

(Aus dem Zoologischen Institut der Karlsuniversität in Prag,
Vorstand Prof. Jul. Komárek.)

Ossifikation des Schildknorpels beim Rehwilde.

Von

J. Bejšovec.

Mit 7 Textabbildungen.

I. Makroskopischer Bau des Schildknorpels und seine Anwendbarkeit als Altersbestimmungsmerkmal.

In allen neueren Jagdbüchern findet man im Abteil über das Rehwild die seinerzeit von S. Schumacher von Marienfrid (1938) veröffentlichte Alters-Bestimmungstabelle, die den Schildknorpel des ein- bis achtjährigen Rehbockes darstellt. Mit fortschreitendem Alter soll sich der Knorpel allmählich in Knochen verwandeln, sodaß im achten Jahre des Bockes fast der ganze Knorpel ossifiziert erscheint. Schumacher setzte voraus, daß bei wild lebenden Tieren die Ossifikation des Schildknorpels vielleicht viel gesetzmäßiger als beim Menschen abläuft, sodaß der Grad dieser für die Bestimmung des Tieralters verwendbar wäre. Die in seinem ursprünglichen Werk (1938) veröffentlichte Tabelle wurde auf Grund einer Untersuchung von lediglich 23 Rehböcken verschiedenen Alters zusammengestellt. Schumacher betrachtet deshalb das ganze Problem als eine noch offene Frage. In ähnlichem Sinne äußert er sich in seiner Publikation „Jagd und Biologie“ (1939).

Autoren, welche diese Art der Altersbestimmung beim Rehwild in Jagdbüchern reproduzieren, konformieren sich Schumacher, einige betrachten die Tabelle als eine fertige Tatsache. Gelegentlich meiner Studien über die Ossifikation der Stirnzapfen und Formausbildung des Rehgeweihs bei einjährigen abnormal schwach ent-

wickelten Böcken wandte ich mich auch der Frage der Schildknorpelverknöcherung zu. Es zeigte sich aber bald, daß in der Ossifizierung dieses Knorpels bedeutende Unterschiede vorliegen, welche die Theorie Schumacher's über die Verwendung des Schildknorpels zur Altersbestimmung in Frage stellen. Ich habe das Problem deshalb nebenbei weiter verfolgt und will hier über die Sache kurz referieren, um so mehr deshalb, weil hier interessante Vorgänge der Osteogenesis zu verzeichnen sind.

Technisches.

Anfangs versuchte ich, eine größere Anzahl von Schildknorpelskiagrammen zu sammeln. Der Nachteil dieser Methode war, daß die dorsoventrale Projektion des Knorpels eine beträchtliche Deformation aufwies, sodaß man die einzelnen Ossifikationszentren nicht gut unterscheiden konnte. Bei einer lateralen Projektion überdeckten sich wieder leider die beiden Laminen. Als beste Methode erwies sich das Sammeln von getrockneten zusammengepreßten Knorpeln. Dabei muß jede Hälfte des Knorpels separat gepreßt werden, da, außer bei jungen Rehkälbern, der ganze gewölbte Mittelteil im Angulus cartilaginis ossifiziert ist. Auf getrockneten und gepreßten Knorpeln ließen sich besonders im durchscheinenden Lichte die ossifizierten Teile, sowie das ossifizierte flockige Konglomerat von dem eigentlichen Knorpel sehr gut unterscheiden. Die Mehrzahl der Knorpeln wurde nebstdem in Formol fixiert. Insgesamt wurden 300 Schildknorpel von Tieren verschiedenen Alters untersucht.

Bei Beschaffung des Materials wurde das Alter der Tiere hauptsächlich nach dem Abschleifen des Gebisses bestimmt. Gegen diese Methode wird oft eingewendet, daß das Dentin bei allen Individuen nicht gleich hart ist, daß die Kiefer manchmal abweichend gebogen sind, und daß die Verschiedenartigkeit der Weide auf die Abnutzung des Dentins abweichend einwirkt. Als weitere Alterskontrolle wurde die *Basis neurocranii* in Betracht genommen, wo die *Synchondrosis intersphenoidalis* nach Schumacher (1939) im ungefähr fünften Lebensjahre obliteriert, die *Synchondrosis sphenoccipitalis* schon bei einem einjährigen Tiere schwinden soll. Nach eigenen Beobachtungen obliteriert die *Synchondrosis sphenoccipitalis* regelmäßig nach dem ersten Lebensjahre. Die Obliteration der *Synchondrosis intersphenoidalis* im etwa fünften Lebensjahre

