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

Über einen Fund von Mosasaurier-Resten im Ober-Senon von Haldem.

Vortrag, gehalten zu Göttingen in der Frühjahrs-Hauptversammlung des Niedersächsischen geologischen Vereins am 2. April 1910 von **J. F. Pompeckj** in Göttingen.

Hierzu Tafel IV.

Zu den ziemlich seltenen und dürftigen Funden von Mosasaurierfragmenten aus dem Senon Norddeutschlands — meist isolierten Zähnen und Wirbeln[1]) — ist ein beachtenswerter neuer hinzuzufügen. In den festen, hell gelbgrauen, feinsandigen und etwas glaukonitischen Mergeln der obersenonen Zone des *Helicoceras (Bostrychoceras) polyplocum* wurden bei Haldem (Westfalen) bei einer Exkursion mehrere Blöcke mit Knochenresten gefunden. Sorgsame Präparation der sehr mürben Knochen ergab: ein rechtes Maxillare mit Zähnen, zwei isolierte Pterygoidzähne, mehrere Fragmente von Schädelknochen, ein Halswirbelbruchstück, Rippenreste. Alle Stücke dürften sicher einem einzigen Mosasauriden-Individuum angehören.[2])

Das wertvollste Stück, wohl der vollständigste, bislang aus Norddeutschland bekannt gewordene Fund, ist das rechte Maxillare mit einer Zahnreihe von 12 Zähnen (vergl. Tafel IV). 10 Zähne sind erhalten, der 3. und 10.

[1]) Leider sind die etwas vollständigeren Funde — Kieferrest, Wirbel, Rippen — vom Schöppinger Berg zwischen Münster und Burgsteinfurt, die v. D. Marck erwähnte (Zeitschr. d. D. Geol. Ges., Bd. X, S. 223), nicht genauer beschrieben.

[2]) Zusammen mit mehreren anderen Resten von verschiedenen Fundpunkten Norddeutschlands gedenke ich an anderer Stelle eine eingehendere Kritik auch des hier skizzierten Fundes zu geben.

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

von hinten sind ausgefallen. Das Stück wurde aus zwei zusammenpassenden Blöcken gewonnen. Von der vorderen Partie mit 4 (+ 1) Zähnen ließ sich außer den Zähnen nur ein geringer Rest des Zahnrandes erhalten; der hintere Teil mit 6 (+ 1) Zähnen ist weniger beschädigt.

Die erhaltene Gesamtlänge des Stückes ist 485 mm. Die Höhe vom Alveolarrand zum Nasalrand ist über dem 4. Zahn von hinten 95 mm, über dem 7. Zahn 75 mm. Wie die Außenwand über dem sehr massiven Alveolarrand, so nimmt auch der Nasalrand von hinten nach vorne schnell an Dicke zu; er mißt über dem 4./5. Zahn kaum 3 mm, über dem 7./8. Zahn schon 13 mm. Nach der Kontur des Nasalrandes waren die Nares nach vorne recht stark verbreitert. Die tiefe Bucht am Hinterrande der Außenwand ist ein Bruchrand.

Der — auch hinten innen verletzte — Zahnrand ist sehr massiv, breit, dick. Vor der Abschrägung gegen das Palatinum zeigt er bei dem 3. Zahn eine Breite von 50 mm, er ist dann neben dem 4.—6. Zahn etwas verschmälert, neben dem 7. Zahn wird er wieder breiter. Mit der Breitenänderung ist eine Umgestaltung in der Profilierung des inneren Seitenrandes verbunden: die neben dem 4. Zahn liegende, wulstige, stumpfe Kante wird schnell durch ein bis zum 6. Zahn reichendes, flaches, oben und unten stumpf gekantetes Band ersetzt; neben dem 7. Zahn erscheint an Stelle der oberen Kante ein breiter, nach innen kräftig vorspringender Wulst, zwischen diesem und der unteren Randkante verläuft eine schmale, etwas eingesenkte Rinne. Die untere, ventrale Fläche des Zahnrandes ist eben, die Außenkante neben den Zähnen nach unten etwas vorspringend.

Die Zähne sind hoch mit ziemlich schlanken, leicht nach hinten gebogenen Kronen. Sie nehmen von hinten nach vorne schnell an Größe zu, erreichen im 8. Zahn mit 70 mm über dem Zahnrand das Maximum, von hier nach vorne verringert sich ihre Höhe langsam.

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

Zähne (von hinten gezählt):	1.	2.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	11.	12.	
Höhe über dem Alveolarrand .	26	38	57	65	64	64	70	65	57	46	mm
„ der Schmelzkappe . . .	16	22	37	36	37	39	43	37	37	35	„

Mit ihren großen Wurzeln sind die Zähne dicht und fest in den Kiefer zementiert. (Die Alveole des ausgefallenen 3. Zahns mißt bei 40 mm Länge 32 mm Breite). Der schmelzfreie, hohe Zahnsockel[1]) über dem Alveolarrand zeigt auf der Innenseite die wulstige, relativ hohe Terrasse, in der die schräge Höhlung für den Ersatzzahn liegt. Über dieser Terrasse ist der Zahnsockel allseitig gegen die Krone abgeschnürt. Die Grenze zwischen Außen- und Innenfläche der Krone wird durch eine feine, äußerst zart gesägte Schmelzkante gebildet. Die Außenseite ist sehr flach. Die Innenfläche der 4 vorderen Zähne ist viel ausgedehnter und viel stärker gewölbt als die Außenfläche; die stärkste Wölbung ist nach hinten gerückt, bei den 2 vordersten Zähnen so weit, daß sie hinter die Hinterkante des Zahnes fällt. Die mittleren und hinteren Zähne haben symmetrisch gewölbte, flachere Innenseiten; ihr Querschnitt ist im Gegensatz zu dem fast schief birnförmigen der vordersten Zähne ein linsenförmiger. Facettierung der Kronen ist nicht zu beobachten, der Schmelz zeigt nur dichtstehende, feine, fast ganz gleichmäßige Leistchen.

