© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Die Koprolithen des Perms von Texas.

Von

L. Neumayer, München.

Als ich im Jahre 1903 mit einer Untersuchung über die Entwicklung des Darmkanales von *Ceratodus* Forst.[1] beschäftigt war, wurde ich von Herrn Privatdozent Dr. Broili, am palaeontologisch-geologischen Institut, auf Koprolithen aufmerksam gemacht, welche derselbe im Jahre 1901 bei Seymour, Baylor-County in Texas, U. S. A. gesammelt hatte und von denen ein Teil in auffallendster Weise Abdrücke in der Form des *Ceratodus*darmes zeigte. Zusammen mit zahlreichen Resten von Amphibien und Reptilien fand sich dieses oft ausgezeichnet erhaltene Material in jener permischen Formation Nordamerikas und es dürfte die Schlußfolgerung berechtigt erscheinen, diese Koprolithen als von Stegocephalen herrührend zu betrachten.

Das mir durch die Güte des Herrn Geheimrat Professor Dr. K. v. Zittel zur Bearbeitung übergebene Material kann in zwei Gruppen geteilt werden; es enthält einige größere und mittelgroße Stücke und zahlreiche kleinere, welche eine Länge von 2 cm nicht überschreiten. Erstere werden *Eryops*, diese *Diplocaulus*, beides stegocephale Amphibien, zugeschrieben.

Der in Tafelfigur 1 in natürlicher Größe abgebildete Koprolith gehört zu den größeren Exemplaren und besitzt eine Länge von 6,2 cm bei 2,1 cm und 1,4 cm Querdurchmesser und hat braunrote Farbe. Seine Gestalt kann abgeplattet bohnenförmig bezeichnet werden, und von den beiden Polen ist der eine — in der Figur nach oben gerichtete — spitzer als der andere. Die Oberfläche zeigt eine charakteristische Zeichnung und ist zweifelsohne als der Abdruck einer verloren gegangenen organischen Struktur anzusehen. Im Bereiche der oberen Hälfte des Koprolithen finden sich in regelmäßigen Intervallen bandartig verlaufende, zirkuläre Impressionen, die Spiraltouren bildend von links nach rechts ziehen. Die letzte — in der Figur unterste — Tour verläuft nach links hin, etwa bis zur Mitte fast parallel zu den übrigen Windungen; von hier biegt dieselbe im scharfen Bogen zum linken Rande ab, dem sie noch etwa 1 cm weit entlang läuft (auf der Figur nicht mehr zu sehen). Es war nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, ob diese letzte Tour hiemit ihr Ende erreicht oder sich bis an den unteren, stumpfen Pol erstreckt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Etwas weniger gut erhalten ist der in Tafelfigur 2 abgebildete Koprolith. Von schlanker, spindelförmiger Form ist derselbe fast drehrund und besitzt eine Gesamtlänge von 5,1 cm. Auf ihm finden sich 7 ebenfalls von links nach rechts verlaufende spiralige Impressionen, die bis etwa zur Mitte des Objektes hin verfolgt werden können.

Charakteristische Typen stellen die in den Figg. 3 u. 5 abgebildeten Exemplare dar. Sie sind kürzer und proportional breiter als die oben beschriebenen Koprolithen und ihre Pole stumpfer. Die Anzahl der sehr scharf ausgeprägten Windungen beträgt bei ersterem 5, bei letzterem 3, die bei diesem gegen den einen Pol hin zusammengedrängt liegen. Der geringeren Anzahl der Spiraltouren entsprechend sind die Windungen höher. Die letzte Tour ist bei dem in Fig. 3 abgebildeten Präparate nicht gut erhalten, doch scheint sie, soweit das zu erkennen ist, nach unten lang ausgezogen zu sein.

