

## Über eine im Knochen lebende Gruppe von Fadenpilzen (*Mycelites ossifragus*).

Von

Dr. **Wilhelm Roux**, a. o. Professor in Breslau.

---

Mit Tafel XIV.

---

(Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.)

In Knochenschliffen aus einem Rippenstück der *Rhytina Stelleri*, welches ich durch Vermittlung des Herrn Prof. HASSE der Güte des Freiherrn E. VON NORDENSKJÖLD verdanke, fielen mir eigenthümliche, bisher noch nicht beschriebene Streifenbildungen auf, welche die Knochensubstanz der HAVERSISCHEN Lamellensysteme auf große Strecken hin in verschiedenen Richtungen durchsetzen. Diese Streifen sind parallel kontourirt und bestehen aus weniger glänzender Substanz, als das umgebende Knochengewebe, und wenn, wie es häufig der Fall ist, die Streifen sich so stark aus der Schliffebene herausbiegen, dass ihr optischer Querschnitt eingestellt werden kann, so zeigt sich letzterer stets kreisrund. Die Bildungen konnten somit nicht bloß als Spalten aufgefasst werden, von denen sie sich auch durch den Mangel scharfer Ecken und sonstiger feinerer Merkmale augenfällig unterschieden. Nachdem durch Behandlung mit Chloroform der Kanadabalsam aus den Schliffen entfernt war, zeigten sich die Bildungen als mit Luft erfüllte runde Kanäle in der Knochensubstanz, deren genaueres Verhalten wir nun kennen lernen wollen.

Allen bezüglichlichen Bildungen kommt eine Anzahl übereinstimmender besonderer Eigenschaften zu, welche die Zusammengehörigkeit derselben bekunden und zum Theil zugleich dazu dienen können, sie von den sonstigen in der Knochensubstanz vorkommenden Kanalbildungen, von den HAVERSISCHEN Blutgefäßkanälen und den Ausläufern der Knochenkörperchen, trotz mancher übereinstimmender Eigenschaften zu unterscheiden.

Unsere Kanäle wechseln in der Weite zwischen 2 und  $6 \mu$  (0,002 bis 0,006 mm); meist aber beträgt ihr Durchmesser  $4 \mu$ . Die Haversischen Kanäle variieren zwischen 8—200  $\mu$  Querdurchmesser und die mittlere Weite beträgt im kompakten Knochen der Rhytinarippe etwa 20—50  $\mu$ . Sie sind somit viel weiter, während die Ausläufer der sogenannten »Knochenkörperchen«, d. h. derjenigen Hohlräume in der Knochensubstanz, innerhalb deren die Knochenzellen während des Lebens sich befanden, mit ihren zwischen 0,4—0,9  $\mu$  schwankenden Durchmessern fünf- bis zehnmal enger sind. Charakteristischer aber als dieses Verhalten sind die Eigenthümlichkeiten im Verlaufe der Kanäle. Die Blutgefäßkanäle sind stets von konzentrischen Lamellen von Knochensubstanz, den Haversischen Lamellen umgeben, sofern der Kanal nicht eben erst durch Usur schon vorhandener Knochensubstanz entstanden ist und sich dann durch seine 20- und mehrmal größere Weite von unseren Kanälen unterscheidet. Diese letzteren dagegen durchbrechen die Haversischen Lamellensysteme in den verschiedensten Richtungen. Dasselbe thun indess auch die Ausläufer der Knochenkörperchen, wenn auch unter Vorherrschen der radiären Richtung; doch erstrecken sich diese Ausläufer stets nur bis zu benachbarten anderen Knochenkörperchen, oder, bei den direkt den Blutgefäßkanälen benachbarten Knochenkörperchen, bis zu diesen hin; während unsere Kanäle nicht bloß häufig alle Lamellen eines solchen konzentrischen Lamellensystems durchbrechen, sondern gelegentlich auch noch durch ein zweites (s. Fig. 1) und ein drittes System innerhalb eines einzigen Schliffes verfolgbar sind. Nicht selten kommt es vor, dass Kanäle längs der Grenze zweier benachbarter Haversischer Lamellensysteme oder zwischen zwei Lamellen desselben Systemes verlaufen und daher das zugehörige Blutgefäß im Bogen umziehen (s. Fig. 2).

Alle drei Arten von Kanälen gehen Verästelungen ein. Bei den beiderlei normalen Kanälen gilt jedoch im Allgemeinen die Regel, dass jeder der Äste dünner ist als der Stamm, weil sie dazu dienen, den Inhalt des Stammes auf größere, aus einander liegende Gebiete zu vertheilen. Bei unseren Kanälen dagegen sind in der Regel die Äste eben so stark als der Stamm, wenn schon auch das andere Verhalten gelegentlich vorkommt, oder der eine, alsdann gewöhnlich mehr die Richtung des Stammes fortsetzende Ast auch die Dicke des Stammes beibehält, während der seitlich abgehende Ast dünner ist. Unsere Kanäle behalten also, so oft sie sich auch verzweigen, zumeist die gleiche Dicke wie am Anfang; oder wenn einige Äste feiner waren, so gehen weiter peripher aus ihnen wieder Äste von der Stärke des ursprünglichen

Stammes hervor (s. Fig. 3), während man an den Blutgefäßen bei schwacher Vergrößerung sehr gut sieht, wie diese mit der weiteren Verzweigung immer feiner werden. Die Verästelungsstelle selber ist bei unseren Kanälen gewöhnlich nicht erweitert, manchmal sogar etwas eingeschnürt (s. Fig. 3); bei den Blutgefäßkanälen dagegen hebt sich der Ast stets mit dem von mir beschriebenen<sup>1</sup>, hydrodynamisch bedingten und gestalteten Ursprungskegel allmählich aus dem Stamme empor, wodurch letzterer selber an der Verzweigungsstelle auch eine allmähliche Verbreiterung innerhalb der Verzweigungsebene erfährt. Ein weiterer sehr charakteristischer Unterschied besteht darin, dass jede der beiderlei normalen Arten von Kanälen sich mit ihren Zweigen vielfach netzförmig unter einander verbinden, während unsere Kanäle, auch wenn sie so reichlich und dicht bei einander liegen, dass sie auf den ersten Blick ein dichtmaschiges Netzwerk zu bilden scheinen, doch bei genauerer Betrachtung mit stärkerer Vergrößerung fast immer deutlich erkennen lassen, dass geschlossene Maschen vorhanden sind, dass die Kanäle immer bloß nach einer Seite hin, nämlich im Verlaufe der Richtung auf den Stamm hin zusammenmünden, welcher letztere eben hierdurch allein als solcher kenntlich wird, da ihm eine Überlegenheit in der Stärke abgeht. Es liegt also bloß ein dichtes Geäst eventuell zugleich auch ein Geflecht, nicht aber ein Netzwerk vor (s. Fig. 4). Dem entsprechend sind bei den physiologischen Kanälen blinde Enden sehr selten, während sie an unseren Kanälen allenthalben aufgefunden werden können. Diese blinden Enden sind gewöhnlich einfach abgerundet, manchmal aber ein wenig kolbenförmig erweitert, oder seltener ein wenig verjüngt.

Der Ursprung der Stämme unserer Kanäle findet meist aus den größeren, manchmal auch aus feineren Blutgefäßkanälen statt, von welchen aus sie, wie erwähnt, die Knochensubstanz der benachbarten Haversischen Lamellensysteme in den verschiedensten Richtungen, Anfangs manchmal mit Vorherrschen der radiären Richtung, durchbrechen. Unmittelbar neben dem Gefäßkanal finden sie sich gewöhnlich in größerer Zahl vor und bilden ein enges Geflecht (s. Fig. 4). Der größere Theil der Kanäle endigt jedoch schon nach kurzem Verlaufe blind und nur ein kleinerer Theil setzt sich unter mannigfachen Verästelungen weiter fort. An manchen Stellen sind die Verästelungen nur spärlich vorhanden (Fig. 4), an anderen dagegen reichlicher (Fig. 3). Erwähnenswerth erscheint es noch, dass bei diesen Durchbrechungen der Knochensubstanz wenn überhaupt, jedenfalls nur äußerst selten, einige

<sup>1</sup> W. Roux, Über die Verzweigung der Blutgefäße. Diss. inaug. Jen. Zeitschr. für Naturw. 1878 und 1879.

der doch so reichlich eingestreuten Knochenkörperchen eröffnet werden; meist dagegen gelingt es, an den Stellen solcher scheinbarer Kommunikationen der Kanäle mit den Knochenkörperchen unter Anwendung stärkerer Vergrößerung zu erkennen, dass der Kanal dicht ober- oder unterhalb des Knochenkörperchens vorbeiläuft, ohne mit letzterem zu kommunizieren.

An den noch in Kanadabalsam liegenden Präparaten wurden einige Male deutliche quergestellte Scheidewände wahrgenommen, welche das Lumen des Kanales in getrennte Abtheilungen sonderten. Letzteres Verhalten war besonders deutlich, wenn auf der einen Seite von dem Septum der Kanal mit Luft erfüllt war. Der Luftcylinder endigte dann am Septum deutlich mit einem queren Kontour, während das andere im Verlaufe des Kanales gelegene freie Ende des Luftcylinders eine in Folge der Kapillarität entstehende abgerundete Grenze gegen die Flüssigkeitsschicht des Kanadabalsams darbot. Sehr häufig werden aber Scheidewände vorgetäuscht, wenn ein Kanal sich schroff umbiegt, oder einen Ast in die Tiefe sendet, oder wenn eine Knochenfaser oder ein Ausläufer eines Knochenkörperchens dicht über oder unter einem der Kanäle quer hinwegläuft. Letzteren Falles erkennt man dann bei genauerem Zusehen, dass eines oder beide Enden dieses Gebildes über den betreffenden Längskontour des Kanales hinaus sich erstrecken.

