

	Seite
<b>Bernhauser, A.:</b> Über die Knochenstruktur einiger Vögel. Mit 14 Textabbildungen	252
<b>Brehm, V.:</b> Süßwasser-Entomostraken aus Cambodja. Mit 4 Textabbildungen	273
<b>Janetschek, H.:</b> Über mitteleuropäische Felsenspringer (Ins., Thysanura). Mit 30 Textabbildungen	281
<b>Kirchshofer, Rosl.:</b> Ökologie und Revierverhältnisse beim Schriftbarsch ( <i>Serranus scriba</i> Cuv.). Mit 3 Textabbildungen	329
<b>Schubart, O.:</b> Über einige von Professor Janetschek in der hochalpinen Region der Dauphiné gesammelten Diplopoden. Mit 5 Textabbildungen	350
<b>Solé, A.:</b> Vergleichende Stagoskopie des Blutserums. Mit 10 Textabbildungen	366
<b>Thenius, E.:</b> Zur Abstammung der Rotwölfe (Gattung <i>Cuon</i> Hodgson). Mit 2 Textabbildungen	377
<i>Buchbesprechungen</i>	388
Die Organismenwelt von Bátorliget. Arbeitsgemeinschaft am Naturhistorischen Museum in Budapest (H. Franz). — Balogh, J.: Grundzüge der Zoozöologie (H. Franz).	

#### Viertes Heft

(Abgeschlossen im August 1955)

##### *Abhandlungen*

<b>Abel, Gertrude:</b> Über die Lichtempfindlichkeit einer entköcherten Trichopterenlarve, <i>Limnophilus flavicornis</i> . Mit 3 Textabbildungen	391
<b>Chabenaud, P.:</b> Sur divers Pleuronectiformes appartenant au Naturhistorisches Museum de Vienne. Nouvelle description de <i>Cynoglossus canariensis</i>	403
<b>Janetschek, H.:</b> Felsenspringer aus Sardinien, Korsika und den Ostpyrenäen (Ins., Thysanura). Mit 58 Textabbildungen	407
<b>Kupka, E.:</b> Über die Wirkung von Pyroninlösungen auf die Epidermiszellen der Larven von <i>Triton alpestris</i> . Mit 21 Textabbildungen	442
<b>Politzer G. und J. Weizenberg:</b> Zur Homologie des Schneidezahnes bei den simplicidentaten Nagetieren. Mit 2 Textabbildungen	457
<b>Weis, S.:</b> Die Blattläuse Oberösterreichs I. ( <i>Homoptera, Aphidoidea</i> )	464
<i>Buchbesprechungen</i>	560

Bronns, H. G.: Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 3. Bd., 3. Abt., Teil 2, 4. Lieferung (F. Starmühlner). — Burton, M.: Living Fossils (E. Birkenmeier). — Cain, A. J.: Animal Species and their Evolution (W. Kühnelt). — Dudich, E., J. Balogh und J. Loksá: Produktionsbiologische Untersuchungen über die Arthropoden der Waldböden (H. Franz). — Schultze, W.: Farbenphotographie und Farbfilm (O. E. Abel). — Fischel, W.: Kleine Tierseelenkunde (O. E. Abel). — Gruner, H.-E.: Leuchtende Tiere (Fr. Schremmer). — Huene, F. Fhr. v.: Die Saurierwelt und ihre geschichtlichen Zusammenhänge (W. Marinelli). — Jordan, R.: Kleine Bienenkunde, 2. Aufl. (Fr. Schremmer). — Lipp, W.: Histochemische Methoden (M. Baumgartner). — Pain, Nesta: Lesser Worlds (O. E. Abel). — Peterson, Mountfort, Hollom: Die Vögel Europas (E. Piffel). — Abhandlungen und Berichte aus dem staatlichen Museum für Tierkunde, Forschungsstelle Dresden, Band 22, Heft 1: Büttner, K.: Die Molluskenfauna von Südwestsachsen; Schlechter, A.: Über Land-

## II. Problemstellung.

Kölliker (1859 a, b) zählt eine Anzahl älterer Autoren auf, welche Einzeldarstellungen der Stützgewebe von Fischen veröffentlichten. Er selbst hat äußerst umfangreiche Untersuchungen durchgeführt und kam dabei zu dem Ergebnis, daß ein großer Teil der Knochenfische normal und typisch ausgebildete Knochenzellen besitzen, nämlich die Ganoidei und die Sirenoidei und weiters fast alle großen Familien der Physostomi, mit Ausnahme der Cyprinodontes, Esocetes, Galaxinae, Scopelini, Chauliodontia Bp., Heteropygii, Symbranchii und die Gattung *Trichomycterus* (Fam. Siluroidea). Außerdem zeige die Gattung *Thynnus* abnorme Knochenzellen, nämlich einfache, langgestreckte Spindeln (1859 a S. 4 ff.; b S. 3 ff.). Der Rest der Teleostei verfügt über zellfreies Knochengewebe, welches von mehr oder weniger feinen Röhrenchensystemen durchzogen wird. Kölliker schlug für diese Ausbildungsform die Bezeichnung „Osteoidsubstanz“ vor (1859 a S. 3, b S. 7). Er beschreibt die Struktur als dentinähnlich. Außerdem teilt Kölliker in den zitierten Arbeiten mit, daß die Ausbildungsform des Knochengewebes bei den einzelnen systematischen Gruppen (Ordnungen, manchmal auch Familien) verschieden sei und so als Bestimmungshilfe herangezogen werden könne. Diese Mitteilung verdient insbesondere von Seiten der Palaeontologie Beachtung.

