

(Aus dem Institut für gerichtliche und soziale Medizin der Universität Bonn.
Direktor: Professor Dr. Müller-Hess.)

Die histologische Differenzierung von menschlichen und tierischen Knochen*).

Von
Dr. Hey,
Assistenarzt des Instituts.

Mit 8 Textabbildungen.

Von den für die Identifizierung von Knochen zur Verfügung stehenden Methoden ist wohl die sicherste das auf der *Uhlenhuthschen Reaktion* aufgebaute und zuerst von *Beumer* und fast gleichzeitig von *Schütze* angewandte biologische Verfahren; dieses ist jedoch an das Vorhandensein von Eiweißsubstanzen gebunden, so daß es bei Verbrannten oder zu stark verwesten Knochenteilen versagt. Sind die Knochenstücke genügend groß oder handelt es sich um unversehrte Knochen, so führt die vergleichende Anatomie häufig zum Ziel.

Dieser letzte Weg wurde vor kurzem von Herrn Prof. Müller-Hess in einem gerichtlichen Falle eingeschlagen, welcher die Anregung für die vorliegenden Untersuchungen gegeben hat und kurz wiedergegeben werden soll:

Die 26 Jahre alte Tochter Bertha des Metzgers P. hatte ihren Vater und sich selbst angeschuldigt, seit ihrem 12. Lebensjahr bis in die letzte Zeit hinein Blutschande getrieben zu haben, welche sie nur unter dem Drucke ihres Vaters geduldet habe. Die aus diesem Verhältnis vor 5 bzw. 3 Jahren hervorgegangenen beiden Kinder solle ihr Vater im Garten vergraben haben. Bei der von der Polizei vorgenommenen Durchsuchung des Gartens wurden einige Knochen zutage gefördert, welche dem hiesigen Institut mit der Frage übersandt wurden, ob sie vom Menschen oder von einem Tiere stammten.

Es waren drei Knochen, von denen ein formloses, etwa 6 : 3 : 1,8 cm messendes Stück, sowie der zweite Knochen von vornherein als vom Tiere stammend erkannt wurden. Während eine genauere Bestimmung, um welche Tierart es sich handelte, bei dem ersten nicht mehr gegeben werden konnte, ließ sich vergleichend-anatomisch bei dem zweiten feststellen, daß es ein rechtsseitiges Zungenbeinhorn vom Rinde darstellte. Schwieriger lagen die Verhältnisse bei dem dritten Knochen (Abb. 1).

*) Nach einem auf der 13. Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche und soziale Medizin in Innsbruck, September 1924, gehaltenen Vortrage.

Beim ersten Zusehen konnte wohl der Gedanke auftauchen, die Tibia eines Neugeborenen vor sich zu haben. Jedoch die vergleichend-anatomische Untersuchung ergab, daß es die rechte Tibia von der Katze war. Gegen die Herkunft von einem Neugeborenen sprach besonders, daß die Epiphysen vollständig verknöchert und sämtliche Leisten, Rauhigkeiten und Vorsprünge voll ausgebildet waren. Endlich entsprach auch die Länge von 9,5 cm nicht dem entsprechenden Maße beim Neugeborenen (8,3 bis 8,5 cm).

Während sowohl die biologische wie die vergleichend-anatomische Methode in zu geringem Material, hoher Temperatur oder vorschriftener Fäulnis ihre Grenze gesetzt erhalten, wäre die histologische Diagnose von all diesen Einflüssen unabhängig. Inwieweit sie jedoch für die forensische Medizin zu verwerten ist, soll nach einigen kasuistischen Rückblicken an eigenen Untersuchungen dargelegt werden.

