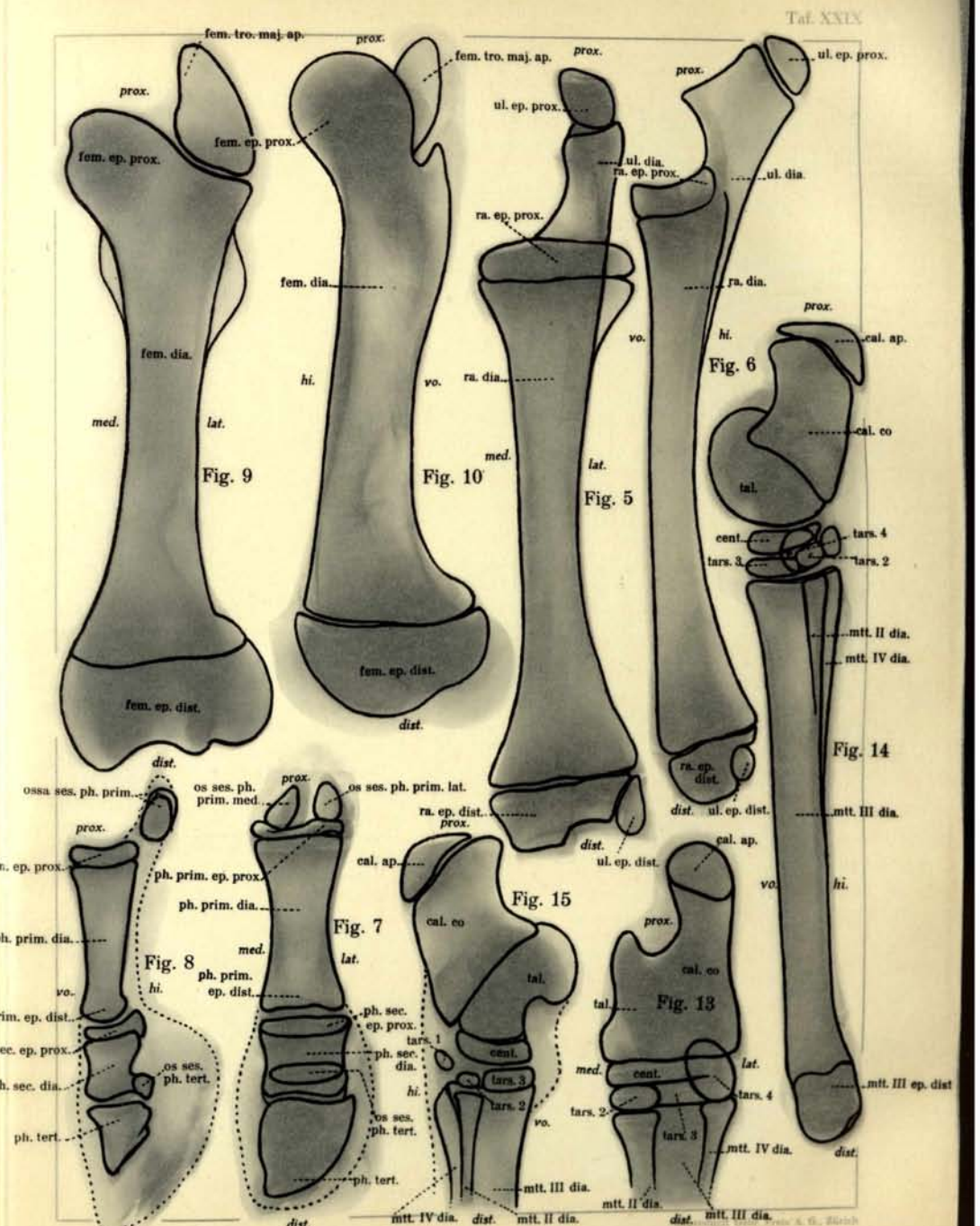
acc.	= Accessorium
cal. co.	= Calcaneus, Körper
cal. ap.	= Calcaneus, Apophyse
carp. 2	= Carpale 2
carp. 3	= Carpale 3
carp. 4	= Carpale 4
cent.	= Centrale
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
fem. ep. prox.	= Femur, proximale Epiphyse
fem. tro. maj. ap.	= Femur, Trochanter major, Apophyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse
hum epi. med. ap.	= Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
itm.	= Intermediale
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtc. III ep. dist.	= Metacarpale III, distale Epiphyse
mtt. II dia.	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. dist.	= Metatarsale III, distale Epiphyse
os ses. ph. prim. lat.	= Os sesamoideum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med.	= Os sesamoideum phalangis primae mediale
ossa ses. ph. prim.	= Ossa sesamoidea phalangis primae
os ses. ph. tert.	= Os sesamoideum phalangis tertiae
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	= Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grundphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox.	= Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox.	= Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert.	= Endphalanx
rad.	= Radiale
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tars. 1	= Tarsale 1
tars. 2	= Tarsale 2
tars. 3	= Tarsale 3
tars. 4	= Tarsale 4
tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale, Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia, proximale Epiphyse
tb. tub. ap.	= Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse
ul. ep. dist.	= Ulna, distale Epiphyse
ul. ep. prox.	= Ulna, proximale Epiphyse
uln.	= Ulnare





Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich


hum. ep. prox.
prox.
hum. tub. maj. ap.
hum. dia.
hum. ep. dist.
hum. epi. med. ap.
med.
lat.
dist.
Fig. 1
tb. ep. prox.
tb. tub. ap.
tb. dia.
tb. ep. dist.
hi.
vo.
Fig. 12
hum. tub. maj. ap.
hum. ep. prox.
vo.
hi.
hum. dia.
hum. ep. dist.
hum. epi. med. ap.
Fig. 2
tb. ep. prox.
tb. tub. ap.
fib.
med.
lat.
tb. dia.
tb. ep. dist.
Fig. 11
itm.
rad.
uln.
acc.
carp. 3
carp. 2
carp. 4
mtc. II dia.
mtc. IV dia.
mtc. III dia.
mtc. III ep. dist.
Fig. 3
pat.
Fig. 16
sca.
cor.
Fig. 18
carp. 2
carp. 3
mtc. III dia.
Fig. 4
os ses. ph. prim. med.
os ses. ph. prim. lat.
ph. prim. ep. prox.
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. ep. prox.
ph. sec. dia.
os ses. ph. tert.
ph. tert.
Fig. 17


fem. tro. maj. ap.
fem. ep. prox.
fem. dia.
fem. ep. dist.
Fig. 9
Fig. 10
ul. ep. prox.
ul. dia.
ra. ep. prox.
ra. dia.
ra. ep. dist.
ul. ep. dist.
Fig. 5
cal. ap.
cal. co
tal.
cent.
tars. 4
tars. 3
tars. 2
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
Fig. 14
ossa ses. ph. prim.
os ses. ph. prim. med.
os ses. ph. prim. lat.
ph. prim. ep. prox.
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. ep. prox.
ph. sec. dia.
os ses. ph. tert.
ph. tert.
Fig. 8
Fig. 7
Fig. 15
Fig. 13
mtt. III ep. dist
mtt. IV dia.
mtt. II dia.
mtt. III dia.