In der neueren Literatur (z. B. Krause 1932, Romer 1947, 1949, Patzelt 1948, Gregory 1951) wird auf die Histologie des Fischskelettes nur ganz kurz eingegangen und in der Regel nur der „osteoid“ Typ besprochen. So beispielsweise auch Claus-Grobben (6. Aufl. S. 49): „... Dieses von feinen parallelen Röhrenchen durchsetzte harte Gewebe findet sich in den Knochen der Teleostier und ganz allgemein als Dentin oder Zahnbein als Grundmasse der Zähne verwendet.“

Diese Behandlungsweise dürfte darauf zurückzuführen sein, daß man bei einer Auswahl histologischer Präparate gewöhnlich auf Amphioxus und Petromyzon einen Hai und abschließend noch einen hochentwickelten Teleostier, meist Barsch oder Hecht folgen läßt. Wohl auch zum Teil in der Annahme, histologische Unterschiede im Knochenbau wären relativ bedeutungslos. Wie weit aber dieser Feinstruktur mechanisch-adaptive Bedeutung zukommen dürfte, soll im folgenden an Hand von Knochendünnschliffen dar-

zulegen versucht werden. Den Hauptgegenstand der vorliegenden Untersuchung bilden der histologische Zustand des Fischeskelettes und vor allem die Ausbildungsunterschiede der Stellen mit verschiedener mechanischer Belastung beim selben Tier und allenfalls sogar im selben Knochen.

### III. Untersuchtetes Material.

*Clupea harengus* L.

*Cyprinus carpio* L., *Phoxinus laevis* Agg.

*Anguilla vulgaris* Flemm.

*Cottus scorpius* L., *Cottus gobio* L.

*Acerina cernua* L.

Weiters zu Vergleichszwecken: (z. T. aus früheren eigenen Arbeiten)

*Caranx carangopsis* Heckel

*Scorpaenopterus siluridens* Steindachner

*Tropidonotus natrix* L., *Trionyx vindobonensis* Peters

*Spheniscus humboldti* Meyen

*Corvus cornix* L., *Falco tinunculus* L.

*Manatus inunguis* L.

*Metaxytherium krahuletzki* Dep., *Thalattosiren petersi* Abel

*Phoca viennensis* Blainville

*Phoca vitulina* L., *Phoca hispida* Schreb.

*Pachyacanthus suessi* Brandt, *Acrodelphis letochae* Brandt

*Bos taurus* L., *Capreolus capreolus* L., *Cricetus cricetus* L.

Im ganzen wurden über 250 Knochendünnschliffe untersucht; sie wurden zum größten Teil mit verschiedenen Kombinationen von Methylenblau, Safranin und Chromsäure im Additionsverfahren gefärbt.

#### 1. Fische.

Die Fische zeigen die von Kölliker beschriebenen Differenzierungen der Knochenstruktur. Dabei sind mechanisch stark oder schwach belastete Partien deutlich unterscheidbar. So zum Beispiel im Os frontale von *Clupea harengus* (Präp. Nr. H/F 104) (Abb. 1, Abb. 2, Abb. 5 e). Hier erscheinen in den hauptsächlich belasteten Randpartien und Trägern schmale, langgestreckte Zellen, während dazwischen Gruppen von dreieckigen bis breiten Knochenzellen auftreten, welche den Kuppelbau der „Stirnbuckel“ andeuten. Im sel-