ist keinesfalls regelmäßig. In einem Falle obliterierte dieselbe schon bei einem einjährigen Rehbock, öfters aber war sie noch bei sechs- bis siebenjährigen Tieren offen. Später wurden auch andere Altersmerkmale in Betracht genommen, wie zum Beispiel die Ossifikation des epiphysalen Knorpels, die Obliteration der Schädelnaht, und äußere Alterserscheinungen, wie z. B. Form und Farbe des Kopfes, Halsstärke u.s.w.

Ergebnisse.

Das erste Ossifikationszentrum im Schildknorpel des Rehwildes entsteht im *Angulus cartilaginis thyreoidei*. Dieses Zentrum, obwohl verschiedenartig entwickelt, wurde ausnahmslos bei allem Reh wilde und auch bei jungen Rehkitzten gefunden. Das zweite Zentrum befindet sich in den beiden *Cornua superiora*. Es ist bezeichnend für ältere Tiere, obwohl es manchmal auch bei Rehkitzten vorkommt. Manchmal pflegt dieses etwas tiefer verschoben zu sein, im Übergang in die Lamina. Beide Zentren steigen manchmal hinab und erreichen entlang der *Linea obliqua* in einem Streifen von verschiedener Breite den unteren Rand des Knorpels, am häufigsten das *Tuberculum thyroideum inferius*. Sie erscheinen nicht immer zusammenhängend, sondern werden oft durch ein kleines flockiges Konglomerat, oder isolierte Knochenlager von verschiedener Größe, die sich später vereinigen, ersetzt. Alsdann beginnen diese Streifen in der *Linea obliqua* sich mit dem erweiterten Zentrum im *Angulus cartilaginis* zu vereinigen. Dieses ständig anwachsende Zentrum nimmt einen immer größeren Teil des Knorpels ein. Außerdem entsteht zu verschiedener Zeit ein flockiges Konglomerat in den beiden *Cornua inferiora* und steigt zum Übergange in die Lamina an. Von diesen Ossifikationsvorgängen gibt es jedoch zahlreiche Abweichungen.

Die beschriebenen Vorgänge in der Verknöcherung des Schildknorpels stimmen im großen und ganzen mit den von Schumacher gegebenen Skizzen überein und sind gegenüber denjenigen des Menschen ganz verschieden. Mit dem Schildknorpel des Menschen haben sich schon mehrere Autoren beschäftigt; in Prag war es Trapl und Vácha (1934). Nach den genannten Autoren beginnt die Ossifikation um das zwanzigste Lebensjahr. Die Verknöcherung erscheint bei den Männern nahe der Wurzel der *Cornua superiora*. Die Ossifikation setzt den hinteren Rand der Lamina

entlang fort, nach vorne erreicht diese den unteren Rand und dringt in die *Cornua inferiora*. Ossifizierte Zentren erscheinen weiter beim Anfang der *Cornua superiora*. Weitere Knochenlager werden nicht mehr so regelmäßig gebildet. Besondere Variabilität zeigt die Entwicklung der mittleren Linie. Diese Autoren bilden den Knorpel