Legende zu Tafel XXX

Esel, bez. «Do. Nr. 86» (Fohlen).

Kopf-Steisslänge 76 cm
Geschlecht: weiblich

Fig. 1. Femur-Tibialgelenk der linken Hinterextremität mit Patella und Tuberositas tibiae. Innenseite auf Platte (Film Nr. 274).

Fig. 2. Buggelenk der linken Vorderextremität mit den beiden Knochenkernen im Scapularbereich und den proximalen Epiphysen des Humerus. Innenseite auf Platte (Film Nr. 273).

Fig. 3. Ellenbogengelenk (Humero-Radialgelenk) der linken Vorderextremität, mit Knochenkern für den Epicondylus medialis, die distale Epiphyse des Humerus und die proximalen Epiphysen des Radius und der Ulna. Innenseite auf Platte (Film Nr. 273).

Fig. 4. Hinterfusswurzel der linken Hinterextremität mit anschliessender Tibia (distaler Teil) und Metatarsus (proximaler Teil). Innenseite auf Platte (Film Nr. 274).

Esel, bez. «Do. Nr. 134» (Embryo).

Kopf-Steisslänge 74 cm
Geschlecht: weiblich

Fig. 5. Proximaler Teil des Femurknochens der linken Hinterextremität mit den beiden Epiphysenkernen für den Femurkopf und den Trochanter major. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 286).

Fig. 6. Carpus, zwischen oberer und unterer Carpalknochenreihe durchschnitten, mit anschliessendem Oberarm, bez. Miltelfuss der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 281).

Fig. 7. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 286).

Fig. 8. Tarsus mit anschliessendem Metatarsus (proximaler Teil) der linken Hinterextremität, samt proximal gelegener Epiphyse des Hauptmittelfussknochens. Innenseite auf Platte (Film Nr. 282).

Fig. 11. Phalangen der linken Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 283).

Fig. 12. Proximale Partie und distale Reihe der Knochenanlagen des Carpus in der Vorderfusswurzel mit anschliessendem proximalem Teil des Metacarpus. Fusswurzel im Mittelteil durchschnitten; linke Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 283).

Esel, bez. «Do. Nr. 140» (Fohlen).

Kopf-Steisslänge —
Geschlecht: weiblich

Fig. 9. Proximaler Teil der Tibia der linken Hinterextremität, mit Tuberositas tibiae. Innenseite auf Platte (Film Nr. 153).

Fig. 10. Distaler Teil der Tibia der linken Hinterextremität mit Epiphyse und Malleolus lateralis. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 152).

Fig. 14. Distaler Teil des Humerus der linken Vorderextremität mit Epicondylus medialis und verknöcherter distaler Epiphyse. Innenseite auf Platte (Film Nr. 155).

Fig. 15. Tarsus der linken Hinterextremität mit proximalem Teil des Mittelfusses. Innenseite auf Platte (Film Nr. 153).

Esel, bez. «Do. Nr. 139» (Embryo).

Kopf-Steisslänge 74,5 cm
Geschlecht: männlich

Fig. 13. Proximale Gewebeplatte des Radio-Metacarpalgelenkes samt Knochenanlagen der rechten Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte, Vorderkant nach oben (Film Nr. 299).

Fig. 16. Radio-Metacarpalgelenk der rechten Vorderextremität mit anschliessendem Radius (distaler Teil) und Metacarpus (proximaler Teil) samt auftretenden Kernen in der Vorderfusswurzel. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 296).

Fig. 19. Radio-Metacarpalgelenk der rechten Vorderextremität mit anschliessendem Radius samt proximaler Epiphyse und Hauptmittelfussknochen mit Nebenstrahlen, sowie Knochenkernen in der Vorderfusswurzel. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 298).

Fig. 20. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 291).

Fig. 21. Humero-Radialgelenk (Ellenbogengelenk) der linken Vorderextremität samt Knochenkern für die distale Humerusepiphyse und die proximale Radiusepiphyse. Innenseite auf Platte (Film Nr. 288).

Corrigenda:

Fig. 19. Statt «samt proximaler Epiphyse» soll es heissen: «samt distaler Epiphyse».

Fig. 22. Proximale Gewebeplatte des Carpus mit den Carpalknochenanlagen der linken Vorderextremität samt dazugehöriger distaler Partie des Carpus und anschliessendem Metacarpus (proximaler Teil). Vorderseite auf Platte. Gelenk zwischen proximaler und distaler Knochenanlagenreihe durchschnitten (Film Nr. 294).

Esel, bez. «Do. Nr. 87» (Fohlen), 4 Tage post partum.

Kopf-Steisslänge 88,0 cm
Geschlecht: männlich

Fig. 17. Distaler Teil des Tarsus mit anschliessendem proximalen Teil des Metatarsus der linken Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 263).

Fig. 18. Gewebeplatte der unter dem Talus gelegenen Anlagen der Hinterfusswurzel der linken Hinterextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 266).

Fig. 23. Distaler Teil der Tibia der linken Hinterextremität samt distaler Epiphyse und Malleolus lateralis. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 251).

Fig. 24. Ulna/Radius im distalen Teil der linken Vorderextremität. Hinterseite auf Platte. Samt verknöcherter distaler Epiphyse des Radius und Kern für die distale Ulnaepiphyse (Film Nr. 248).

Fig. 25. Schultergelenk der rechten Vorderextremität. Ventraler Teil der Scapula samt Knochenkernen (Coracoid und 2. Kern im Zonoskelett), sowie proximalem Teil des Humerus mit proximaler Epiphyse und Tuberculum majus-Apophyse. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 246).

Esel, bez. «Do. Nr. 147» (Fohlen), 5 Tage post partum.

Kopf-Steisslänge 74,0 cm
Geschlecht: weiblich

Fig. 26. Proximale Reihe der Carpalknochenanlagen der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 165).

Fig. 27. Distale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 165).

Fig. 28. Distal gelegene Partie des Tarsus der linken Hinterextremität mit Knochenanlagen. Proximale Gelenkfläche auf Platte (Film Nr. 158).

