

Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Philipps-Universität Marburg a. d. Lahn (Direktor: Prof. Dr. A. FÖRSTER).

## Versuch einer Systematik der Formelemente des Säugetierknochens.

Von

H. J. GOLDBACH und H. HINÜBER.

Mit 7 Textabbildungen.

(Eingegangen am 22. März 1955.)

### I. Einleitung.

Die unserer Arbeit zugrunde liegenden Anregungen gehen auf eine im Jahre 1928 von DEMETER und MATYAS erschienene Veröffentlichung zurück, die sich mit mikroskopischen vergleichend-anatomischen Studien an Röhrenknochen beschäftigt und die Unterscheidung menschlicher und tierischer Knochen behandelt. In jüngster Zeit haben nun FÖRSTER und GOLDBACH, HINÜBER und GOLDBACH die Untersuchungen DEMETERS aufgegriffen und unter Bearbeitung eines größeren Materials auf ihre forensische Verwertbarkeit überprüft. Bei der mikroskopischen Betrachtung von Knochenquerschnittsbildern treten die verschiedenen Lamellensysteme und das Blutadernetz des Knochens in ihrer Anordnung und Verteilung deutlich hervor und können miteinander verglichen werden. Wir sind mit DEMETER der Meinung, bei diesen Untersuchungen die feinere Gewebsstruktur und deren Maße unberücksichtigt lassen zu können, da in Fällen, in denen Knochengewebe z. B. durch Hitzeeinwirkung zum Schrumpfen kam, die im Mikrobereich liegenden Maßrelationen unkorrigierbar verändert sind. Ebenso erscheint es uns für die forensische Fragestellung nach der Art des Knochens belanglos, ob genetisch das Gefäßsystem sich primär den Knochen prägt und den Lamellen eine bestimmte Struktur aufzwingt oder ob dies dem Lamellensystem selbst zukommt, bedingt durch Belastung und Funktion. Die übergeordnete Rolle spielt sicherlich die vererbte Anlage, wie auch GEBHARDT betont, denn es bestehen mannigfache Verschiedenheiten quantitativer wie qualitativer Art hinsichtlich der Bevorzugung einer von mehreren funktionell gleichzeitig möglichen Architekturarten. Die auffälligen Strukturunterschiede bei Zwei- und Vierbeinern sind nur so deutbar. Unsere Untersuchungen beschränken sich bewußt auf die Übersichtsbetrachtung und erfassen das sich dabei bietende Knochenquerschnittsbild, soweit dies vom Osteonsystem und vom Blutadernetz, d. h. durch deren Formtyp und proportionale Verteilung, zusammengesetzt wird. Diese beiden Bauelemente des Knochens — Osteone und

Blutgefäße — sind es, die bei der mikroskopischen Betrachtung von Knochenschnitten am meisten auffallen und die den Bildern durch ihre verschiedenartige Form eine charakteristische Eigenart geben. Durch ihre Klassifizierung ist es möglich, die Röhrenknochendiaphysen der weißen Rasse von tierischem Knochen mittels Strukturdifferenzierung des Querschnittsbildes zu unterscheiden. Neger, Mischlinge, Indianer u. a. nehmen, wie J. S. FOOTE (U.S.A.) feststellen konnte, insofern eine Sonderstellung ein, als sich bei ihnen mitunter tierähnliche Formationen finden, die in Fällen, in denen nur Fragmentmaterial vorliegt, zu Fehldiagnosen führen könnten. Das Herausarbeiten der für diese Rassen spezifisch menschlichen differentialdiagnostischen Kriterien muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Die Knochen der einzelnen Säugetiere bieten jedoch die mannigfaltigsten Formelemente, Übereinstimmungen, Abweichungen und Artbesonderheiten, für die eine ausreichende Nomenklatur fehlt, ohne die aber eine Festlegung der erhobenen Befunde außerordentlich erschwert ist. Es soll deshalb hier versucht werden, eine speziell auf das Querschnittsbild bezogene Definition der verschiedenen Formelemente zu geben, um sie einheitlich klassifizieren zu können. Ansätze einer diesbezüglichen Beschreibung finden sich zwar auch bei GEBHARDT, DEMETER und FOOTE, jedoch ohne Systematik und vorwiegend auf funktionell-mechanische und statische Fragestellungen bezogen.