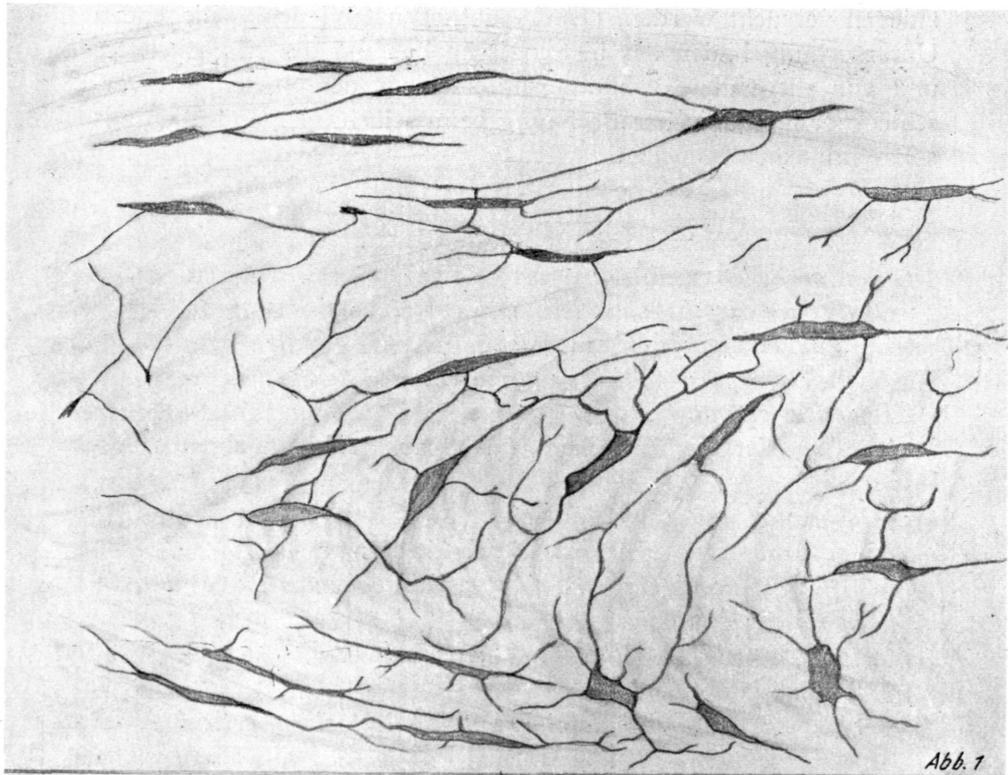


Abb. 1

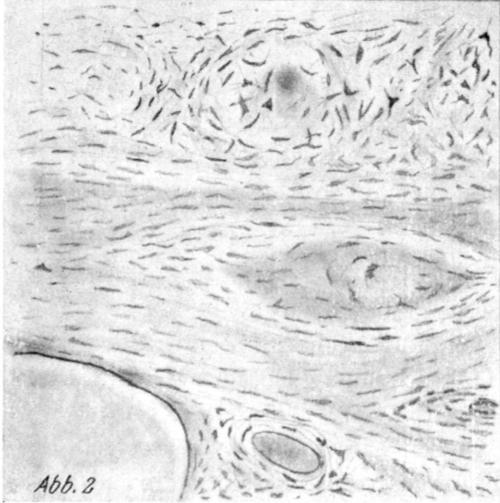


Abb. 2

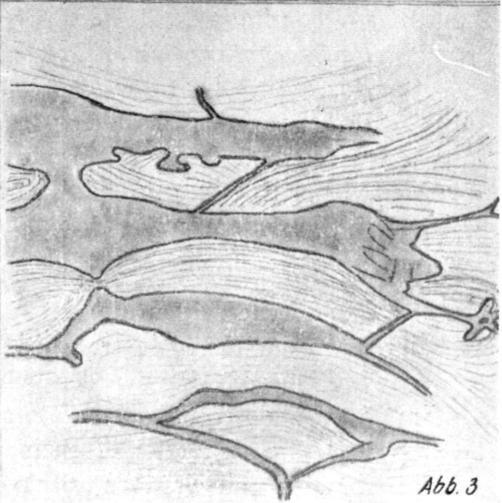


Abb. 3

Abb. 1. *Clupea harengus* L. Flächenschliff d. *Os frontale* (400  $\times$ ).

Abb. 2. *Clupea harengus* L. Flächenschliff d. *Os frontale* (100  $\times$ ).

Abb. 3. *Scorpaenopterus siluridens* Steind. Flächenschliff d. *Os frontale* (100  $\times$ ).

ben Knochen von *Scorpaenopterus siluridens* Steind. (Pr. Nr. d 49), einem „Osteoidfisch“ von unsicherer systematischer Stellung aus dem Sarmat des Wiener Beckens finden wir die Hartschubstanz aufgelockert, von langgestreckten Hohlräumen dicht durchzogen. Die dadurch gebildeten Knochenbälkchen dürften, wie das bei Knorpelgewebe üblich ist, nach mechanischen Gesichtspunkten angeordnet sein. Dies wird durch den Zug der von ihnen eingeschlossenen feinen Röhrenbündel noch unterstrichen (Abb. 3). Bei *Anguilla vulgaris* wieder sehen wir in Knochen mit geringer Beanspruchung (zb. Hyoidbogen dorsal; Pr. Nr. H/F 30) (Abb. 4, Abb. 5 a) durchwegs große, nur mäßig gestreckte Knochenzellen, welche durch zahlreiche Anastomosen miteinander in Verbindung stehen. Bei *Cyprinus carpio* sind sie denjenigen von *Anguilla vulgaris* in ihrer Form sehr ähnlich, jedoch eine Spur kleiner und stehen weiter auseinander (Pr. Nr. H/F 47) (Abb. 5 c). Sie erscheinen im belasteten Teil vom

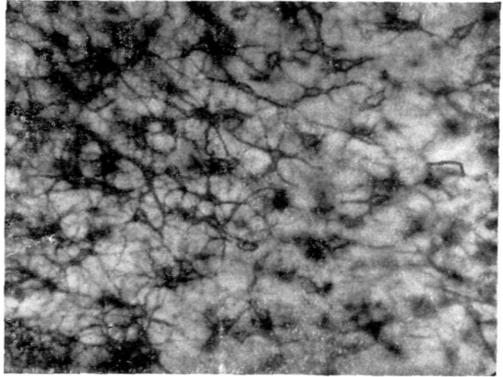


Abb. 4. *Anguilla vulgaris* Flemm. Flächenschliff durch Hyoidbogen dorsal (400 X).

selben Kiemendeckel spindelförmiger, ärmer an Fortsätzen und folgen deutlich den Faserzügen (Abb. 5 d). Ein analoges Bild bietet der Aal im proximalsten Branchiostegale (Pr. Nr. H/F 30) (Abb. 5 c). Die Zellanastomosen sind größer an Zahl und oft deutlicher erkennbar als beim Karpfen. Die von Spindelspitze zu Spindelspitze ziehenden Längsanastomosen scheinen besonders betont. In der Wirbelsäule von *Clupea harengus* (Pr. Nr. H/F 91) finden wir die Knochenzellen ebenfalls streng nach mechanischen Gesichtspunkten angeordnet (Abb. 7). Sie stehen hier häufig sehr nahe beisammen und sind schmal und lang ausgezogen. Ihr Querschnitt (um die kleineren Hohlräume am oberen Bildrand) ist rundlich und geringer als  $\frac{1}{6}$  ihrer Länge. Die mechanisch stärker beanspruchten Knochen des Herings, wie z. B. Flossenträger und Os frontale, zeigen spindelförmige Knochenzellen dichtest ge-