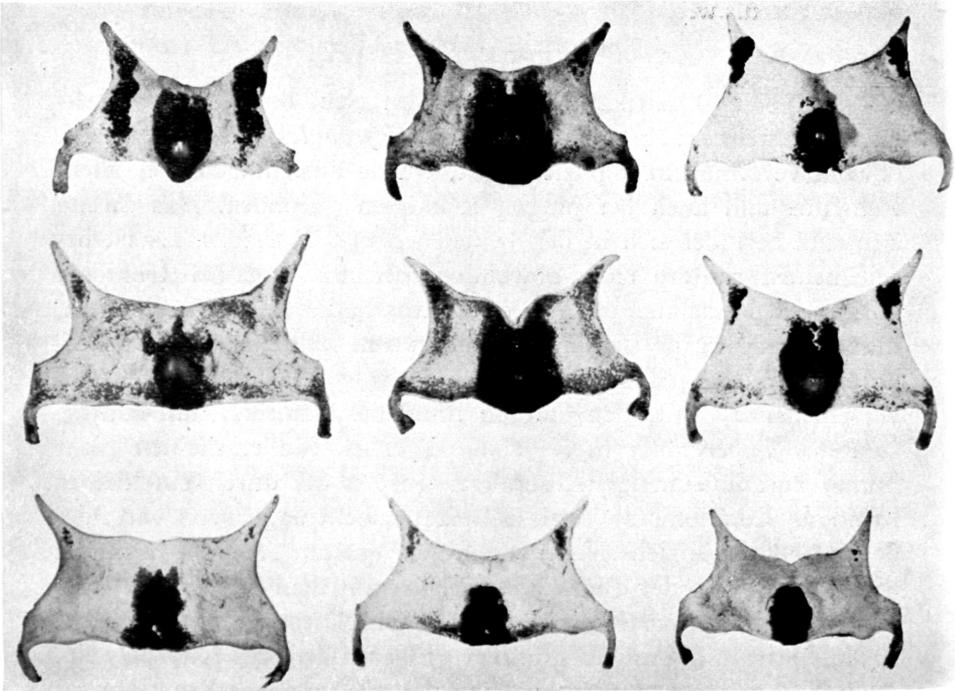


Abb. 1. Schildknorpel einjähriger Rehböcke.

gänzlich verknöchert ab, nur in seiner Mittellinie, also in den Stellen, wo die Ossifikation beim Rehbock zuerst zum Vorschein kommt, bleibt bei den Menschen das Knorpelgewebe bestehen. Alle Autoren sind darüber einig, daß der Zeitverlauf der Ossifikation bei verschiedenen Individuen verschieden ist, sodaß man danach auf das Alter des Menschen nicht schließen kann. Beim Rehbock, genau so wie bei dem Menschen, verknöchert mit fortschreitendem Alter ein immer größerer Teil des Knorpels. Die Ossifikation schreitet durchgehends schneller vor, als dies Schumacher geschildert hat. Die Knochenlager in den beiden *Cornua superiora*

zeichnet er als schwach entwickelt bei einem zweijährigen Tiere. Ich konnte feststellen, daß diese Verknöcherung in 30—40% Fällen bei 5—7 Monate alten Rehkitten bereits viel stärker entwickelt war. Bei einjährigen Rehböcken war das Knochenlager bereits so groß, wie es Schumacher für zwei- bis dreijährige und ältere Exemplare anführt. Im allgemeinen muß die Verknöcherung zeitgemäß

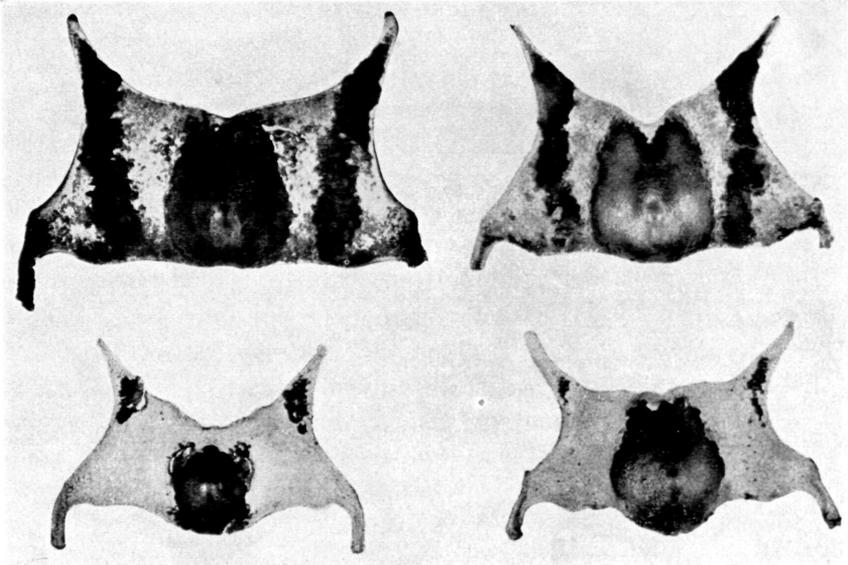


Abb. 2. Schildknorpel zweijähriger Rehböcke. Links: zwei Knorpel von Juli 1952. Rechts: zwei Knorpel von Dezember 1952.

im Vergleich zu dem Bockalter als sehr variabel bezeichnet werden. So sind z. B. die Zentren in den beiden *Cornua superiora* bei manchen Rehkitten bereits entwickelt, während sie in anderen Fällen selbst bei Einjährigen fehlen. Sie sind bei manchen Jährlingen klein, während sie sich bei anderen die *Linea obliqua* entlang bis zu den beiden *Tubercula thyreoidica* ausdehnen. Manchmal entwickelt sich die Ossifikation in den beiden Laminaen mit verschiedener Schnelligkeit.