Bei dem 5. und 6. Zahn sind im Zahnsockel Ersatzzähnchen erhalten, deren Kronen breit lanzenspitzförmig sind.

Die 2 Pterygoidzähne — dem rechten Pterygoid angehörend — sind sehr viel niedriger als die Kieferzähne; der vollständigere mißt 21,5 mm Höhe über dem Rand der Höhlung für den Ersatzzahn, seine Schmelzkappe hat ca. 11 mm Höhe. Die Zähne sind stark gekrümmt, hakenförmig,

[1]) Die Höhe der schmelzfreien Sockel beweist sehr dickes Zahnfleisch.

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

ihre Krone zeigt relativ gröbere Schmelzleisten als die der Kieferzähne.

Ein etwa 90 mm langes Wirbelfragment entspricht ungefähr der hinteren Hälfte wahrscheinlich des 6. Halswirbels. Die leicht gewölbte hintere Gelenkfläche des Wirbelkörpers hat kurz elliptischen Umriß: Höhe 54 mm, Breite 64 mm. Von dem Neuralbogen und Dornfortsatz ist ein ca. 50 mm hohes Stück mit Resten einer Postzygapophyse, und von den sehr massigen Diapophysen ist je der hintere, senkrecht gestellte Teil erhalten. Die Unterseite zeigt nahe dem Hinterrande die niedrige Basis der Hypapophyse, neben welcher die Unterseite tief gehöhlt ist.

Die exakte Bestimmung der Reste ist erschwert, da die besonders charakteristischen Teile — Praemaxillare, Basioccipitale, Quadratum — fehlen. Nach dem elliptischen Umriß der hinteren Gelenkfläche des Halswirbels dachte ich zunächst an eine der Gattung *Plioplatecarpus* Dollo nahestehende Form. Das reiche Material des Brüsseler Museums, welches mir in liebenswürdigster Weise durch Herrn Professor Dollo zugänglich gemacht wurde — mein allerherzlichster Dank sei hierfür ausgesprochen —, zeigte mir, daß auch *Mosasaurus* und *Hainosaurus* elliptischen Umriß dieser Fläche haben, daß bei *Plioplatecarpus* der Umriß der Gelenkfacette an den Halswirbeln z. T. breit herzförmig genannt werden könnte. *Plioplatecarpus* kommt außerdem wegen wesentlich geringerer Größe und wegen der deutlich facettierten Zähne nicht weiter in Betracht. Von den übrigen belgischen resp. europäischen Gattungen fällt *Prognathosaurus* Dollo wegen seiner besonders großen Pterygoidzähne weg. Der sehr großwüchsige *Hainosaurus* Dollo weicht weit durch die Besetzung seiner Kiefer mit verschiedenartigen, mächtigeren Zähnen ab. Auch die russische, von Yakowlew[1]) als *Dollosaurus Lutugini* beschriebene Form ist trotz ihrer nur schwach facettierten Zähne (im Dentale) kaum in Betracht zu ziehen.

[1]) N. Yakowlew: Restes d'un Mosasaurien trouvé d. l. Crét. sup. d. Sud d. l. Russie. Bull. Com. Géol. St.-Petersbourg Vol. XX. 1901. p. 507—518. Taf. V.

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

Bleibt: *Mosasaurus*.

Der Größe nach würde *Mos. giganteus* Sömm. (= *Camperi H. v. Meyer, Hofmanni Mant.*) aus den Maestrichter Schichten nahe kommen, aber dessen Kieferzähne sind deutlich und grob facettiert. Der kleinere *Mos. Lemonnieri Dollo* aus der Phosphatkreide von Ciply hat im Maxillare schlankere, dicht facettierte Zähne, deren Zahl 15 beträgt. Beide belgische Arten sind für die Identifizierung der vorliegenden Reste ausgeschlossen.

Nach der Bezahnung, Größe, Höhe des Maxillare kommt am nächsten die von A. Gaudry aus dem Danien von Cardesse (Basses-Pyrénées) als *Leiodon mosasauroides* beschriebene Form[1]). Die 13 glatten, nicht facettierten Zähne des Maxillare stimmen in ihren Querschnitten überein, sind vielleicht etwas comprimierter. Die Angabe geringerer Höhe ihrer schmelzfreien Sockel (12 mm im Mittel nach Gaudry) resultiert wohl daraus, daß der Außenrand des Alveolarrandes (über dem Gaudry maß) über den Innenrand erheblich hinausragt. Als — vorläufige — Bestimmung unseres Fundes ergibt sich — da nach Dollo *Leiodon* = *Mosasaurus* ist —:

Mosasaurus cf. mosasauroides Gaudry sp.

Unserem Stücke kommen sehr wahrscheinlich dann 13 Zähne im Maxillare zu, dessen Länge würde alsdann wohl 500 mm etwas überschreiten. Daraus würde eine Schädellänge von $\pm$ 1 m zu folgen sein, und die Gesamtlänge unseres Mosasauriers wäre auf ca. 10—12 m zu veranschlagen; das Haldemer Individuum ist damit — auch nach der Größe des Halswirbels — zu den großwüchsigeren Formen zu rechnen.

[1]) Gaudry: Les Pythonomorphes de France. Mém. d. l. Soc. géol. d. France. Paléontologie T. III. Nr. 3. p. 7. Taf. II.