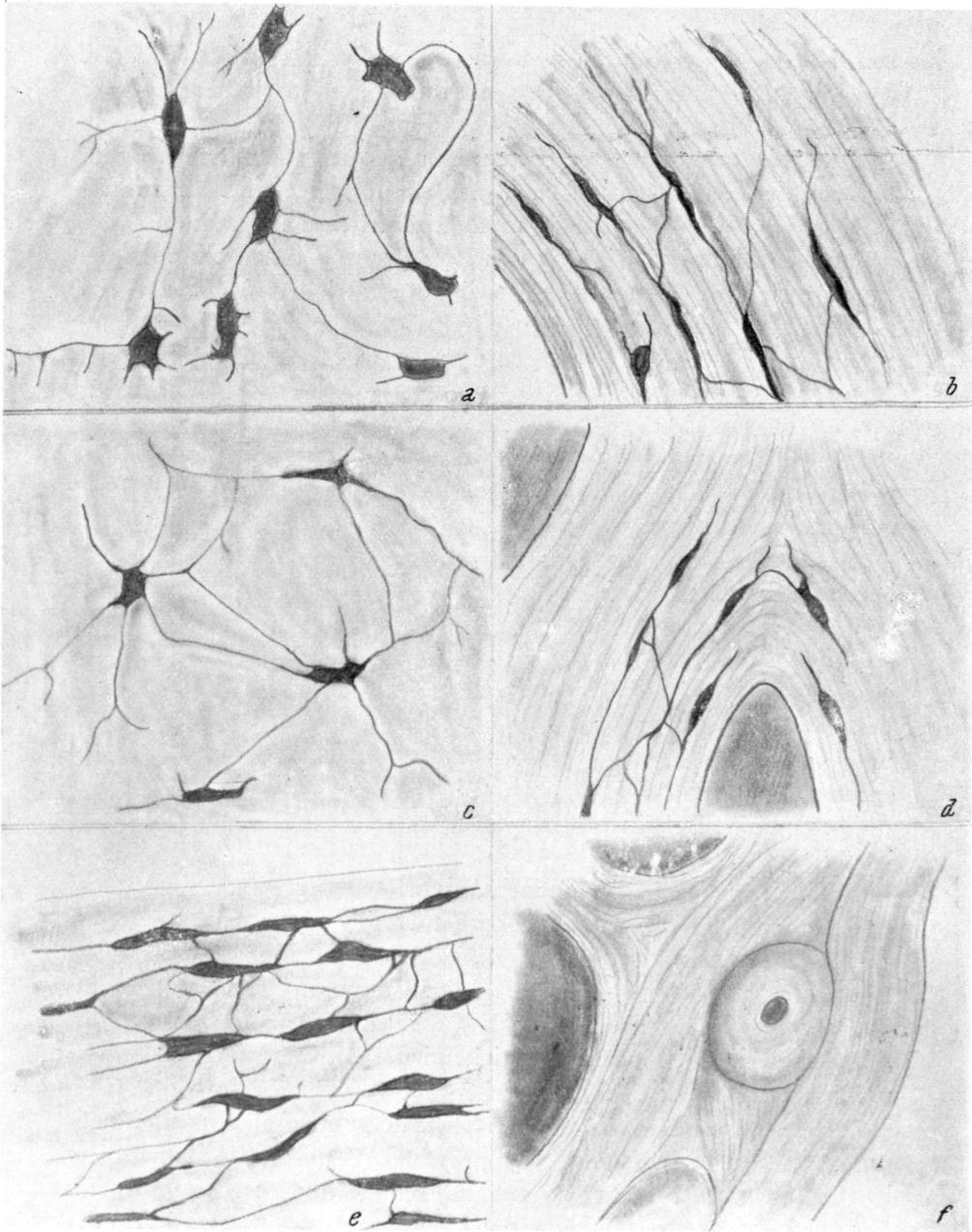


Abb. 5. *a* *Anguilla vulgaris* Flemm. Flächenschliff durch Hyoidbogen dorsal (400  $\times$ ). *b* *Anguilla vulgaris* Flemm. Längsschliff durch ein *Branchiostegale* prox. (400  $\times$ ) *c* *Cyprinus carpio* L. Flächenschliff d. Operculum (400  $\times$ ). *d* *Cyprinus carpio* L. Flächenschliff d. Operculum (400  $\times$ ). *e* *Clupea harengus* L. Flächenschliff d. *Os frontale* (400  $\times$ ). *a*—*e*: Die Knochenzellen unterscheiden sich unbelasteten (*a*, *c*) und belasteten Gewebsabschnitt (*b*, *d*, *e*) durch Form und Anordnung. Ähnlich verhalten sich die Knochenfibrillen. *f* *Acerina cernua* L. Längsschliff durch einen Brustwirbel (400  $\times$ ).

packt und durch zahlreiche Fortsätze miteinander verbunden (Abb. 5 e). Sie erinnern bei schwächerer Vergrößerung stellenweise

fast schon an schwach schraubig bewegte Röhrensysteme. Diese Ausbildung zeigt *Cottus scorpius*. Die Knochen enthalten feine undulierende Kanälchen, welche sie aber schon durch ihre Größe vom echten Zahnbein deutlich unterscheiden. Abb. 6 zeigt einen Schrägschliff durch das Dentale (Pr. Nr. H/F 13). Man erkennt die von feinen Röhren durchzogene osteoide Substanz



Abb. 6. *Cottus scorpius* L. Schrägschliff durch das Dentale (150  $\times$ ). Links zwei Zähne im Querschnitt mit deutlich vom umgebenden Knochengewebe unterscheidbarer Struktur.

und weiters, in der linken Bildhälfte zwei quergetroffene Zähne mit weiten Pulpahöhlen. Abb. 5 f schließlich zeigt die übliche Knochen-

struktur nahezu aller Stachelflosser am Beispiel eines Wirbels vom Kaulbarsch (*Acerina cer-nua* L.) (Pr. Nr. H/F 82).