Als erster wies *Kenyeres* 1903 und 1913 mit *Hegyi* und *Mátyás* darauf hin, daß sich zwischen Menschen- und Tierknochen auffallende Unterschiede in der Zahl der Haverschen Kanäle (H. K.) finden; diese sollen beim Menschen im Durchschnitt etwa 3 mal so groß und bedeutend geringer an Zahl sein, als beim Tiere. Ferner fand er an einigen Stellen des tierischen Querschliffes (Schwein, Femur) horizontale, parallel verlaufende, dicht gelagerte Kanäle, wie sie beim Menschen niemals auftraten. *Olichow* beurteilte 1904 die Unterschiede, welche er ebenfalls durchweg fand, etwas vorsichtiger: „Im allgemeinen ist die Zahl runder und ovaler H. K. im Gesichtsfelde bei Tierknochen größer als beim Menschenknochen, am höchsten bei Vögeln; je mehr ihre Zahl 20 übersteigt, desto wahrscheinlicher handelt es sich um Tierknochen. Eine Breite von 16—32 μ spricht für tierische, von 47—64 μ für menschliche Knochen.“ *Fana* fand 1907 zwar in der Zahl der H. K. keine großen Unterschiede, wohl aber in ihrer Größe, welche beim Menschen 80—100—140 μ , beim Tiere höchstens 35 μ betrage. Für besonders wichtig hält er die Anwesenheit von Querkanälchen, welche niemals beim Menschen auftreten, ferner das verschiedene Verhalten der Lamellensysteme, deren konzentrische Schichtung um die H. K. beim Menschen, im Gegensatz zum Tiere, sehr schön ausgeprägt sei, und endlich die Zahl und Anordnung der Knochenkörperchen. Diese letzteren sollen beim Menschen meist konzentrisch um die H. K. liegen und nur im Schaltlamellensystem an einigen Stellen horizontal und parallel angeordnet sein, an anderen aber wieder unregelmäßig. Beim Tiere dagegen seien sie viel spärlicher, mit der Tendenz, sich in horizontalen und parallelen Gruppen zu verteilen. Auch *Fana* hält diese Untersuchungen für aussichtsreich, ohne ihnen jedoch die unbedingte Beweiskraft wie *Kenyeres* beizumessen. *Wada* führte 1909 diese Untersuchungen an einem großen Materiale fort und kam zu demselben Schluß wie *Kenyeres*; nur die Knochen der Neugeborenen nähmen eine Sonderstellung ein und näherten sich im mikroskopischen Bilde denen eines Affen, seien jedoch von diesen dadurch zu unterscheiden, daß hier die Grenzen zwischen Haverschen und interstitiellen Knochenlamellen ganz verwischt und die Anordnung der Knochenlücken um



Abb. 1.

die H. K. noch weniger ausgeprägt sei, als beim Affen. *Balihazard* und *Lebrun* bestreiten zwar die Möglichkeit, Affen- und Menschenknochen zu unterscheiden, schließen sich jedoch im übrigen *Wada* und seinen Schlußfolgerungen an.

Ein scharf ablehnendes Verhalten diesen Untersuchungen gegenüber findet sich nur in einer Arbeit von *Giese* aus dem Jahre 1909 und der von ihm veranlaßten Dissertation von *Geyer* 1910. Beide sahen in Weite und Zahl der H. K. keine wesentlichen Unterschiede und beobachteten auch oft sowohl bei Jugendlichen wie bei Älteren Querkanäle. *Bürger* hatte sich zunächst auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin 1913 für die Möglichkeit einer Unterscheidung ausgesprochen, diese Auffassung aber später 1916 nach weiteren, unter seiner Leitung angestellten Untersuchungen (*E. Grass*) weitgehend eingeschränkt. *E. Grass* kommt aber immerhin zu dem Ergebnis, daß bei einer durch die Art der Fragestellung bedingten Einschränkung der Möglichkeiten eine Unterscheidung zu treffen ist.

Die eigenen Knochenuntersuchungen erstreckten sich auf den Menschen in allen Entwicklungsstadien vom 4 Monate alten Fötten bis zum 55jährigen Erwachsenen, ferner auf Rind, Schwein, Hammel, Pferd, Hund, Ratte, Maus, Taube, Hahn, Frosch. Die Vorbereitung für die mikroskopische Betrachtung geschah so, daß entweder Schritte mit konz. alkohol. Methylviolettlösung gefärbt, oder Schnitte nach Entkalkung und Einbetten in Gelatine oder Celloidin mit Hämatoxylin-Eosin behandelt wurden. Als optisches System diente durchweg *Leitz*, Ok. 4, Obj. 3, Tubuslänge 152 mm. Die Mikrophotogramme wurden mit der Leitzschen Mikroaufsatzkamera (Mikka) bei derselben Vergrößerung hergestellt. Es ergab sich, daß zwar der Schliff das einfachste und schnellste Verfahren darstellt, daß aber bei den eingebetteten Präparaten sich bessere Übersichtsbilder über die ganze Breite der Compacta erzielen lassen, da hier nicht wie beim Schleifen ein Abbröckeln der Randpartien eintritt.