Das ist nun das spezifische Merkmal aller eben beschriebenen Formen, daß sich die Spiraltouren gegen einen Pol hin konzentriert finden und zwar meist in der Weise, daß dieselben die eine Hälfte und zwar die gegen den stumpfen Pol gerichtete einnehmen. Dadurch bleibt die andere Hälfte oder wenigstens ein Drittel des ganzen Koprolithen frei und hat eine vollkommen glatte Oberfläche. Zu diesem Typus, ich will ihn der Kürze halber als heteropolaren benennen, gehören ohne Ausnahme alle großen Koprolithen und nur ein einziges kleineres Stück fand sich unter dem zahlreichen, von F. Broili gesammelten Materiale, das eine ähnliche Konfiguration aufweist. Ich habe es in Tafelfigur 7 zum Vergleiche in natürlicher Größe abgebildet. Das Präparat hat eine Länge von 1,75 cm und einen größten Querdurchmesser von 0,8 cm. Die Form ist im wesentlichen spindelförmig, der eine Pol stark, der andere wenig abgeplattet. An jenem (in der Figur oben) folgen sich die Spiraltouren dicht hintereinander; ihre Zahl beträgt fünf. Die letzten Touren (in der Figur gegen die Mitte) folgen sich in etwas größeren Abständen und namentlich die letzte Windung zieht nach links verlaufend in größerem Abstand von den andern.

Betrachtet man alle die charakteristischen Merkmale dieser kleineren Form, so ergibt sich, daß dieser Koprolith, namentlich was Anordnung der Spiraltouren betrifft, den größeren Exemplaren ähnlich gebaut ist und es erscheint berechtigt, ihn als von einer Jugendform von *Eryops* stammend anzusprechen. Doch ist auch die Möglichkeit zuzugeben, daß derselbe einer kleineren Stegocephalenart angehört, die dann eine ähnliche oder gleiche Organisation besessen haben muß wie *Eryops*.

Ich schließe hieran die Beschreibung der kleineren Formen, die in den Tafelfiguren 8, 9, 10 und 11, ebenfalls in natürlicher Größe, abgebildet wurden.

Dieselben gehören nach der auf ihnen erhaltenen Zeichnung zu schließen einem anderen Typus, ich bezeichne ihn als amphipolaren, an und werden einer kleineren Stegocephalenform, *Diplocaulus*, zugeschrieben. Abgesehen von ihrer Kleinheit und der einer kurzen Spindel mit abgestumpften Enden gleichenden Form charakterisiert sie der durchweg scharf ausgeprägte Abdruck der spiraligen Impression. Meist sind es nur 3—5 Windungen, die in gleicher Distanz von einem Pol bis zum andern ziehen. Auch hier verläuft die spiralige Drehung in Form einer von links nach rechts gedrehten Schraube und nur selten und auch dann nicht in eklatanter Weise erscheint eine der Endtouren etwas in die Länge gezogen, wie das z. B. der in Fig. 9 abgebildete Koprolith in seiner unteren Partie zeigt.

Um zu entscheiden, ob diese charakteristische, spiralige Oberflächenstruktur auch im Innern, in Form einer lamellaren Schichtung, ihren Ausdruck finde, der ganze Koprolith also aus ineinander ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

schachtelten und etwa, wie ein aufgerollter Hobelspahn, spiralig gerollten Blättern bestehe, wurde durch ein Stück ein Querschliff angelegt. Dieser zeigte nun die in Tafelfigur 4 wiedergegebene, überraschende Oberflächenzeichnung.

Der Schliff läßt zwei wohldifferenzierte Zonen unterscheiden: 1. eine äußere, von zirkulären Bändern oder Ringen gebildete Rindenpartie und 2. eine innere, homogene Kernzone. Jene ist die mächtigere und nimmt auf dem Querschnitt fast $^2/_3$ der ganzen Fläche ein. Die sie zusammensetzenden, zum Teil spiralig verlaufenden Bänder sind die Durchschnitte von Lamellensystemen und zeigen im Originalpräparat ein abwechselnd weißes und braunrötliches Kolorit, das in der Zeichnung durch weiß und schwarz Ausdruck fand. Das Breitenmaß der einzelnen Bänder beträgt für die hellen Schichten durchschnittlich $^1/_2$ mm, für die dunkeln $^1/_3$ — $^1/_8$ mm; die Anzahl der Bänder resp. ineinander geschachtelten Zylinder berechnet sich auf neun.

Aus dem Querschnittsbilde, das in verschiedenen Höhen dasselbe Aussehen bietet — allerdings unter allmählicher Reduktion der Lamellenzahl gegen die Pole hin — ergibt sich, daß der ganze Koprolith in der Rindenzone von Lamellensystemen gebildet wird, die wie die konzentrischen Lamellen des Knochens um den Havers'schen Kanal hier um ein kompaktes, homogenes Innere, den Kern, gelagert sind. Aber die Lamellen sind nicht in gleicher Weise in dem ganzen Rindengebiete angeordnet. Während sie in der dem Kern zunächst gelegenen inneren Hälfte in konzentrischen Kreisen denselben umziehen, gehen sie in der äußeren Hälfte in Form eines von links nach rechts aufgerollten spiraligen Bandes ineinander über. Der Kern des Koprolithen hat auf dem Querschnitt eine oblonge Form; sein Kontur ist an einigen Stellen ausgezackt: die Farbe braunrot marmoriert. An keiner Stelle findet sich irgend eine Zeichnung, die auf eine bestimmte Struktur schließen lassen würde.

