©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Schildkrötenstudien.

Von Tibor Szalai (Budapest).
Mitglied des Collegium Hungaricum in Wien.

(Mit 3 Tafeln und 3 Textfiguren.)

I. Testudo Schafferi nov. sp., eine Riesenschildkröte aus dem Pliozän von Samos.

In dem Wiener Naturhistorischen Museum befinden sich die Reste einer *Testudo,* welche mir zwecks Bearbeitung Herr Hofrat Prof. Dr. F. X. Schaffer freundlichst zu überlassen die Güte hatte. Sie stammen aus dem Pliozän von Samos. Leider fand man nur ihren Schädel und ihr linkes Femur.

Vor der Beschreibung des Materials möchte ich mit einigen Worten das Problem des Großwachstums berühren. Dies ist eine der allgemeinsten Fragen, weil die Riesenform ja bei jeder Tiergruppe auftritt. Bei den Wirbeltieren ist das Großwachsen, bzw. Kleinbleiben der Sekretsmenge der Hypophysis cerebri koordiniert. Was aber das verschiedene Maß der Drüsenfunktion bewirkt, ist noch unbekannt. Das ungelöste Problem kompliziert jedoch jener Umstand, daß das Großwachsen respektive Kleinbleiben auch bei Evertebraten auftritt, bei denen die genannte Drüse fehlt. Somit ist es doch zweifellos, daß bei der Hervorrufung dieses Zustandes auch andere Faktoren eine Rolle spielen müssen. Es ist eine allgemeine Erscheinung, daß die verschiedenen Zweige ein und derselben Tiergruppe (die Bezeichnung Tiergruppe kann sich hier auch auf Spezies beziehen) in verschiedenem Maße wachsen können, und es wird immer Gruppen geben, welche ihre Gestalt nicht vergrößern.[1] Bestimmt ist für das Entstehen von Riesenformen das Milieu von großem Einfluß. Von diesem Standpunkt aus ist es interessant, daß der Anfang des dritten orogenen Zyklus mit dem Großwerden der Saurier und dessen Ende (Miozän-Pliozän) mit dem Auftreten der am größten gewordenen *Testudines* zusammenfällt. Und wie das Ende des Aufblühens der Saurier in der Kreide war, so war es für die Landschildkröten im Miozän und Pliozän. Dieser Umstand ist um so mehr in Betracht zu ziehen, da in derselben Zeit an verschiedenen Punkten der Erde in dasselbe Genus gehörige Riesenformen erscheinen (z. B. *Testudo*: Florida, Indien, Samos, Malta, Saloniki, Roussillon). Somit ist es unzweifelhaft, daß wir den Grund hievon in einer allgemeinen, auf die ganze Erde auswirkenden Komponente zu suchen haben und daß die heutigen Riesenschildkröten

[1] Dépéret, Ch.: Les Transformations du monde animal. Flammarion, Paris 1929.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

nichts anderes sind als die Epigonen einer einstig blühenden Klasse und nur der Wiederschein jenes Lebensniveaus, in dem die einstig so mächtigen Vorfahren lebten.

Der Grundriß des Schädels der *Testudo* aus Samos ist von ovaler Form, der vordere Teil nicht so zugespitzt, wie er bei den heutigen Formen ist. Sowohl das Nasenloch, als auch die in der Mitte des Schädels liegenden Augenhöhlen sind nach vorne gerichtet. Die Septa des Praemaxillare erscheinen hier als die Verkümmerung der Scheidewand der Nasenlöcher; daß es sich hier wirklich um Verkümmerung handelt, darauf können wir aus dem Falle des *Kallokibotium*[2] mit Recht schließen. Die praemaxillaren Septa des Kallokibotium sind gut entwickelt, wodurch sich diese Form von allen lebenden und ausgestorbenen Schildkröten unterscheiden läßt.

Das *Kallokibotium* der oberen Kreide ist den Formen der *Cryptodira*-Unterordnung ähnlich.

An unserem Materiale sind Suturen, abgesehen von denen zwischen den Maxillen, nicht zu beobachten. Dieser Umstand läßt auf das Alter unseres Tierexemplars schließen.

Nach dem Vorhergegangenen können wir zur Beschreibung jener Schädelpartien schreiten, an welchen charakteristische Merkmale zu beobachten sind.