Die Ergebnisse sind in folgendem wiedergegeben; zur Raumersparnis fasse ich mich nur kurz und führe nur einige bemerkenswerte Punkte an. Zahl und Durchmesser der H. K. beim Mensch, Pferd und Rind ergeben sich aus der nachstehenden Zusammenstellung; es muß jedoch betont werden, daß sich diese Werte nicht verallgemeinern lassen, da sie über die hier angeführten Zahlen hinaus stark variieren.

| | Zahl im Gesichtsfeld | Durchmesser in μ |
|------------------|----------------------|----------------------------------|
| Mensch | 26 (13—39) | a) im peripheren Teil 52 (44—60) |
| | | b) im zentralen Teil 140 (60—80) |
| Rind | 12 (8—16) | a) 72 (48—96) |
| | | b) 85 (59—111) |
| Pferd | 25 (11—39) | a) 52 (35—69) |
| | | b) 130 (40—90) |

Im Querschliff zeigten sich beim Menschen neben reichlichen quergetroffenen H. K. nur vereinzelte Längsschnitte, im Gesichtsfeld etwa 3—4. Hierin, sowie in der Zahl und Anordnung der Knochenzellen, der Dicke des Lamellensystems usw. erwiesen sich die Verhältnisse

nisse beim Pferd fast identisch (Abb. 2). Beim Hammel und Schwein (Abb. 3) verliefen die Kanälchen fast ausnahmslos längs, parallel zueinander mit einem Durchmesser von durchschnittlich 60μ . Beim Menschen ergaben sich im selben Schnitt zwischen den Verhältnissen in

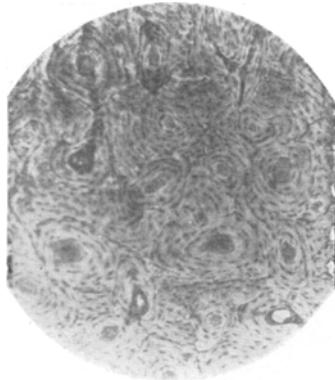


Abb. 2.

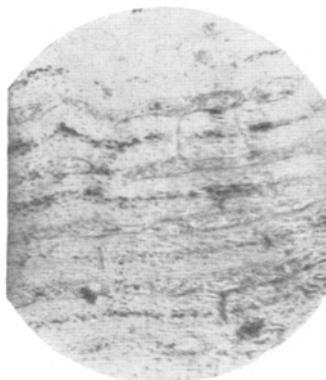


Abb. 3.

der Peripherie und den zentralen Zonen der Compacta deutliche Unterschiede (Abb. 4 und 5), wie sie sich auch in etwas schwächerem Maße beim Rind (Abb. 6 und 7), aber wieder auffallender beim Pferde nach-

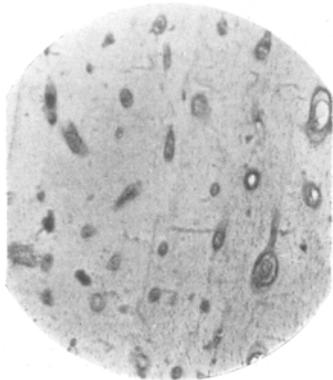


Abb. 4.

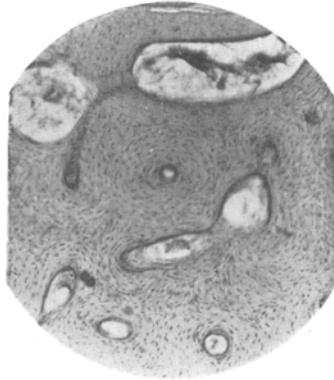


Abb. 5.