Fig. 28a. Distal gelegene Partie des Tarsus der linken Hinterextremität. Distale Gelenkfläche auf Platte (Film Nr. 157).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 618» (Embryo).

Kopf-Steisslänge 72 cm
Geschlecht: weiblich

Fig. 29. Metacarpus und proximaler Teil der Grundphalange der rechten Vorderextremität. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 39).

Fig. 30. Region der Hinterfusswurzel (Sprunggelenk) der rechten Hinterextremität mit distalem Teil der Tibia und proximalem Teil des Metatarsus. Innenseite auf Platte (Film Nr. 37).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 605» (Fötus).

Kopf-Steisslänge 83 cm
Geschlecht: —

Fig. 31. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der rechten Hinterextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 33).

Fig. 32. Tarsus und proximaler Teil des Metatarsus der rechten Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 31).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 559» (Fohlen). Alter: über 3 Wochen.

Kopf-Steisslänge —
Geschlecht: weiblich

Fig. 33. Proximaler Teil der Tibia samt Epiphyse der linken Hinterextremität. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 88).

Fig. 37. Ventrale Partie der Scapula samt Coracoid und 2. Kern im Zonoskelett der linken Vorderextremität. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 85).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 668» (Fohlen). Alter: ca. 7 Wochen.

Kopf-Steisslänge —
Geschlecht: männlich

Fig. 34. Proximaler Teil der Tibia samt Tuberositas tibiae-Kern der rechten Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 72).

Fig. 36. Distale Partie der Gewebeplatte des Carpus der linken Vorderextremität mit Knochenanlagen. Distale Fläche der Gewebeplatte auf Unterlage (Film Nr. 79).

Fig. 39. Proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte, Vorderkant nach oben (Film Nr. 79).

Fig. 40. Untere (distale) Partie der Tarsalgegend der rechten Hinterextremität. Platte durch Sägeschnitt vom Metatarsus getrennt. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte (Film Nr. 74).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 652».

Kopf-Steisslänge —
Geschlecht: —

Fig. 41. Mittlere Partie des Hauptmetacarpalknochens und des lateralen Griffelbeines der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 82).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 700». Alter: 45 Wochen. (Andere Rasse.)

Kopf-Steisslänge 84 cm.
Geschlecht: weiblich

Fig. 35. Phalangen der linken Hinterextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 152).

Pferd, bez. «Pf. Nr. 650» (Fohlen). Alter: 24 Tage post partum.

Kopf-Steisslänge —
Geschlecht: weiblich

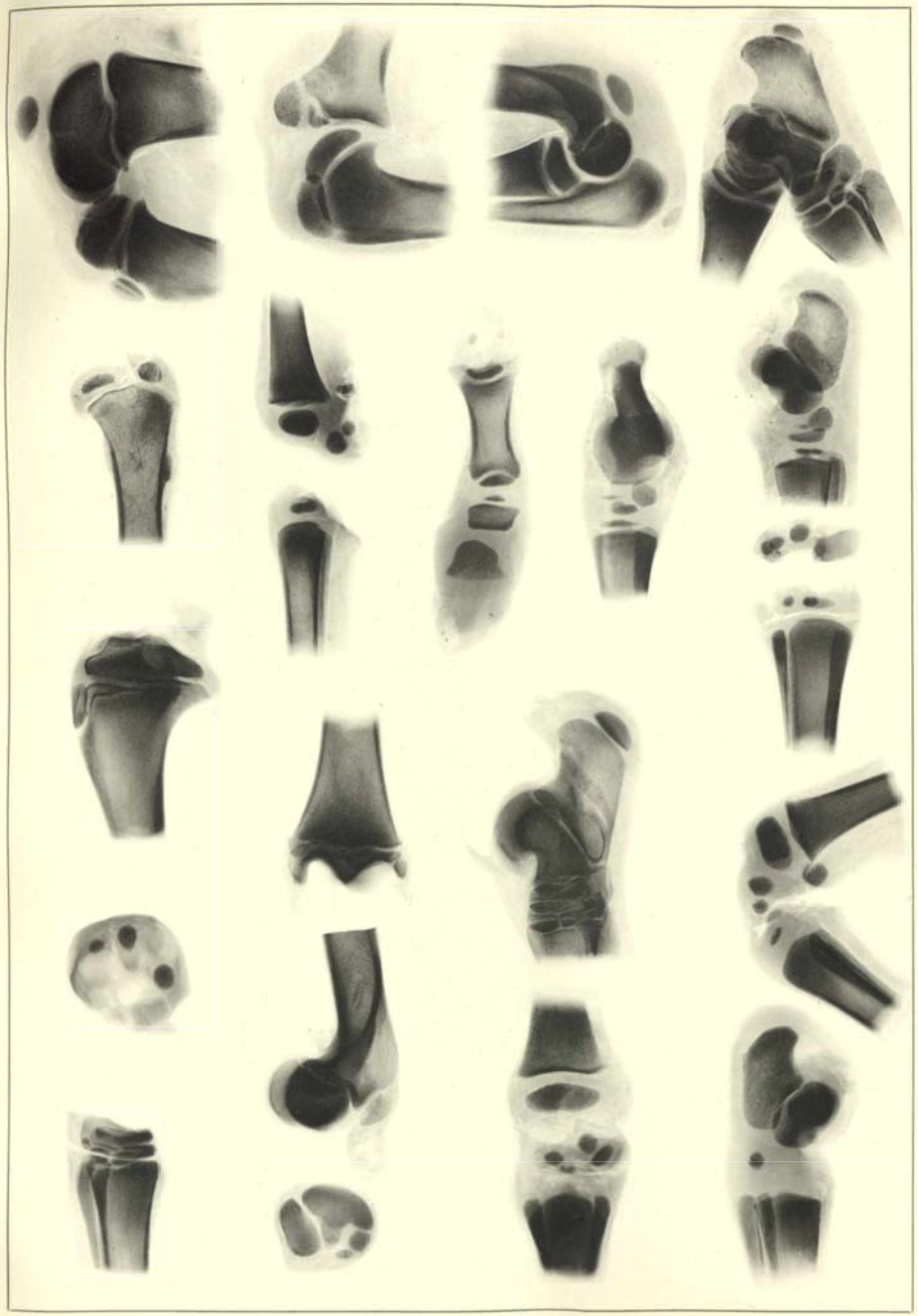
Fig. 38. Distale Partie des Ulna/Radius der rechten Vorderextremität mit distaler Radius- und Ulna-Epiphyse. Vorderseite auf Platte (Film Nr. 133).