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

Der hier skizzierte Fund gab dem Vortragenden Veranlassung zu einigen, durch Lichtbilder erläuterten Bemerkungen über die

Organisation, Lebensweise, Verbreitung und systematische Stellung der Mosasauria.

Die verdienstvollen, neueren Untersuchungen amerikanischer Forscher (Baur, Cope, Merriam, Osborn, Williston) und des Brüsseler Paläontologen Dollo ermöglichen es, Organisation und Lebensweise der Mosasaurier zu deuten.

Wir haben in den allein auf rein marine Ablagerungen der oberen Kreide beschränkten Mosasauriern eine ganz an das Leben im Meere angepaßte Reptilgruppe zu sehen.

Durch die besonders große Zahl der ziemlich langen, procölen Wirbel — bis 140 — wird der schlanke, langgestreckte, beschuppte Körper der Mosasaurier, der bei manchen Formen mehr als 15 m erreichte, fast schlangenartig. Und an Schlangen erinnert es, daß bei mehreren amerikanischen Arten die Gelenkverbindung der Wirbel außer durch starke Zygapophysen noch durch Zygosphen bewerkstelligt wird.[1])

Mit ihrem verhältnismäßig kleinen, schlanken, bei manchen Typen durch ein verlängertes Prämaxillare noch besonders zugespitzten Schädel müssen die Mosasaurier gute Schwimmer gewesen sein. Als Hauptpropulsionsmittel diente wie bei der Mehrzahl mariner Schwimmformen unter den Wirbeltieren der Schwanz, welcher hier meistens sehr lang, seitlich komprimiert war, und den ein vertikal gestellter, diphycerker Flossensaum umgab. In schlängelnder Bewegung — man vergleiche die schnellen Schwimmstöße unserer Molche — schwammen die Tiere.

Unter dem Einfluß solcher Bewegungsart sehen wir die beiden Extremitätenpaare als im Verhältnis zur Körpergröße kleine, kurze, ziemlich breite Paddeln ausgebildet: Arm- und Schenkelknochen sind kurz, verbreitert, abgeflacht, dazu noch divergierend, die Carpalia und Tarsalia sind plattig. Im

[1]) Cope nannte sie deshalb und wegen ihrer Gestalt *Pythonomorpha*.

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

Gegensatz hierzu sind die Metacarpalia, -tarsalia und die Phalangen von Hand und Fuß schlank sanduhrförmig, relativ lang; bei *Mosasaurus* werden auch sie kürzer, plattiger. Die — meist fünf, seltener vier — Finger und Zehen mit geringer, bei verschiedenen Gattungen verschiedener, Hyperphalangie waren von einer gemeinsamen Schwimmhaut umfaßt. Die Glieder in Finger und Zehe V, die bei *Mosasaurus* und *Clidastes* reduziert sind, alternieren mit den Gliedern der übrigen Finger und Zehen — ähnlich wie in der Paddel von *Plesiosaurus*. Finger und Zehe V sind von den übrigen etwas abgerückt.

Ohne Zweifel sind die Extremitäten der Mosasaurier auf Kriech- oder Schreitfüße zurückzuführen. Die fast gleiche Größe beider Extremitäten, resp. die z. B. bei *Clidastes, Platecarpus, Plioplatecarpus* geringere Größe der Hinterextremität zeigt diese letztere — eben unter dem Einfluß des Schwanzes als des Hauptpropulsionsmittels — wesentlich schwächer geworden als die Vorderextremität: ist ja doch bei Kriech- und Schreittieren die Hinterextremität, weil die für die Bewegung auf dem Lande wesentlich wichtigere, normal die größere und stärkere. Die relative Schwäche des sonst vollständigen, an nur einen Sacralwirbel gebundenen Beckens steht im Einklang mit der Schwächung der Hinterextremität. Auch in der Vorderextremität ist Schwächung zu erkennen: es fehlen im Schultergürtel die Claviculae (und bei vielen Formen auch die Interclavicula?).

Die Funktion der Extremitäten gipfelte in ihrer, namentlich in der meist stärker hyperphalangen Vorderextremität liegenden Bedeutung als Steuerorgan und — ähnlich den Schlingerkielen am Schiffsrumpf — als Balancemittel. Das zeigt der Bau der Paddeln ganz klar: Ellenbogen- und Kniegelenk sind funktionslos, ebenso Hand- und Fußwurzelgelenk; die ganze Paddel war eine elastische, nur im Schulter- resp. Hüftgelenk bewegbare Platte.

Solcher Bau der Extremitäten beraubte die Mosasaurier höchst wahrscheinlich der Fähigkeit, sich geschickt auf dem Lande zu bewegen (Williston). Sie waren auf das Leben im Wasser angewiesen, ganz an dieses angepaßt. Die An-

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

passung war dabei in den Paddeln nicht so weit durchgeführt wie bei den Ichthyosauriern, wo auch die Phalangen kurz, plattig ausgebildet sind. Auffallend ein Umstand, auf den WILLISTON hinwies: unter mehr als 3000 bekannt gewordenen Skeletten keines mit embryonalen oder ganz juvenilen Charakteren. Ob die Mosasaurier zum Laichen in die Flüsse der Festländer gingen?