Nach Entkalkung eines des Kanadabalsams beraubten Schliffes mit 5procentiger Salzsäure traten die Scheidewände deutlicher hervor und konnten in manchen Kanälen in Abständen vom 15—20fachen des Querdurchmessers der Kanäle, ja an einzelnen Stellen in noch geringeren Entfernungen von einander, wahrgenommen werden (s. Fig. 3). Ihre Dicke schwankt zwischen 0,4 und 0,6  $\mu$ . An manchen Stellen des Präparates dagegen waren in den Kanälen Scheidewände nicht oder nur sehr spärlich auffindbar. Die Scheidewände bestehen aus glänzender Substanz und durchsetzen das Lumen theils in rein querer (Fig. 4 a), theils auch in etwas schiefer (Fig. 4 b und h) Richtung. Sie sind theils gerade, theils etwas gebogen (Fig. 4 c und g) und in Bezug auf ihre Dicke entweder allenthalben im freien Verlauf gleich dick, oder in der Mitte etwas verdickt. Manchmal ist bloß das Septum vorhanden (Fig. 4 c); in anderen Fällen steht es in Verbindung mit einer dünnen Schicht einer das Lumen des Kanales auskleidenden Substanz, welche denselben Glanz und leicht gelblichen Schimmer zeigt, wie die des Septum selber (Fig. 4 a, b, f). In einigen Fällen zeigt dieses eine oder zwei Durchbrechungen (Fig. 4 d u. e), oder es ist bloß ein ringförmiger Ansatz im Inneren des Kanales wahrnehmbar, der vielleicht als Rest eines zerstörten Septums aufzufassen ist. Von besonderer Wichtigkeit ist das

Verhalten des äußeren Kontours der Kanäle neben den Scheidewänden. Derselbe läuft nämlich daselbst nicht immer glatt und dem der anderen Seite parallel fort, sondern ist häufig von einer Seite oder von beiden Seiten her deutlich eingezogen, so dass also der Knochenkanal daselbst ein wenig verjüngt ist (Fig. 4 *g, h*). Nicht selten aber auch ist dicht vor dieser Verjüngung der Kanal auf einer oder auf beiden Seiten der Membran ein wenig erweitert (Fig. 4 *f, i*). Auch ist manchmal der auf der einen Seite des Septum gelegene Kanal enger als der auf der anderen Seite (*f*). Die Septumbildung ist also häufig zugleich verknüpft mit bestimmten Umformungen des Kanales selber an der betreffenden Stelle und die Änderung des Lumens kann sich dann auf einer Seite von dem Septum noch weiterhin forterhalten.

Bei Behandlung der Präparate mit Jod und Schwefelsäure, so wie mit Chlorzinkjodlösung konnte trotz der vorausgegangenen Behandlung der Präparate mit schwacher Salzsäure eine blaue Färbung an der Substanz der Scheidewände und der manchmal vorhandenen sogleich zu beschreibenden Schläuche nicht wahrgenommen werden; und dasselbe negative Resultat ergab sich auch nach vorheriger Behandlung des Objektes mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure.

Auch an nicht neben den Scheidewänden gelegenen Stellen der Kanäle konnte auf kleine Strecken hin eine die Knochenkanäle auskleidende besondere glänzende Wandungsschicht von  $0,3-0,6 \mu$  deutlich wahrgenommen werden, die sich dann an ihrem Ende scharf gegen den bloß von der anliegenden Knochensubstanz gebildeten schmalen, gleichfalls aber doppelt kontourirt erscheinenden Abgrenzungskontour absetzte. An einigen Stellen gelang es sogar, diese Schläuche isolirt wahrzunehmen. In einigen Haversischen Kanälen waren nämlich die Blutgefäßwände noch wohl erhalten, hatten sich aber bei der Behandlung mit Salzsäure von der Wandung des knöchernen Kanales zurückgezogen. In dem dadurch zwischen beiden entstandenen freien Raume sah ich einige Male die Schläuche frei aus ihren Knochenkanälchen heraus und nach dem Blutgefäß herüber treten, wie dies Fig. 2 darstellt. Zugleich ist auf dieser Figur eine besondere relativ seltene Form unserer Kanäle abgebildet, die sich dadurch auszeichnet, dass der Kanal eng beginnt und in seinem Verlauf nach der Peripherie des Haversischen Lamellensystemes sich keulenartig erweitert. An den entkalkten Schnitten ist häufig in den Kanälen ein gelblich glänzender Inhalt von bröckeliger oder unregelmäßig gefalteter, häutiger Gestalt wahrnehmbar. Die Grenzkontouren der Knochenkanäle sind nicht glatt, sondern jeder der beiderseitigen Kontouren macht fortwährend vielfache feine, denen des anderen nicht ent-

sprechende Biegungen, so dass unsere obige Angabe der gleichweiten Beschaffenheit und der daraus sich ergebenden parallelen Kontourirung der Kanäle nur in der Weise aufzufassen ist, dass trotz dieser fortwährenden feinen Schwankungen der Kanal auf große Strecken hin annähernd dieselbe Weite behält (Fig. 4).

Die Verbreitung unserer Kanäle in dem ganzen Querschnitt der Rippe angehend, ist zu erwähnen, dass sie nur im inneren Theile des Knochens sich vorfinden, innerhalb einer Rindenzone von 2—3 mm dagegen fehlen. Das damit allein als Ausbreitungsgebiet der Kanäle verbleibende Binnenfeld von circa 30 qcm Flächeninhalt ist aber in seiner Knochensubstanz in nichts erkennbar verschieden von der Rindenzone, sondern es ist wie diese durchaus aus kompakter, harter, unverwitterter Knochensubstanz gebildet. (Über die auffallende Tatsache, dass so langgestreckte Knochen im Inneren weder eine Markhöhle, noch, abgesehen von den Enden der Rippe, auch nur schwammige Substanz haben, welches Verhalten die Veranlassung zu meiner Untersuchung dieser Knochen war, habe ich anderen Ortes Weiteres mitgetheilt<sup>1</sup>.) Die Vertheilung unserer Kanäle in diesem kompakten Binnenfelde ist eine unregelmäßige; sie schließt sich, wie erwähnt an die Haversischen Kanäle, aber mit Auslassung vieler derselben, an. Von einander benachbarten der letzteren aus findet manchmal ein Übergreifen unserer Kanäle in die gegenseitigen Ursprungsgebiete statt, während andererseits auch nicht selten die kanalisirten Stellen durch mehrere qcm große, unkanalisirte Felder von einander getrennt sind. Um die spärlichen größeren Blutgefäßkanäle von 30—60  $\mu$  Durchmesser sind die Geflechte reichlicher entwickelt, am reichlichsten um den einzigen im Inneren sich findenden großen Kanal von 2,5 mm Durchmesser.

Herr Professor HASSE, welchem ich die vorstehend geschilderten Bildungen demonstirte, entsann sich, ähnliche Bildungen an fossilen Wirbeln gesehen und auch auf einigen Abbildungen<sup>2</sup> seines Werkes über das natürliche System der Elasmobranchier andeutungsweise mit dargestellt zu haben. Er war zugleich so gütig, mir seine reiche Sammlung von Schliffen fossiler Wirbel zur Durchsicht anzubieten und mir die nöthige Auskunft über die Herkunft der einzelnen Stücke zu ertheilen. Bei dieser Durchsicht fanden sich in vielen der Wirbelbildungen mit wesentlich denselben Charakteren, als die vorstehend beschriebenen, und zwar nicht bloß im Knochen-, sondern auch im Knorpelgewebe. Auch die Weite der Kanäle ist zum Theil ganz die-

<sup>1</sup> Götting. gelehrte Anzeigen. 1886. p. 800.

<sup>2</sup> C. HASSE, Das natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung der Wirbelsäule. Jena 1879. Taf. XVIII, Fig. 25 u. 26.

selbe, zum Theil schwankt sie um diese Größe als Mittelwerth. Da die Wirbel aus verschiedenen Formationen der Erdrinde stammen, so lasse ich zunächst eine Übersicht derjenigen Systeme und Abtheilungen folgen, in denen Wirbel mit solchen Kanälen gefunden worden sind, unter gleichzeitiger Angabe der betreffenden Thiergattung und des von den Kanälen durchsetzten Gewebes.

### Tertiärsystem.

- Pliocän: Crag, Antwerpen: Raja (Knorpel).  
 Miocän: Molasse von Pfullendorf: Squatina (Knorpel); Squatinorajidae (Knorpel); unbestimmte Teleostier (Fig. 6) und Saurier (Knochen). Molasse von Baltringen bei Biberach: unbestimmter Teleostier.  
 Oligocän: Osterweddingen: Squatina (Knorpel). Grobkalk von Dieckholz: Otodus (Knorpel). Königsberg i. Pr.: unbestimmter Selachier.  
 Eocän: Eisenerz von Kressenberg: Ganoide (in verkalktem Knorpel) und Otodus (Knorpel). Claiborne, Alabama: Otodus (Knorpel). Ellerbeck: Trygon und Rhinobatus (Knorpel).

### Kreidesystem.

- Senon: Ciplu, Maastricht: Galeus, Raja, Astrape, Squatina, Otodus, Myliobatis (Knorpel), unbestimmter Teleostier (Knochen). Aachen: Squatina, Myliobatis (Knorpel). Orel, Russland: Oxyrhina (Knochen), Saurier (Knorpel).  
 Turon: Pläner Kalk, Strehlen: Lamna (Fig. 10), Squatina, Rhinobatus (Knorpel). Pläner Kalk, Weißkohla: Otodus (Knorpel).  
 Cenoman: —  
 Gault: Aptien, St. Dizier: Trygon (Knorpel).  
 Neocom: —  
 Unbestimmt: Kreide von Südindien: Ichthyosaurus (im Knochen).

### Jurasystem.

- Obere Abtheilg.: Baden: Saurier (Knochen). Kimmeridge-Clay, Chotoverhill: Saurier (Knochen). Längerke, Hannover: Saurier (Knochen). ? : Streptospondylus (Knochen).

Mittlere Abtheilg.: Dives, Normandie: Teleosaurus (im Knorpel, wenige auch im Knochen) (Fig. 8 u. 11).

Untere Abtheilg.: —

### Triassystem.

Keuper: Ilminster, Zone der *Avicula contorta*: Thecodontosaurus (im Knochen und verkalkten Knorpel [Fig. 9]).