weisen ließen. Der in der peripheren Zone neu angelagerte Knochen unterscheidet sich in dem Aufbau der Haversschen Lamellensysteme mehr oder minder deutlich von den älteren zentraleren Partien. Dort — peripher — sind die Lamellen weniger deutlich ausgebildet, die Knochenzellen liegen unregelmäßiger als zentral, die H. K. zeigen einen viel

geringeren Durchmesser; Haversche Räume finden sich fast nur zentral. Die Grenzlinien der Haverschen und interstitiellen Lamellensysteme zeigten sich beim Menschen wie bei allen Säugetieren gut ausgebildet. Die Knochenzellen waren beim Menschen vielleicht etwas größer, aber bei diesem sowohl wie bei den Tieren im wesentlichen konzentrisch um die H. K. angeordnet; im Schaltlamellensystem lagen sie dagegen überall mehr in parallelen Reihen, die Zahlenwerte wiesen keine größeren Unterschiede auf, sie betrugen in kleinen Haverschen Systemen 15—25, in größeren 50—65. Die Zählung war jedoch außerordentlich schwierig, da leicht Zellen aus verschiedenen Schnitthöhen mitgezählt werden können und dadurch falsche Resultate liefern. Beim

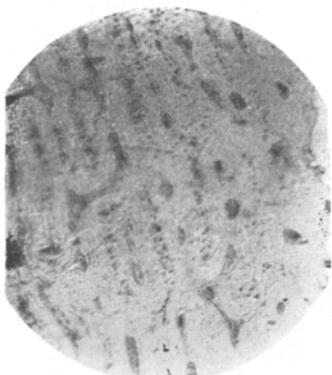


Abb. 6.

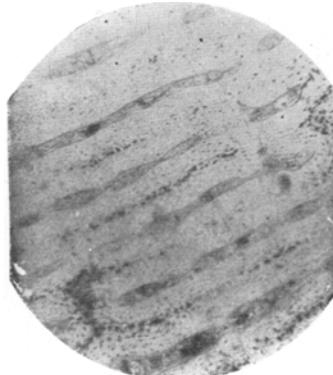


Abb. 7.

Frosch ließen sich nur einmal ganz zart angedeutete Lamellen feststellen.

Diese Befunde erweisen, daß einzelne Tierknochen sich gelegentlich von denen des Menschen in ihrem histologischen Aufbau deutlich unterscheiden, daß aber andererseits deutliche Übereinstimmungen vorhanden waren. Das Ergebnis kommt dem *Giese*schen nahe, steht aber zu den Befunden der Mehrzahl der Autoren im großen Widerspruch. Vor der kritischen Würdigung der verschiedenen Angaben erscheint es zweckmäßig, sich kurz die Entwicklung der H. K. ins Gedächtnis zurückzurufen.

Die H. K. verdanken ihre Entstehung der Entwicklung der Blutgefäße; diese Verhältnisse lassen sich an den perichondral entstehenden Knochen, z. B. der Extremitäten, besonders gut beobachten. Die neben der enchondralen Ossification sich entwickelnde perichondrale Knochenmanschette stellt nicht eine gleichmäßig dicke Schicht dar, sondern trägt an vielen Stellen Vertiefungen. Die Ablagerung von Knochensubstanz findet nämlich stets nur in einer gewissen Entfernung von den Gefäßen statt; „jede einzelne Knochenanlage läßt sich als konzentrische Bildung zu den beiderseits benachbarten Gefäßen auffassen“. (Geb-

hardi). Die Gefäße sprossen aus der stark vascularisierten Keimschicht des Periostes gegen den verkalkten Knorpel vor, begleitet von Osteoblasten und Bildungszellen. Mit immer fortschreitender Verdickung der perichondralen Knochenrinde schließen sich die offenen Buchten dann zu Räumen, deren Wände mit Osteoblasten ausgekleidet sind, und welche in der Mitte ein Gefäß einschließen. Durch weitere schichtweise Auflagerung werden diese Gefäßräume immer mehr eingeengt und stellen schließlich die Haverschen Kanäle dar (Abb. 8).

Gleichzeitig mit der perichondralen und enchondralen Knochenbildung beginnen aber auch schon resorptive Prozesse, durch welche sowohl verkalkte Knochengrundsubstanz wie eben gebildeter Knochen wieder aufgelöst werden. Diese Auflösung findet nicht nur in den zentralen Partien statt, wo sie schließlich bis zur Bildung zunächst des sekundären Markraumes führt, sondern auch in der peripheren Zone, von den H. K. aus, wodurch die großen unregelmäßigen Haverschen Räume entstehen, welche aber wieder von neu gebildetem Knochen ganz oder teilweise ausgefüllt werden können.