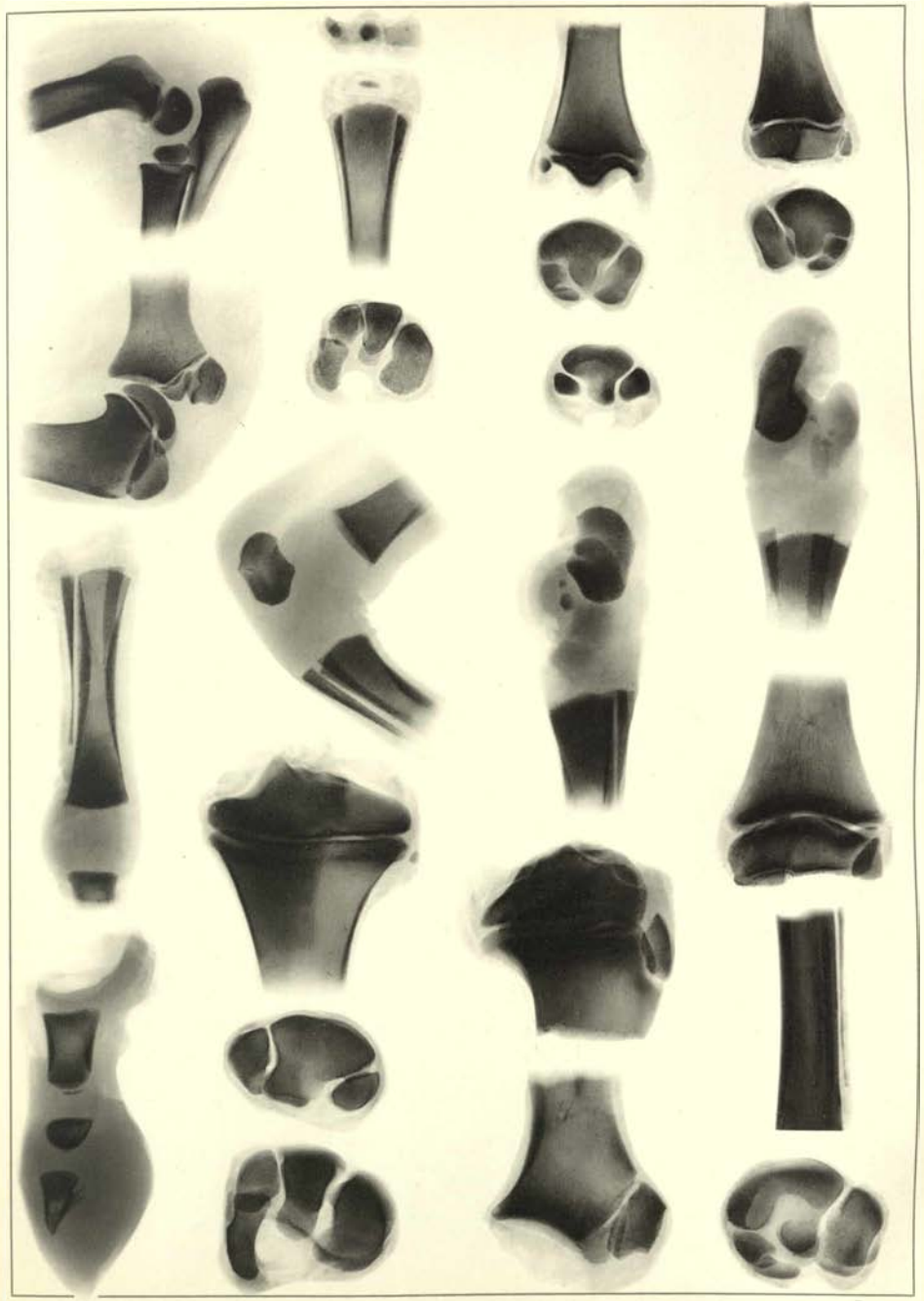
NB. Sämtliche Figuren sind in der Hälfte der natürlichen Objektgrösse wiedergegeben.

Abkürzungen:

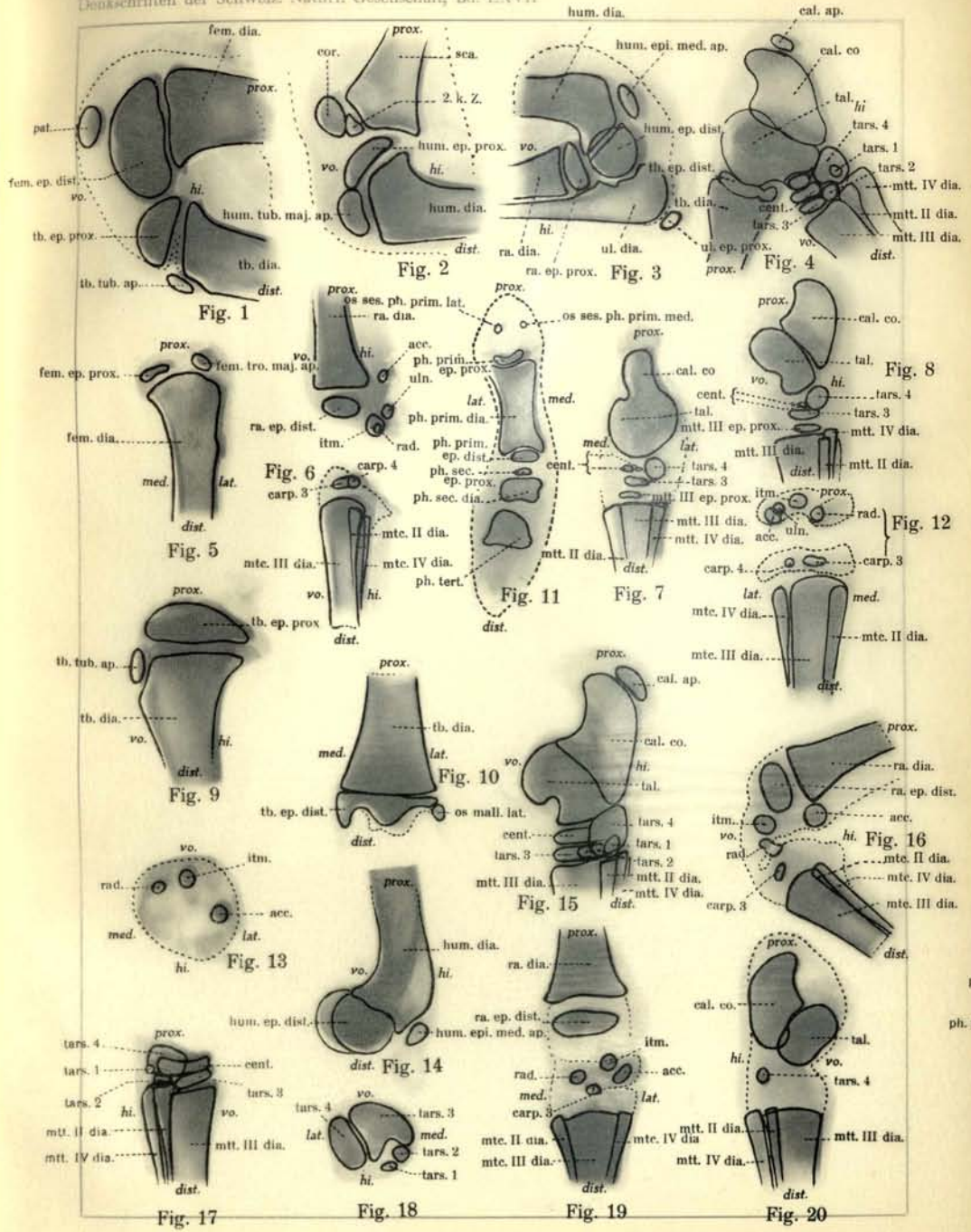
prox. = proximal
dist. = distal
vo. = vorn
hi. = hinten
lat. = lateral
med. = medial