Wenn diese Koprolithen in ihrer ganzen Länge aus übereinandergelagerten Lamellen bestehen, so durfte man erwarten, an künstlich oder von der Natur günstig präparierten Stücken diesen schichtweisen Aufbau zu finden. Und in dem mir zur Verfügung stehenden Materiale fand sich in der Tat ein Stück, das in wünschenswertester Weise diese Bedingungen erfüllte. Es ist in Fig. 6 abgebildet.

Das Präparat hat eine Länge von ca. 8 cm und zeigt auf einer Seite dem einen Pole nahe etwa 4 Spiraltouren, gehört also dem heteropolaren Typus an. Auf der — im Bilde wiedergegebenen — entgegengesetzten Seite sind mehrere Schichten abgeblättert und nun tritt an der beiderseitigen Bruchstelle der lamellare Bau in schönster Weise hervor. Es liegen, wie die Fig. 6 zeigt, an der linken Bruchstelle 5—7, an der rechten oft bis zu 6 Schichten übereinander, von denen sich einige gegen die Spitze, andere gegen den stumpfen Pol hin verjüngen und auslaufen. Damit ist, das in Tafelfigur 4 gegebene Querschnittsbild ergänzend, auch auf dem Längsschnitte der schichtförmige Bau der Koprolithen gezeigt und es erübrigt nunmehr noch nach Beschreibung der äußeren Form und inneren Struktur der Beweis, daß diese Gebilde tatsächlich als Koprolithen zu betrachten sind.

Die Möglichkeit, daß es sich hier um Harnsteine (Leydig[2 3] und Duvernoy[4]) handeln könnte, dürfte durch die charakteristische Oberflächenstruktur, die in übereinstimmender Weise 2 Arten unterscheiden läßt und vor allem, wie ich unten ausführen werde, durch den Einschluß von Nahrungsresten auszuschließen sein. Eine chemische Analyse, wie sie von C. E. G. Bertrand[5] für die von ihm untersuchten Koprolithen von Bernissart angegeben wurde, erschien nach Sachlage der Dinge überflüssig.

Es wurden nämlich behufs Nachprüfung der von Bertrand gemachten interessanten mikrosko-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

pischen Beobachtungen über Darminhalt etc. etc. bei *Iguanodon* durch Stücke der Koprolithen von Texas Dünnschliffe angefertigt, die über Ernährung und speziell histologische Fragen einige Aufschlüsse ergaben.

Die Tafelfigur 13 gibt eine Stelle eines Schliffes wieder, der durch die Rindenzone eines Stückes von einem größeren Koprolithen mit heteropolarem Bau angelegt wurde. Die für Herstellung der Schliffe verwendeten Bruchstücke hatten wie die meisten Koprolithen braunrote oder hellbraune Farbe und an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche zeigten sich grauweiße bis gelb gefärbte Einlagerungen resp. Einschlüsse in den verschiedensten Formen. Die braunroten bis hellbraun gefärbten Partien zeigen bei mikroskopischer Untersuchung ein krystallinisches oder amorphes Gefüge ohne die Spur irgend eines organischen Baues. Anders verhält es sich mit den Einlagerungen. Sie weisen eine typische Organisation auf, die in allem mit dem Bau eines spongiösen Knochens übereinstimmt. In einer netzförmig verzweigten, homogenen Grundsubstanz (Fig. 13 b) liegen zahlreiche ovale oder spindelförmige Gebilde. Dieselben sind zum Teil gelb, zum Teil dunkelbraun bis schwarz gefärbt. Bei vielen derselben ist der Kontur nicht glatt, sondern es gehen oft strahlenförmig feine, kürzere oder längere Fortsätze aus. Nur in seltenen Fällen war es möglich, eine Verbindung dieser Fortsätze untereinander wahrzunehmen, aber der ganze Habitus ließ mit Sicherheit erkennen, daß hier Primitivröhrchen und Knochenkörperchen resp. Knochenhöhlen in Knochengrundsubstanz eingeschlossen vorlagen. Diese war vollkommen homogen und wies nirgends Spuren eines charakteristischen lamellären Baues auf; hiemit in Übereinstimmung waren die Knochenkörperchen in der homogenen Grundsubstanz ohne bestimmte, gesetzmäßige Anordnung eingelagert.