Während beim Neugeborenen ausschließlich geflechtartiger Knochen vorhanden ist, wird dieser im Laufe der extrauterinen Entwicklung allmählich durch den typischen lamellären ersetzt, und zwar in der Art, daß nach der Resorption bei Erweiterung der Markhöhle, oder bei Entstehung der Haverschen Räume sekundär nur lamelläres Knochengewebe abgelagert wird. Der Knochen des entwickelten Individuums stellt demnach eine Neubildung gegenüber dem des Neugeborenen dar. Aber auch dann, wenn die lamelläre Struktur vollendet ist, dauert Apposition und Resorption zeitlebens fort; auch der fertige Knochen ist einem dauernden Wechsel unterworfen. Wie sehr diese modellierende Wirkung von funktionellen Bedingungen abhängt, zeigt die Änderung der Architektur und Anpassung an neu statische Verhältnisse bei Veränderung der Belastung (Gesetz der Transformation der Knochen, *Jul. Wolff*), welche nicht nur die größeren und feineren Knochenbalkchen betrifft, sondern welche auch die Struktur der Compacta in Mitleidenschaft zieht.

Es muß also daran festgehalten werden, daß sich während des ganzen Lebens — und das gilt sowohl für den Menschen wie für Tiere — in den Knochen dauernde morphologische und sicher auch chemische Umbildungen und Änderungen vollziehen, deren Impuls die verschiedenen auf den Knochen einwirkenden Kräfte darstellen, welche im wesentlichen mechanischer Natur sind (Belastung, Zug, Druck usw.).

Die Arbeiten von *Kenyeres*, *Wada*, *Fana* u. a. begnügen sich im wesentlichen mit einer Schilderung der eigenen Befunde, ohne auf die Ursachen ihrer zum Teil voneinander abweichenden Ergebnisse einzugehen. Es ist wohl sicher, daß die unterschiedliche Festigkeit der

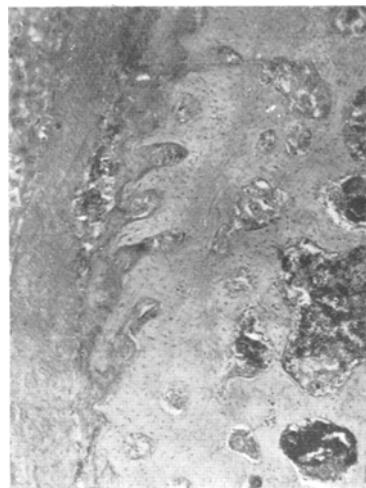


Abb. 8.

Knochen, welche *Kenyeres* den Anlaß zu seinen Untersuchungen gegeben hat, nicht so sehr auf morphologische Differenzen, welche ihren Ausdruck in der verschiedenen Form und Zahl der H. K. findet, zurückzuführen ist, sondern eher das Produkt chemischer Änderungen darstellt. Es ist bemerkenswert und vielleicht als leiser Zweifel zu deuten, daß sich *Fana* zwar im allgemeinen den Schlüssen von *Kenyeres* und anderen anschließt, aber doch mit der Einschränkung, daß ihm die Zahlenwerte der H. K. keine genügende Sicherheit für eine Unterscheidung gäben; ferner, daß *Wada* die mehr oder minder großen Schwankungen in Zahl und Weite der H. K. bei demselben Individuum aufgefallen sind. *Giese* und *Geyer* versuchen die Gründe darzulegen, welche gegen eine Verschiedenheit im Aufbau des menschlichen und tierischen Knochen sprechen. Der vorher gefaßten Meinung von *Giese*, man könne auch einen Unterschied gar nicht erwarten, da er ohne Analogie in der Entwicklungsgeschichte sei, läßt sich nur schwer folgen; es sei nur an Haare oder Federn erinnert, und auch innere Organe zeigen bei verschiedenen Tieren ein anderes Aussehen. Beizustimmen ist ihm jedoch in dem Befund von längsverlaufenden Haverschen Kanälen, welche ich ebenfalls in fast jedem Gesichtsfeld feststellen konnte.