Zusammenfassend kann man also feststellen, daß die Knochenzellen der Fische zwar gruppenweise verschiedene Züge aufweisen, aber in ihrer Form entsprechend der mechanischen Belastung der betreffenden Stücke bei ein und demselben Tier oft auffällige

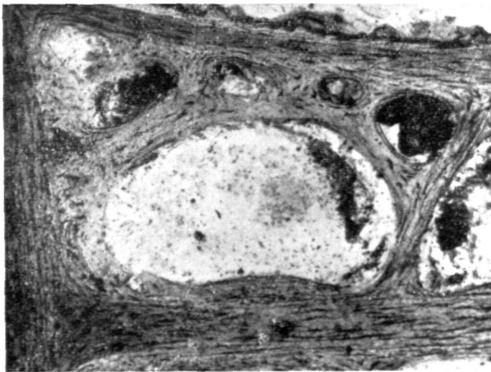


Abb. 7. *Clupea harengus* L. Längsschliff durch einen Brustwirbel (120  $\times$ ). Die Knochenzellen folgen mit ihrer Längsachse den Balkenzügen.

Veränderungen erfahren. Dieses Verhalten läßt sich wohl am besten durch Vergleich der einzelnen Ausbildungsformen aufzeigen. An diesem Zusammenhang sei nochmals auf den

Aal (Abb. 4, Abb. 5 a, b) und auf den Karpfen (Abb. 5 c, d) verwiesen.

Im folgenden möge die Adaptionsreihe bei einem Hering charakterisiert werden (s. auch Abb. 1, Abb. 2, Abb. 5 e, Abb. 7). Abb. 8 a zeigt eine Gruppe aus dem Praeoperculum (Pr. Nr. H/F 98) aus einer unbelasteten Stelle. Sie sind groß, unregelmäßig geformt und verteilt. Die Zellen aus der Mitte einer Wirbelkörperwand (zentral) lassen schon eine Einregelung in den Knochenbau deutlich erkennen (Abb. 8 b). Knochenzellen von der Ventrankante des Gulare schließlich (Pr. Nr. H/F 97) sind extrem langgezogen und an manchen Stellen von ihren Fortsätzen nur mehr schwer zu unterscheiden (Abb. 8 c).

## 2. Lungenatmende Wirbeltiere.

Sie zeigen die auffallende Unterscheidung einzelner Knochenzellgruppen nicht. Wohl sind aber auch hier bei einzelnen Stämmen histologische Eigentümlichkeiten feststellbar.

Unter den Säugetieren weisen die Sirenen die größten Knochenzellen auf (Pr. Nr. My 46) (Abb. 9). Diese sind annähernd kubisch, reich an Fortsätzen und erreichen in der Größe ungefähr  $\frac{1}{2}$  derjenigen des Aales. Bei den Walen sind sie etwas kleiner und mehr spindelförmig mit gerundeten Seitenwänden. Die Knochen der untersuchten Landsäuger weisen sämtliche Zellen von ungefähr gleicher Größe, nämlich  $\frac{1}{2}$  der Sirenen oder  $\frac{3}{4}$  der Wale auf (z. B. *Bos taurus*, Pr. Nr. My 252) (Abb. 10). Die Robben kommen in dieser Hinsicht den Landsäugetern sehr nahe. Die untersuchten Vögel und die Ringelnatter zeigen Knochenzellen, welche im Durchschnitt deutlich kleiner sind als die bisher besprochenen, während die kompakten Knochenpartien der Sumpfschildkröte *Trionyx vindobonensis* auf zahlreichen Schlifften denjenigen der Sirenen überraschend ähneln (u. ff. Spillmann 1947, Bernhauser 1951). Bezeichnend für sämtliches Skelettmaterial aber ist, daß Fibrillenzüge und Knochenzellen streng nach der Beanspruchung des Stückes orientiert sind und das nicht nur in den bekanntlich nach Zug- und Drucklinien orientierten Bälkchen der Spongiosa, sondern auch in der kompakten Knochensubstanz. Dabei ist es gleichgültig, ob Havers'sche Systeme vorhanden sind oder nicht.