Die meisten der Knochenhöhlen waren durch Erdsalze gelb bis dunkelbraun gefärbt (Fig. 13 e) und es erscheint nicht ausgeschlossen, daß die Fossilisation hier auch die in den Höhlen gelegenen Zellen, die Knochenkörperchen, betroffen hat. Darauf deuten auch andere Tatsachen hin. Zwischen die hellen Knochenbalken (Fig. 13 b) schieben sich inselartig, außen meist braunrot, innen grau gefärbte Felder ein; es sind die Markräume (Fig. 13 a) sowie Gefäßkanäle oder Havers'schen Kanäle. Letztere sind schmäler und kürzer als die Markräume und durchaus von dunkelbraunroten bis schwarzen Einlagerungen ausgefüllt. Die Markräume sind meist breiter als die Knochengefäßkanäle, im zentralen Teil hellgelb gefärbt und von einem dunkelbraunen Saum begrenzt, der sie scharf gegen die Knochenbälkchen absetzt. Diese Randzone liegt aber den Knochenbälkchen nicht in kontinuierlicher, gleichbreiter Zone an, sondern der dem Markraum zugekehrte Rand ist meist wellig (Fig. 13 c) und oft auf weite Strecken unterbrochen. Oft liegen auch ganz aus dem Zusammenhang gerissen drei, vier und mehr runde, braunrot gefärbte Gebilde der Außenseite der Knochenbälkchen an und rufen so ein Bild hervor, das in jeder Hinsicht an die im Knochengewebe wohlbekannten und den Knochenbälkchen aufliegenden Osteoblasten erinnert. Größe, Anordnung und Lage dieser Gebilde ist so charakteristisch, daß zum mindesten ein Hinweis auf ihre Ähnlichkeit mit den Osteoblasten rezenter Knochen berechtigt erscheinen dürfte.

So viel hat sich also mit aller Sicherheit nachweisen lassen, daß sich in den Koprolithen Einschlüsse organischer Natur finden, und es wirft sich die für den Nachweis der Koprolithennatur wichtige Frage auf, ob diese Knochenreste mit der Nahrung in den Körper miteingeführt wurden oder ob sie sekundär in dieselben gelangten und vielleicht Skeletteile des fossilisierten Tieres selbst sind. Und gerade letztere Kontroverse ist nicht direkt von der Hand zu weisen. Hat sich doch durch die Untersuchungen z. B. von Agassiz[7] ergeben, daß Tiere (Ganoiden) mit in der Leibeshöhle befindlichen Koprolithen ge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

funden werden, so daß die Möglichkeit besteht, daß anliegende Skeletteile oder in andern Fällen nach Ablage des Kotes durch die Tiere frei herumliegende Knochenreste in den Darminhalt hineingepreßt werden konnten und so in Form von Einschlüssen oder Auflagerungen gefunden werden können. Daß dieser Überlegung eine gewisse Berechtigung zuerkannt werden muß, das beweist das in Tafelfigur 12 abgebildete Präparat. Dasselbe zeigt frei auf der Oberfläche mehrere Einlagerungen, die unzweifelhaft Skelettstücke oder Knochenreste darstellen. Von diesen ist jener, welcher (Fig. 12 f) scharf vorspringt als Femur (von *Pariotichus*) zu erkennen und es erscheint demnach unmöglich, sich auf Grund dieses Befundes allein für oder wider die Koprolithennatur dieser Fossilien zu entscheiden.