Die Anhänger und Gegner einer Unterscheidung der Knochen zeigen in ihren Befunden so große Unterschiede, welche nicht nur die prinzipiellen Fragen betreffen, sondern sich bei hierin übereinstimmenden Autoren auf Zahl und Weite der H. K., der Dicke der Lamellen, Zahl und Größe der Knochenzellen usw. erstrecken, daß sich bei der selbstverständlichen Annahme der gleichmäßig auf die Untersuchungen verwandten Sorgfalt der Gedanke aufdrängt: es müssen Faktoren auf die H. K. einwirken, welche ihr morphologisches Bild zu verschiedenen Zeiten unter verschiedenen Bedingungen ändern. Nur so ließen sich die Unterschiede nicht nur in den Knochen desselben Individuums, sondern auch in mikroskopischen Präparaten desselben Knochens erklären. *Geyer* hat bereits darauf hingewiesen, daß pathologische Prozesse die Verhältnisse der H. K. weitgehend zu beeinflussen vermögen, z. B. sklerosierende Ostitis, Rachitis, Osteomalacie, Entzündungen, Tumoren. Es wurde oben ausgeführt, daß auch schon physiologischerweise im Knochen ein dauernder Umbau stattfindet, welcher sich bezüglich der H. K. von der Jugend bis zum Alter in einer vielleicht konstanten Verengung äußert; der dadurch entstandene Verlust an organischer Substanz zugunsten der anorganischen ist ja auch der Grund für die senile Brüchigkeit, den Elastizitätsverlust der Knochen.

Wie die H. K. ihre Weite und Lage verändern können, läßt sich gut mikroskopisch verfolgen; die einen Kanäle werden durch Apposition,

welche immer von der Innenwand ausgeht, ganz mit kompaktem Knochen ausgefüllt, von anderen Systemen nur noch zwickelartige Reste vorhanden, während die übrigen Teile in neue Systeme aufgegangen sind. Es besteht ein dauernder Wechsel in der Gesamtmasse des abgelagerten Knochens, indem entsprechend der durch interstitielles Wachstum bewirkten Lageveränderungen der die H. K. ausfüllenden Weichteile diese Kanälchen in der Knochensubstanz wandern. Ein Wechsel von Resorption und Apposition wird dadurch für noch näher beieinander gelegene Stellen als man bisher annahm, nämlich die verschiedenen Seiten desselben H. K., postuliert (*Schulin* 1877). Die Anlage von Knochen ist abhängig von den Blutgefäßen; die Entwicklung der Gefäße, sowohl ihrer Stärke wie ihrer Richtung nach, wird aber wieder bestimmt von der jeweiligen Inanspruchnahme. Wir sehen solche Verhältnisse überall in den Organen, es sei nur an die Arbeitshypertrophie der Muskeln erinnert. Im Knochen liegen die Verhältnisse ähnlich. Auch hier werden sich die funktionellen Bedingungen je nach Alter, individueller Inanspruchnahme, Krankheit ändern können. Damit verschiebt sich Richtung und Stärke der Gefäße, als deren Folge sich notwendig eine Änderung der Struktur der H. K. ergibt. Die Ansicht *Geyers*, man müsse auf eine ganz andere Ernährung des Knochens beim Tiere schließen, wenn die Angaben von *Kenyeres* u. a. zu Recht beständen, und daß darüber keine Analogie bekannt sei, läßt sich wohl nicht halten. Es werden zwischen Knochen vom Menschen und Tiere jederzeit große Unterschiede möglich sein können, ohne daß dafür ein Zwang vorläge; dann nämlich, wenn in den beiden untersuchten Knochenstücken, oder auch bei beiden Arten die funktionellen Kräfte, welche auf den Knochen wirken, sich scharf unterscheiden. Ein solcher Zustand ist leicht denkbar und wird dann zu ganz verschiedenen Bildern führen, welche ohne weiteres wesentliche strukturelle Unterschiede erkennen lassen (vgl. Abb. 5 und 7). Aber die Entwicklung des Knochens kann auch unter gleichen oder ähnlichen Bedingungen vor sich gehen; dann werden sich histologisch Bilder ergeben, welche eine Trennung von Menschen- und Tierknochen erschweren, bzw. unmöglich machen (vgl. Abb. 2 und 4). Die der *Gebhardtschen* Arbeit beigefügten Mikrophotogramme von *Pteropus*, Hund, Leopard, Seelöwe, Walroß u. a. lassen gegenüber dem menschlichen Knochen irgendwelche bemerkenswerte Unterschiede nicht erkennen. Die Ergebnisse der einen wie der anderen Richtung haben nur eine relative, sehr begrenzte Gültigkeit; sie lassen sich aber nicht verallgemeinern, nicht in ein Schema zwängen, welches sich zudem nur auf ganz grobe Momente stützt und den feineren Fibrillenverlauf vernachlässigt oder ganz außer acht läßt; und erst recht können sie nicht als Gesetz aufgestellt werden. Strukturell lassen sich gelegent-

lich ganz verschiedene Individuen zusammenfassen, welche sich phylogenetisch fremd sind.