Solche sind in der Substantia spongiosa der Säugetiere und auch in der Kompakta vieler Vögel ziemlich selten. In dünnen Fischknochen fehlen sie

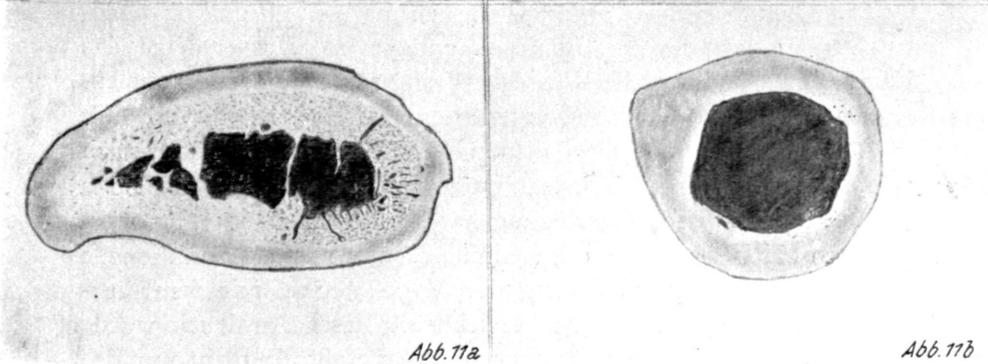
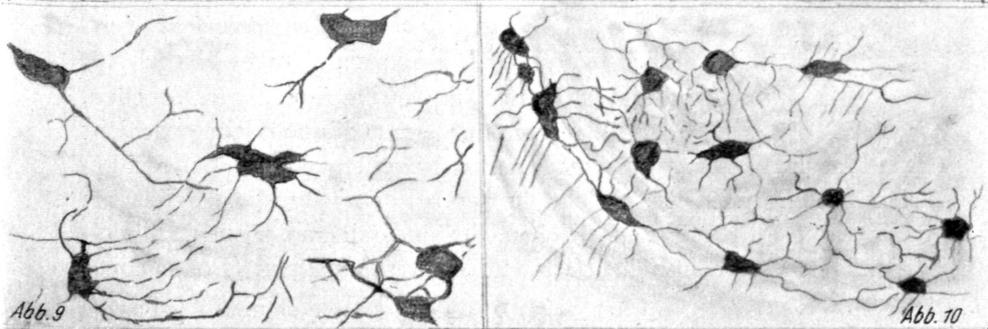
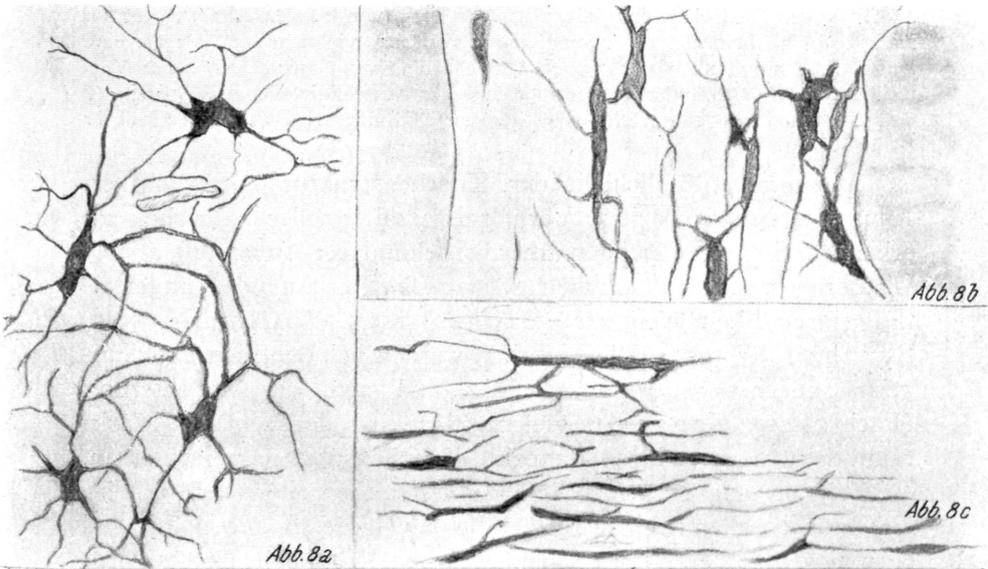


Abb. 8. *Clupea harengus* L. Knochenzellgruppen aus: a *Præoperculum*,  
 b Brustwirbel (Körper), c *Gulare* (alles 400  $\times$ ).  
 Abb. 9. *Metaxytherium Krahuletzki* Dep. Knochenzellgruppe aus einer Rippe  
 (400  $\times$ ).  
 Abb. 10. *Bos taurus* L. Knochenzellgruppe aus dem Jugale (400  $\times$ ).  
 Abb. 11. *Spheniscus humboldti* Meyen. Querschnitt durch: a Humerus  
 median (6  $\times$ ), b Femur, median (8  $\times$ ).

häufig ganz. Doch hat das fallweise Auftreten von Havers'schen Systemen wahrscheinlich keinerlei phylogenetische Bedeutung, vielmehr sind sie als eine Ausführungsmöglichkeit von Knochengewebe überhaupt anzusehen, deren Verwendung von physiologischer und mechanischer Notwendigkeit, also Ernährung und Belastung des entsprechenden Stückes bestimmt wird (s. a. Kölliker 1859 a, S. 10).

Diese Eigentümlichkeit der Knochenstruktur ermöglicht es, Anpassungen an spezielle Verhältnisse mit großer Sicherheit zu erkennen. So zeigen Lungenatmer bei sekundärer Anpassung an das Wasserleben eine vollkommen gesetzmäßig verlaufende Umgestaltung ihrer Skelettelemente (Zangerl 1935, Spillmann 1947, Bernhauser 1951). Die Knochen werden bei Reptilien und Säugern zunächst unförmig mächtig und arm an Modellierung (Pachyostose, Zangerl), gleichzeitig wird der zentrale Markraum der Knochen durch kompakte Knochensubstanz verschlossen, die Zahl der Havers'schen Gefäße im Knochen aber stark erhöht, die Knochenzellen nehmen beträchtlich an Größe zu. Dieser Zustand darf nicht mit der Albers-Schönbergschen Krankheit, Osteosklerosis generalisata, verwechselt werden, welcher er äußerlich weitgehend, im mikroskopischen Bild aber überhaupt nicht ähnlich ist.