Bedeutungsvoller hiefür wäre der Nachweis, daß sich in einigen der Koprolithen Gewebsreste und zwar von der Darmwand selbst herrührend nachweisen ließen und die Möglichkeit hiefür läge vor, wie das oben von Agassiz angezogene Beispiel eines in der Leibeshöhle vorgefundenen Koprolithen beweist. Damit steht die Frage in innigem Zusammenhang, ob wir die freiliegend gefundenen Koprolithen nur als von den Tieren abgelegte Fäkalien zu betrachten haben, oder ob mit denselben zusammen und vermischt auch Stücke sich finden, die aus dem ganzen fossilisierten Darmkanal mit seinem Inhalt bestehen. Ich habe bei Beschreibung des Querschliffes (Fig. 4) auf die Lamellenanordnung dieses Präparates hingewiesen und dort hervorgehoben (p. 123), daß die Lamellensysteme im Originalpräparat alternierend weiße und braunrote Färbung zeigen. Erstere sind etwa $^1/_2$ mm breit und zwischen die meist nur $^1/_3$ — $^1/_8$ mm messenden dunkleren Schichten eingelagert. Diese Verschiedenheit der Färbung läßt einerseits den schichtweisen Aufbau in so distinkter Weise hervortreten und weist andererseits auf eine genetisch verschiedene Herkunft der hellen und dunkeln Komponenten hin.

Der ganze Aufbau der Koprolithen, vor allem die spiralige Anordnung der der Koprolithenoberfläche aufgedrückten Zeichnung läßt auf einen Darm schließen, dessen Wand ohne Zweifel eine Art Spiralklappe besessen haben muß, wie sie in ähnlicher Weise bei einigen Selachiern, in derselben Anordnung aber bei *Ceratodus* F. vorkommt.

Und wie ähnlich die Oberflächenkonfiguration des in Fig. 1 abgebildeten Koprolithen dem Spiraldarm von *Ceratodus* F. ist, zeigt ein Vergleich mit dem in der Tafelfigur 14 schematisch abgebildeten Darmkanal eines ausgewachsenen *Ceratodus* F. Hier wie dort finden sich an einem Pol dicht zusammengedrängt eine Reihe von Spiraltouren, die in der Richtung einer von links nach rechts gedrehten Schraube verlaufen. Und bei beiden Formen sind die Endtouren weiter in die Länge gezogen und verlieren sich, bevor sie den entgegengesetzten Pol erreicht haben. Rollt man den spiralig aufgewundenen Darm von *Ceratodus* in entsprechender Weise auf, so sieht man, daß die vollkommen glatte, faltenfreie Darmwand wie ein spiralig gedrehter Hobelspahn eingerollt ist und ein Querschnitt durch denselben in situ gibt ein Bild, das dem in Fig. 4 abgebildeten Querschliff in jeder Hinsicht gleicht. Die Darmwand von *Ceratodus* erscheint auf dem Querschnitt grau und zwischen den einzelnen Blättern findet sich der dunkelbraune bis braunschwarze Darminhalt eingelagert. Eine homogene, braunschwarz gefärbte Kernzone nimmt die Mitte des Querschnittes ein: es ist die axial im Darm gelegene Milz von *Ceratodus* F.

Damit wäre die Möglichkeit gegeben, die in typischer Weise alternierend dunkel und hell angeordneten Lamellen des Koprolithenquerschliffes (Fig. 4) in analoger Weise zu deuten und es ergäbe sich, daß auch hier die dunkler gefärbten Ringe des D a r m i n h a l t e s durch hellere, die fossilisierte D a r m w a n d darstellende Lamellen getrennt würden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der sichere Beweis für diese Anschauung kann nur durch den mikroskopischen Nachweis eines Gewebes erbracht werden, das die Struktur einer in den Hauptzügen charakteristischen Darmwand zeigt: aber diesen Beweis zu erbringen, ist mir an der Hand der zur Verfügung stehenden mikroskopischen Schliffe nicht möglich gewesen.

Es ist also eine weiter unten zu begründende Hypothese, wenn ich annehme, daß die Mehrzahl der Koprolithen als ein Konglomerat von Darminhalt plus Darmwand oder mit andern Worten als fossilisierter Darmkanal zu betrachten sei.

Dieser Deutung steht eine zweite gegenüber, welche die Koprolithen als Fäces erklärt, die vor der Fossilisation aus dem Körper ausgestoßen wurden. Dieser Theorie nach müßten dann die einen Lamellensysteme — die dunkeln oder hellen — als Darminhalt, die andern als sekundär eingelagerte Erdsalze betrachtet werden (Broili, nach mündlicher Mitteilung).

Gegen die Deutung des fossilisierten ganzen Darmkanales kann mit Recht auf die Kleinheit der meisten Koprolithen verwiesen werden, die in keinem Verhältnis zu den oft verhältnismäßig großen Körperformen der in der permischen Formation gefundenen Stegocephalen stehen würden.