## *II. Material und Methodik.*

Das der vorliegenden Arbeit zugrunde liegende Material stammt von 528 langen Röhrenknochen verschiedener Säugetiere (Mensch, Pferd, Rind, Kalb, Schaf, Schwein). Während DEMETER Knochenschliffe herstellte, führen wir die Untersuchungen an Gefrierschnitten aus. Die Färbung erfolgt nach DELAFIELD, nachdem die Röhrenknochendiaphysen von der Mitte aus nach distal und proximal mit feiner Säge in etwa 5 mm dicke Scheiben bzw. Ringe zerteilt und folgendermaßen behandelt wurden:

1. Vierstündige Fixation der Scheiben in CARNOYScher Flüssigkeit (60 Teile Alkohol absol., 30 Teile Chloroform, 10 Teile Eisessig) sofern es sich um frisches Knochenmaterial handelte.

2. Entkalkung in 7,5%iger Salpetersäure über 1—3 Tage. Diese Konzentration hat sich als optimal erwiesen. Will man die Entkalkungsdauer abkürzen, so geschieht dieses am besten durch häufigeren Säurewechsel und freies Aufhängen des Knochens in der Säure. Von einer gewissen Größe der Knochenringe an ist das Wechseln der Säure bzw. das Abkürzen der Entkalkungsdauer sogar unerlässlich, da eine zu lange dauernde Einwirkung der Säure zu irreversiblen Strukturverquellungen führt, die das folgende Schneiden und Auswerten erschweren.

3. Einlegen in 5%ige  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ -Lösung für 48 Std, um Verquellungen vorzubeugen.

4. Spülen in fließendem Brunnenwasser für 48 Std. Das Einhalten dieser Zeit ist wichtig hinsichtlich der guten Färbbarkeit des Materials.

5. Schneiden auf Gefriermikrotom in etwa 10/1000 mm dicke Scheiben.

6. Färben der Schnitte in DELAFIELDSchem Hämatoxylin. Dabei Färbedauer bei Konzentration 2:50 etwa  $\frac{1}{2}$ —1 Std, je nach Herkunft und Alter des Knochenmaterials.

7. Nach 24stündigem Wässern der gefärbten Schnitte in Brunnenwasser aufziehen und Einbetten in Glycerin-Gelatine.

Diese Technik ist gegenüber der Schlifftchnik einfacher zu handhaben und gibt für die mikroskopische Betrachtung bessere Bilder.

### III. System der Formelemente des Säugetierknochens.

A. *Grobstruktur*: 1. Ungeschichteter Knochen; 2. mehrgeschichteter Knochen; 3. vielgeschichteter Knochen.

B. *Blutadernetz*: I. *Gefäßverlauf*. 1. Vorwiegend longitudinal; 2. vorwiegend zirkulär; 3. vorwiegend radiär. II. *Gefäßquerschnittsbild*. 1. Gleichmäßig; 2. partiell gleichmäßig; 3. ungleichmäßig.

C. *Haverssche Systeme*: *Osteontypen*. 1. *Linearosteone*. a) Lange; b) kurze. 2. *Solitärosteone*. a) Rund und konzentrisch; b) polygonal und exzentrisch; c) oval; d) quadratisch bis rechteckig. 3. Gyröse Osteone; 4. Gemeinschaftsosteone; 5. Reihenosteone. a) Rund bis oval; b) quadratisch bis rechteckig.