Als Endzustand dieser Entwicklungsreihe finden wir Knochen, welche, oft seitlich abgeflacht, unter einer dünnen Rindenschicht ein Maschengitter gefäßloser Knochenbälkchen zeigen. Diese schließen Hohlräume ein, welche in ihrer Form stark vergrößerten Havers'schen Kanälchen gleichen. Sie sind reich an großen, spindelförmigen Knochenzellen, Kitt- und Resorptionslinien (Postpachyostose, Zangerl).

Der beschriebene Vorgang läßt sich mechanisch und physiologisch zwanglos deuten. Beim Aufenthalt im Wasser wird das Körpergewicht durch die Wasserverdrängung weitgehend kompensiert und auch die Gewichtsbelastung durch Schrittstoß u. dgl. fällt weg. Der Körper muß also nicht nur seine Organe, sondern auch sein Gleichgewichts- und Ballastsystem den veränderten Umständen anpassen. Aus dieser Überlegung hat Spillmann (1947) vorgeschlagen, die Pachyostose im Sinne Zangerl's als funktionelle Antithese zur Pneumatisierung der Vogelknochen mit dem Ausdruck „Ponderosität“ zu bezeichnen. Dieser Ausdruck wurde für Sirenen geprägt, scheint aber zu eng gefaßt, da nicht nur das Gleichgewicht bei diesem Umbau eine maßgebliche Rolle spielt, sondern auch physiologische und aktiv mechanische Momente beteiligt

sind. Das geht schon aus der Tatsache hervor, daß die am extremsten angepaßten Formen, also Ichthyosaurier und Plesiosaurier (Zängerl) und Wale (Bernhauser) postpachyostotisch sind. Weiters steht das Skelett der Vorderextremität der Pinguine (*Spheniscus humboldti* M.) (Pr. Nr. H/V 107/2) (Abb. 11 a) histologisch an der Grenze der Ponderosität, zeigt also geringe, durch Balkenzüge eingeengte und zerteilte Markräume und mächtig ausgebildete Kompakta. Ihre Beine hingegen, die im Gegensatz zu den nur zum Schwimmen gebrauchten Flossenflügeln den Körper an Land tragen müssen, zeigen einen großen zentralen Markraum, epiphysale Bälkchenkonstruktionen usw. Sie gleichen daher dem Feinbau der Hinterextremität normaler Vögel. (Pr. Nr. H/V 114/9) (Abb. 11 b).

Daraus ergibt sich, daß die Beanspruchung von Knochen auch ihren histologischen Feinbau bestimmt. Wie das Beispiel der Pinguine unterstreicht, sind die Knochen von Landtieren anders und zwar fester gegen Belastung im Sinne der Längsachse gebaut als diejenigen von Wasserbewohnern. Dementsprechend finden wir als Bauprinzip die Säule und zwar in ihrer technisch günstigsten Gestalt, als hohles Röhrenbündel mit absteifenden Trajektorien in den stärker und vielseitiger belasteten Köpfen. Die Hauptbelastung bilden Körpergewicht und Schrittstoß. Beim Wasserleben fallen diese Kräfte in hohem Maße fort. Es wirken auf den so entlasteten Knochen noch Muskeldruck und als neuartige Beanspruchung der ansteigende Druck des umgebenden Mediums (in 10 m Wassertiefe schon das doppelte des „normalen“ äußeren Luftdruckes!). So müssen die Knochen gegen starke Druckbelastung im Winkel zu ihrer Längsachse ausgebaut werden, haben also weiteren physikalischen (spez. Gewicht) und physiologischen Ansprüchen zu genügen\*) (Bernhauser 1951). (Die physikalischen Sonderbelastungen von Schädel und Wirbelsäule wurden hier der Übersichtlichkeit wegen nicht berührt.)

Zu Vergleichszwecken untersuchte Vogelknochen zeigen die spongiöse Knochensubstanz auf ein Mindestmaß beschränkt, die Kompakta enthält sehr wenige, lamellenarme Havers'sche Systeme und dementsprechend dichtgepackte, zwar kleine, aber sehr reich mit Fortsätzen ausgestattete Knochenzellen.

---

\*) S. auch Murray (1936) S. 100 ff.: „it is evident that the limbs are subjected to bending stresses in a roughly dorso-ventral direction ...“ (Delphin, Vorderextremität).

Diese weitgehende Übereinstimmung in Feinbau und Funktion von Skelettelementen dürfte es erlauben, ähnlich der bei der oben durchgeführten Beschreibung aufgestellten Anpassungsreihe der Meeressäuger auch die besprochenen Fischknochen als Adaptionsreihe zu ordnen. Bei diesem Vorgehen ergäbe sich folgendes Bild:

Die primitiven Knochenfische sowie die „aberranten“ Lungenfische und Crossopterygier sind im Besitze von Knochenzellen (Kölliker, Gregory u. a.). Auch die ältesten Panzerfische besaßen sie schon (Gregory u. a.). Im Sinne der Elastizitätsbeanspruchung dürften nun diese Knochenzellen zunächst in langgestreckte Spindeln und weiter zu feinen Röhrchen umgeformt werden. Diese Entwicklung dürfte durch die besondere Art der Belastung des Skelettes wasserlebender Formen zumindest begünstigt werden und hat heute bei einer Anzahl Fischgruppen, vermutlich konvergent, einen scheinbaren Endzustand erreicht. Der Verlust wohl ausgebildeter Knochenzellen dürfte für diese Tiere ganz bestimmte Bedeutung haben. Abgesehen von hoher Bruchsicherheit bei Beugungsbelastung haben wir bei osteoidem Gewebe wohl mit einer geringen physiologischen Aktivität zu rechnen. Eine Erscheinung, welche für Kiemenatmer im Wasser wohl ziemlich bedeutungslos, für Landbewohner aber sehr nachteilig sein dürfte. Wird dadurch doch rascher Umbau von Knochen, Heilung von Brüchen usw. beachtlich erschwert.