LOUIS DOLLO's feinsinnige Untersuchungen lehren, daß die Mosasaurier teils — wie *Mosasaurus* — Oberflächenschwimmer, teils — wie *Plioplatecarpus* — exzellente Tauchtiere waren. Außer mehreren Momenten in der Topographie des Schädelskeletts[1]) ist es besonders die Ausbildung des mit dem Gehörorgan in inniger Verbindung stehenden Quadratbeins, welche DOLLO solche Unterscheidung ermöglichte. *Mosasaurus* hat ein flaches Quadratum mit wahrscheinlich dünnem, mäßig verknöchertem Trommelfell und höchstens teilweise verknöcherter Extracolumella — Typus der Eidechsen. Fast kuglig gewölbt ist das Quadratum bei *Plioplatecarpus,* es trägt außen ein auffallend dickes, massiv verknöchertes Operculum tympanicum mit ebenso verknöcherter Extracolumella. Hier die Form des Quadratum ganz anklingend an die Bulla tympanica der tieftauchenden Wale. Bei diesen ist das verdickte Trommelfell ebensowenig durch Schallwellen erregbar wie das massive Operc. tymp. von *Plioplatecarpus.* Noch ein Moment spricht dafür, daß unter den Mosasauriern Tauchtiere wie die Wale differenziert waren. Im Basioccipitale von *Plioplatecarpus* tritt ein Mediankanal auf. DOLLO schließt hieraus, daß die arterielle Ernährung des Hirns den Weg durch den Wirbelkanal nahm. Bei den tieftauchenden Walen (*Phocaena* nach BÖNNINGHAUS, M. BRAUN) wird das Hirn ja auch nicht durch seitlich liegende Carotes ernährt, sondern durch große Arteriae meningeae spinales, welche im Wirbelkanal zum Hirn ziehen. Bei solcher Organisation bleibt die Ernährung des Hirns unbeeinflußt von den beim Tieftauchen

[1]) Z. B. Lage der Augen, Größe des Parietalforamens (drittes Auge).

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

sich ergebenden großen Druckdifferenzen. Ausgezeichnete Fälle convergenter Anpassung, deren Deutung klar auf der Hand liegt.

Noch ein Umstand verdient Beachtung. Die Rumpflängen der Mosasaurier sind — korrespondierend mit der Wirbelzahl — verschieden: Bei dem Tauchtier *Plioplatecarpus* ist der Rumpf kurz mit 13? Wirbeln (bei *Tylosaurus* 22—23, bei *Platecarpus* 22 Wirbel), lang ist er bei dem Oberflächenschwimmer *Mosasaurus* mit 39 Wirbeln (ähnlich bei *Clidastes* 35 Wirbel). Das annähernd umgekehrte Verhältnis ergibt sich für die Längen des Schwanzes.

Die Mosasaurier waren mächtige Raubtiere. Die Vergesellschaftung mit zahlreichen riesigen Raubfischen in der Kreide von Kansas erklärt das, und die Besetzung der Kiefer in dem bis über $^1/_2$ m messenden Maulspalt mit, bei den großwüchsigen Oberflächenschwimmern besonders mächtigen, leichtgekrümmten Fangzähnen, deren Ränder fein gezähnelte Schmelzkanten haben können, beweist es. Wie das bei den nicht an den Boden gebundenen Schwimmern selbstverständlich ist, vermochten sie nicht zu kauen. Die Beute wurde hinuntergeschlungen: darum die meist hakenförmigen Zähne auf den Pterygoiden. Das Schlingen größerer Beutebrocken wurde möglich durch das quere Halbgelenk im Unterkiefer zwischen Dentale-Spleniale und Angulare-Supraangulare. Dieses ermöglichte eine, durch die spanförmig über das Gelenk ausgedehnte Fortsetzung des Articulare beschränkte, Durchbiegung des Kiefers nach außen und vielleicht auch nach unten. Yakowlew meint, daß die Teile des Unterkiefers auch in geringem Maße um ihre Achse gedreht werden konnten.

Abgesehen von den auf Anpassung beruhenden Charakteren der Extremitäten und abgesehen von der 7-Zahl der Halswirbel zeigen die Mosasaurier so sehr viele Lacertiliermerkmale, daß — seit Cuvier große Übereinstimmungen in den Schädeln von *Mosasaurus, Varanus* und *Iguana* erkannte — die Mosasaurier fast ganz allgemein als eine Abzweigung

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

von den Eidechsen betrachtet werden. Genauer bestimmt konnten die genetischen Beziehungen werden, als GORJANOVIC-KRAMBERGER und KORNHUBER die Aigialosauriden-Gattungen *Aigialosaurus* und *Opetiosaurus* aus der unteren Kreide (Gault?) der Insel Lesina (Adria) kennen lehrten. Die von den genannten Autoren und von BOULENGER, DOLLO, NOPCSA, WILLISTON diskutierten Beziehungen zwischen Lacertiliern, Aigialosauriern und Mosasauriern vermochte DOLLO genauer zu fixieren: Die Aigialosauriden bilden eine Übergangsstufe von landbewohnenden Lacertiliern zu den ganz an das Wasserleben angepaßten Mosasauriern. Das läßt sich erhärten durch die sehr vielen Übereinstimmungen im Schädelbau, im Unterkiefer mit Halbgelenk, in der Halswirbelsäule (7 Wirbel), in den Extremitäten. Diese lassen bei den Aigialosauriden schon den Beginn der Anpassung ans Wasserleben erkennen, aber sie sind noch schlank, zeigen noch keine stärkere Kürzung von Arm- und Schenkelknochen und sie entbehren noch der Hyperphalangie.