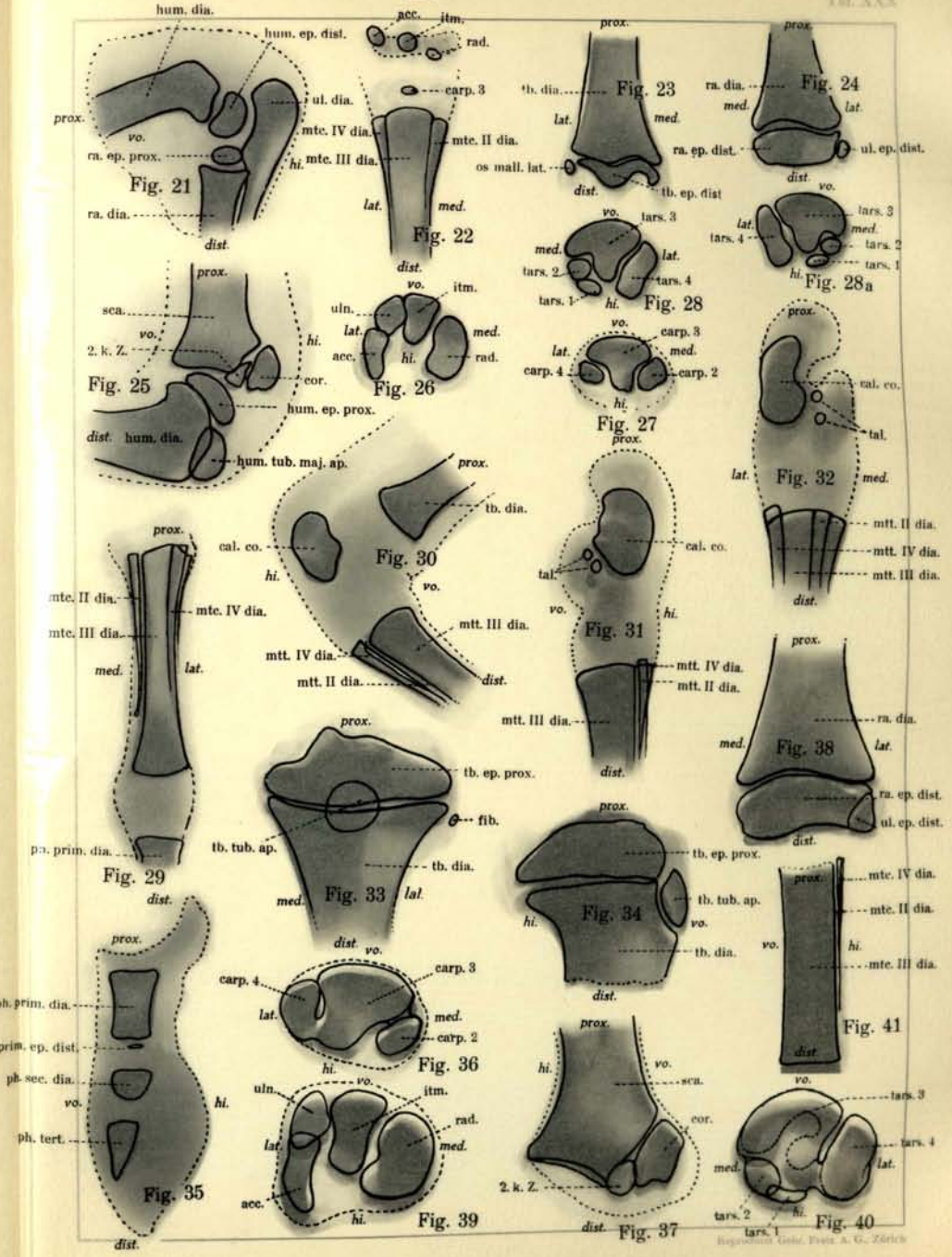
acc.	= Accessorium
cal. co.	= Calcaneus, Körper
cal. ap.	= Calcaneus, Apophyse
carp. 2	= Carpale 2
carp. 3	= Carpale 3
carp. 4	= Carpale 4
cent.	= Centrale
cor.	= Coracoid
fem. dia.	= Femur, Diaphyse
fem. ep. dist.	= Femur, distale Epiphyse
fib.	= Fibula
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse
hum. epi. med. ap.	= Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse
itm.	= Intermediale
mtc. II dia.	= Metacarpale II, Diaphyse
mtc. III dia.	= Metacarpale III, Diaphyse
mtc. IV dia.	= Metacarpale IV, Diaphyse
mtt. II dia	= Metatarsale II, Diaphyse
mtt. III dia.	= Metatarsale III, Diaphyse
mtt. IV dia.	= Metatarsale IV, Diaphyse
mtt. III ep. prox.	Metatarsale III, proximale Epiphyse
os mall. lat.	= Os malleolare laterale («Malleolus»)
os ses. ph. prim lat.	= Os sesamoideum phalangis primae laterale
os ses. ph. prim. med.	= Os sesamoideum phalangis primae mediale
pat.	= Patella
ph. prim. dia.	Grundphalanx, Diaphyse
ph. prim. ep. dist.	= Grunphalanx, distale Epiphyse
ph. prim. ep. prox.	= Grundphalanx, proximale Epiphyse
ph. sec. dia.	= Mittelphalanx, Diaphyse
ph. sec. ep. prox.	Mittelphalanx, proximale Epiphyse
ph. tert.	= Endphalanx
rad.	= Radiale
ra. dia.	= Radius, Diaphyse
ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
ra. ep. prox.	= Radius, proximale Epiphyse
sca.	= Scapula
tal.	= Talus
tars. 1	= Tarsale 1
tars. 2	= Tarsale 2
tars. 3	= Tarsale 3
tars. 4	= Tarsale 4
tb. dia	= Tibia, Diaphyse
tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
tb. ep. prox.	= Tibia proximale Epiphyse
tb. tub. ap.	= Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
ul. dia.	= Ulna, Diaphyse
ul. ep. dist.	= Ulna, distale Epiphyse
ul. ep. prox.	= Ulna, proximale Epiphyse
uln.	= Ulnare
2. k. Z.	= 2. Kern im Zonoskelett