Aus der Literatur ist bekannt, daß auch bei normaler Ossifikation der Skelettknochen bestimmte Abweichungen vorkommen. Bei dem Schildknorpel, dessen Ossifikation für den Organismus als von geringerer Bedeutung bezeichnet werden kann, ist die Wahr-

scheinlichkeit der anatomischen Abweichungen umso größer. Das wird durch die oben beschriebene Veränderlichkeit in der Ossifikation dieses Organes sehr anschaulich gemacht. Inwieweit diese Erscheinung mit der grundsätzlich abweichend Art des inneren

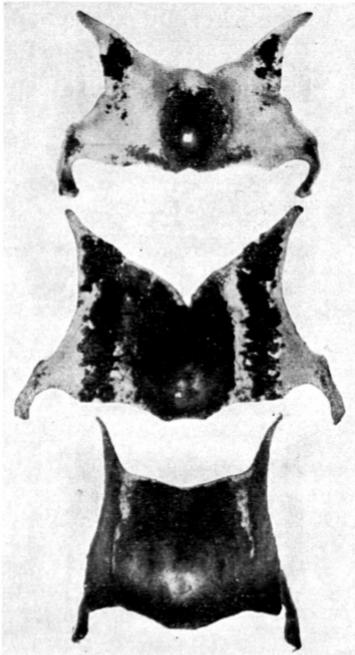


Abb. 3. Schildknorpel der Siebenjährigen. Oben und unten: Rehgeiß. Mitte: Rehbock.

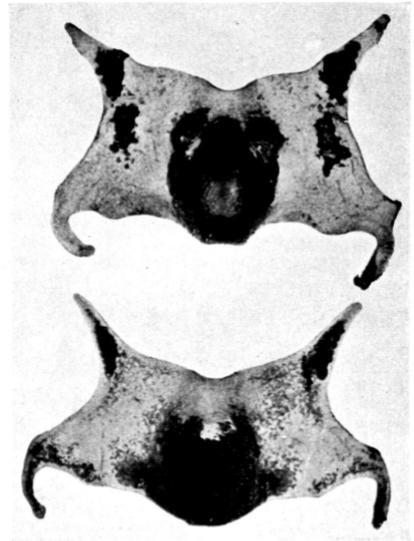


Abb. 4. Oben: Schildknorpel einer einjährigen Rehgeiß, unten: einer ungefähr neunjährigen Rehgeiß.

Verknöcherungsvorganges in Zusammenhang steht, ist schwer zu sagen. An Stelle der normalen, enchondralen Ossifikation kommt es in dem Rehschildknorpel zu einer direkten Metaplasie, was sehr seltsam erscheinen muß.

II. Metaplastische Umbildung des Schildknorpels.

Weitaus interessanter sind die histologischen Prozesse der Ossifikation des Rehschildknorpels. Nach Schumacher (1938) entwickelt sich die Verknöcherung des Kehlkorpels ähnlich wie bei den Skelettknochen ... „die eigentliche Verknöcherung be-

ginnt dadurch, daß in den ursprünglich fast gefäßlosen Knorpel zahlreiche Blutgefäße einwachsen, die verkalkte Knorpelmaterie wird zerstört und an Stelle dieser bildet sich die Knochensubstanz“. „Nach Weinmann und Sicher (1947) verläuft beim menschlichen Schildknorpel die Ossifikation histologisch analog der enchondralen Entwicklung der Knochen, d. h. der Knorpel degeneriert, kalzifiziert, wird resorbiert und durch Knochen ersetzt.“ In gleicher Weise wird die Ossifikation dieses Organes von anderen Autoren beschrieben.