Am Segmentum occipitale ist zwischen dem Tuberculum basioccipitale und Condylus occipitalis an beiden Seiten je ein Tuberculum (Tafel V, Fig. 1), gerade so wie es an einer *Testudo pardalis* (♂) der Zoologischen Abteilung des hiesigen Naturhistorischen Museums zu sehen ist (Tafel V, Fig. 3 b). Nachdem dieses Tuberculum an den übrigen, hier vorhandenen Exemplaren der *Testudo pardalis* fehlt (bald erscheint es ohne Rücksicht auf Rasse und Geschlecht, bald aber auch nicht), so ist es unzweifelhaft, daß wir diesem keine besondere Bedeutung beimessen dürfen. Zwischen dem Paraoccipitale und dem Recessus cavi tympani ist eine ovalförmige Vertiefung (Tafel VI, Fig. 2). Diese Vertiefung spitzt sich gegen den Condylus occipitalis zu. Die Vertiefung liegt tiefer, als der Recessus cavi tympani. Sie biegt oberhalb des Foramen lacerum sozusagen rechtwinkelig ab und ist nach außen gerichtet, sie endet an jenem Teile der Paraoccipitale, welche mit dem Quadratum in Berührung steht. Eine ähnliche Ausbildung des Pleuro- und Paraoccipitale sehen wir auch bei der *Testudo radiata* (Tafel VI, Fig. 3). Der Unterschied zwischen der *T. radiata* und der Form von Samos ist folgender: Wenn wir die in der Längsachse der genannten Vertiefung ziehbaren Linien verbinden, so wird der von diesen Linien gebildete Winkel bei der *T. radiata* ein stumpfer, bei der von Samos ein spitzer sein.

In dem Recessus cavi tympani sind zwei Foramina (nervi hypoglossi und nervi vagi) zu sehen.

---

[2] Nopcsa, Baron F.: Kallokibotium. Palaeontologica Hungarica Vol. I. Budapest, 1921—23.)

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Die Crista supra occipitale ist gut entwickelt. An der ventralen Seite der Supraoccipitale ist ein gut entwickelter Einschnitt.

Das Segment der Sphenoidale:

Der interorbitale Raum ist flach, der Vomer und Palatinus ragt nur wenig hinein.

Bei *Testudo pardalis* ist die zwischen Auge und Nasenloch fallende Strecke des Processus alveolaris zwei Drittel des Längsdurchmessers der Augenhöhle. Bei der Form von Samos ist hingegen die Länge der genannten Strecke, im Vergleich zum Längsdurchmesser der eigenen Augenhöhle größer (Tafel V, Fig. 2, und Tafel VI, Fig. 1).

Das Postfrontale bildet mit dem Paraquadratum einen nahezu 90-gradigen Winkel; auch in diesem weicht die beschriebene Form von den Recenten ab, also von den *Testudo microphyes, T. radiata, T. vicina, T. pardalis,* bei denen dieser Winkel ein hochgradig stumpfer ist.

Die Entwicklung des Postfrontale hat zur Folge, daß das Jugale ähnlich wie bei der *Testudo elephantina*[3] ganz kurz ist.

Es ist eine Vertiefung am Quadratum und Squamosum wahrzunehmen, welche gegen die occipitale Seite des Condylus mandibularis gewendet ist (Tafel V, Fig. 2). Diese Vertiefung ist jener am ähnlichsten, welche an der *Testudo microphyes* zu sehen ist. Infolge der Vertiefung wurde der Hohlraum des Squamosum kleiner. Dieser Hohlraum ist am größten bei den *Cheloniden,* bei den *Testudines* am kleinsten. Unter letzteren kommt es vor, daß bei denen, die Riesenform zeigen, der Hohlraum noch kleiner ist, als bei den kleineren *Testudines.*

Interessant ist die Crista, welche sich aus der zwischen dem Palatinum und Vomer befindlichen Sutur entwickelte (Tafel V, Fig. 1). Diese Crista kommt bei den *Testudines* bald zur Entwicklung, bald bleibt sie ganz weg (Tafel V, auf welcher das Exemplar Fig. 3 a eine stärker entwickelte Crista hat, als das Fig. 3 b). So stark wie bei der Form aus Samos ist sie aber nirgends ausgeprägt. Trotzdem können wir dieser keine besondere Bedeutung beimessen, da sie, wie wir es sehen, ohne Rücksicht auf Spezies und Genus auftritt oder auch wegbleibt. Diese Crista nenne ich: Crista suturalis vomeropalatina.