Reproduzit Gebr. Fretz A. G., Zürich


fem. dia.
prox.
pat.
fem. ep. dist.
vo.
hi.
hum. tub. maj. ap.
tb. ep. prox.
tb. dia.
tb. tub. ap.
dist.
Fig. 1
cor.
sca.
2. k. Z.
hum. ep. prox.
hum. dia.
Fig. 2
hum. dia.
hum. epi. med. ap.
hum. ep. dist.
th. ep. dist.
tb. dia.
ra. dia.
ul. dia.
ra. ep. prox.
ul. ep. prox.
Fig. 3
cal. ap.
cal. co
tal.
tars. 4
tars. 1
tars. 2
mtt. IV dia.
mtt. II dia.
mtt. III dia.
cent.
tars. 3
Fig. 4
fem. ep. prox.
fem. tro. maj. ap.
fem. dia.
med.
lat.
Fig. 5
os ses. ph. prim. lat.
ra. dia.
acc.
ph. prim.
ep. prox.
uln.
ra. ep. dist.
ph. prim. dia.
ph. prim.
ep. dist.
itm.
rad.
Fig. 6
os ses. ph. prim. med.
ph. sec.
ep. prox.
ph. sec. dia.
ph. tert.
Fig. 11
cal. co
cent.
tal.
tars. 4
tars. 3
mtt. III ep. prox.
mtt. III dia.
mtt. IV dia.
Fig. 7
cal. co.
tal.
Fig. 8
carp. 4
carp. 3
mte. II dia.
mte. III dia.
mte. IV dia.
Fig. 12
tb. ep. prox
tb. tub. ap.
tb. dia.
Fig. 9
Fig. 10
tb. ep. dist.
os mall. lat.
cal. ap.
cal. co.
tal.
tars. 4
tars. 1
tars. 3
tars. 2
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
Fig. 15
ra. dia.
ra. ep. dist.
acc.
Fig. 16
itm.
rad.
Fig. 13
hum. dia.
hum. ep. dist.
hum. epi. med. ap.
Fig. 14
tars. 4
tars. 1
tars. 2
tars. 3
cent.
mtt. II dia.
mtt. III dia.
mtt. IV dia.
Fig. 17
tars. 4
tars. 3
tars. 2
tars. 1
Fig. 18
ra. dia.
ra. ep. dist.
ra. ep. prox.
itm.
rad.
acc.
carp. 3
mte. II dia.
mte. III dia.
mte. IV dia
Fig. 19
cal. co.
tal.
tars. 4
mtt. II dia.
mtt. III dia.
mtt. IV dia.
Fig. 20


hum. dia.
hum. ep. dist.
ra. ep. prox.
ra. dia.
ul. dia.
Fig. 21
acc.
itm.
rad.
carp. 3
mte. IV dia.
mte. II dia.
mte. III dia.
Fig. 22
tb. dia.
os mall. lat.
tb. ep. dist
Fig. 23
ra. dia.
ra. ep. dist.
ul. ep. dist.
Fig. 24
sca.
2. k. Z.
cor.
Fig. 25
uln.
Fig. 26
tars. 3
tars. 2
tars. 4
tars. 1
Fig. 28
Fig. 28a
carp. 3
carp. 4
carp. 2
Fig. 27
hum. ep. prox.
hum. tub. maj. ap.
cal. co.
tal.
Fig. 32
mtt. II dia.
mtt. IV dia.
mtt. III dia.
Fig. 30
Fig. 31
Fig. 29
Fig. 33
tb. ep. prox.
tb. tub. ap.
tb. dia.
fib.
Fig. 34
Fig. 38
ra. dia.
ra. ep. dist.
ul. ep. dist.
Fig. 41
mte. IV dia.
mte. II dia.
mte. III dia.
ph. prim. dia.
ph. prim. ep. dist.
ph. sec. dia.
ph. tert.
Fig. 35
Fig. 36
Fig. 39
Fig. 37
Fig. 40

Legende zu Tafel XXXI

Esel, bez. «Do. Nr. 133», Fohlen, 266 Tage post partum.

Kopf-Steisslänge —
Geschlecht: weiblich

Fig. 1. Proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus, linke Vorderextremität. Distale Fläche der Gewebescheibe auf Platte, Vorderkant nach oben (Film Nr. 160).
Fig 2. Distale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der linken Vorderextremität. Distale Fläche auf Platte, Vorderkant nach oben. (Film Nr. 160).

Esel, bez. «Do. Nr. 147», Fohlen, 5 Tage post partum.