#### *Besprechung der verschiedenen Formelemente.*

Betrachten wir Knochenquerschnitte mikroskopisch mit der Lupenvergrößerung, so können wir Compactaaufbauten unterscheiden, die wir als ungeschichtet, mehrgeschichtet und vielgeschichtet bezeichnet haben.

Die Compacta eines *ungeschichteten* Knochens ist dabei dadurch gekennzeichnet, daß sie auf ihrem Gesamtquerschnitt nur *ein* vorherrschendes Formelement besitzt. Wie Abb. 1 und 2 zeigen, können dies rundliche bis polygonale, aber auch langgestreckte Osteone sein. Da der menschliche Knochen unter anderem durch polygonal-exzentrische, der tierische dagegen meist durch langgestreckte oder gemischte Formen ausgezeichnet ist, ist für die Artdiagnose die Schichtlosigkeit stets in Verbindung mit dem vorgefundenen Osteontyp zu benennen.

In einer *mehrgeschichteten* Compacta wird der Querschnitt des Corticaliszyllinders durch schichtweise angeordnete verschiedenartige Osteonsysteme aufgebaut. Die Zahl der Schichten beträgt 2—3. Die Einzelschichten sollen deutlich voneinander abgesetzt sein und das die Einzelschicht integrierende Formelement soll vornehmlich von einem Osteontyp gebildet werden. Meist findet man um die Markhöhle herum rundliche Osteonformen, während die Peripherie von vorwiegend langgestreckten Osteonen gebildet wird. Mitunter ist auch eine Intermediärschicht vorhanden, die wieder ein anderes Formelement trägt. Diese einzelnen Schichten können nun innerhalb der Compacta so verlaufen, daß sie geschlossene zirkuläre Ringe bilden. Meist nehmen sie jedoch nur einen

Teil des gesamten Knochenringes ein, dergestalt, daß sie markhöhlenwärts mit breiter Basis ansetzen und gegen die Peripherie keilförmig auslaufen (Abb. 2 und 3).

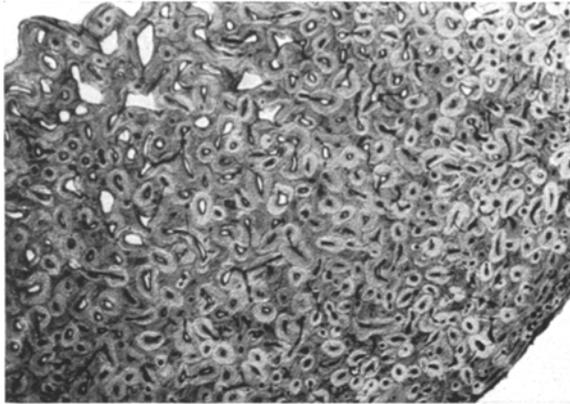


Abb. 1. Femur eines Menschen. Ungeschichtete Compacta, aufgebaut von Solitärosteonen vom vorwiegend polygonalen-exzentrischen Typ. Vereinzelte Linearosteone kurzer Ausdehnung. Gefäßquerschnittsbild ungleichmäßig.



Abb. 2. Femur eines Kalbes. Ungeschichtete Compacta, aufgebaut von Linearosteonen. Gefäßquerschnittsbild gleichmäßig.

Die Mehrschichtung kann also in den mannigfaltigsten Variationen vorzufinden sein, teils stärker, teils schwächer ausgeprägt. So fanden wir z. B. an den Röhrenknochen des Schweines Abschnitte, die man als *partiell* mehrgeschichtet bezeichnen könnte. Man sieht hier öfters langgestreckte Osteone mit Rundosteonen abwechseln, wobei beide Formen einen Teil des Compactazyllinders beanspruchen. Der Übergang beider Schichten ineinander kann infiltrierend sein oder aber auch so,

daß sie gegeneinander auskeilen wie zwei ineinandergeschobene Halbmonde. Bei dem letztgeschilderten Verhalten besteht in der Berührungszone beider Formelemente eine echte Mehrschichtung. Im ersteren Falle könnte man von einer partiellen Mehrschichtung sprechen. Dieser Begriff wurde jedoch nicht in unsere Tabelle aufgenommen, da man in der Praxis ohne ihn auskommen kann.