Muschelkalk: Reifflinger Kalk: Ichthyosaurus (im Knochen und Knorpel) (Fig. 12).

Vermisst dagegen wurden unsere Kanäle in den Wirbeln aus folgenden Fundstätten:

### Tertiärsystem.

Pliocän: Mengebostel, Hannover.

Miocän: Grüneberg, Baiern: Teleostier.

Molasse von Marbelshofen, Allgäu: *Pristis*.

Molasse von Baltringen: *Pristis*.

Muschelsandstein, Würenlos: *Carcharias*, *Galeocerdo*.

St. Médard, Gironde: *Galeocerdo*.

Oligocän: Thallergraben: *Galeocerdo*.

Eocän: London-Clay, Sheppey: unbestimmter Sela-  
chier, *Otodus* und unbestimmter Teleostier.

London-Clay, Barton: unbest. Teleostier.

### Kreidesystem.

Mittlere, von Jerusalem: Teleostier.

### Jurasytem.

Obere Abtheilg.: Nusplingen: *Squatina*.

Solenhofen: *Cestracion*, *Scyllium*, *Polypterus*.

Eichstädt: *Notidanus*.

Kimmeridge Linden: unbestimmter Teleostier.

Kelheim, lithogr. Schiefer: *Scyllium*, *Squatina*,  
*Cricosaurus*.

Mittlere Abtheilg.: Dives, Etage callovien: *Myliobatis*.

Untere Abtheilg.: Lyme regis, England: *Cestracion*, *Squaloraja*,  
*Plesiosaurus*, *Ichthyosaurus* (weder im  
Knorpel noch im Knochen).

Boll, Württemberg: *Ichthyosaurus*.

Altdorf, Franken: *Teleosaurus*, *Ichthyosaurus*.

### Triassystem.

Keuper: Lettenkohle, Molsdorf, Thüringen: *Nothosau-  
rus*.

Lettenkohle, unbestimmt: *Coccosteus oblongus*.

Laineck, Nothosaurus.

Muschelkalk, oberer, von Saarlouis: Nothosaurus; unterer, Wellenkalk von Lauffenberg: unbestimmter Teleostier.

Buntsandstein, Commern: Nothosaurus.  
unbestimmt, Südafrika: *Dicynodon*.

#### Dyassystem.

Kunová, Böhmen: Saurier.

Rakonitz, Böhmen: Phanerosaurus.

Richelsdorf, Hessen: Proterosaurus.

#### Carbonsystem.

Plattenkohle, Nyrschau, Pilsen: Teleostier.

Longton, Staffordshire: *Rhomboptychius*.

Cerluke, Schottland: *Megalichthys*.

Es ist noch hinzuzufügen, dass auch in einer Rippe des Halitherium aus dem Oligocän von Flonheim in Rheinhessen, welche ich Behufs eines anderen Zweckes der Güte des Herrn Professor G. v. Koch in Darmstadt verdanke, solche Kanäle nicht aufgefunden werden konnten.

Die ältesten Ablagerungen, in denen ich die beschriebenen Kanäle in Wirbeln aufgefunden habe, gehören also mit der Muschelkalk- und Keuperformation noch dem Anfange der Sekundärzeit an. Die Kanäle finden sich daselbst reichlich im Knochen und verkalkten Knorpel von *Thecodontosaurus* und im Knochen von *Ichthyosaurus*, während sie dicht daneben im reinen Knorpel von *Ichthyosaurus* nur äußerst spärlich vorhanden sind. Erst in der Gaultformation habe ich die Kanäle auch im Knorpel (von *Trygon*) reichlich entwickelt angetroffen. In den ältesten, der Buntsandsteinformation zugehörigen Ablagerungen der Sekundärzeit jedoch, so wie in den jüngeren Formationen der Primärzeit: des Dyas- und Carbonsystemes, waren die Kanäle nicht auffindbar, obgleich zahlreiche Wirbel untersucht worden sind. Aufwärts von der Buntsandsteinformation fanden sie sich dagegen in allen Hauptformationen der Sekundär- und Tertiärzeit, mit Ausnahme der Liasformation und mit der weiteren Einschränkung, dass mir aus den Cenoman- und den Neocomablagerungen kein Material zur Verfügung stand.

Bezüglich der Fundstätte der Rhytinaknochen giebt Freiherr von NORDENSKJÖLD Folgendes an<sup>1</sup>: »Die Rhytinaknochen liegen auf der

<sup>1</sup> A. E. Freiherr von NORDENSKJÖLD, Die Umseglung Asiens und Europas auf der Vega. Leipzig 1882. Bd. II. p. 266.

Behringsinsel nicht am Wasserrande, sondern auf einer mit dichtem üppigem Gras bewachsenen Strandhöhe von 2—3 m Erhebung über dem Meere. Sie sind gewöhnlich von einer Schicht Erde und Kies von 30—50 cm Dicke bedeckt.« Danach darf die Fundstätte vielleicht den recenten Ablagerungen zugezählt werden; noch mehr spricht dafür aber die Beschaffenheit des Knochens, welcher in Form und Qualität nicht bloß durchaus unversehrt, sondern auch in seinen Blutgefäßkanälen und sonstigen Hohlräumen nicht mit Mineralien erfüllt ist. Nach der Entkalkung mit Salzsäure zeigt sich die Struktur der organischen Grundsubstanz des Knochens wie auch die gewebliche Struktur mehrerer noch vorhandener Blutgefäße vollkommen wohl erhalten.

Den negativen Befunden über den Mangel unserer Kanäle in den oben aufgeführten Ablagerungen kann natürlich bei der Beschränktheit des untersuchten Materiales eine wirklich ausschließende Bedeutung nicht beigelegt werden; dies um so weniger, als auch in solchen Formationen, in denen die Kanäle bei einigen Wirbeln sich vorfanden, sie bei anderen Wirbeln derselben oder einer anderen Gattung fehlten. So waren sie z. B. in den Wirbeln vom Crag (Antwerpen) bei Raja reichlich vorhanden, während sie bei Squatina, Torpedo, Carcharias und Hemigaleus nicht aufgefunden werden konnten.

Hierbei ist noch besonders zu erwähnen, dass in den Wirbeln die Kanäle meist von der Oberfläche, oder auch von der großen Höhle aus, welche nicht selten in der Mitte des Wirbels durch die Zerstörung der Chordazellen entstanden ist, eindringen. Im ersteren Falle musste es oft schon genügen, wenn nur durch nachträgliche äußere Einwirkungen die Rinde des Wirbels zerstört war, um früher vorhanden gewesene Kanäle zu vernichten. Die negativen Befunde an derartig beschädigten Wirbeln sind daher in obige Tabelle über das Fehlen der Kanäle nicht mit aufgenommen worden.

In den wesentlichsten Charakteren stimmen, wie schon erwähnt, die in den fossilen Wirbeln gefundenen Kanäle überein mit denen der Rhytina, d. h. sie durchsetzen die Haversischen Lamellensysteme in den verschiedensten Richtungen, verästeln sich dabei zumeist unter Beibehaltung ihrer anfänglichen Dicke, ohne sich netzförmig mit einander zu verbinden; sie endigen vielmehr mit ihren peripheren Enden blind und brechen weder in Knochenkörperchen noch in Knorpelzellräume durch; die Kontouren sind nicht glatt, sondern fein und unregelmäßig gewellt. Die Fig. 7—12 zeigen die leichter darstellbaren dieser Eigenschaften. Auch Scheidewände von den oben erwähnten Charakteren wurden in einem Teleostierwirbel aus dem Miocän von Brunn

bei Wien in Kanälen von  $6 \mu$  Dicke, so wie in einem Wirbel des Oligocän von Königsberg i. Pr. (s. Fig. 6) aufgefunden.

Die Dicke der Kanäle wechselt bei den verschiedenen Wirbeln innerhalb einer größeren Breite, nämlich zwischen  $4$  und  $7 \mu$ , die Mehrzahl aber ist wieder wie bei *Rhytina*  $3,5-4 \mu$  dick. Es kommen Wirbel mit fast lauter feinen oder mit nur groben Kanälen vor; die Regel ist aber, dass feine und mittlere, oder mittlere und grobe Kanäle neben und unter einander sich finden. Außerdem kommen kürzere mehrfach ausgebuchtete Kanäle von  $7-12 \mu$  Weite vor, welche gewöhnlich einen besonderen, weiter unten besprochenen Inhalt besitzen.

Manche Kanäle verlaufen vorwiegend gestreckt unter sehr spärlicher Verästelung, andere verästeln sich reichlich; wieder andere winden, ja schlängeln sich zugleich stark, so besonders die feineren Kanäle von  $4-1,5 \mu$ , welche sich in dem Ichthyosauruswirbel aus dem Reifflinger Kalk (Triassystem) und in Wirbeln von *Squatina* aus der oberen (Senon-) Kreide von Cibly finden. Bei ihnen ist es daher unmöglich, die Kanäle auf größere Strecken im Präparate zu verfolgen und die sonst allgemeinen Eigenschaften, dass sie sich nicht netzförmig unter einander verbinden und auch bei weiterer Verzweigung ihre ursprüngliche Dicke bewahren, sicher festzustellen; es hat vielmehr an manchen Stellen den Anschein, als ob die mittelstarken Kanäle bei weiterer Verzweigung die feineren hervorgehen ließen. Nicht selten sind die seitlich abgehenden Äste nur kurz, wie eben erst beginnende Sprosse.