Zur histologischen Untersuchung standen mir insgesamt 12 Schildknorpel verschieden alter Böcke, Rehe und Rehkitzen zur Verfügung. Die Knorpel wurden möglichst bald den erlegten Tieren entnommen und in 10% Formol oder Alkohol-Formol fixiert. Nach Dekalzifizierung mit Säure wurden diese Stücke größtenteils in Zelloidin, teilweise auch in Paraffin eingebettet. Schnitte wurden mit Haematoxylin gefärbt, Nachfärbung mit Eosin oder v. Gieson-Mischung, seltener mit Congo-Rot (für Osteoide), Mallorÿs und Azan. Sehr gute Ergebnisse für die Osteocyten, besonders für ihre plasmatischen Ausläufer brachte die Methode Schmorls, welche den mittels Thionin blau gefärbten Knorpel von dem mit Pikrinsäure gelb gefärbten Knochen unterscheiden ließ. Die fibrilläre Struktur des Knochens war an Gefrierschnitten in 5% igem Chlorhydrat gut sichtbar.

Die *Cartilago thyroidea* des Rehbockes wird durch normalen hyalinen Knorpel gebildet. Interessant ist nun die Art der Umwandlung des Knorpels in das Knochengewebe, das sich an verschiedenen Stellen mit zunehmendem Alter des Tieres weiter ausbreitet. Die Vorgänge wurden im vorangehenden Teil geschildert. Bei kleiner Vergrößerung sieht man, daß der hyaline Knorpel verschieden große Gruppen des spongiosen Knochengewebes enthält. Nahe am Knorpel erscheinen kleinere Herde des grobfaserigen Knochens. In den vom Knorpel weiter entfernten Stellen, gelegentlich auch eng anschließend, ist das Knochengewebe lamellenartig aufgebaut. Die kleinen Höhlungen sind mit Fett und haematogenem Mark ausgefüllt. Stellenweise findet man daselbst noch Reste vom Knorpel. Im *Angulus cartilaginis thyroideae*, wo an den schon in der Jugend an diesen Stellen bereits ossifizierten Knorpel das *Cartilago epiglottidis* ansetzt, sind die Verhältnisse anders. Hier ist der Knochen kompakt, ohne Höhlungen, und hat nur kleine, mit Kapillaren ge-

füllte Öffnungen. Die Osteocyten liegen konzentrisch um die Kapillaren geordnet, ähnlich wie bei den primitiven Haversssystemen. Bei Individuen, wo die Stärke der Knochenschicht an diesen Stellen

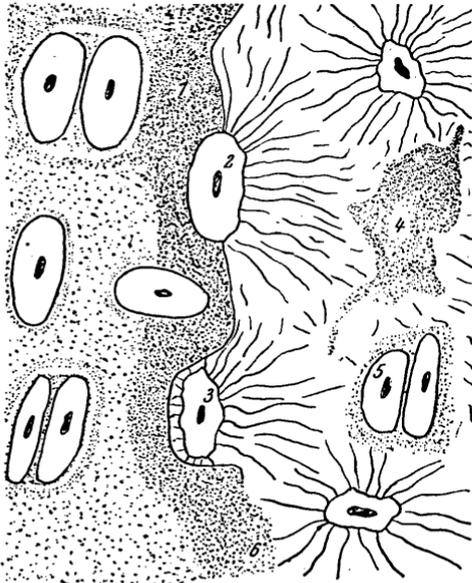


Abb. 5. Schema einer Metaplasie des Knorpels in Knochen. Links ist der Knorpel, rechts der Knochen.

1. Intensiv basophile Zone des Knorpels an der Knochengrenze. 2. Ein durch Knochen- substanz halb abgelöster Chondrocyt mit für den Osteocyten charakteristischen Ausläufern. 3. Ein gänzlich durch Knochen- substanz eingeschlossener Osteocyt. 4. Im Knochen eingeschlossener Knorpel. 5. Scheinbar unveränderte, im Knochen eingeschlossene Chondrocyten. 6. Ein Übergang der Grundsubstanz des Knorpels in die Grundsubstanz des Kno- chens.

zugenommen hat, ist ihre Struktur weniger kompakt und inmitten des Knochens befinden sich gleichmäßige, runde Höhlungen und die Grenz- scheidende zwischen dem Knorpel und dem Kno- chen zeigt eine stark er- höhte Basophilie des Knorpels. Dasselbe zeigen Teile des im Knochen eingeschlossenen Knorpels. Die erhöhte Basophilie des Knorpels entlang der Os- sifikationslinie stimmt mit den Feststellungen Srdínkos (1915) über die chemische Reaktion des Knorpels bei normaler enchondraler Ossifikation überein. Das weitere Ge- baren des Knorpels weist aber bedeutende Abwei- chungen von normaler en- chondraler Ossifikation auf. In den Grenzpartien des Knorpels und des Knochens behalten die Chondrocyten dieselbe