Eine *vielgeschichtete* Compacta unterscheidet sich von der mehrgeschichteten dadurch, daß bei ersterer die Schichtenfolge zahlreicher

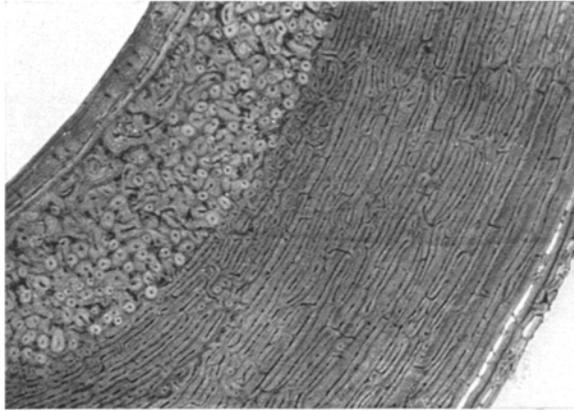


Abb. 3. Femur eines Rindes. Mehrgeschichtete Compacta. Periphere Linearosteonschicht, zentral Solitärosteone vom vorwiegend runden Typ. Gefäßquerschnittsbild partiell gleichmäßig.

als 3 ist. (Diese Zahl hat sich bis jetzt bei allen untersuchten Knochen empirisch ergeben und bewährt.) Die Vielschichtigkeit ist nicht abhängig von der Anzahl der verschiedenen vertretenen Osteontypen, sondern lediglich von der Anzahl der gegeneinander abgesetzten Schichten, die mitunter nur von einem Formtyp gebildet werden. Dabei wechseln oft schmalere mit breiteren Schichten, ja es gibt Fälle, in denen die Einzelschicht nur aus einer oder zwei Osteonreihen bzw. Osteonlagen besteht.

Das *Blutadernetz und die HAVERSSchen Systeme* sollen gemeinsam besprochen werden, da Gefäßverlauf und Osteontyp sich gegenseitig das Gepräge geben. Bei den Gefäßen, die kein eigenes Lamellensystem haben, handelt es sich meist um solche, die durch Umbau und Resorptionsvorgänge oder auch in Knochen mit regressiven Altersveränderungen entstehen. Für unsere Zwecke spielen sie eine untergeordnete Rolle, und sie sollen aus diesem Grunde nur erwähnt werden. Ebenso stört es nicht, ob es sich bei den gesehenen Gefäßkanälen um echte oder unechte HAVERSSche bzw. echte oder unechte VOLKMANNsche Kanäle, wie diese

in der klassischen Nomenklatur genannt werden, handelt. Langgestreckte Osteone, wie wir sie nur bei Tieren finden, wurden *Linearosteone* genannt. Sie sind die Träger des (auf dem Querschnittsbild) vorwiegend *zirkulären Gefäßverlaufes*. Man kann sie sich räumlich gesehen so vorstellen, als seien sie flache, rechteckige Schachteln, die, dem Radius des Corticaliszylinders entsprechend gebogen, abwechselnd mit der kürzeren und der längeren Kante in der Horizontalen liegen und in ihrer Gesamtheit den Corticaliszylinder aufbauen oder auch einzelne Schichten einer geschichteten Compacta bilden (Abb. 2). ROUX spricht von *Laminae substantiae compactae* bzw. von vereinigten Generallamellenschichten, wobei Knochenblätterlagen und Gefäßlagen abwechseln. Es handelt sich hier um das sog. in toto konzentrische Röhrenknochenbauprinzip, das besonders bei jungen Tieren vorgefunden wird, jedoch bei älteren sehr oft schichtweise persistiert. Man könnte diese Osteonform auch als „Laminarosteone“ bezeichnen, müßte dann aber die in sich runden Formen der klassischen HAVERSSchen konzentrisch umschichteten Longitudinalsysteme als „Säulenosteone“ bezeichnen. Wir wollen uns jedoch an das Querschnittsbild halten und die Beschreibung eines zweidimensionalen Bildes nicht im dreidimensionalen Blickpunkt vornehmen. Abgesehen davon, daß man bei manchen Formtypen dadurch umständlicher umschreiben müßte, ist es wohl für den Geübten nicht schwer, sich das Gesehene auch räumlich vorzustellen.