Vielfach sind die Kanäle in einem Wirbel so reichlich entwickelt, dass sie die Knorpel- und Knochensubstanz (letztere nur in den Wirbeln von *Ichthyosaurus* und *Teleosaurus*) eines ganzen Wirbels oder wenigstens größerer Strecken desselben vollkommen kanalisiert haben, derart, dass von der eigentlichen Knorpel- oder Knochengrundsubstanz nur noch dünne, die Kanäle unter sich oder von den Knorpel- resp. Knochenzellhöhlen trennende Scheidewände sich vorfinden. Das Gewebe hat alsdann seinen ursprünglichen Habitus hochgradig verändert, aber bei dieser Veränderung zugleich einen so einheitlichen neuen Charakter angenommen, dass es wohl von jedem Beobachter, der noch nicht die Übergangsformen gesehen hat, für eine besondere Gewebeformation, für ein besonderes Parenchym gehalten werden würde. Die pseudoparenchymatöse Natur desselben lässt sich dann nur an den Grenzbezirken des von der Kanalisation ergriffenen Theiles gegen etwa noch vorhandenes unverändertes Gewebe erkennen, wo die Kanalisation noch weniger dicht ist und daher die einzelnen Kanäle mit ihren blinden Enden in dem normalen Gewebe leicht als sekundäre Bildungen

erkannt werden können. Solchen Stellen wurden die Abbildungen 10, 11 und 12 entnommen; es ist indess dem Zeichner nicht vollkommen gelungen, den specifischen Habitus dieser hochgradig veränderten Gewebe richtig darzustellen.

Solche Pseudoparenchyme fanden sich:

- Miocän: Molasse von Pfullendorf bei Squatino-Rajidae in einer Dicke der Kanäle von 2,4—3  $\mu$ .
- Eocän: Eisenerz von Kressenberg: Scylliolamniidae, 2,4  $\mu$ .  
von Ellerbeck: Trygon 4,5  $\mu$ .
- Senon: von Maastricht bei Raja und Astrape von 3  $\mu$ .  
von Aachen, Cibly und Maastricht bei Squatina 5  $\mu$ .
- Turon: Pläner Kalk von Weinböhla: Otodus, 3,3  $\mu$  bloß stellenweise.  
von Strehlen: Lamna (Fig. 10).
- Oberer Jura: Linden, Kimmeridge-Clay: Myliobatis, in Ringzonen.  
Mittlerer Jura: Dives, Normandie: Teleosaurus (im Knochen, Fig. 11).  
Muschelkalk: Reifflinger Kalk: Ichthyosaurus, 1—3  $\mu$  (im Knochen, Fig. 12).

Die Wirbel von Astrape und Raja aus dem Senon von Maastricht zeigten an allen Stellen des Querschliffes einen so gleichmäßigen Habitus, dass ich Bedenken trug, sie in obige Tabelle mit aufzunehmen, obgleich dieser Habitus vollkommen dem der kanalisirten Partien in den Wirbeln der anderen Selachier aus derselben Ablagerung entspricht, und obgleich bei den jetzt lebenden Vertretern dieser Habitus sich nicht vorfindet.

Den Inhalt der in den Wirbeln gefundenen Kanäle angehend, ist zu erwähnen, dass sich häufig braune feine Körnchen von 0,1—0,3  $\mu$  Größe in ihnen, dergleichen aber auch in den Knochen- und Knorpelzellohlen und Blutgefäßkanälen finden.

Manche Kanäle mittlerer Weite, von 4—6  $\mu$  Durchmesser, besonders aber die Endglieder der weiteren Kanäle (von 7—12  $\mu$ ) zeigen sich mit eigenartigen Bildungen von gemeinsamen Charakteren ausgefüllt, nämlich mit diskreten, gelblich glänzenden, einfach kontourirten Körnchen von im Allgemeinen rundlicher, dabei oft aber zugleich mehrseitig abgeplatteter Gestalt und von einer zwischen 1,5—6  $\mu$  schwankenden, meist aber bloß 2  $\mu$  betragenden Größe. In diesen Körnchen erblickt man einige stärker glänzende Theilchen, von denen sich öfters eines durch besondere Größe auszeichnet. In den feineren Kanälen liegen die Körnchen bloß in einer einfachen Reihe, während sie in den weiteren Kanälen zwei- bis dreifach oder drei- bis vierfach aufgereiht sind. In manchen Schläuchen sind sie alle fast genau gleich groß; dies

gilt besonders für einige Schläuche von etwa  $7 \mu$ , die gleichmäßig mit einem Format von  $1,5 \mu$  erfüllt sind. In anderen Schläuchen liegen große und kleine dicht bei einander. Durch ihre stets deutliche und auch wenn sie bis zu gegenseitiger Abplattung dicht bei einander lagern, noch vorhandene Sonderung von einander unterscheiden sich diese Körnchen von ähnlichen Bildungen gleicher Größe in manchen Knorpelzellohlen, die aber wie halb zusammengeflossene und dann erstarrte Tröpfchen aussehen. Durch ihre stets wohl abgerundeten Ecken und Kanten lassen sich unsere Körnchen bei abgeplatteter Gestalt auch von kleinen Krystallen oder Detritusbestandtheilen unterscheiden, die in den Blutgefäßkanälen und Zellohlen, — nicht aber in unseren Kanälen — vorkommen.

Besonders weite, meist mit Ausbuchtungen versehene und sporenähnliche Bildungen enthaltende Kanäle fanden sich im:

- Miocän: Molasse von Baltringen bei Biberach: unbestimmter Teleostier, Kanäle von  $12 \mu$ .  
 Molasse von Pfullendorf: unbestimmter Amphibienknochen,  $10 \mu$  (Sporoide anscheinend mit Membran).  
 Oligocän: Königsberg i. Pr.: unbestimmter Selachier,  $7 \mu$  (Fig. 6), (Sporoide dessgl.).  
 Senon: Orel: unbestimmter Saurier, im Knochen.  
 Turon: Pläner Kalk: *Rhinobatus*,  $7,5 \mu$ .  
 Mittl. Jura: Dives, Normandie: *Teleosaurus*,  $9 \mu$ .

Sporenähnliche Bildungen wurden außerdem noch in Kanälen von gewöhnlichem Durchmesser gefunden: im Miocän, Oligocän, Eocän, Senon, Turon, Gault und zwar bei verschiedenen Selachiern.

In zwei Präparaten, bei einem unbestimmten Selachier und dessgl. Amphibium, sind die Sporoide vollkommen rund, und ein doppelter Kontour scheint auf eine besondere Membran der Gebilde hinzudeuten; bei den optischen Phänomenen jedoch, die aus der sphärischen Gestalt dieser Bildungen hervorgehen und bei der Kleinheit der betreffenden Gebilde ist diese Deutung eine unsichere. Es ist zugleich von Bedeutung, dass die sporenähnlichen Bildungen sich in manchen Präparaten nur innerhalb unserer Kanäle vorfinden, während sie in anderen Schliffen auch innerhalb der Knorpelzellohlen und Blutgefäßkanäle auffindbar sind.

Nachdem wir nun das Thatsächliche der von mir beobachteten eigenartigen Bildungen kennen gelernt haben, haben wir die Frage zu erörtern, was ihnen für eine Bedeutung zuzuerkennen ist, eventuell welchen Ursachen sie ihre Entstehung verdanken.

Die nächste Frage, die wir uns zu diesem Zwecke vorzulegen haben, ist die, ob die Kanäle als normale Bildungen zu betrachten sind. Man könnte denken, dass vielleicht die durch und durch kompakten Knochen der Rhytina in Folge dieser Beschaffenheit, so wie auch überhaupt die früheren Knochen und Knorpel in Folge ungünstiger übriger Organisation derselben besonderer Ernährungskanäle bedürften, sei es zur leichteren Vertheilung der aus den Kapillaren ausgetretenen Nahrungsflüssigkeit oder zur Abfuhr der Lymphe. Gegen die Bedeutung unserer Kanäle als eines normalen Strukturverhältnisses mit einer bestimmten Funktion für die Erhaltung des betreffenden Gewebes spricht aber entschieden die ungleiche Lokalisation derselben, ihr Fehlen innerhalb größerer Strecken eines Wirbels oder in ganzen Wirbeln, während sie in anderen Wirbeln derselben Species und derselben oder jüngerer Ablagerungen reichlich vorhanden sind.

Die Zeit der Entstehung der Kanäle angehend, so kann zunächst als sicher angenommen werden, dass sie nicht während der Bildung der betreffenden Gewebstheile, sondern erst nach derselben hervorgebracht worden sind. Denn da erstens unsere Kanäle von den HAVERSISCHEN Kanälen des Knochens in großer Zahl ausgehen und nicht bloß die zugehörigen concentrischen Lamellen durchsetzen, sondern zum Theil auch noch in die Reste früherer solcher Systeme eindringen (s. Fig. 1), so müssten, wenn diese Kanäle schon während der Bildung des Knochentheiles, in welchem sie liegen, entstanden wären, die blinden Enden in den Resten älterer Systeme die Anfänge der Kanäle darstellen, und diese verschiedenen Anfänge wären erst später mit der Bildung des jüngeren Lamellensystemes weiter geführt worden, unter gleichzeitiger Anlage und Weiterbildung neuer Kanäle und unter nachträglicher successiver Vereinigung dieser verschiedenen Kanäle zu gemeinsamen Stämmen. Der Baum (s. Fig. 3 u. 7) würde somit von den Ästen aus konstruirt; und zwar würden die verschiedenen Theile derselben Äste häufig von verschiedenen Bildungseinheiten, von verschiedenen HAVERSISCHEN Lamellensystemen aus und doch in sich einheitlich hergestellt. Und noch complicirter wäre die Bildung an den Stellen, wo unsere Kanäle von zwei benachbarten HAVERSISCHEN Kanälen aus in die gegenseitigen Ursprungsgebiete übergreifen. Hier müssten durch dieselben Lamellen gleichzeitig Astsysteme nach entgegengesetzten Seiten angelegt und weiter gebildet werden. Es ist wohl nicht nöthig, noch des Weiteren auf diese Unwahrscheinlichkeiten einzugehen, sondern wir dürfen als sicher annehmen, dass unsere Kanäle als sekundäre, erst nachträglich in die schon gebildete Knochensubstanz eingearbeitete Bildungen aufzufassen sind.

Die weitere Frage, ob sie noch während des Lebens oder nach dem Tode des Individuums entstanden sind, wird in ihrer Beantwortung von dem Ergebnis der Untersuchung über die möglichen Ursachen der Bildungen, der wir uns nun zuwenden, abhängig sein.