Kopf-Steisslänge 74,0 cm
Geschlecht: weiblich

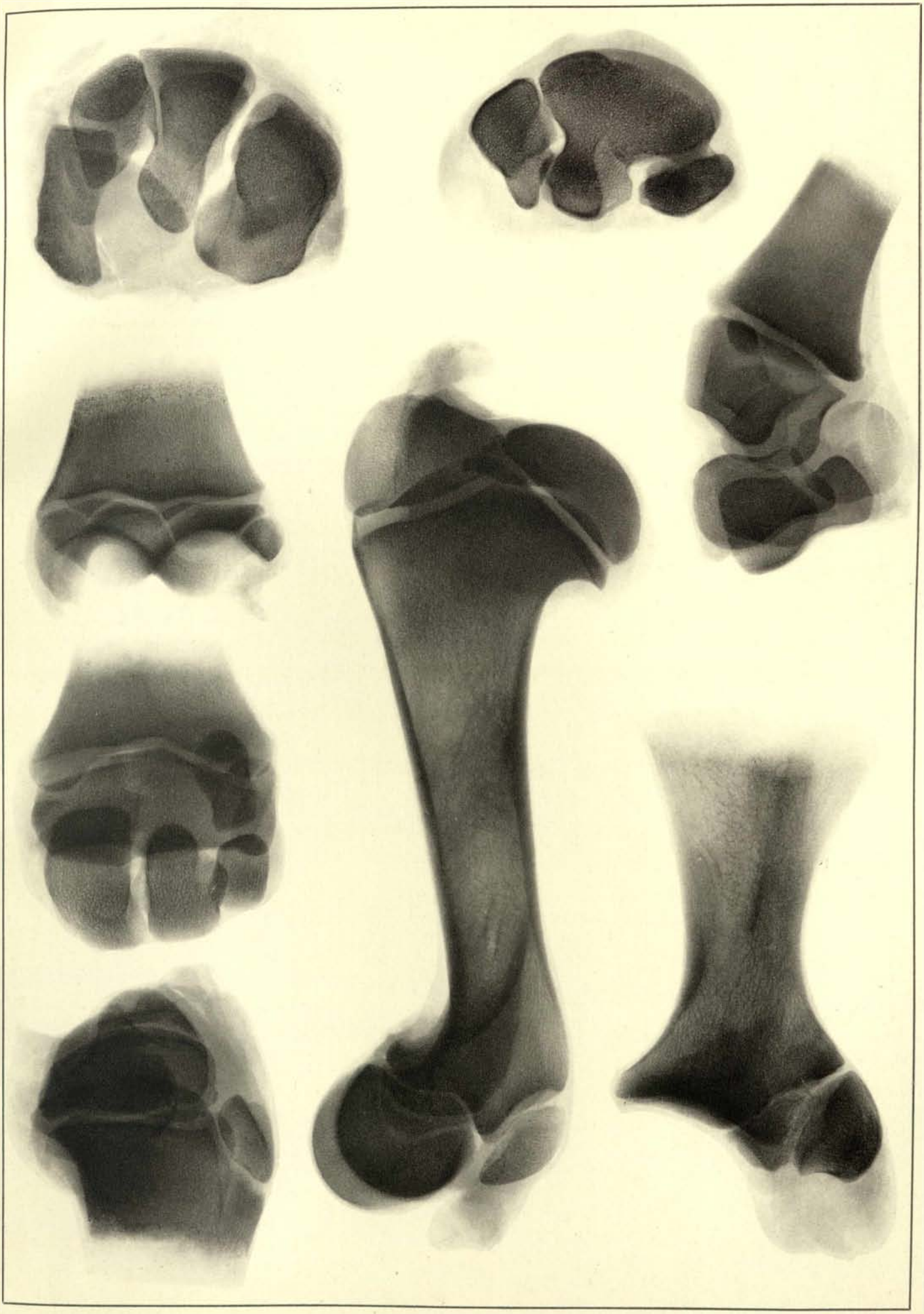
Fig. 3. Distales Ende der Tibia der linken Hinterextremität mit distaler Epiphyse und Malleolus lateralis. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 167).
Fig. 4. Humerus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 164).
Fig. 5. Ulna/Radius und proximale Reihe der Knochenanlagen des Carpus der linken Vorderextremität. Innenseite auf Platte (Film Nr. 164).
Fig. 6. Ventraler Teil der Scapula der linken Vorderextremität mit Coracoid und 2. Kern im Zonoskelett. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 162).
Fig. 7. Ulna/Radius (distaler Teil) der linken Vorderextremität samt proximaler Reihe der Knochenanlagen des Carpus. Hinterseite auf Platte (Film Nr. 163).
Fig. 8. Proximaler Teil der Tibia mit proximaler Epiphyse der linken Hinterextremität samt Tuberositas tibiae-Apophyse und reduzierter verknöcherter Fibula. Aussenseite auf Platte (Film Nr. 168).

NB. Sämtliche Knochen- und Knochenteile sind auf den Abbildungen in natürlicher Objektgrösse gehalten.

Abkürzungen:

prox. = proximal	*vo.* = vorn	*lat.* = lateral	*dors.* = dorsal
dist. = distal	*hi.* = hinten	*med.* = medial	*ventr.* ventral

acc.	= Accessorium	os mall. lat.	= Os malleolare laterale («Malleolus»)
carp. 2	= Carpale 2	rad.	= Radiale
carp. 3	= Carpale 3	ra. dia.	= Radius, Diaphyse
carp. 4	= Carpale 4	ra. ep. dist.	= Radius, distale Epiphyse
cor.	= Coracoid	sca.	= Scapula
fib.	= Fibula	tb. dia.	= Tibia, Diaphyse
hum. dia.	= Humerus, Diaphyse	tb. ep. dist.	= Tibia, distale Epiphyse
hum. ep. dist.	= Humerus, distale Epiphyse	tb. ep. prox.	Tibia, proximale Epiphyse
hum. ep. prox.	= Humerus, proximale Epiphyse	tb. tub. ap.	= Tibia, Tuberositas, Apophyse (Tuberositas tibiae, Apophyse)
hum. epi. med. ap.	= Humerus, Epicondylus medialis, Apophyse	ul. ep. dist.	= Ulna, distale Epiphyse
hum. tub. maj. ap.	= Humerus, Tuberculum majus, Apophyse	uln.	= Ulnare
itm.	= Intermediale	2. k. Z.	= 2. Kern im Zonoskelett



Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich

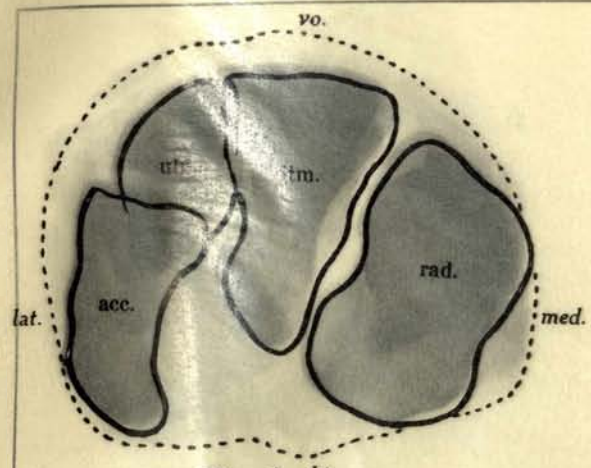


Fig. 1

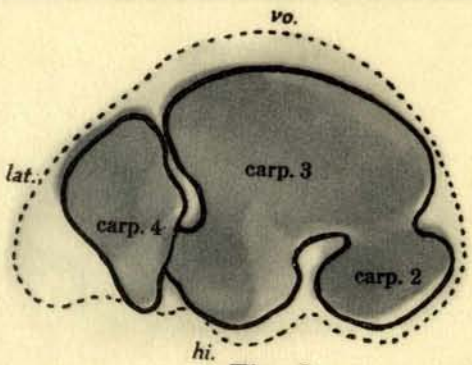


Fig. 2

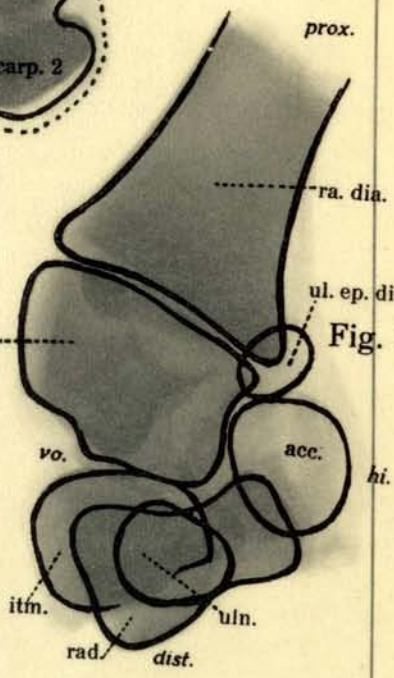


Fig. 5

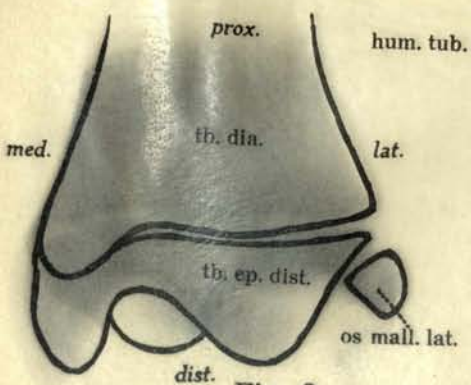


Fig. 3

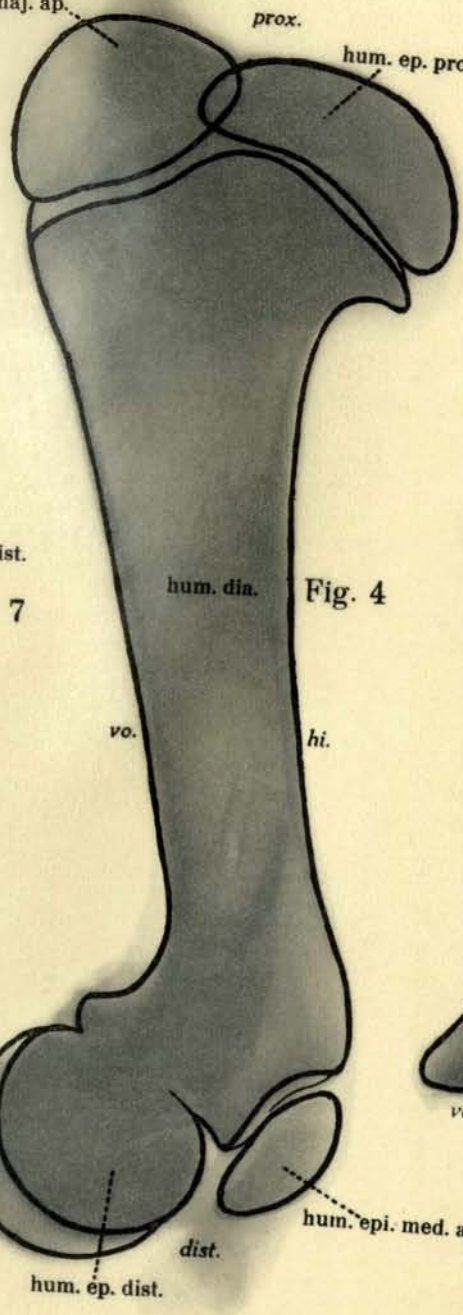


Fig. 4

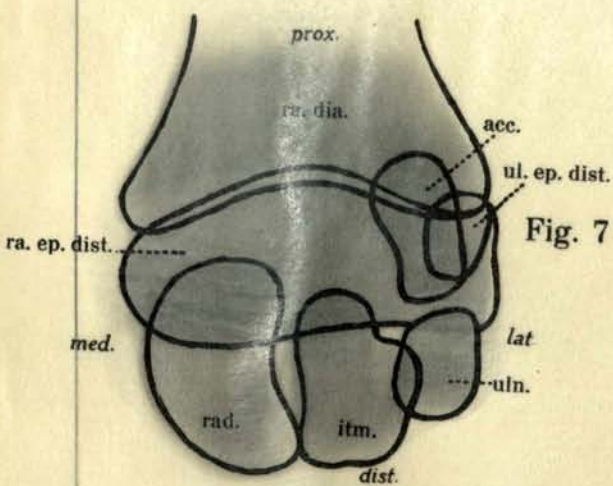


Fig. 7

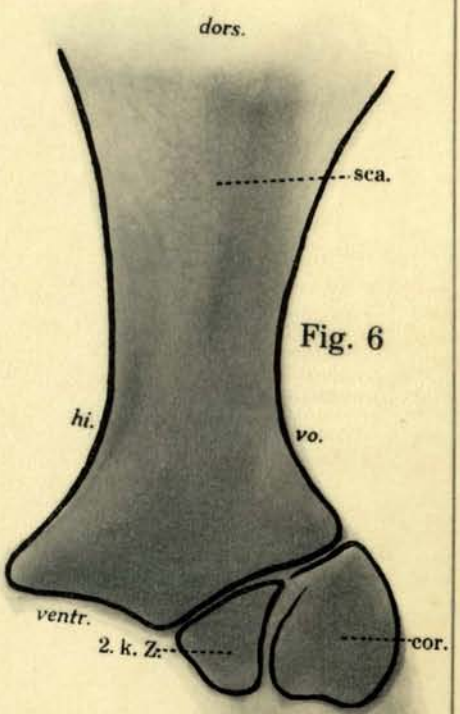


Fig. 6

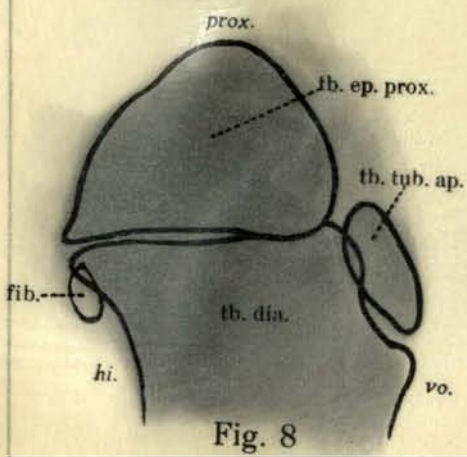


Fig. 8

Reproducit Gebr. Fretz A. G., Zürich