Größe und Konstellation, welche sie in den durch Ossifikation über- haupt unberührten Stellen gehabt haben. An vielen Stellen beobach- tet man deutlich den Zerfall der basophilen Kapseln der Chondro- cyten. Die Kapseln verlieren ihre charakteristische Form und lösen sich auf. Man kann das Protoplasma der Chondrocyte mit Kernen, manchmal noch mit dem Reste der Kapsel beobachten. Bei einzel-

nen Individuen entsteht eine verschiedene färberische Reaktion des Knorpels. Er wird nahe dem Knochen acidophil, so wie es bei den Knochen geschieht. Die basophilen Chondrocytenkapseln bleiben mit Haematoxylin fast ungefärbt. Ebenfalls die äußeren Hüllen der Chondrone verlieren ihre Basophilie und bleiben oft heller als die umliegende interterritoriale Grundmaterie. Dieser acidophile Knorpel geht alsdann in den Knochen über, von dem er durch einen schmalen, unregelmäßigen Gewebstreifen, der sich gewöhnlich etwas dunkler als das umliegende Gewebe färbt, abgegrenzt ist. Wenn wir dem Verlauf dieses Streifens folgen, sehen wir hie und da, daß er die Chondrone übergreift, und daß das Innere des scheinbar unveränderten Chondrons teilweise durch den Knorpel, teilweise durch Knochensubstanz ausgefüllt ist. Gewöhnlich wird aber die Hülle des Chondrons zerstört und die Chondrocyten gehen auseinander, noch bevor sie von der Knochensubstanz ausgefüllt werden. Am häufigsten verlieren sie schon vorher die basophile Hülle, Trotzdem behalten manche von der Knochensubstanz ganz ausgefüllte Chondrocyten verschieden große Reste der basophilen Kapsel, manchmal auch die Kapsel selbst. Färbung mit der Methode Schmorls gibt ein klares Bild darüber, daß die ehemaligen Chondrocyten, die bereits mit Knochensubstanz durchgedrungen sind, dünne plasmatische Ausläufer besitzen, die den umgebenden Knochen durchdringen und sich an die Ausläufer der Nachbarzellen anknüpfen. Stellenweise sieht man dort, wo der Knorpel scharf an den Knochen grenzt, daß der Chondrocyt an der Stelle, wo er von der Knochensubstanz durchgedrungen ist, dünne, für Osteocyten charakteristische Plasmaausläufer aussendet. An den mit der Fläche der Laminen parallelen Schnitten bemerkt man oft, daß nahe bei den Chondrocyten typische Osteocyten liegen. Diese Osteocyten befinden sich meistens knapp am runden Knorpel, und ihre Form erinnert an kapsellose Chondrocyten mit plasmatischen Ausläufern. An der Grenze zwischen dem Knorpel und dem Knochen kann man die verschiedenen Phasen der Umwandlung charakteristischer Chondrocyten in typische Osteocyten beobachten. Es kommt hier also deutlich zu einer Metaplasie, wo der Chondrocyt in einen Osteocyten umgebaut wird. Der durch diese Metaplasie entstandene Knochen hat eine grobfaserige Struktur, die an Gefrierschnitten im Chlorhydrat gut sichtbar ist. Auch andere Färbungsmethoden lassen den Unterschied zwischen diesem Knochengebilde und

dem normalen lamellosen Knochen deutlich hervortreten. Diesen Knochen finden wir reichlich an der Knorpel-Knochengrenze, aber auch im inselartig im lamellosen Knochen eingeschlossenen Knorpel. Interessant ist die Weiterentwicklung des Knochens, bzw. des Höhlensystems desselben. In derartigen Lücken verwandelt sich der Knorpel in einen grobfaserigen Knochen, der sich dann zum Knochenzentrum an den lamellosen Knochen anknüpft.