Da werden wir zunächst zu fragen haben, ob diese Kanäle durch die gestaltenden Kräfte und Mechanismen des betreffenden Organismus gebildet worden sein können, oder ob wir für ihre Entstehung auf äußere Einwirkungen recurriren müssen? Der knochenbildende Wirbelthierorganismus producirt in der That zugleich Mechanismen, welche die gebildete Knochensubstanz nachträglich wieder zu zerstören vermögen. Dies geschieht durch Zellen von besonderer Größe, durch die von KÖLLIKER entdeckten Osteoklasten, so wie vielleicht auch durch die Zellen des Knochengewebes selber, welchen wohl unter Umständen die Fähigkeit zukommt, die Bestandtheile der Knochensubstanz, die Kalksalze und die leimgebende Grundsubstanz wieder aufzulösen. In Folge der Größe und Gestalt dieser Zellen werden dabei Grübchen oder Höhlen von dem drei-, sechs- bis zehnfachen Durchmesser unserer Kanälchen gebildet, und wenn sie zur Bildung ganzer Kanäle sich vereinen, so fallen diese noch weiter aus. Aber nicht bloß ganzen Zellen, sondern auch schon einzelnen Zelltheilen wird diese Knochenzerstörungsfähigkeit zuerkannt; und die Zellen vermögen daher auch nachträglich feine Ausläufer in die harte Knochensubstanz unter Auflösung dieser letzteren hineinzusenden. Auf diese Weise entsteht ein Theil der Ausläufer der Knochenkörperchen, wenigstens in dem durch direkte Umwandlung von Knorpel gebildeten Knochen. Aber diese Kanälchen sind normaler Weise, wie schon oben angegeben, fünf- bis zehnmal feiner als unsere Kanäle und erstrecken sich von Zelle zu Zelle, während unsere Kanäle gerade die Zellhöhlen vermeiden und daher nicht als aus abnormer Erweiterung und Vereinigung vieler solcher Ausläufer der Knochenkörperchen hervorgegangene Bildungen aufgefasst werden können.

Unsere Kanäle können also nicht durch die bekannten Gestaltungsmechanismen des knochenbildenden Wirbelthierorganismus hervorgebracht sein; es bliebe danach vielleicht die Annahme zu erwägen, dass denjenigen Individuen, in deren Knochen die Kanäle sich finden, ganz besondere Gestaltungsmechanismen eigen gewesen seien, eine Annahme, die aber allen bisherigen biologischen, normalen wie pathologischen, Erfahrungen direkt widerspräche und damit unsere ganze Auffassung von der gemeinsamen Organisationsweise der nächstverwandten Thiere von Individuen derselben Species umstürzen würde.

Danach bleiben für die ursächliche Ableitung unserer Kanäle

nur noch äußere Einwirkungen übrig und unter diesen sind verschiedene, welche ähnliche Bildungen hervorzubringen vermögen.

Im Reiche des anorganischen Geschehens giebt es wenig Arten derartiger typischer Gestaltungen. Auf den ersten Blick ähnlich sind die in Mineralien durch Flüssigkeiten hervorgebrachten Korrosionskanäle und die Flüssigkeitseinschlüsse. Diese bilden manchmal auf größere Strecken parallel kontourirte, gewunden oder gerade verlaufende Kanäle, welche sich vielfach verästeln<sup>1</sup>. Aber im Ganzen betrachtet lassen sie deutlich erkennen, dass sie wesentlich anderen Gestaltungsgesetzen folgen, als unsere Kanäle. Sie zeigen nämlich im Verlaufe häufig spindelförmige oder buchtige Erweiterungen, sind an den Verästelungsstellen meist analog den Blutgefäßverzweigungen oder in noch höherem Maße erweitert und die Äste verbinden sich vielfach netzförmig unter einander. Letztere Eigenschaft ist das wesentlichste Unterscheidungsmerkmal und gestattet uns, diese Erklärungsmöglichkeit von der Hand zu weisen. Die Gestalt dieser Korrosionskanäle beruht außer auf den hydrodynamischen Strömungsgesetzen wesentlich auf Korrosionsprädispositionen, welche im ungleichen molekularen Aufbau der betreffenden Mineralien gegeben sind. Wenn man unsere Knochenkanäle auf die gleiche Weise erklären oder von Flüssigkeitseinschlüssen ableiten wollte, würde also anzunehmen sein, dass schon bei der Bildung der Knochen längs des Verlaufes unserer Kanäle leichter lösliche Knochensubstanz abgelagert oder Flüssigkeit eingeschlossen worden sei, womit wir wieder auf die oben schon dargelegten Unwahrscheinlichkeiten stoßen würden.

Die anderen Zusammenhang trennenden und Hohlräume bewirkenden anorganischen Kraftwirkungen, welche wir kennen, wie z. B. die des in den Boden eindringenden Blitzstrahles, sich entwickelnder Gase etc., sind noch weniger geeignet, Kanäle von so geringem und konstantem Durchmesser hervorzubringen. Eben so wenig können die synthetisch wirkenden Kräfte, wie die Kohäsion und Adhäsion, z. B. bei der Stalaktitenbildung in Verbindung mit der Schwerkraft, oder die Kräfte der Krystallisation, obschon sie ähnliche baumförmig verzweigte Bildungen herstellen, als Ursachen unserer Kanäle angesehen werden, denn letztere können nicht als Negativformen solcher positiven

<sup>1</sup> Vgl. Sammlung von Mikrophotographien zur Veranschaulichung der mikroskopischen Struktur von Mineralien und Gesteinen von E. COHEN. Stuttgart 1883. Den höchsten Grad aufgefundenen Ähnlichkeit bot Fig. 2 auf Taf. VII, die Abbildung von schlauchförmigen und mannigfach verästelten Flüssigkeitseinschlüssen in einer Olivinbombe vom Dreiser Weiher in der Eifel, bei 250facher Vergrößerung, dar.

Bildungen aufgefasst werden, da nach unserer früheren Auseinandersetzung die Knochensubstanz als das primär Gebildete, die Kanäle als das Sekundäre anzusprechen sind und da derartige synthetische Bildungen, von denen überhaupt bloß die Stalaktiten manchmal eine nähere Ähnlichkeit aufweisen, nicht in feste Körper hinein erfolgen.

So werden wir also auf Einwirkungen fremder organischer Gebilde auf unsere Knochen verwiesen. Zunächst das Thierreich angehend, so kann die Ähnlichkeit mit den vielmal weiteren Gängen, welche die *Vioa Nardo* (*Cliona*) in Steinen und Conchylienschalen hervorbringt oder mit Wurmkanälen im Boden schon deshalb keine kausale Bedeutung erlangen, weil unsere Kanäle sich in ihren Querdurchmessern von zumeist 0,002—0,004 mm bloß innerhalb der Größe der einzelnen Elementarorganismen, der Zellen, bewegen. Diese Größe der Elementarorganismen macht es erklärlich, dass wir keine im Querdurchmesser aus mehreren Zellen zusammengesetzte Organismen, also keine echten Thiere, Pflanzenthiere und auch keine höheren Pflanzen von so geringen Durchmessern kennen, obgleich die untere Grenze des Durchmessers mehrzelliger Thiere mit 0,008 mm der eben ausgeschlüpften Trichinenembryonen, und 0,012 mm der *Filaria sanguinis* allerdings nur wenig über der mittleren Dicke unserer Kanäle liegt. Da indess unsere Kanäle zumeist bloß halb, zum Theil bloß  $\frac{1}{4}$  so dick sind, als diese dünnsten Thiere, so wird es doch in gewissem Grade unwahrscheinlich, dass es solche, uns aber bis jetzt unbekannt gebliebene, Organismen gebe; und außer dieser also neuen Annahme müsste das weitere Novum eingeführt werden, dass diese unbekannt Thiere noch die Fähigkeit der Knochenauflösung besessen hätten, von den typischen Verästelungen der Kanäle ganz zu schweigen.

In Folge dieser außerordentlich geringen Dicke unserer Kanäle können auch die Bryozoen nicht als eventuelle Ursachen derselben aufgefasst werden, obgleich die Kolonien dieser Thiere gleichfalls verzweigte, durch Scheidewände gegliederte Fäden bilden, von denen manche, wie mir Herr Professor EHLERS freundlicherweise mittheilte, gleichfalls in Hartgebilde einzudringen vermögen. So weit bis jetzt bekannt, kommen Bryozoen nicht unter 0,03 mm Dicke vor, und bei ihrem complicirten Bau, welcher auf dem Querdurchmesser mindestens sechs Zellen aufweist, ist es auch nicht anzunehmen, dass sie, bis zu dem Durchmesser einer einzigen Zelle, bis zu 0,004—0,001 mm verkleinert, existiren könnten.

Danach bleiben noch die Protozoen und niederen Pflanzen zu weiterer Berücksichtigung übrig. Protozoen, welchen die Fähigkeit zukäme, die Kalksubstanz und die organische Knochengrundsubstanz

aufzulösen, würden im Stande sein, cylindrische Kanäle von der Weite der unseren im Knochen hervorzurufen, sofern sie zugleich die Gewohnheit hätten, sich längere Zeit in derselben Richtung fortzubewegen. Die seitlichen Zweige müssten durch nachkriechende und dann seitlich ablenkende Genossen bedingt sein, oder die ersten Kanalbildner müssten nach vorherigem Rückwärtskriechen diese neuen Wege eingeschlagen haben.