Aber abgesehen von der starken Schrumpfung, welche diese Koprolithen unzweifelhaft bei der Fossilisation erlitten haben, spricht noch eine andere Überlegung für die erste Anschauung.

Wären die heteropolaren Formen (Figg. 1—7) von den Tieren ausgeschiedener und dann fossilisierter Darminhalt, dann wäre schwer einzusehen, warum sich gerade an einem Pol der Eindruck des spiralig gebauten Darmes in so prägnanter Weise erhalten haben sollte, und um einen solchen kann es sich bei der in so typischer Weise wiederkehrenden Zeichnung nur handeln. Es müßte dann beim Durchgleiten durch die spiralig aufgebaute Darmwand der Darminhalt überall dieselbe Oberflächenzeichnung eingedrückt bekommen haben, d. h. er müßte über seine Oberfläche hin die eng aufeinander folgenden Spiralen zeigen, ähnlich wie die amphipolaren Formen (Figg. 8—11) oder, falls das Ende des Mitteldarms und etwa auch der Enddarm in einer langgezogenen Tour auslief, den Abdruck nur dieser über die Oberfläche des ganzen Koprolithen hin.

Aus all dem scheint die Annahme die größere Wahrscheinlichkeit für sich zu haben, daß die Mehrzahl der gut erhaltenen Koprolithen, d. h. jener, welche eine deutliche Oberflächenzeichnung aufweisen, als im Tiere fossilisierter Darm zusammen mit dem Darminhalt zu betrachten sind und zwar vor allem diejenigen, welche eine bis ins Innere reichende lamelläre Schichtung zeigen.

Bei bestehender Sachlage ist aber ein unbedingter Ausschluß der einen oder andern Theorie nicht möglich. Aber schon die Tatsache allein, daß zwei total verschiedene Koprolithenformen, die heteropolare und amphipolare, gefunden wurden, ist für die Morphologie der Stegocephalen von größter Bedeutung. Denn dadurch hat sich gezeigt, daß die einen, welchen der heteropolare Typus der Koprolithen eigen ist, einen Darm hatten, der in jeder Hinsicht demjenigen von *Ceratodus* F. gleicht; die andern, von welchen die amphipolaren Koprolithen stammen, besaßen einen Spiraldarm, wie er in analoger Weise auch heute noch bei einigen Selachiern sich findet.

Ähnliche Koprolithen wurden von L. Agassiz[6], L. Gaudry[7], L. v. Ammon[8] und C. E. G. Bertrand[5] beschrieben und namentlich von letzterem in der eingehendsten Weise analysiert.

Die von L. Agassiz[6] beschriebenen Formen gehören zumeist dem amphipolaren Typus an, d. h. die die Koprolithen umkreisenden Impressionen erstrecken sich von einem Pol bis zum andern. Bei einigen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bleibt jedoch der eine Pol frei, doch ist in diesen Fällen schwer aus den Abbildungen allein zu entnehmen, ob es sich hier um Zufälligkeiten im Erhaltungszustand oder um eine charakteristische Formeigentümlichkeit handelt. Nach Agassiz's Angaben stammen diese Koprolithen von Knochenfischen — *Macropoma Mantelli* Agass. — und er gibt mit Recht an: „Ils ressemblent en général à ceux des Sauriens et sont parfois contournés de la même manière.“ Heteropolare Koprolithen werden in den Abhandlungen von A. Gaudry[7] und L. v. Ammon[8] beschrieben und abgebildet.

Ersterer gibt zwei Abbildungen von Koprolithen, die in der Nähe von Autun in Südfrankreich gefunden wurden und von einem permischen Reptil, *Actinodon*, stammen sollen.