Schon vor Jahren ist der Versuch gemacht worden, aus der großen Anzahl verschiedenartig gestalteter Systeme bestimmte Typen herauszufinden. Diese Untersuchungen knüpfen sich an die Namen *v. Ebner*, *v. Kölliker* und *Gebhardt*. Das Prinzip liegt bei allen dreien darin, daß nach dem Faserverlauf in den verschiedenen Systemen gewisse Gruppen zusammengefaßt werden, wobei der Fibrillenverlauf selber durch die unterschiedlichen Polarisationserscheinungen verfolgt wird. *Gebhardt* unterscheidet zwei Gruppen: die eine mit sehr wechselnden Querschnittsformen und verschiedener Größe der H. K., mit überall sichtbarer Resorption und Apposition, reichlichen Schaltlamellenbezirken, welche „größtenteils Überreste jüngerer, den Haversschen Speziallamellensystemen angehöriger Bildungen darstellen, welche zum weiß wievielen Male umgebauten Knochenbezirken angehören“ (Mensch, Hund, Leopard usw.). Die andere wird charakterisiert durch schön abgerundete Konturen der Haversschen Säulen und ihre regelmäßige Anordnung. Der erste Typ zeigt dementsprechend im polarisierten Lichte vielgestaltige, verzerrte Bilder, welche durch die grobe Unregelmäßigkeit im Fibrillenverlauf hervorgerufen werden, während bei dem zweiten fast alle Systeme den gleichen Faserverlauf haben. Gerade beim Menschen mit seinen, durch die wechselvolle Inanspruchnahme bedingten ständigen, sich gelegentlich überstürzenden Umbauvorgängen kommt es bei der funktionellen Reizbarkeit des Knochens nicht zu einem Abschluß der Architektur; es bleibt ein ständiger Wechsel in der Struktur der Lamellensysteme und der H. K. Diese Gegensätzlichkeit kann naturgemäß dann ganz verwischt werden, wenn bei Tieren des regelmäßigen Typus Knochenstücke von Stellen intensiver Inanspruchnahme, z. B. Ansatz von Sehnen, untersucht werden. Hierin finden wohl zum größten Teile die Differenzen in den verschiedenen Angaben über Weite und Zahl der H. K. bei demselben Knochen oder analogen Knochen gleichartiger Tiere bei den einzelnen Autoren ihre Erklärung.

Da im Laufe der endgültigen Entwicklung die Knochenablagerung zumeist perichondral erfolgt, in den äußeren Schichten also auch der jüngste Knochen angetroffen wird, ist es verständlich, daß sich gerade in der peripheren Zone der Compacta durchweg kleine und regelmäßige Querschnittsbilder der Haversschen Systeme nachweisen lassen, ohne die größeren resorptiven und erneut appositionellen Prozesse, wie sie uns in den zentraleren Partien begegnen. Als Bestätigung für die gut fundierte Annahme, daß das Wachstumsgesetz der Knochen bei Mensch und Tier dasselbe ist, ließe sich auch der Befund von lamellären Knochen bei allen Tierarten herausziehen; wenn auch *Fana* diesen Befund beim