Da wir aus unseren gegenwärtigen Kenntnissen keine Gründe entnehmen können, die uns gestatteten, diese Annahmen als unmöglich oder auch nur als sehr unwahrscheinlich zurückzuweisen, so sind wir hiermit am Ende unserer apagogischen Ermittlung der möglichen Ursachen der geschilderten Knochen- resp. Knorpelkanäle angekommen. Etwas unseren Verhältnissen nur sehr entfernt Vergleichbares könnte man in den bloß 3—6  $\mu$  dicken sogenannten Filamenten des Hornschwammes: *Hircinia variabilis*, zu vermuthen geneigt sein, sofern man diese mit KÖLLIKER, F. EILHARD SCHULZE u. A. als parasitärer Natur und als zu den Protozoen gehörig auffasst. Aber sie sind unverästelt und liegen in ihrer ganzen Länge von 8 mm dicht zusammengeknäuel. Eher indess könnte die Feinheit der in dem Wirbel des Ichthyosaurus aus dem Reiffinger Kalk, neben vier- bis sechsmal dickeren, vorkommenden Kanäle von bloß 0,004 mm Durchmesser auf eine Entstehung durch Bakterien bezogen werden. Diese feinsten Kanäle sind zugleich so stark gewunden und so dicht bei einander, dass man keinen derselben auf eine größere Strecke hin verfolgen kann, und dass es sich auch der sicheren Beurtheilung entzieht, ob sie verästelt sind oder nicht. Letzteren Falles würden sie leicht von Bakterien ableitbar sein, wobei als neu das stetige Vordringen nach derselben Seite einzuführen wäre. Denn die Fähigkeit der Auflösung des Knochens wird nach neueren Untersuchungen von Zahnärzten<sup>1</sup> einem wohl noch den Protisten zugehörigen Spaltpilze (*Leptothrix buccalis*) zuerkannt. Diese Autoren führen die Auflösung der Kalksubstanz des Schmelzes und des Zahnbeines bei der Caries der Zähne auf die, in Gegenwart von gährungsfähigen Substanzen, säurebildende Wirkung des *Leptothrix* zurück. Dieser Spaltpilz dringt aber nicht selber Kanäle bildend in die harte Substanz ein, sondern die Kalksubstanz wird bloß von außen her oder von den präformirten Zahnbeinkanälen aus in diffuser Weise aufgelöst, wonach dann die entkalkte Substanz der durch andere Spaltpilze bedingten Fäulnis verfällt.

<sup>1</sup> Vgl. W. D. MILLER, Gährungsvorgänge im menschlichen Munde und ihre Beziehung zur Caries der Zähne und zu anderen Krankheiten. Deutsche med. Wochenschr. 1884. Nr. 36.

Sind wir also bei den Protisten bereits an der Grenze der direkten Zurückweisung von Möglichkeiten angekommen, so kann uns nun aber die kausale Bedeutung mehrfacher Übereinstimmung den wahrscheinlichen Ursachen noch einen Schritt näher führen. Denn unsere Kanäle stimmen sowohl in ihrer Dicke wie in ihrer Gestalt und in der Verzweigung durchaus überein mit niederen pflanzlichen Gebilden, welchen in ihrem Wachstumsvermögen zugleich auch die für die Kanalbildung nöthige Fähigkeit der längeren Fortbewegung nach derselben Seite hin zukommt, mit Algen und Pilzen. Von diesen sind aber die Algen noch in so fern morphologisch von unseren Kanälen mehr different, als sie keine dichten Geflechte bilden; außerdem bedürfen sie zu ihrer Existenz des Lichtes, denn sie bilden organische Substanz, sind jedoch nicht fähig, schon gebildete organische Substanz aufzulösen und zu verzehren.

Die Pilze dagegen bilden mit ihren Mycelfäden dichte Geflechte ganz von dem Charakter der Geflechte unserer Kanäle. Und eben diese auffallende Ähnlichkeit war es, welche mich, nachdem ich schon an dem Knochen der *Rhytina* erkannt hatte, dass die Kanäle kein durchgehendes Strukturverhältnis der ganzen Knochensubstanz darstellten, veranlasste, Pilze als Ursachen derselben zu vermuthen. Die Pilze haben ja gerade die Gewohnheit, mit ihren Mycelfäden (Hyphen) in organische Substanzen einzudringen und dieselben als Nahrung zu verwenden, so dass wir also bloß die besondere Fähigkeit der Auflösung gerade der kalkhaltigen Knochen- und der Knorpelgrundsubstanz als Novum einzuführen haben.

Die Eintheilung der Pilze wird wesentlich nach der Beschaffenheit und dem sonstigen Verhalten der Fruchtkörper gemacht. Wenn wir daher die Pilze, welche wahrscheinlich unsere Kanäle hervorgebracht haben, genauer classificiren wollten, müssten wir diese letzteren kennen. Nun habe ich aber als in mehreren Wirbeln vorkommend theils weitere, ausgebuchtete, theils nicht besonders erweiterte Kanäle beschrieben, welche mit eigenartigen rundlichen Gebilden erfüllt waren. Diese letzteren Gebilde haben die Größe und Form theils unreifer, theils reifer Sporen von *Phycomyceten*. Zugleich sind bei den dieser Pilzgruppe zugehörigen *Saprolegnieen* die Fruchtkörper schlauchförmige Gebilde, welche in dem Nahrungssubstrat selber lagern können. Demnach könnten die erwähnten Bildungen als Sporangien, ihr Inhalt als Sporen von einer *Saprolegniee* aufgefasst werden. Ob diese Auffassung zutreffend ist, ist indess an dem mir zur Verfügung stehenden Material nicht zu entscheiden.

Sehen wir daher von diesen Bildungen ab, so fehlt uns, wie dess-

gleichen auch in jenen Fällen, wo erstere überhaupt nicht beobachtet worden sind, z. B. in den Knochen der Rhytina, das wesentlichste Moment für die genauere Bestimmung unserer Pilze. Man könnte annehmen, die Fruchtkörper hätten sich, wie dies bei den übrigen Pilzen geschieht, außerhalb des Substrates, an der freien Oberfläche entwickelt und seien deshalb nicht erhalten geblieben. Dies wird bei Rhytina wahrscheinlicher, weil sich in Folge der zumeist gleichbleibenden Dicke der Fäden und der Anwesenheit zahlreicher Scheidewände in relativ kleinen Abständen eine Annäherung an die Verhältnisse der Ascomyceten ausspricht, während die Phycomyceten mit der weiteren peripheren Verzweigung immer feinere Fäden bilden und Scheidewände bei ihnen bloß in den kurz vor der Bildung der Fruchtkörper entstandenen Fäden auftreten.

Die genauere systematische Bestimmung unserer knochen- und knorpelfressenden Pilze bleibt demnach eventuellen weiteren Untersuchungen der Fachleute vorbehalten. Der in der Überschrift mitgetheilte Name *Mycelites ossifragus* schließt sich rein an den gegenwärtig vorliegenden Thatbestand an, er präjudicirt daher in keiner Weise etwas über die Ergebnisse dieser hoffentlich zu gewärtigenden Untersuchungen und kann in dem wahrscheinlichen Falle, dass unsere Pilze in mehrere Gruppen gesondert werden, für eine derselben, am besten wohl für den gegenwärtig am genauesten charakterisirten, bis jetzt freilich bloß in der Rhytina gefundenen Pilz beibehalten werden.

Da die Scheidewände in den Kanälen nach obiger Darlegung für die systematische Stellung unserer Pilze von Bedeutung sind, und da sie weiterhin auch gegen Denjenigen, welcher meiner bisherigen Beweisführung nicht zustimmt, als zwingendes Beweismaterial für den pflanzlichen resp. pilzlichen Ursprung der Kanäle verwerthbar sind, sofern unzweifelhaft dargethan worden ist, dass sie nicht anorganischer Natur sein können, so versuchte ich, charakteristische Unterschiede zwischen ihnen und künstlich erzeugten Scheidewänden aufzufinden. Dies schien mir um so wünschenswerther, als, wie oben angegeben, die Substanz der Scheidewände nicht (resp. nicht mehr) die specifischen Reaktionen der Pilzcellulose zu zeigen vermochte. Zu diesem Zwecke stellte ich in fein ausgezogenen gläsernen Kapillarröhrchen durch intermittirendes Eintauchen derselben in geeignete Flüssigkeitsmischungen künstlich alle möglichen Hauptformen solcher Häute dar und bildete sie in Fig. 5 ab. Einige derselben sind den in Fig. 4 wiedergegebenen Scheidewänden unserer Kanäle in hohem Maße ähnlich. So sind *b*, *d* und *e* der Fig. 5 ähnlich dem rein quergestellten ziemlich gleich dicken Septum Fig. 4 *a*. Die gebogenen Septa Fig. 4 *g*, *h*, *i* sind ähnlich dem

künstlichen Septum *c*. Der Übergang der Septumsubstanz in eine den Kanal auskleidende Wandschicht findet sich künstlich erzeugt in Fig. 5 *h*. Hätte die Wandung der Kapillarröhrchen an schräg gegenüber gelegenen Stellen Prädilektionen für Adhäsion dargeboten, indem daselbst kleine benetzbare Vorsprünge oder Körnchen gewesen wären, so wäre es wohl auch möglich gewesen, etwas schräg gestellte Septa zu erzeugen. Die allgemeine Möglichkeit, den Septis unserer Kanäle sehr ähnliche Bildungen künstlich zu erzeugen, ist also nicht von der Hand zu weisen; ob aber die dazu nöthigen Bedingungen seiner Zeit in unseren Kanälen vorhanden gewesen sind, entzieht sich der Beurtheilung.

Mit den Scheidewänden zeigt sich aber bei unseren Kanalbildungen gewöhnlich noch ein weiteres, gleichfalls den Pilzen zukommendes Merkmal verknüpft, welches schwerer künstlich zu erzeugen sein würde. Die Scheidewände finden sich, wie oben mitgetheilt, meist an Stellen, wo zugleich eine geringe ringförmige Einschnürung der äußeren Umgrenzung des Kanales vorhanden ist (Fig. 3 *g, h, i*), oder wo daneben eine Ausbuchtung des Kanales existirt (Fig. 3 *f, g*), oder eine dauernde Änderung der Dicke desselben für eine größere Strecke stattfindet (Fig. 3 *f, g, i*), kurz, wo eine kleine Änderung auch des Lumens des Kanales vor sich geht. Selbst wenn unsere Kanäle von vorn herein solche Lumenänderungen gehabt hätten, so würde es doch kaum als möglich anzunehmen sein, dass die Flüssigkeitsseptas zufällig so dirigirt worden seien, dass die künstlichen Septa zumeist an diesen Stellen haften blieben, obgleich durch die Einschnürung selber die Prädisposition dazu gegeben ist. Bei den Septis der Hyphen dagegen wiederholt sich diese Kombination ziemlich regelmäßig, so dass hierin und in der Gestalt der Septa selber sehr gewichtige Übereinstimmungen sich bekunden.