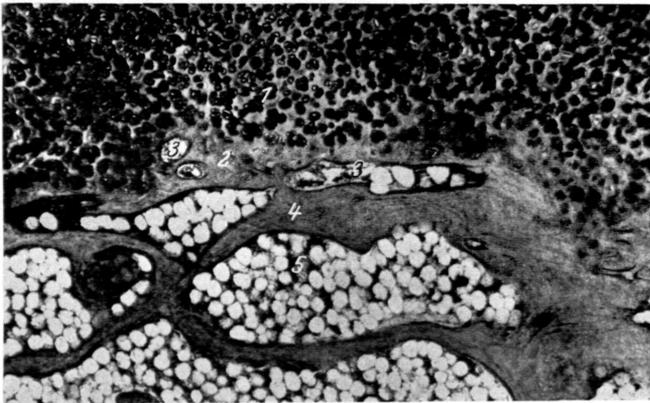


Abb. 6. Schnitt durch den ossifizierte Schildknorpel eines Rehbockes.

1. hyaliner Knorpel, 2. metaplastischer Knochen, 3. Höhlungen, aus denen der metaplastische Knochen resorbiert wird, 4. neoplastischer lamellöser Knochen, 5. Knochenfettmark.

(Alkohol-Formol, Zelloidin, Haematoxylin-Eosin, 30 × vergrößert.)

Wo die Aushöhlungen großen Umfang besitzen, dringt gewöhnlich in die mittlere Partie des Knochens ein Gefäß ein, welches den Knochen allmählich zu zerstören beginnt. Nach Abbau des Knochens differenzieren sich in der durch Resorption entstandenen Höhlung aus dem jungen Mark Osteoblasten, welche dann an den Wänden der Höhlung den lamellosen Knochen aufbauen.

Die Metaplasie des Knorpels in Knochen, seine Resorption und der sekundäre Ersatz des Knochens durch lamellose Wirkung der Osteoblasten im Schildknorpel des Rehwildes stimmen mit den Ausführungen von Pensa (1913), der die Ossifikation der menschlichen Mandibula beschreibt, und mit Frankenbergers Studien der Ossifikation der Knochengeschwülste (1927) überein. Auch an

deren Objekten wurde der durch Metaplasie des Knorpels entstandene Knochen resorbiert und durch neoplastischen Knochen ersetzt.

Die Umwandlung der Knorpelzellen in die Zellen eines ganz andersartigen Gewebes beschreibt Wolf (1923) beim Studium der Höhlungen und der weichgewordenen Stellen im Stimmbandknorpel großer Haustiere. Bei der Resorption der Kapseln verwandeln sich die Chondrocyten in sternförmige retikuläre Zellen. Aus der von Wolf gegebenen Beschreibung geht hervor, daß die Umwand-

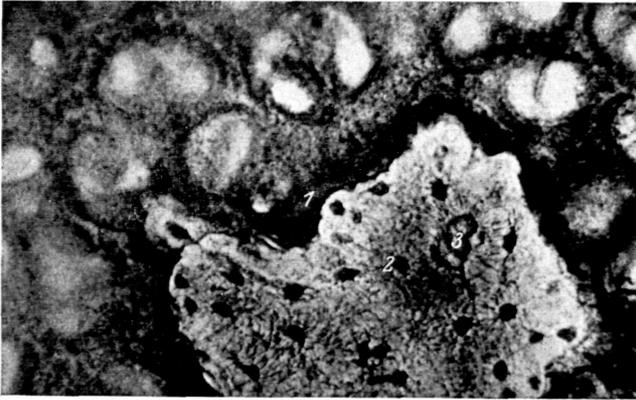


Abb. 7. Schnitt durch den Knorpel und durch den metaplastischen Knochen.

1. Basophiler Streifen des Knorpels an der Knochengrenze. 2. Metaplastischer Knochen. 3. Destruktionsgefäß.

(Formol, gefroren, gefärbt nach Schmorl, 400 × vergrößert.)

lung der Chondrocyten in retikuläre Zellen bei Verlust der basophilen Kapsel stark an die Umwandlung in Osteocyten erinnert.