Wenn die bereits mit Schwimmvermögen ausgestatteten Aigialosauriden aus der Adria die Ahnen der Mosasaurier sind, dann dürfte das Entstehungsgebiet dieser letzteren die Tethys, das aequatorialgerichtete Mittelmeer des Mesozoicum, gewesen sein. Von hier aus eroberten sie während der verhältnismäßig kurzen Zeit der oberen Kreide die Meere des Erdkreises. Nach Ost wandernd okkupierten sie, die älteren Wohnsitze ganz aufgebend, immer neue Gebiete (DOLLO). Die bekannt gewordenen Etappen des Wanderweges sind die folgenden: Cenoman Neuseelands (2 Gattungen: *Mosasaurus, Taniwhasaurus*); üppige Entfaltung im Ober-Turon (resp. Emscher) und Untersenon Nordamerikas *(Mosasaurus, Clidastes, Tylosaurus, Platecarpus, Brachysaurus, Baptosaurus, Sironectes)* besonders prächtige Funde in der Kreide von Kansas; im Senon Auftreten in Süd-Amerika (Amazonas-Purus-Becken) und Europa. Hier reichste Entfaltung in Belgien und holländisch Limburg *(Mosasaurus, Hainosaurus, Prognathosaurus, Plioplatecarpus);* spärlichere Reste sind aus Portugal,

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

England, Frankreich [1]), bekannt geworden, aus dem Senon Norddeutschlands und Schonens. Die vereinzelten Funde im Donetzgebiet Rußlands, im Gouvernement Saratow wie im Süd-Ural und im Senon der Veroneser Gegend demonstrieren die fast erdumspannende Verbreitung der Mosasaurier.

Auffallend dieser schnelle, um fast die ganze Erde nachzuweisende Zug. Auffallend das immer nur kurze Bestehen in den einzelnen, nacheinander eroberten Gebieten — am längsten noch im westlichen Mitteleuropa. Auffallend das Erlöschen. Kein Mosasaurier hat die kritische Zeitgrenze Kreide-Tertiär überschritten. Nachkommenlos sind die Mosasaurier zu Ausgang der Kreide ausgestorben.

Die Bezeichnung der Mosasaurier als einer ausgestorbenen Reptilgruppe, welche durch altkretazische Lacertilier mit semiaquatischer Lebensweise von landbewohnenden Formen abzuleiten ist, bedeutet einen Gegensatz zu STEINMANNS Deutung der Mosasaurier. In seinem Bestreben, das Aussterben von Organismengruppen zu verneinen und sehr langlebige Stammreihen gleichbleibend gerichteter Entwickelung zu konstruieren, verbindet STEINMANN die Mosasaurier der oberen Kreide mit den Thalattosauriern, einer von MERRIAM aus der oberen Trias Californiens beschriebenen Gruppe mariner Reptilien. Diese beiden — von ihm als *„Thalattosauria"* zusammengefaßten — Reptiltypen läßt STEINMANN zu Säugetieren transformiert fortbestehen in den seit dem Miocän (? Oligocän Argentiniens) bekannten Bartenwalen.

Wohl mag die Annahme so langer Persistenz eines marinen Schwimmtypus unter den höheren Wirbeltieren auf den ersten Blick manchem bestechend scheinen, doch: eine Stammreihe *Thalattosauria* (obere Trias) — *Mosasauria* (obere Kreide) — *Mystacoceti* (Jungtertiär, Quartär) existiert nicht.

Naturgemäß gibt es als Folge gleicher Anpassungsart Ähnlichkeiten zwischen den Thalattosauriern (bes. *Thal.*

[1]) Das Vorkommen von Mosasauriern im Cenoman von Auxerre (SAUVAGE) ist nicht verbürgt.

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

Alexandrae MERR.) und den Mosasauriern: Form des Schädels und der Extremitäten. Unvereinbar mit der Annahme direkter genetischer Verbindung sind die Differenzen. Das hat schon MERRIAM klargestellt. Beweis hierfür: die andere Stellung der bei den Thalattosauriern getrennten Prämaxillen zu den Nasalia, die festere Verbindung von Quadratum mit Squamosum, die heterodonte Bezahnung der Kiefer, die Bezahnung der Vomeres und die Besetzung der Pterygoide mit mehrern Reihen von Zähnen. MERRIAM betont, den *Thalattosauria* eine Sonderstellung unter den Diapsiden zuerkennend, ihre Beziehungen zu den Rhynchocephalen. v. HUENE will in ihnen eine ältere Abzweigung von den Lacertiliern sehen, eine Parallelgruppe zu den Mosasauriern — ein Beispiel für Iteration. Das lange, vollkommen unüberbrückte Intervall — obere Trias bis obere Kreide — zwischen *Thalattosauria* und *Mosasauria* sollte, weil bei Schwimmformen unverständlich, schon allein vor genetischer Verbindung beider Gruppen warnen.

Ist Verwandtschaft in geradliniger Abstammung zwischen Mosasauriern und Bartenwalen zu erweisen, oder auch nur denkbar? Nein.

Was STEINMANN als Übereinstimmungen betont, ist teils überhaupt bedeutungslos: Rundung des Hinterhaupts, Ausbildung der Symphyse und Biegung des Unterkiefers, Fingerzahl. Teils handelt es sich um Convergenz aus gleicher Anpassung: Reduktion der Handwurzel, Hyperphalangie, Ähnlichkeit von Quadratum und Bulla tympanica. (Es fehlt übrigens noch an der zweifellosen Feststellung, daß das Quadratum der Reptilien dem Tympanicum der Säuger homolog sei.) Anderes ist unzutreffend, so die Einköpfigkeit der Rippen. Bei dem Wal *Balaenoptera rostrata* sieht man an den vorderen Rippen noch deutlich ein vom Capitulum weit entferntes Tergum. Bei *Tylosaurus* zeigen die vorderen Rippen nach OSBORN eine Verbreiterung des Capitulum oder — und das scheint richtiger — eine Verschmelzung mit dem, wie bei Reptilien so oft, sehr genäherten Tergum. Also hier die typischen Unterschiede zwischen Reptil- und Säugerrippe.