Diese beiden Koprolithen sind spindelförmig; sie zeigen auf der in der Abbildung nach oben gekehrten Hälfte spiralig verlaufende Touren, die in 7—8 Reihen dicht hintereinander folgen. Die letzte, unterste Spirale läuft, wie das namentlich die linke Abbildung deutlich erkennen läßt, im Bogen gegen den untern Pol aus. Es handelt sich also um eine Oberflächenzeichnung, wie sie vollkommen ähnlich die im Perm von Texas gefundenen Objekte zeigen. Nur die Verlaufsrichtung der Windungen war an den von A. Gaudry gegebenen Abbildungen nicht mit Sicherheit zu erkennen; doch glaube ich aus der linken Figur entnehmen zu können, daß dieselbe jener der Koprolithen von Texas analog ist, d. h. im Sinne einer von links nach rechts gedrehten Schraube verläuft. Aus der charakteristischen Zeichnung dieser Koprolithen schließt auch A. Gaudry: „leur forme nous apprend que les *Actinodon* avaient un intestin à valvules spirales, comme les squales actuels et les Ichthyosaurus secondaires.“ Auch Einschlüsse beschreibt Gaudry, die von ihm als Schuppen eines Ganoiden — *Palaeoniscus* — erklärt werden. Er schließt hieraus auf die Ernährungsweise dieser Tiere: „les débris qu'ils renferment montrent que les *Actinodon* mangeaient des *Palaeoniscus*.“

Auch die von L. v. Ammon beschriebenen Formen gehören dem heteropolaren Typus an. Der eine derselben wurde in dem Grenzkalklager der Königsberger Schichten (unteren Cuseler Schichten) von Wolfstein im Lautertal (Pfalz) gefunden. Derselbe unterscheidet sich von den in Texas und bei Autun gefundenen Koprolithen durch die geringere Anzahl und größere Höhe der Windungen, deren, soweit die Abbildung erkennen läßt, 2 vorhanden sind. Das kleinere von Ammon beschriebene und abgebildete Exemplar läßt mit genügender Sicherheit 3 Spiraltouren erkennen, die auch hier wie bei dem größeren auf den einen Pol zusammengedrängt erscheinen. Seine Fundstelle war das Kalkkohlenflötz bei Hundheim am Glan. Nach Ammon's Anschauung stammt derselbe ebenfalls von einem Stegocephalen, von *Sclerocephalus*, und seine Oberfläche zeigt wie die von Gaudry beschriebenen Formen zahlreiche Schuppen von Fischen (*Palaeoniscus*) aufgelagert.

Die eingehenden Untersuchungen Bertrand's[5] über die bei Bernissart gefundenen Koprolithen bringen über eine auf eine bestimmte Darmstruktur hinweisende Zeichnung keinen Aufschluß. So viel aber ergibt sich aus den Mitteilungen von Agassiz, Gaudry und Ammon, daß eine Reihe genauer untersuchter Koprolithen eine charakteristische Oberflächenstruktur zeigen. Zusammen mit den Ergebnissen, die das von F. Broili gesammelte Material geliefert hat, berechtigt die regelmäßige Anordnung der Oberflächenbilder wie auch der Durchschnitte zu dem Schlusse, daß es sich hiebei um keine zufälligen Kunstprodukte, hervorgerufen z. B. durch Faltung oder Schrumpfung, handelt. Die den Koprolithen aufgeprägte Zeichnung gibt vielmehr die Konfiguration eines Darmabschnittes jener Stegocephalen wieder, die wir heutzutage noch in analoger oder ähnlicher Weise bei den Ganoiden und Selachiern einerseits, bei den Dipnoern (spec. *Ceratodus*) andererseits, erhalten finden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Literaturverzeichnis.

1. Neumayer, L: Die Entwicklung des Darmkanals und seiner Anhänge von *Ceratodus* F. Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem malayischen Archipel. (Im Druck).
2. Leydig, F.: Koprolithen und Urolithen. Biologisches Zentralblatt. Bd. 16. 1896, S. 101.
3. — Neue Jahrbücher. Bd. 2. 1896, S. 129.
4. Duvernoy, G. L.: Fragments sur les organes génitaux urinaires des Reptiles et leurs produits. Mém. de Savants Etrangers à l'Académie des Sciences. T. XI. Paris 1851.
5. Bertrand, C. E. G.: Les Coprolithes de Bernissart. Mém. du Musée R. d'Hist. nat. de Belgique. Ann. 1903.
6. Agassiz, L.: Recherches sur les poissons fossiles. T. II. Contenant l'histoire de l'ordre des Ganoides Neuchâtel 1833—1843.
7. Gaudry, A.: L'Actinodon. Nouvelles Arch. du Mus. d'Histoire naturelle. Paris 1887.
8. Ammon, L. v.: Die permischen Amphibien der Rheinpfalz. München 1889.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel XIV.

Neumayer: Koprolithen des Perms von Texas.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tafel-Erklärung.

Tafel XIV.

Fig. 1, 2, 3 und 5. Koprolithen des heteropolaren Typus in natürlicher Größe.