Aus den angeführten Beobachtungen am Knorpel in der *Cartilago thyroidea* des Rehwildes geht hervor, daß der Prozeß der Umwandlung des Knorpels in den Knochen von der normalen enchondralen Ossifikation grundsätzlich verschieden ist. Bei der Ossifikation kommt es hier zu keiner Hypertrophie und Resorption des Knorpels, an dessen Stelle das Knochengewebe durch Wirkung der Osteoblasten entstände. Die Chondrolyse, welche hier im Ganzen nur vereinzelt vorkommt, ist in keiner Beziehung zu der primären Ossifikation. Es kommt auch zu keiner Ossifikation des Knorpels. Der Knochen entsteht dadurch, daß sich die Chondrocyten unter

Verlust der Kapsel mit radial plasmatischen Ausläufern bewaffnen und morphologisch die Form der Osteoblasten annehmen. Die Grundmaterie des Knorpels verwandelt sich dabei in die Grundmaterie des grobfaserigen Knochens. Alles geschieht ohne Anwesenheit von Osteoblasten. Wir haben hier einen Fall der direkten Metaplasie des Knorpels in Knochen. Die spätere Resorption des so entstandenen Knochens und der sekundäre Ersatz durch den lamellosen Knochen unter Wirkung von Osteoblasten ist ein ganz selbständiger Prozeß, welcher mit der vorauseilenden metaplastischen Umwandlung des Knorpels in Knochengewebe in keinem Zusammenhange steht.

Zusammenfassung.

Auf Grund makroskopischer Untersuchung der Ossifizierung des Schildknorpels von 300 Rehwildindividuen und mit Hilfe des unternommenen histologischen Studiums des Schildknorpels an zwölf Rehwildstücken verschiedenen Alters und Geschlechtes wurden folgende, die Möglichkeit einer Altersbestimmung auf Grund der Ossifizierung betreffende Ergebnisse erzielt:

1. Die Ossifikation des Schildknorpels beginnt schon bei Rehkitten. Bei Rehböcken schreitet sie gewöhnlich schneller fort als bei Rehgeißen. Bezüglich der Lage der einzelnen Ossifikationszentren stimmen wir im Ganzen mit Schumacher überein. In der Regel gibt es aber zahlreiche Ausnahmen. Die Entwicklung gegenüber dem menschlichen Knorpel ist grundsätzlich verschieden. Im allgemeinen verläuft — besonders in den jüngeren Lebensjahren — die Ossifikation schneller als es Schumacher voraussetzt. Später erscheinende Ossifikationszentren weisen eine viel größere zeitliche und morphologische Variabilität auf als diejenigen, die früher entstanden sind. Im ganzen Verlauf der Ossifikation werden große individuelle Schwankungen beobachtet, sodaß der Schildknorpel und seine Verknöcherung zur Altersbestimmung des Rehwildes nicht verwendbar erscheint.

2. Der Prozeß der Umwandlung des Knorpels in Knochenteile geschieht nicht durch normale enchondrale Ossifikation, wie es Schumacher voraussetzt und behauptet. An Stelle einer enchondralen Ossifizierung kommt es hier zu einer verhältnismäßig seltenen Metaplasie des hyalinen Knorpels in Knochen. Die Chondro-

cyten verwandeln sich in Osteocyten, die Grundmaterie des Knorpels in das Grundmaterial des Knochens. Der so entstandene Knochen hat eine grobfaserige Struktur. Dieser Knochen wird durch eindringende Kapillaren und Elemente des jungen Knochenmarkes sekundär resorbiert. An seiner Stelle entsteht durch die Wirkung der eingedrungenen Osteoblasten ein lamellöser Knochen, aus welchem der größte Teil der Spongiosa zusammengesetzt wird.

Die Aufnahmen der Abb. 1—7 wurden bei durchscheinendem Lichte an waagrecht gepreßten Schildknorpeln (Knorpel hell, Knochen schwarz) hergestellt. Die ungleiche Größe ist durch ungleichmäßiges Schrumpfen des Knorpels beim Trocknen verursacht.

Literatur.

Frankenberger, Z.: Příspěvek k histologii kostních nádorů. Bratislavské lékařské listy VII. 1927. — Schumacher: Zur Altersbestimmung des Rehbocks. Der Deutsche Jäger, München: 1938. — Schumacher: Jagd und Biologie. Berlin: 1939. — Srdínko, O.: Chemické reakce chrupavky při ossifikaci. Biol. listy IV. 1915. — Weinmann, J. and Sicher, H.: Bone and bones. St. Louis 1947. — Wolf, J.: Dutiny a změkklá místa ve chrupavce hlasivkové. Rozpr. Č. Akad. 32. 1923.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Zoologische Zeitschrift](#)

Jahr/Year: 1955

Band/Volume: [05](#)

Autor(en)/Author(s): Bejsovec J.

Artikel/Article: [Ossifikation des Schildknorpels beim Rehwilde. 239-251](#)