Setzen wir damit in Verbindung die Verästelung der Kanäle unter blinder Endigung derselben, also ohne oder fast ohne Netzbildung, aber mit häufig dichter Geflechtbildung, so finden wir in den Kanälen alle die Merkmale vereint, welche zusammen den formalen Charakter der Pilze bestimmen. Dazu kommt noch weiterhin, dass unsere Kanäle auch in der Weite mit der Dicke der Pilzfäden übereinstimmen, denn auch letztere schwanken zumeist zwischen 2 und 6  $\mu$  Dicke und können, je nach dem Reichthum und der Natur der Nahrung, bei demselben Pflanzenindividuum um diese Mittelwerthe in noch weiteren Grenzen variiren. Bei den Kanälen der *Rhytina* aber vermehren sich diese Übereinstimmungen, wie oben erwähnt, noch um zwei Merkmale, welche sie enger mit den Ascomyceten verbinden: die im Allgemeinen

gleich weite Beschaffenheit der Kanäle auch bei längerem Verlauf und mehrfacher Verzweigung, so wie der Reichthum an Scheidewänden.

Die Wahrscheinlichkeit, dass diese stetig wiederkehrende Häufung mit denen der genannten Pflanzen übereinstimmender Merkmale durch andere als die gleichen Ursachen bedingt sei, muss als sehr gering bezeichnet werden, jedenfalls aber als viel geringer, als z. B. die Wahrscheinlichkeit, dass eine nicht mit Natrium identische Substanz den Absorptionstreifen *D* im Spektrum hervorbringt. Trotzdem zweifelt auf Grund der bloß zweifachen Übereinstimmung der Lage der beiden Theile dieses doppelten Absorptionstreifens mit der Lage der beiden gelben Natriumlinien der Spektralanalytiker nicht an der Identität des in dieser Weise reagirenden Sonnenstoffes mit dem irdischen Natrium, wofür ihm allerdings die Verantwortung, so wie auch die eventuelle spätere Zurücknahme dieser Folgerung überlassen bleibt.

Das Neue bei dieser ursächlichen Ableitung der beschriebenen Kanäle von Pilzen besteht, wie schon erwähnt, bloß darin, dass Pilze gerade in den Knochen und Knorpel hinein wachsen, während es längst bekannt ist, dass sie in das festeste Holz einzudringen vermögen. Dass pflanzliche Gebilde kalkhaltige Bildungen aufzulösen im Stande sind, zeigen einige Algen, wie *Acetabularia* und *Laminaria*, welche mit ihren Haftorganen in steinige Massen eindringen.

Außerdem sind bereits vor längerer Zeit von WEDL<sup>1</sup> Kanäle, welche in den Schalen mancher Acephalen und Gasteropoden beobachtet worden waren, als durch Algen hervorgebracht gedeutet worden, während A. KÖLLIKER<sup>2</sup> dieselben als pilzlicher Natur auffasst und diese Deutung auch auf theils von ihm und theils von früheren Autoren in dem Hornskelett von Spongien, in den Hartgebilden von Foraminiferen, Kalkkorallen, Brachiopoden, Cirrhipeden (bei *Balanus*), Annelliden (bei *Serpuliden*) und in Fischschuppen (von *Beryx ornatus*) beobachtete Kanäle ausdehnt. Bei dieser Diagnose stützt sich KÖLLIKER besonders auf Bildungen, welche er in einigen Objekten gleichzeitig mit den Kanälen vorfand und für Sporangien und keimende Sporen anspricht. Die objektive Beschreibung, welche KÖLLIKER von seinen Befunden giebt, bezieht sich indess genau genommen bloß auf die Hohlräume in den Skeletttheilen, während er jedoch stetig und von Anfang an von Pilzfäden und Sporangien als objektiv wahrgenommenen Gegenständen

<sup>1</sup> Über die Bedeutung der in den Schalen von manchen Acephalen und Gasteropoden vorkommenden Kanäle. Sitzungsber. der Wien. Akad. Bd. XXXIII. p. 451. 1859.

<sup>2</sup> Über das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Diese Zeitschr. Bd. X. p. 245, 1860.

spricht. Es ist daher nicht sicher zu beurtheilen, ob er diese Bildungen wirklich in natura aufgefunden hat; und ob seine Deutungen durchweg richtig sind. Herr von KÖLLIKER würde mir gewiss aufs Neue und diesmal wohl nicht ohne Grund den Vorwurf misszubilligenden Theoretisirens machen, wollte ich auf die bloße Ähnlichkeit der von ihm abgebildeten Hohlräume mit den äußeren Kontouren von Hyphen, Sporangien und keimenden Sporen hin seinen Diagnosen ohne Weiteres zustimmen, um so mehr als in einem Theil der genannten Schalen zugleich noch andere, in ihrer Bedeutung gleichfalls nicht sicher bekannte, mehr oder weniger den schon erwähnten ähnliche Kanalbildungen vorkommen. Da KÖLLIKER im Gegensatz zu WEDL nie Scheidewände in den Kanälen wahrzunehmen vermochte, so fasst er die Pilze als einzellige auf. In die Hornsubstanz der Spongien denkt er sich die Pilze bloß mechanisch eingedrungen, während er für das Eindringen in die Kalkschalen ihnen das Vermögen, kohlelsauren Kalk aufzulösen, zuspricht; außerdem hebt er bereits die oben von mir gleichfalls festgestellte Thatsache hervor, dass die bezüglichen Pilzbildungen vorwiegend in den Skeletttheilen von Seethieren sich finden, während er sie in Süßwasserthieren nur äußerst selten aufzufinden vermochte.

Weiterhin fand neuerdings M. DUNCAN<sup>1</sup> in jetzt lebenden Madreporen einen der *Achlya* ähnlichen Pilz und H. N. MOSELEY<sup>2</sup> beobachtete ähnliche Pilze in Tiefseekorallen (in einem Flabellum aus 380 Faden Tiefe) und in einer Millepore des flachen Wassers. Das Mycel derselben schien einzellig zu sein. Bezüglich der Einlagerung der Pilze in die harte Substanz vermuthet MOSELEY (nach gefälliger brieflicher Mittheilung), dass dieselbe derart erfolgt sei, dass innerhalb der weichen von den Pilzen durchsetzten Gewebe nachträglich Kalkablagerung stattfand. Wie weit Ähnliches von den von KÖLLIKER beobachteten Kanälen gilt, muss zunächst dahingestellt bleiben. Wenn diese Vermuthung sich bestätigen sollte, so würden diese Pilze mit den unseren, welche in die schon gebildete Knochensubstanz eingedrungen sind, also nicht zu parallelisiren sein; und von dem Pilz der *Rhytina* unterscheiden sie sich auch schon durch die Einzelligkeit des Mycels.

Für die Eigenschaft unserer Pilze, in Knochen und Knorpel einzudringen, wäre bei dem reinen Spitzenwachsthum der Hyphen bloß erforderlich, dass der Scheiteltheil resp. die Scheitelzelle jedes Hyphenstammes oder -Astes an dem peripheren Ende das Vermögen habe, die Knochen- resp. Knorpelsubstanz aufzulösen. Für die faktische Beschränkung dieses Vermögens auf das freie Ende der Hyphen spricht

<sup>1</sup> Proc. Royal. Soc. 1876. Vol. 174. p. 238 ff.

<sup>2</sup> The Voyage of H. M. S. Challenger. Zool. Vol. II. p. 30.

unabweisbar der thatsächliche Befund, dass die von mir gefundenen Kanäle zumeist in ihrem ganzen Verlaufe wesentlich gleich dick sind.

Die Unebenheit der Kontouren der Kanäle würde sich aus den ungleichen Widerständen der Knochengrundsubstanz erklären, die sich aus der lamellosen Schichtung und aus der durch Fibrillen und Kittsubstanz gebildeten Struktur derselben so wie vielleicht auch aus ungleich dichter Kalkeinlagerung ergeben. Die Pilze scheinen sich übrigens in der Knochen- und Knorpelsubstanz sehr wohl befunden zu haben, da sie es verschmähen, sekundär wieder aus dem Knochen heraus in die luft- oder flüssigkeithaltigen Räume der Blutgefäßkanäle oder der Knochen- und Knorpelzellen hineinzuwuchern; denn so weit dies durch Beobachtung feststellbar ist, verbleiben sie, nachdem sie einmal von einem Blutgefäßkanal oder Markraum oder von der freien Oberfläche aus in die gewebliche Stützsubstanz eingedrungen sind, bei ihrer weiteren Verzweigung stets innerhalb dieser Substanz. Freilich ist der Mechanismus dieser Beschränkung, eben so wie auch derjenige des Ausbleibens häufiger sekundärer Anbohrung der Wandung schon vorhandener Kanäle bei dem so dichten Geflechte derselben durchaus räthselhaft. Dies ist aber nicht bloß bei unseren hypothetischen Pilzen, sondern auch bei bekannten Pilzen, z. B. den Hypodermiern in gleicher Weise der Fall. Ferner bleibt es mir eben so wie KÖLLIKER ein Räthsel, was die Pflanzen mit den vielen Kalkverbindungen angefangen haben. Sie können dieselben wohl kaum in sich behalten haben; wenigstens würden sie sich dann von dem Wassergehalt aller ihrer Verwandten aufs wesentlichste unterscheiden. Außerdem aber würden wir dann diese Kalksalze in den Kanälen wohl wenigstens theilweise noch vorgefunden haben, wie das Gleiche in den Knochen der Fall ist. Sicher also sind die Kalksalze aus der Tiefe der Knochen fortgeschafft, an die Oberfläche befördert worden. Die Pilze müssten demnach die Fähigkeit haben, längs ihrer Fäden auf im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr großen Strecken von mehreren Millimetern die Kalkverbindungen in sich fortzubewegen, um sie an der Oberfläche der Knochen, resp. in den HAVERSISCHEN Kanälen an das Wasser abzugeben.