Aus dem eben Gesagten ist zu ersehen, daß die Occipitalis-Region jene ist, welche besondere Aufmerksamkeit verdient. Eine der Occipitalgegend der Form aus Samos ähnliche konnten wir nur bei der *Testudo radiata* beobachten. Was mag hier zu ihrer Entwicklung Anlaß gegeben haben? Ist diese occipitale Gegend bei den zwei Formen separat, infolge gleicher Lebensverhältnisse entstanden, oder erbten es beide von einem entfernten, gemeinsamen Vorfahren? Diese Frage zu beantworten sind wir nicht imstande. So viel ist gewiß, daß wir zwischen beiden Formen kein unmittelbares Entwicklungsverhältnis erkennen können, nachdem Samos und der südwestliche

[3] Rothschild, Lord: On the gigantic Land Tortoises of the Seychelles and Aldabra Madagascar Group etc. (Novitates Zool. V. XXII. 1915, Pl. 35.)

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Teil Madagaskars, die Umgebung von Tuléar, also der Fundort der *Testudo radiata,* selbst der Luftlinie nach zirka 4000 km voneinander entfernt sind.

Beschreibung des Femurs: Es ist ein zylindrisches Bein. Das Caput femoris ist von elliptischer Form, die zwei Trochanter sind abgebrochen. Das Corpus femoris sowie auch die zwei Condyli und die Facies patellaris sind gut erhalten. Dieses Bein ist dem Femur der *Testudo microphyes* und *T. elephantopus* ähnlich. Sowohl an der Form aus Samos als auch an den genannten Spezien sind die Trochanter nicht voneinander durch den Sulcus intertubercularis getrennt, wie sie im Falle der *Testudo ephippium* und *T. vicina* sind.

Bei dem Vergleich unseres Materials haben wir außer dem genannten noch folgende fossile Fragmente in Betracht gezogen: *Testudo perpiniana* (Roussillon),[4] Salonik,[5] *Testudo atlas,*[6] *Testudo*[7] (Siwalik Hills) *Testudo robusta*[8] (Malta), *Testudo louisekressinanni*[9] (Florida), *Testudo Gymnesicus*[10] (Menorca), *Testudo Buchardi*[11 12] (Teneriffa). Nachdem unser Material auch mit diesem nicht identifizierbar ist, müssen wir die Riesenschildkröte von Samos mit einem neuen Speziesnamen bezeichnen.

Dimensionen des beschriebenen Materials. Die Entfernung zwischen der Praemaxilla und dem Condylus occipitalis beträgt 22 cm. Die äußeren Säume der zwei Condyli mandibulares sind voneinander 19 cm entfernt. Die Länge des Femurs beträgt 35,5 cm. Aus diesen Dimensionen zu schließen, ergäbe sich als die Länge des Carapax nahezu 150 cm. Demgemäß wäre diese Form nach der *Testudo*[7] und *Testudo atlas* die größte Riesenschildkröte.

Bei der Aufstellung der Spezies müssen wir einesteils danach trachten, daß diese auch im biologischen Sinne selbständig seien, anderseits danach, daß die Spezies der verschiedenen Tiergruppen gleichwertig seien. Dieses Prinzip kam bisher nicht zur Geltung. So lange wir die Spezies nicht nach diesem Gesichtspunkte werten, wird der Speziesbegriff nur die Bezeichnung kleinerer Unterschiede bedeuten. Es ist richtig, diese kleineren Abweichun-

---

[4] Dépéret, Ch.: Desc. bass. tert. Rouss. (Ann. Sc. géol. 1885.)

[5] Arambourg, C. et Piveteau, J.: Les Vertébrés du Pontien du Salonique. (Ann. de Paléontologie 1929. Tome XVIII.)

[6] Falconer, H.: On the Colossochelys Atlas A gigantic Tortoise from the Sewalik Hills. Falconer's Palaeontological Memoirs Vol. I. London 1868.

[7] Brown, B.: The Largest known Land Tortoise. (Natural History 1931 V. XXXI. Nr. 2, New York.)

[8] Tagliaferro, N.: On the occurrence of a new gigantic land Tortoise at Corradiro Malta. (Archivum Melitense V. II Pts. 13—16. 1912—1913.)

[9] Wark: Newgiant Tortoise from the pliocene of Florida. (Am. J. Sci. New. Haven (5) 17.101. 1929.)

[10] Bate, D.: Remains of A gigantic land Tortoise (T. gymesicus) from the Pleistoceneof Menorca. Geol. Mag. 1914. N. S. VI. London.

[11] Ahl, E.: Über eine ausgestorbene Riesenschildkröte der Insel Teneriffa. (Zs. D. Geol. Gess. Berlin 77. 1925.)

[12] Buchard. O. und Ahl, E.: Neue Funde von Riesenschildkröten Teneriffa. (Zs. D. Geol. Gess. Berlin 79. 1927.)