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

Der nach LAHILLE dreiteilige Hinterhauptscondylus bei einer jugendlichen *Balaenoptera rostrata* beweist nichts für die Abstammung der Bartenwale von Mosasauriern; OSBORN betonte die Beteiligung des Basioccipitale auch bei anderen Säugern an der Bildung des Condylus. STEINMANN legt weiter Wert darauf, daß nach einer Zeichnung LAHILLES an einem jugendlichen Schädel von *Balaenoptera* eine Verbindung zwischen Jochbein und Squamosum fehlt. An einem fötalen Schädel von *Balaena japonica* ist sie nach einer Zeichnung von ESCHRICHT (WEBER) vorhanden, und bei dem Mosasaurier *Tylosaurus* „endigt das Squamosum erst an der oberen Spitze des Jugale" (v. HUENE).

Welche Fülle von Änderungen im Skelett wären notwendig gewesen, wenn die Bartenwale wirklich aus den Mosasauriern hervorgegangen wären. Manche Änderungen wären denkbar, ± mechanisch erklärbar: die gewaltige Vergrößerung des Schädels, Verlust der Zähne, Kürzung des Halses, die weitere Reduktion des Schultergürtels, die Reduktion des Beckengürtels und der Hinterextremität bis zu fast vollkommenem Schwund unter Einfluß der Bewegungsart. Andere Umprägungen wären höchst unwahrscheinlich: die Umgestaltungen in der Unterseite des Schädels, die schnelle Umwandlung der procölen Wirbel in biplane mit großen, dicken Epiphysen, der Verlust der Wirbelgelenkung durch große Zygapophysen, die relative Kürzung der Wirbelsäule durch Verminderung der Wirbelzahl — vielwirblige Aal- resp. Schlangenformen sind eher als Endglieder von Reihen aufzufassen (DOLLO), denn als Ausgangspunkte neuer, umgeprägter Reihen. Noch andere Umformungen wären ebenso unverständlich, wie mechanisch unerklärbar: Die Teilung des prämaxillaren Rostrum der Mosasaurier in zwei, bei den Walen hinten die Nasalia umfassende, Knochen, die Teilung von Frontale und Parietale, die Änderung des so besonders komplizierten und spezialisierten Unterkiefers zur einfachen Mandibel der Wale, die Änderung des Kiefergelenks, die wesentlichen Änderungen der Halswirbel, die Umwandlung der komprimierten Schwanzwirbel in deprimierte,

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

die Umlagerung der vertikalen Schwanzflosse in eine horizontal gestellte u. a. m.

Vollkommen unerklärbar wäre die — doch notwendige — Änderung der Vorderextremität. Abgesehen von absoluter und relativer Vergrößerung hätte in der Vorderextremität eine sehr erhebliche, relative Verlängerung der Unterarmknochen stattfinden müssen, um aus der Paddel der Mosasaurier die der Bartenwale werden zu lassen. Verlängerungen von Armknochen kommen ja vielfach vor, im Unterarm, in der Mittelhand, seltener in den Phalangen. Aber wo und wann? Sie sind zu beobachten, wenn der Arm ganz wesentlich oder allein als Lokomotionsmittel gebraucht wird: bei schnellen Läufern (Hunde, Pferde, Hirsche, Antilopen, Kamele), bei Fliegern (Flugreptilien, Fledermäuse), bei Handschwimmern (Schildkröten). Bei Schwanzschwimmern werden ganz allgemein Ober- und Unterarm verkürzt, und relative Vergrößerungen der Vorderextremität werden nicht durch Verlängerung einzelner Skelettelemente erzielt, sondern durch Vermehrung der Phalangen, durch Hyperphalangie wie Polydaktylie. Das zeigen ebenso unzweideutig die Ichthyosaurier. wie Mosasaurier, wie die Wale. Bei solchen Formen wird ja die Hand ganz und garnicht als Bewegungsmittel gebraucht. Da fällt das, was einen Knochen größer werden läßt — der angestrengte Gebrauch eines Organteiles — ganz weg. Die Hand ist hier nur in geringstem Maße als Steuer und Balancier aktiv. Ihre Vergrößerung durch Hyperphalangie ist als eine passive verständlich und erklärbar wie die schlanke Zuschärfung der Schwanzregion durch Einwirkung abströmenden Wassers bei schnellem Schwimmen. Es ist mechanisch unmöglich, den längeren Unterarm der Wale auf den kürzeren der Mosasaurier zurückzuführen. Er muß vielmehr aus der schlankeren Extremität eines Landsäugers hervorgegangen sein, bei welchem wahrscheinlich schon der Oberarm kürzer war als der Unterarm. Die olecranonartige Umfassung des Humerus durch das proximale Ende der Ulna bei Walen ist eine Erinnerung an den Arm des Landsäugerahns.

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

Beweisende Maßverhältnisse nach Angaben und Rekonstruktionen von DOLLO, OSBORN, WILLISTON, VON HUENE und nach Messungen an Walen (leider waren mir z. Z. nur zwei Mystacocetenskelette zugänglich) sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt.

So tiefgreifende, osteologische Umformungen, welche nötig wären, um einen Mosasaurier zu einem Waltier werden zu lassen, sind überhaupt unverständlich. Lebensmedium — das Meer — und Bewegungsart — Schwimmen, Tauchen — sind gleich. Warum dann so fundamentale und doch gänzlich unnötige Änderungen? Nahrungsänderung könnte so weitgehende Umprägung nicht verursachen oder erklären. Mit der Erwerbung des Säugercharakters brauchten doch nicht notwendig auch alle osteologischen Merkmale der Säugetiere erworben zu werden. Für den gewaltigen Sprung von den Mosasauriern zu den Bartenwalen läßt sich kein vernünftiger, auch nur einigermaßen glaubwürdiger Beweis ins Feld führen.