Wenn wir nunmehr die oben unbeantwortet gelassene zeitliche Frage, ob die Kanäle während des Lebens oder nach dem Tode des Individuums entstanden sind, wieder aufnehmen wollen, so scheint bei der gewonnenen Auffassung von der Ursache das letztere Verhalten als das wahrscheinlichere. Es giebt ja viele in lebender Substanz sich entwickelnde, also parasitäre, Pilze und es sind auch von den Wirbeltieren Mykosen, selbst eine, welche die Knochen zerstört, die Actinomykose, bekannt. Trotzdem können wir ein Gleiches in unseren Fällen

ziemlich sicher von der Hand weisen. Denn es ist nicht wahrscheinlich, dass das lebende Knochengewebe nicht im geringsten auf die Kontinuitätstrennung und auf die Anwesenheit einer fremd beschaffenen Substanz durch Auflösung der Knochensubstanz innerhalb der alterirten Zellterritorien seitens der zugehörigen Zellen oder seitens besonderer Osteoklasten reagiren sollte. Haben sich, wie also anzunehmen ist, die Pilze erst nach dem Tode des Individuums entwickelt, so ist weiterhin zu fragen, ob sie dies noch innerhalb der Säfte des Organismus, oder erst nach der Zerstörung der Weichtheile gethan haben. Wird Letzteres angenommen, so wäre alsdann darüber zu entscheiden, ob die Pilzbildung im Meerwasser, oder im Süßwasser der Flussmündungen oder des Landbodens vor sich gegangen ist. Über diese Fragen ist zur Zeit kein bestimmtes Urtheil abzugeben. Man kann vielleicht vermuthen, dass die eigenen Säfte des Organismus nicht so lange vorgehalten haben, als Zeit erforderlich war, um die Knochensubstanz des ganzen Wirbels z. B. eines *Ichthyosaurus* durch und durch zu durchwachsen. Andererseits aber lässt sich daraus, dass wir die Pilzkanäle in allen den oben genannten marinen Ablagerungen gefunden haben, noch nicht folgern, dass alle die entsprechenden Knochen auch zur Zeit der Entstehung der Kanäle im Meerwasser gelegen haben. Dem gegenüber muss es aber auch als unwahrscheinlich bezeichnet werden, dass alle diese größtentheils von Seethieren herrührenden Skeletttheile in Flüsse oder an das vom Regen befeuchtete Ufer gespült worden seien. So ergibt sich also eine größere Wahrscheinlichkeit dafür, dass es auch im Seewasser lebende und zugleich knochenfressende Pilze gebe oder gegeben habe, was mit KÖLLIKER'S Befund übereinstimmt und weiterhin in so fern interessant ist, als außer der *Achlya DUNCAN'S* und *MOSELEY'S* bis jetzt nur noch ein der Gattung *Chytridium* zugehöriger Algenpilz (*Ferd. COHN*) im Meerwasser aufgefunden worden ist. Diese geringe Zahl bekannter, im Seewasser lebender Pilze kann nicht Verwunderung erregen, da noch nicht sorgfältig nach solchen, für den Haushalt des Meeres nöthigen saprophytischen Pilzen gesucht worden ist.

Unseren Pilzen kommt weiterhin ein Interesse dadurch zu, dass sie schon in allen drei Systemen der Sekundärzeit auffindbar waren, während bisher Pilze aus so früher Zeit noch nicht bekannt waren, mit Ausnahme der in ihrer Natur als Pilzmycel zweifelhaften *Rhizomorpha Sigillariae LESQUERUEUX'* aus der amerikanischen Steinkohle.

In Knochen, welche aus dem nicht gewachsenen Boden der Stadt Breslau ausgegraben waren, so wie in verschimmelten Knochen der Anatomie konnte ich keine solchen Pilzkanäle und daher auch keine

sie bewirkenden frischen Pilze finden. Die äußeren Lebensbedingungen der hypothetischen Pilze scheinen also besondere, vielleicht gerade marine, zu sein und sind ebenfalls erst noch zu ermitteln.

In der vorstehenden Erörterung über die ursprüngliche Ableitung unserer Kanäle habe ich aus den dargelegten Gründen den Pilzen den Vorzug vor allen anderen denkbaren Ursachen gegeben; dies geschah außer auf Grund einer fünffachen Übereinstimmung noch desshalb, weil zufolge dieser mehrfachen Übereinstimmung zur vollkommenen Erklärung der Thatsachen nur wenige und zwar geringer als bei jeder anderen Ableitung erscheinende neue Annahmen nöthig waren. Ich verkenne aber nicht, dass diese geringste Werthigkeit unserer neuen Annahmen ein rein subjektives Werthurtheil enthält. Andere Autoren mögen der Ansicht sein, dass die Verkleinerung der Zellen unter die zur Zeit bekannten Größen, die Bildung besonders dünner Thiere aus solchen Zellen und die Erwerbung der Fähigkeit dieser Thiere in den Knochen einzudringen und ihn als Nahrung zu verwenden, geringer werthige Neuheiten darstellten, als dass aus einer schon in feste Theile einzudringen und in ihnen zu leben gewohnten Organismengruppe eine Abart derselben entstehe, welche in einem anderen festen Gebilde zu leben vermöge, ohne sonst zu einer morphologischen Änderung genöthigt zu sein. Oder aber andere Autoren mögen die letztere Veränderung für den Naturkräften schwerer fallend ansehen, als dass in manchen Individuen ganz neue sonst in der Species und Klasse nicht vorkommende Mechanismen erzeugt würden, welche unsere Kanäle hervorzubringen im Stande wären. In solchen über das positive Wissen hinausgehenden Urtheilen, welche der zu weiterer Kenntnis gelangten Nachwelt eben sowohl die spezifische Begabung eines Autors zum Forschen wie andererseits in seinem Mangel an Verständnis des Naturgeschehens seine Unfähigkeit zu solchem Thun am deutlichsten zu demonstrieren vermögen, erlebt man ja gegenwärtig, auch von hoch angesehenen Männern gelegentlich das Überraschendste, dem Sinne des bereits Bekannten Widersprechendste, so dass ich auf die absonderlichsten Andersdeutungen der von mir entdeckten Kanalbildungen gefasst bin.

Jedenfalls aber ist mit dem Betreten und Überblicken des Gebietes der subjektiven Werthurtheile unsere, wie jede andere Frage, bis zu der Grenze fortgeführt, über welche hinaus eine weitere, nicht auf neuen Thatsachen beruhende Erörterung keinen Schritt weiter führt und daher besser unterbleibt.

Die Thatsache des Vorkommens solcher bisher unbekannter, besonders charakterisirter Kanäle in Knochen und Knorpeln wird durch

die ihr untergelegte kausale Bedeutung nicht berührt; und wenn diese Kanäle in einem Skeletttheil reichlich ausgebildet sind, so werden sie ihm, wie erwähnt, nicht bloß einen fremden geweblichen Habitus verleihen, der den Untersucher leicht zu histologischen Irrthümern verführen kann, sondern sie werden auch die Widerstandsfähigkeit des Skeletttheiles gegen Druck, [und damit seine Erhaltungsfähigkeit in hohem Maße vermindern. Es werden dann schon relativ geringe Belastungen genügen, den Skeletttheil zu zertrümmern, so fern nicht rechtzeitig flüssige und danach erstarrende Mineralmassen eingedrungen sind und die Widerstandsfähigkeit wieder hergestellt haben. Wir haben also in den beschriebenen Kanalbildungen zugleich ein neues Moment kennen gelernt, welches die Urkunden der Stammesentwicklung zu vernichten befähigt und, nach dem reichlichen Vorkommen desselben zu schließen, auch ernstlich bemüht ist, welches aber seine Wirksamkeit gerade auf die sonst dauerfähigsten Theile der höheren Organismen erstreckt.

Den Professoren und Docenten Herren ROEMER und LEHMANN paläontologischerseits, so wie FERD. COHN, EIDAM und FRANK SCHWARZ botanischerseits bin ich bei der vorstehenden, mehrfach auf mir ferner liegende Gebiete übergreifenden Abhandlung für bereitwilligst ertheilte fachmännische Auskunft, so wie Herrn Professor HASSE für die Überlassung des Untersuchungsmateriales zu besonderem Danke verpflichtet.

Breslau, August 1886.

---

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XIV.

Fig. 1. *Rhytina Stelleri*, Rippenquerschliff. Vergr. 150.

Fig. 2. Dessgleichen. Querschliff eines HAVERSISCHEN Lamellensystemes. Mit Salzsäure entkalkt. Vergr. 450.

Fig. 3. Dessgleichen. Mit Salzsäure entkalkt. Einige Kanäle isolirt gezeichnet. Vergr. 600.

Fig. 4. Dessgleichen. Entkalkt. Scheidewände der Kanäle. Vergr. 800.

Fig. 5. Künstliche Scheidewände in Kapillarröhrchen. Vergr. 20.

Fig. 6. Isolirte (kieselsaure?) Ausgüsse aus dem Wirbel eines unbestimmten Selachiers von Königsberg i. Pr., Oligocän. Vergr. 800.

Fig. 7. Kanäle in zahnbeinähnlichem Gewebe von Brunn bei Wien. Miocän. Vergr. 450.

Fig. 8. Schliff aus einem Wirbel von *Teleosaurus*. Dives, Normandie. Mittleres Jura system. Vergr. 450.

Fig. 9. Dessgleichen eines Wirbels von *Thecodontosaurus*. Zone der *Avicula contorta*. Keuper, Trias. Vergr. 400.

Fig. 10. Dessgleichen eines Wirbels von *Lamna*. Pläner Kalk bei Strehlen. Turon. Vergr. 480.

Fig. 11. Dessgleichen eines Wirbels von *Teleosaurus*. Dives, Normandie. Mittleres Jurasystem. Vergr. 500.

Fig. 12. Dessgleichen eines Wirbels von *Ichthyosaurus*. Reifflinger Kalk. Muschelkalk, Trias. Vergr. 500.



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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1886-1887

Band/Volume: [45](#)

Autor(en)/Author(s): Roux Wilhelm

Artikel/Article: [Über eine im Knochen lebende Gruppe von Fadenpilzen \(Mycelites ossifragus\). 227-254](#)