Frosch nicht erhoben hat, so läßt sich die lamelläre Struktur gleichwohl, allerdings nur zart und bei guter Abblendung erkennbar, auch dort nachweisen, eine Beobachtung, welche auch *Gebhardt* gemacht hat. Auch die Vogelknochen zeigen, wenn auch nur vereinzelt, lamellären Bau (*Gebhardt*). Ein phylogenetischer Grund gegen die Lamellen liegt also nicht vor, wenn aber auch die lamelläre Struktur im allgemeinen, d. h. wenigstens bei den höher entwickelten Tieren, vorherrscht, so zeigt doch ein Blick auf ein Präparat, z. B. vom Knochen des erwachsenen Menschen, daß sich geflechtartiger Knochen auch in den späteren Altersstufen, nicht nur bei Neugeborenen, findet. So tritt dort, wo ein besonders intensives Wachstum stattfindet, z. B. an Insertionen von Muskeln oder Sehnen primär geflechtartiger Knochen auf, welcher erst relativ spät durch lamellären ersetzt wird. Nach der Abb. 4 ist die deutliche Ausbildung der lamellären Struktur, sowie die konzentrische Anordnung der Knochenzellen um die H. K. bei dem neu abgelagerten Knochen noch nicht vorhanden. Ferner fehlt lamellärer Knochen unter dem Periost, sowie dort, wo Knochen an verkalkten Knorpel grenzt, wie an den Gelenkenden (*Schaffer*). Praktisch würde diese Frage wohl immer bedeutungslos sein, da die betreffenden Partien von zu geringer Ausdehnung sind; sie beweist aber wiederum, daß sich in dem morphologischen Aufbau der Knochen der Mensch nicht in einen Gegensatz zu den Tieren bringen läßt. Die im Augenblick der Untersuchung vorhandene Struktur ist keine endgültige, sondern stellt nur ein Augenblicksbild dar, dessen Zustandekommen von Faktoren abhängig ist, deren Wirkungsweise sich im einzelnen Falle unserer Kenntnis entzieht.

Zusammenfassung: Eine Unterscheidung des menschlichen und tierischen Knochens auf histologischem Wege ist nur dann möglich, wenn die auf den Knochen wirkenden funktionellen Kräfte verschiedene waren. Daraus ergibt sich, daß ein Unterschied nur gelegentlich nachweisbar sein kann, aber das histologische Bild immer eine andere Möglichkeit zulassen wird. Es ist leicht verständlich, daß derartige Untersuchungen, zumal wenn sie mit solchem Fleiß und an so großem Material angestellt wurden wie z. B. bei *Kenyeres* oder *Wada*, bestechend wirken; würde doch eine solche Unterscheidungsmöglichkeit die Methoden der forensischen Medizin wesentlich bereichern und einem schon lange empfundenen Mangel abhelfen. In der forensischen Medizin muß aber von jeder Untersuchung verlangt werden, daß sie absolut zuverlässig ist und keine Zweifel oder Ausnahmen an dem Resultat zuläßt. Diese Voraussetzungen werden aber von der histologischen Methode der Differenzierung von menschlichen und tierischen Knochen nicht erfüllt.

Literaturverzeichnis.

¹⁾ *Balthazard* u. *Lebrun*, zit. nach *Kenyeres*. — ²⁾ *Bürger*, 85. Versammlg. Dtsch. Naturf. u. Ärzte, Wien 1913, T. 2, Hälfte 2, S. 1077. — ³⁾ *Burtscher*, Zeitschr. f. d. ges. Anat., Abt. 2: Zeitschr. f. Konstitutionslehre 1877. — ⁴⁾ *v. Ebner*, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss., Leipzig 1912. — ⁵⁾ *Fana*, zit. bei *Giese*. — ⁶⁾ *Gebhardt*, Arch. f. Entwickelungsmech. d. Organismen **20**. — ⁷⁾ *Geyer*, Inaug.-Diss. Jena 1910. — ⁸⁾ *Giese*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 1909. — ⁹⁾ *Grass, E.*, Inaug.-Diss. Berlin 1916. — ¹⁰⁾ *Kenyeres* u. *Heygi*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 1903. — ¹¹⁾ *Kenyeres* u. *Matyas*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 1913. — ¹²⁾ *Milutin*, Jahresber. f. Anat. u. Entw. 7907. — ¹³⁾ *Olichow*, ref. im Jahresber. f. Anat. u. Entw. 1904, **10** 1, 208. — ¹⁴⁾ *Schaffer*, Lehrb. d. Histologie 1922. — ¹⁵⁾ *Schulin*, Zeitschr. f. d. ges. Anat., Abt. 2: Zeitschr. f. Konstitutionslehre 1877. — ¹⁶⁾ *Schütze*, Dtsch. med. Wochenschr. **29**. — ¹⁷⁾ *Schwalbe*, Zeitschr. f. d. ges. Anat., Abt. 2: Zeitschr. f. Konstitutionslehre 1876. — ¹⁸⁾ *Wada*, Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Med. 1909.