Die Bartenwale sind wie die Zahnwale Abkömmlinge von Landsäugetieren, und die Mosasaurier sind eine nachkommenlos erloschene, ausgestorbene, kurzlebige Gruppe von Meeresreptilien. Zwischen Mosasauriern und Mystacoceten gibt es geringe Formähnlichkeiten aber absolut keine Blutsgemeinschaft.

Lassen sich für das Aussterben der Mosasaurier Gründe glaubhaft machen?

Geologische Veränderungen, wie sie als Einengungen der Meere über den Kontinentalsockeln während der oberen Kreide in Nord-Amerika von der Niobrara-group bis zum Laramie und in Europa neben kleineren Schwankungen durch Senon-Danien zum ältesten Tertiär stattfanden, würden durch Änderungen der Faziesverhältnisse in erster Linie eine Verdrängung der Mosasaurier aus ihren meist der Flachsee und Binnenmeeren angehörenden Lebensbezirken

Vergleichende Zusammenstellung einiger Maßverhältnisse bei Mosasauriern und Bartenwalen.

Die [] enthalten die Namen der Autoren, deren Angaben, Zeichnungen oder Rekonstruktionen die Maße entnommen sind.	Körperlänge = 1		Körperlänge = 1		Humerus = 1
	Schädel	Vorder-extremität	Humerus	Radius	Radius %
A. Mosasaurier.					
1. *Mosasaurus* [Dollo]	$^1/_{11}$	$^1/_{13}$	—	—	—
2. „ *horridus* [Williston]	—	—	—	—	88
3. *Clidastes velox* [Williston]	$< {}^1/_8$—$^1/_7$	$^1/_{14}$	0,015—0,016	0,014	85—88
4. „ *Westi* [Williston]	—	—	—	—	77
5. „ *tortor* [Williston]	—	—	—	—	77
6. *Platecarpus coryphaeus* [Williston]	$^1/_8$—$^1/_7$	$< {}^1/_7$	0,026	0,018	69
7. „ *ictericus* [Williston]	—	—	—	—	79
8. *Tylosaurus dyspelor* [Osborn, v. Huene]	$^1/_7$	$^1/_{10}$—$^1/_9$	0,022—0,024	0,017	70—80
9. „ *proriger* [Williston]	$^1/_7$	$> {}^1/_{11}$	0,019	0,015	77
10. *Plioplatecarpus Marshi* [Dollo]	—	—	—	—	71
B. Bartenwale.					
1. *Balaenoptera rostrata (= acuterostra)* [Pompeckj]	$^1/_4$	$^1/_7$	0,034	0,054	158
2. „ *Sibbaldi (= musculus)* [Pompeckj]	$^1/_4$	$^1/_6$	0,027	0,045	165

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

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

erklären. Das Wandern der Mosasaurier könnte so erklärt werden. Das Aussterben durch solche Änderungen und durch Veränderungen der umgebenden Tierwelt, damit der Nahrung, durch Änderungen von Meeresströmungen (?), klimatische Änderungen in der jüngsten Kreidezeit wäre weniger verständlich. Die Schwimmformen müßten doch widrig werdender Umgebung entfliehen können.

Möglich, daß auf den Festländern, deren Flüsse vielleicht die Laichplätze der Mosasaurier waren, große, ungünstige Änderungen einsetzten; vielleicht stellten sich hier schon in der jüngsten Kreide in reichlicherem Maße Knochen-Raubfische (Esociden, Salmoniden) ein, welche die Brut der Mosasaurier dezimierten? Das wären vermutete Möglichkeiten, für die Beweise noch fehlen.

Erstanden den Mosasauriern im Meere mächtigere Feinde? Man könnte an das Aufblühen von Haigeschlechtern denken *(Carcharidae, Lamnidae)*, die schnell schwimmend und scharf bewaffnet den Mosasauriern Feinde sowohl wie gefährliche Konkurrenten wurden. Möglichkeit, aber kein vollgiltiger Beweis.

Änderungen in der umgebenden Beutewelt — nach der Organisation der Mosasaurier leicht bewegliche Schwimmer wie Fische und Cephalopoden — scheinen als ungünstig wirkend nicht verbürgt und ersichtlich genug, um sie zur Erklärung des Problems heranzuziehen.

Finden wir Ursachen in der Organisation der Mosasaurier? Gern wird einseitige Spezialisierung mit als Grund des Aussterbens angesprochen, und weitgehende einseitige Spezialisierung ist ja in der Tat vor dem Erlöschen, Verschwinden zahlreicher Reihen zu beobachten. Einseitige Spezialisierung verringert die Umprägungsmöglichkeit, die Anpassungsfähigkeit eines Organismus an Milieuänderungen. Die Mosasaurier sind sehr hoch spezialisiert. Schon ihre schlanke Aal- oder Schlangengestalt läßt sie nach Analogieen (Dollo) so erkennen. Sie sind ganz einseitig als vorzügliche Schwimmformen spezialisiert: die Extremitäten sind zu Paddeln geworden. Nach dieser Richtung ist allerdings

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

die Spezialisierung nicht so weit gegangen, wie bei Ichthyosauriern und Plesiosauriern: die Divergenz von Radius und Ulna, von Tibia und Fibula[1]), die schlankeren Phalangen in den öfters noch etwas gespreizten Fingern und Zehen machten die Mosasaurierextremität nicht zu einem so dicht gefügten Knochenmosaik, wie es die Paddel jener Formen aufweist. Voll verständliche oder a priori allein erklärende Gründe für das Aussterben werden solche Spezialisierungen nicht, denn einmal herrschte die gleiche Spezialisierung, die Anpassung an nur ein Lebensmedium, während des Cenoman bis ins Maestrichtien, und dann kennen wir ähnlich spezialisierte Schwimmformen von viel längerer Lebensdauer: man denke an die schlanken Notidaniden unter den Haien.