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

gen auf irgend eine Weise festzuhalten; man sollte aber eine andere Art der Bezeichnung vereinbaren. Es ist unzweifelhaft, daß die meisten Spezies in höherem Sinne nicht als Spezies zu betrachten sind. Auch in unserem Falle dient die „Spezies"-Bezeichnung nur als Andeutung der skizzierten Abweichungen.

Die beschriebene Form bezeichne ich zu Ehren des Herrn Hofrats Prof. Dr. F. X. Schaffer: *Testudo schafferi.*

Werfen wir zum Schluß noch einen Blick auf jene pliozänen Tiere von Samos, welche als die Feinde unserer Form gegolten haben mögen: *Eumachairodus leoninus* Roth & Wagner, *Pontosmilus cf. Schlosseri* Weithr., und *Hipparionofelis attica* Wagner. Ein augenfälliger Unterschied zwischen jenen Riesentestudos, welche in einem Milieu mit oder ohne Feinde lebten, ist in der Entwicklung der epiplastralen Lippe vorhanden. Die epiplastrale Lippe ist jene Stütze, gegen welche das Tier seine vorderen Füße stemmt, wenn es Schutz suchend, Kopf und Glieder unter den Panzer zieht.[13] Diese Lippe ist bei den kleineren kontinentalen Schildkröten immer, bei den Riesenformen nur dann entwickelt, wenn sie Feinde hatten. Hatten sie aber keine, blieb diese Lippe, welche nur dem Schutz des Tieres diente, als überflüssig auch weg.

Nachdem, wie wir gesehen haben, die *Testudo schafferi,* Feinde gehabt hat, müssen wir es für wahrscheinlich halten, daß bei ihr die epiplastrale Lippe vorhanden gewesen ist.

April 1931, Naturhistorisches Museum in Wien.

Tafelerklärungen:

Tafel V, Fig. 1—2: *Testudo schafferi*
Tafel V, Fig. 3a—3b: *Testudo pardalis*
c. i. = *Crista suturalis vomero — palatina.*
t. = *Tuberculum*
t. b. = *Tuberculum basioccipitale*
Tafel VI, Fig. 1—2: *Testudo schafferi*
Tafel VI, Fig. 3: *Testudo radiata*
Tafel VII, Fig. 1—3: *Testudo schafferi*

II. Biomechanische Untersuchungen am Schultergürtel der Testudinaten.

„Ein Knochen ist nicht bloß ein starres, mechanischen Anforderungen genügendes Gerüst, sondern plastische, lebende Substanz."

F. Baron Nopcsa, 1923.
Die Familien der Reptilien.

Zum Ausgangspunkt meiner bezüglichen Betrachtungen dienten mir zwei Grundsätze, und zwar:

I. Es ist bekannt, daß der Schultergürtel der Testudinaten in drei typi-

[13] Szalai, T.: Bionomische und methodologisch-systematische Untersuchungen an rezenten und fossilen Testudinaten. (Palaeobiologica, III. B. 1930, Wien.)

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

sche Gestalten zusammengefaßt werden kann. 1. Die landbewohnende Testudinaten (*Testudo*) haben eine lange Scapula, dagegen sind das Coracoid und die Arme kurz (Textfig. 3). 2. Die Sumpfschildkröten oder Teichschildkröten (*Emys, Clemmys*) besitzen eine lange Scapula, oft ein langes Coracoid und kurze Vorderbeine (Textfig. 2). 3. Die Meeresschildkröten (*Chelone* [Textfig. 1], *Dermochelys, Archelon ischiros* (1) und allgemein diejenige Schildkröten, welche das Wasser nie verlassen, haben eine kurze Scapula, dagegen sind Coracoid und Vorderextremitäten lang und diese haben eine vergrößerte Ruderfläche.

II. Wir kennen diejenige Muskeln, welche vom Coracoid entspringen

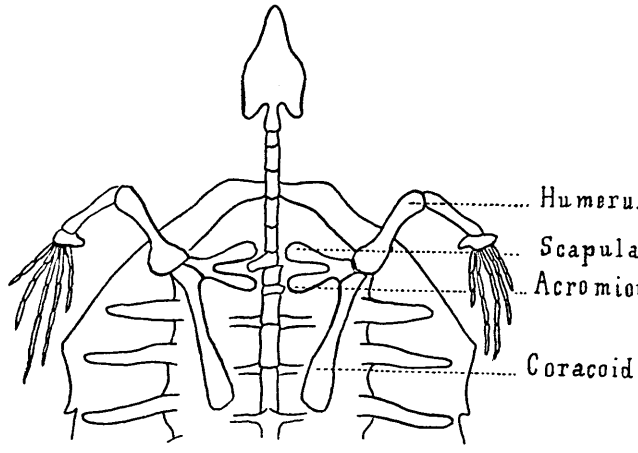


Abb. 1.