Daraus geht hervor, daß hier neben dem Zirkulärverlauf der Gefäße auch eine Longitudinalkomponente gleicher Ausdehnung existiert, doch halten wir die Benennung des Zirkulärverlaufes für berechtigt, da für uns das Querschnittsbild ja wesentlich ist und außerdem Systeme anderer Bau- bzw. Formart einen bevorzugt longitudinalen Gefäßverlauf zeigen.

Die sog. *kurzen Linearosteone* entsprechen also jenen „Schachteln“, die mit der kürzeren Kante in der Horizontalen liegen und die *langen Linearosteone* jenen, die auf dem Querschnittsbild die längere Kante zeigen. Auch beim Menschen findet man Querschnittselemente, die den kurzen Linearosteonen ähnlich sind. Es handelt sich hier jedoch um völlig andere Gebilde, nämlich um schräg im Raum verlaufende röhrenförmige Osteone, die im Schnitt tangential getroffen sind. Sie sind deshalb auf dem Querschnittsbild systemlos verstreut, ihre Begrenzungslinien laufen nicht parallel, und die angeschnittenen Blutleiter sind sehr oft an einem Ende kolbig verdickt bzw. fein ausgezogen (Abb. 1). Sie sind es, die das für die menschliche Compacta so charakteristische *ungleichmäßige Gefäßquerschnittsbild* hervorrufen, das im Verein mit Schichtlosigkeit, Osteontyp u. a. m. eine klare Differentialdiagnose gestattet. Letzterwähnter Osteontyp des Menschen ist es nun, der als das „Osteon“ schlechthin (Synonyma: *Tubuli ossei substantiae compactae*, *Tubuli Haversiani*, HAVERSSche Säulen, Knochenröhren,

HAVERSSche Longitudinalsysteme u. a. m.) aus der klassischen Nomenklatur hinlänglich bekannt ist. Es wurde von uns zur Gruppe der *Solitär-Osteone* gezählt. Solitärosteone sind räumlich als röhrenförmige Gebilde vorzustellende Osteonformen, die auf dem QB des Menschen und der Tiere in verschiedenen Formtypen auftreten (C 2a—d der Tabelle) und vorwiegend *longitudinalen* Gefäßverlauf besitzen. „Solitär“ wurden sie deshalb genannt, weil sie auf dem QB, das uns interessiert, unter sich relativ weitgehend isoliert erscheinen und weil sie dort bei manchen Tieren als eingesprenkelte, absolut vereinzelte Gebilde zu finden sind.