Spezialisierung durch Größenzunahme, gewaltiges Anwachsen der Körper geht häufig dem Erlöschen von Gruppen voraus. Auch die Mosasaurier produzierten Riesen: *Hainosaurius Bernardi, Mosasaurus giganteus.* Aber: neben dem jüngsten belgischen Riesen, *Mos. giganteus* ± 15 m, lebte eine kleinwüchsigere Form, *Plioplatecarpus Marshi* 5 m; letztere, deren Genealogie unbekannt ist, könnte das Endglied einer besonders kleinwüchsigen Reihe sein? Großwüchsigkeit bedeutet in der Tat keineswegs einen günstigen Fortschritt; hierfür gibts viele Belege.

Die Entwickelung ist beschränkt, sagt Dollo. Wir können weiter sagen: je stärker differenziert ein Typus ist, um so schneller die Umprägungen in einer unter Einfluß von Milieuänderungen eingeschlagenen Richtung, und um so kurzlebiger erscheinen dann besonders spezialisierte, und dadurch empfindlicher gewordene Zweige, (das zeigen namentlich zahlreiche Gruppen von Reptilien und Säugern).

Die Tatsache des Aussterbens der Mosasaurier liegt vor. Sie ist nicht oder nur ungenügend erklärbar durch geologische Veränderungen, durch Änderungen des Milieus und der Umwelt. Sie folgt den Erscheinungen besonderer Spezialisierung

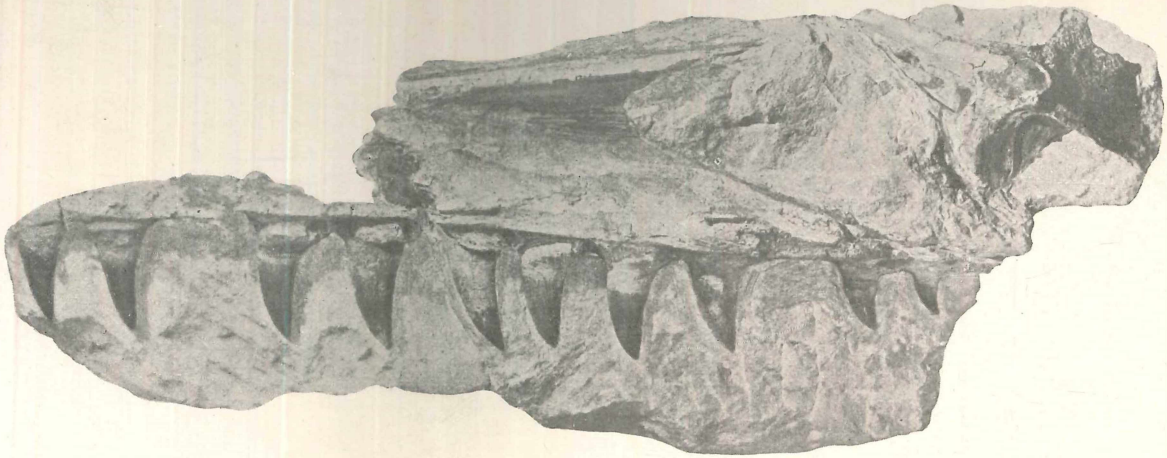
[1]) Eine zur Kürzung der Knochen hinzukommende, andere Art der Kürzung von Unterarm und Unterschenkel wie bei den Ichthyosauriern!

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

und erheblicher Größenzunahme: Erscheinungen, welche — nach den Fakten ihres Eintretens und des Aussterbens der von ihnen betroffenen Formen — weiterer Entwickelungsmöglichkeit selbst in der bis dahin eingehaltenen Richtung, weiterer Anpassungs- und damit Umformungsfähigkeit ein Ziel setzen, die Widerstandsfähigkeit der Organismen verringern.

Einseitige Spezialisierung ist hier gewißlich eine Reaktion des Organismus auf das Milieu. Das Resultat solcher Reaktion erscheint — als lange Zeit beständig — hier für den Organismus günstig, ihn voll befähigend die Widerstände des Milieus zu überwinden. Und ebendasselbe Resultat — im Verein mit der Größenzunahme der Körper — wird schließlich ungünstig wirkend? Wie schwierig das Problem! Drängen sich nicht unwillkürlich vitalistische Gedanken auf? Die Entwicklungsreihen scheinen zu altern, lebensschwächer zu werden; ihre Dauer ist begrenzt, ebenso wie ihre Umprägungsfähigkeit begrenzt ist. Die Reihen werden nicht nur vernichtet, sie erlöschen.

Tafel IV.



Mosasaurus cf. mosasauroides Gaudry *sp.*

Rechtes Maxillare von innen; der vorderste Maxillarzahn fehlt. Rechts oben liegt ein Fragment des rechten Postfrontorbitale. (Verkleinerung ca. 1 : 3,7.)

Ober-Senon; Haldem, Westfalen.

Original im Geologisch-paläontologischen Institut, Göttingen.

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

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Jahresbericht der Naturhistorischen Gesellschaft zu Hannover

Jahr/Year: 1909-1911

Band/Volume: 60-61

Autor(en)/Author(s): Pompeckj Josef Felix

Artikel/Article: Über einen Fund von Mosasaurier-Resten im Ober-Senon von Haldem 1122-1140