Fig. 4. Querschliff durch einen Koprolithen dieser Art.

Fig. 6. Heteropolarer Koprolith mit teilweise abgesprengten Lamellen.

Fig. 7. Kleiner heteropolarer Koprolith.

Fig. 8, 9, 10 und 11. Amphipolare Koprolithen.

Fig. 12. Koprolith des heteropolaren Typus mit Auflagerungen eines Knochens (Femur).

Fig. 13. Aus einem Schliffe durch einen Koprolithen: a) Markraum, b) Knochenbalken, c) Osteoblasten in Reihen geordnet, d) Osteoblasten einzeln gelagert, e) Knochenkörperchen, f) Knochenhöhlen.

Fig. 14. Spiraldarm (halbschematisch) von einem ausgewachsenen *Ceratodus* F. Die Abbildung zeigt oben den oralen Abschnitt des Darmes mit zahlreichen, dicht aufeinander folgenden Spiralen, die nach unten (gegen den Enddarm) in langgezogene Touren übergehen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

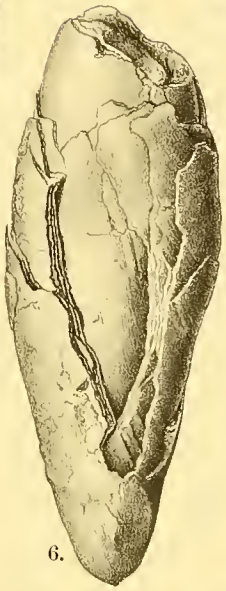
1.

2.

3.

4.

5.


6.

7.

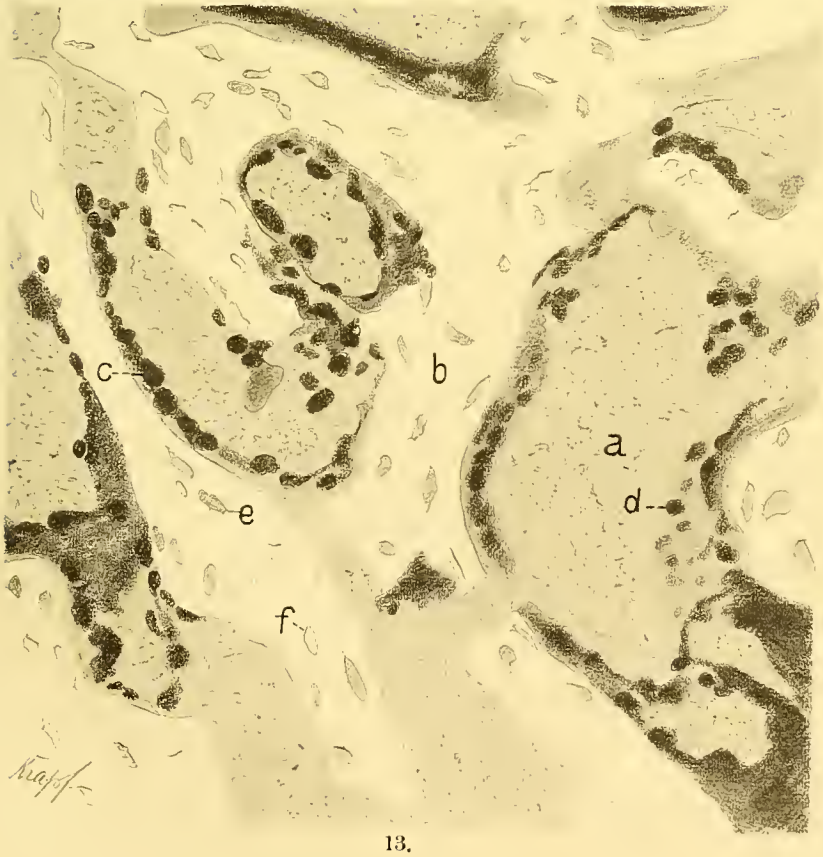
8.

9.

10.

11.

12.



13.

14.

Lichtdruck der Hofkunstanstalt von Martin Rommel & Co., Stuttgart.

Neumayer: Koprolithen des Perm von Texas.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Palaeontographica - Beiträge zur Naturgeschichte der Vorzeit

Jahr/Year: 1904-05

Band/Volume: 51

Autor(en)/Author(s): Neumayer L.

Artikel/Article: Die Koprolithen des Perms von Texas. 121-128