Ihre Hauptformen sind: Rund mit konzentrisch gelagertem Gefäß, polygonal mit exzentrisch gelagertem Gefäß (letztere sind typisch für Menschenknochen), oval, quadratisch und rechteckig. Weitere Unterformen könnte man benennen, doch erscheint uns dies für Differentialdiagnose und Klassifizierung überflüssig. Findet man z. B. den polygonal-exzentrischen Osteontyp mit seinem vorwiegend longitudinalen Gefäßverlauf in reiner und ungeschichteter Versammlung und ist das Gefäßquerschnittsbild absolut unregelmäßig (durch tangential ange schnittene, regellos gelagerte Röhren), kann man bereits mit hoher Wahrscheinlichkeit die Diagnose „Mensch“ stellen. Beim Tier überwiegen die anderen Formen, und sie bauen dabei zumeist eine geschichtete Compacta auf. Dadurch, daß dann verschiedene Osteontypen verschiedene Schichten integrieren, wird das Gesamt-QB ungleichmäßig. Die Einzelschicht muß jedoch hinsichtlich ihres Gefäßverlaufs meist als gleichmäßig bezeichnet werden. Wir haben uns deshalb für die Bezeichnung eines solchen Gesamt-QB für die Benennung „*partiell gleichmäßig*“ entschieden. Daß ein solches QB an das Vorliegen eines geschichteten Knochens gebunden ist, versteht sich danach von selbst. Abb. 3 zeigt dieses Verhalten. Die hier markhöhlenwärts gelegene Solitärosteonschicht vom runden Typ zeigt, für sich alleine betrachtet, also ein *gleichmäßiges* Gefäß-QB, das auch so benannt werden dürfte, wenn z. B. nur ein diesen Osteontyp enthaltendes Knochenfragment zur Untersuchung stünde. (Es ist dies eine Eigenart der tierischen Rundosteone, daß sie, im Gegensatz zu den polygonal-exzentrischen des Menschen, auffallend wenig Tangentialschnitte im QB zeigen, also offenbar noch ausschließlicher longitudinal verlaufen als jene.) Auch das Gefäßquerschnittsbild der Abb. 2 müßte als gleichmäßig bezeichnet werden, obwohl es sich hier um einen völlig anderen Osteontyp handelt. Daraus geht hervor, daß — wie die Feststellung der Schichtlosigkeit — auch das Gefäßquerschnittsbild stets in Verbindung mit dem vorgefundenen Osteontyp zu benennen ist.

Über den vorwiegend *radiären Gefäßverlauf* ist zu sagen, daß er bisher nur in manchen Schnitten der Röhrenknochen des Pferdes (be-

sonders Metacarpus und -tarsus) als „vorwiegend“ gesehen wurde und daß er neben dem longitudinalen und zirkulären eine recht untergeordnete Rolle zu spielen scheint. Eingestreute radiäre Gefäßverbindungstücke findet man im übrigen in geringer Anzahl auf den Querschnittsbildern aller Knochenarten.

Auf den Compactaquerschnitten, vor allem des Rindes und des Schafes, fanden sich Osteontypen, die weder den linearen noch den solitären zuzuordnen waren. Die von ihnen aufgebauten Schichten

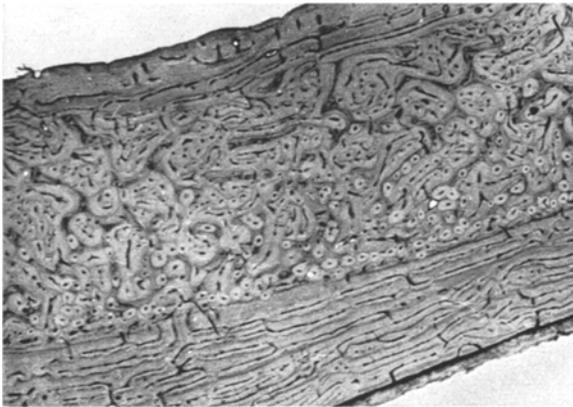


Abb. 4. Femur eines Rindes. Die Grobstruktur könnte als 3schichtig aufgefaßt werden. Medialschicht gyröser Osteone mit eingestreuten Gemeinschafts- und Solitärosteonen.