Diese Überlegungen wären ein physiologischer Grund, sämtliche Wirbeltiere ohne Knochenzellen aus der Stammesreihe der Tetrapoden von vornherein auszuschließen. Aus demselben Grund dürfen auch keine Formen mit sekundär knorpeligem Skelett herangezogen werden. Anatomische und historische (palaeontologische) Untersuchungen haben bereits dazu geführt, daß die Selachii nicht mehr in die Stammesreihe der Knochenfische einbezogen werden. Romer (1947) z. B. behandelt sie als einen Seitenzweig des Fischstammes, welcher von den arthrodirenähnlichen Stegoselachiern abgeleitet werden könnte. Er schreibt: ... „Some further reduction in the hard skeleton would produce very sharklike types. These old fishes may not be shark ancestors, but they closely parallel the conditions which we should expect in the ancestry of that probably degenerated group ...“ (S. 57). Die Stegoselachier könnten also den Übergang von den Placodermen zu den Haien bilden. Mißt man nun dem histologischen Zustand der Skelettelemente die aufgeführte

Bedeutung bei, so erscheint folgender Entwicklungsgang wahrscheinlich: Die Stegoselachier reduzierten auf Grund ihres äußeren Knochenpanzers ihr zum Teil noch knöchernes Innenskelett zu Knorpel, verloren aber später die Hautknochen bis auf Zähne und Placoidorgane. Gleichzeitig wurde das Maul in Übereinstimmung mit ihrer benthonischen Lebensweise immer mehr gegen die Unterseite des Schädels gerückt. Bei langsamem, bodennahem Schwimmen war ein knorpeliges Innenskelett für diese relativ kleinen Formen (Körperlänge 20—35 cm) vollkommen ausreichend. Jedoch für rasches Freischwimmen, aber auch bei Herausbildung größerer Formen war der Knorpel mechanisch ungünstig, nämlich zu weich. In Übereinstimmung mit der Dollo'schen Irreversibilitätsregel mußte daher ein Ersatz für das im Verlauf der Stammesgeschichte bereits verlorengegangene knöcherne Innenskelett gebildet werden und das gelang den Selachiern durch Verkalkung des Knorpels. Wir haben hier also sekundär gehärtetes Stützgewebe vor uns.

### Zusammenfassung.

Die zellfreie, dentinartige Knochenstruktur vieler Teleostomi stellt einen hohen Grad der Anpassung an das Wasserleben dar; die Histologie der Knochen läßt aber auch Schlüsse auf Lebensweise, Lebensraum und Phylogenie der untersuchten Tiergruppen oder Arten zu und kann außerdem von systematischer Bedeutung sein. Dies eröffnet ein weites Arbeitsgebiet, von welchem wir noch manche Anregung erwarten dürfen.

### Literatur.

- Bernhauser, A., Über Knochenponderosität bei aquatischen Wirbeltieren. Dissertation, Wien 1951. — Claus-Grobbe, Lehrbuch der Zoologie, VI. Aufl. Wien 1910. — Gregory, W. K., Evolution Emerging. New York 1951. — Kölliker, A., Über die feinere Struktur des Skelettes von Knochenfischen. Verh. Würzburger phys. med. Ges. IX/1859. — Ders., On the different Types in the Microscopic Structure of the Skeleton of osseous Fishes. Proc. R. S. London Feb. 24 1859. — Krause, R., Mikroskopische Anatomie der Wirbeltiere. Berlin und Leipzig, 1923. — Murray, F., Bones. Cambridge Univ. Press 1936. — Patzelt, V., Histologie. 3. Aufl. Wien 1948. — Romer, A. S., Vertebrate Palaeontology. Chicago 1947. — Ders., The Vertebrate Body. Philadelphia 1949. — Spillmann, F., Neues über die Sirenen aus den tertiären Strandablagerungen der Linzer Sande. Manuskript. Linz 1947. — Zangerl, F. *Pachypleurosaurus Edwardsi* in Abhandl. d. Schweizer Pal.Ges. 56/1935.

14 A. Bernhauser: Über d. adapt. Bedeutung d. Knochenstrukt. d. Teleostei.

**Abbildungsnachweis.**

Abb. 4, 6 u. 7: Phot. Bors & Müller, Wien.

Abb. 1—3, 4, 5 u. 8—11: Bei der angegebenen Vergrößerung frei gezeichnet.  
Dabei wurden ungefähr vergrößert: Abb. 5 a—f 1:2,5, Abb. 1 1:3,  
Abb. 2, 3 1:1, Abb. 8—10 1:2, Abb. 11 1:1.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://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): Bernhauser A.

Artikel/Article: [Über die adaptive Bedeutung der Knochenstruktur der Teleostei. 1-14](#)