erinnern querschnitten entfernt an Hirnmantelschnitte und wurden deshalb als *gyröse* Formen bezeichnet (Abb. 4). Die Schichten sind meist gut abgesetzt, und man findet in ihnen fast immer auch die sog. *Gemeinschaftsosteone*. Letztere haben um 2—3—4 längsverlaufende Blutleiter ein gemeinsames zirkuläres Lamellensystem, und sie müssen als Unterform der gyrösen Typen betrachtet werden. Da sie den Gesamtaspekt einer gyrösen Schicht mitbedingen, bedürfen sie bei deren Schilderung an sich keiner besonderen Benennung. Wir haben sie jedoch vereinzelt auch in nichtgyrösen Schichten gefunden und deshalb beschrieben, weil man mit der Möglichkeit rechnen kann, daß sie zur Differentialdiagnose herangezogen werden müssen und, da sie beim Menschen nicht vorkommen, einen wertvollen Hinweis bilden können (Fragmentdiagnose). Genetisch betrachtet scheint es sich bei den gyrösen Schichten um altersbedingt fortentwickelte Linearosteonschichten zu handeln, wobei es nach GEBHARDT u. a. zur „Substitution“ dieser Schichten durch Formen kommt, die die „totalkonzentrische Bauweise“ zugunsten einer „in sich konzentrischen“ ablösen.

Als letzte Gruppe der Osteontypen seien die *Reihenosteone* erwähnt. Wenn sie auch gewisse Formbesonderheiten bieten, so wurde ihre Benennung nicht so sehr von der Form als vielmehr von der Eigenart ihrer Lagerungsweise abgeleitet. Es handelt sich hier um Osteone runder oder ovaler, kurz-linearer, quadratischer oder rechteckiger Form, die, nebeneinander angeordnet, in Reihen erscheinen. Diese Osteonreihen



Abb. 5. Ausschnitt aus dem Femur eines Pferdes. Zahlreiche Schichten von Reihenosteonen bzw. Osteonreihen.

können vereinzelt auftreten. In der Mehrzahl der Fälle bauen sie aber eine vielgeschichtete Compacta auf, in der die Einzelreihen oder mitunter auch Doppelreihen oder Dreifachreihen (bzw. -lagen) scharf gegeneinander abgesetzt sind. Die Formbesonderheiten der Reihenosteone werden vornehmlich bedingt durch die Verschmelzung ihrer Berührungstellen, die in den meisten Fällen statthat. Dabei findet man alle Übergänge, vom perlschnurartig eingeschnürten Linearosteon mit noch durchgehendem, aber varikös erscheinenden Gefäßanschnitt bis zur Verschmelzungslosigkeit der Gefäße bei bestehender oder auch aufgehobener Verschmelzung der sie umgebenden Lamellensysteme. Diese fließenden Übergänge findet man besonders

bei den ovalen und kurz-linearen Formen. Die rechteckigen und quadratischen neigen mehr zur Verzahnung miteinander (Abb. 5). Genetisch betrachtet könnte es sich auch hier um durch in sich konzentrische Bildungen substituierter total konzentrischer Formen (Linearosteone) handeln. Stößt man bei der Betrachtung eines Knochenquerschnittsbildes auf Reihenosteone oder gar Osteonreihenschichtung (Vielschichtung), so handelt es sich mit praktischer Sicherheit um die Compacta eines Tierknochens. Das vereinzelt Auftreten von Reihenosteonen in der menschlichen Compacta ist nur ein scheinbares und zudem ein sehr seltenes. Man findet hier mitunter angedeutete Osteonreihen unter der äußeren Generallamelle, die aber im Gegensatz zu den tierischen keine einheitlich geschlossenen Reihen bilden, sondern unregelmäßig gelagert und unterbrochen auftreten und stets sehr kleine und rundliche Osteone, die kaum miteinander verschmolzen sind, beherbergen.

Es handelt sich hier offenbar nicht um Dauerformen und gewiß nicht um elementare, statische Bausteine, sondern höchstwahrscheinlich

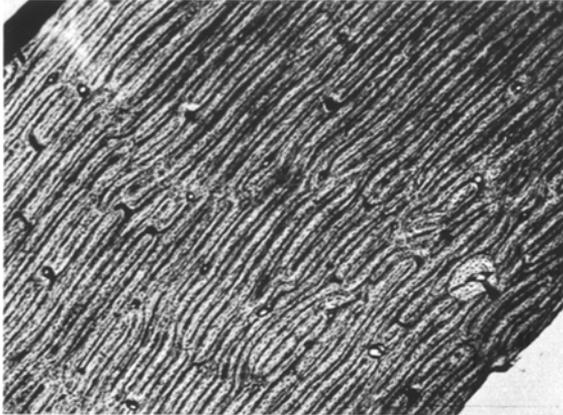


Abb. 6. Schweinetibia. Ein Solitärösteon in ein Linearosteongebiet eingesprenkelt.

um appositionelle Bildungen im Zuge der ständigen Umbauprozesse des Knochens.

Auf gewisse Besonderheiten des fetalen und Säuglingsknochens wie auch Einzelheiten hinsichtlich der forensischen Auswertung der einzelnen

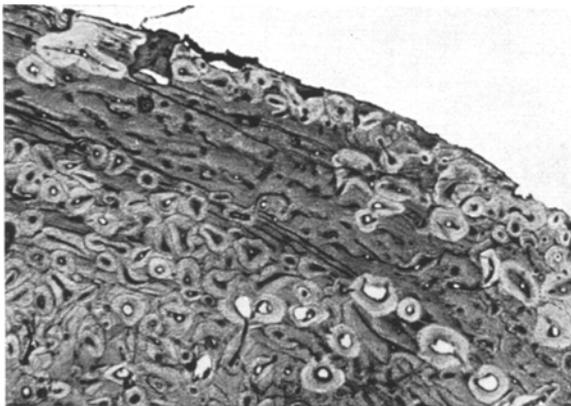


Abb. 7. Tibia eines Menschen. Andeutung einer Schichtung, die sich jedoch nur auf peripheren Faserknochenstreifen erstreckt und die Osteone nicht mit einbezieht.

Querschnittsbilder ist schon von FÖRSTER und GOLDBACH hingewiesen worden. Hierüber wird nach Abschluß weiterer Untersuchungen noch einmal ausführlich berichtet werden.

*Zusammenfassung.*

Es wurden die Querschnittsbilder von 528 langen Röhrenknochen verschiedener Säugetiere (Mensch, Pferd, Rind, Kalb, Schaf, Schwein) untersucht und ein System der Formelemente des Säugetierknochens aufgestellt, das die Unterscheidung und Klassifizierung menschlicher und tierischer Knochen erleichtert.

**Literatur.**

DEMETER, G., u. J. MÁTYÁS: Mikroskopisch vergleichend-anatomische Studien an Röhrenknochen mit besonderer Rücksicht auf die Unterscheidung menschlicher und tierischer Knochen. *Z. Anat.* **87**, 45 (1928). — FÖRSTER, A., u. H.-J. GOLDBACH: Die histologische Differenzierung von Femurdiaphysen Neugeborener, Kleinkinder und kleiner Haustiere. *Dtsch. Z. gerichtl. Med.* **43**, 273—289 (1954). — HINÜBER, H.: Die Unterschiede im Feinbau von Menschen- und Tierknochen als gerichtsärztliches Differentialdiagnostikum. Inaug.-Diss. Marburg a. d. Lahn 1951. — GEBHARDT, F. A. M. W.: Über funktionell wichtige Anordnungsweisen der größeren und feineren Bauelemente des Wirbeltierknochens I. u. II. Hälfte. *Arch. Entw.mechan.* **11**, 1 (1901); **12**, 383 (1901). — FOOTE, J. S.: Contribution of the comparative histology of the femur. *Smithsonian Contributions to Knowledge* **35**, 1—242 (1916).

Privatdozent Dr. med. H. J. GOLDBACH, Marburg a. d. Lahn,  
Emil-Mannkopf-Straße 2.

---