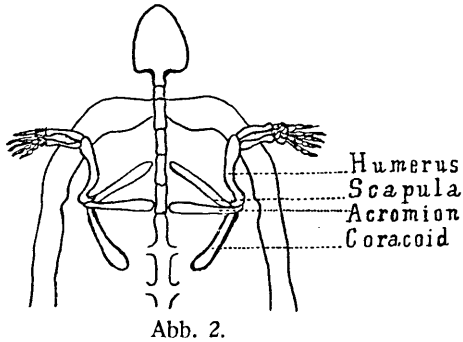


Abb. 2.

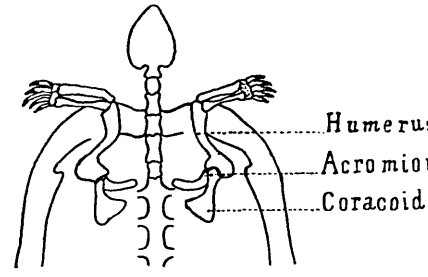


Abb. 3.

und sich am Vorderbeine inserieren. Nach den Entspringspunkten dieser Muskeln können sie in zwei, nach ihrer Länge dagegen in drei Gruppen geteilt werden. Das Teilen nach den Entspringspunkten erfolgt aus der Tatsache, daß es einerseits Muskeln gibt, welche bei sämtlichen Gruppen an demselben Teil des Coracoids entspringen, andererseits Muskeln, deren Ursprung bei Wasserbewohnern an einem von der Cavitas glenoidalis weiter entfernten Punkt des Coracoides liegt. Ihrer Länge nach können die Muskeln in drei Gruppen geteilt werden: die längsten kommen bei den Wasser-,

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

die kürzesten bei den Land- und die mittleren bei den Sumpf- oder Teichschildkröten vor.

Die Teilung der Muskeln in zwei Gruppen folgt teilweise, die in drei Gruppen vollständig von den im ersten Satz mitgeteilten osteologischen Verhältnissen. Dort sahen wir, daß das Coracoid der wasserbewohnenden Tiere länger ist und bereits dieser Umstand bedingt die Verlängerung der Muskeln, wenn sich auch der Ursprung nicht ändert. Die Verlängerung wird sich noch steigern, wenn der Ursprung der Muskeln in caudaler Richtung verschoben wird. Demzufolge sind bei Wasserbewohnern diejenige Muskeln, welche vom Coracoid entspringen, am Vorderbein inserieren und den Arm in Bewegung bringen, länger, als die betreffenden Muskeln der landbewohnenden Tiere.

Nun wollen wir die Anhaftungspunkte und die Funktion der Muskeln betrachten (*2*):

Der Musc. coraco-brachialis brevis externus ist der Oberarmstrecker. Er entspringt von dem lateralen Teile der hinteren Zirkumferenz des Coracoids und inseriert sich an der Gelenkkapsel und an der zwischen Proc. lateralis und medialis liegenden Fossa intertubercularis an der Beugeseite des Humerus.

Der Musc. coraco-brachialis brevis internus ist auch ein Oberarmstrecker. Er nimmt seinen Ursprung entweder an der Außen- oder an der Innenfläche des Coracoids, die Insertion nimmt vorwiegend die proximale Hälfte der Medialfläche des Proc. medialis ein. Wenn der Muskel von der Innenfläche des Coracoids entspringt, erstreckt er sich entweder in der ganzen Ausdehnung derselben, mit Ausnahme des medialen und lateralen Endes (*Trionyx, Dermochelys*), oder nimmt nur die mediale kleinere Hälfte ein *(Emys, Testudo).*

Der Musc. coraco-antebrachialis ist ein langer Unterarmbeuger, der von dem medialen hinteren Rand des Coracoids entspringt und sich an der Beugeseite des Vorderarmknochens, resp. der Hand inseriert. Bei *Testudo* entspringt dieser Muskel von dem medialen Drittel der Außenfläche des Coracoids. Bei *Dermochelys* und *Chelone* ist der Muskel schlank und lang. Er entspringt von dem medialen Drittel der hinteren Hälfte der Außenfläche und von dem Hinterrande des Coracoids. Bei *Trionyx, Emys* und *Clemmys* finden wir statt des Musc. coraco-antebrachialis zwei Muskeln; der erste (Musc. radialis superficialis) entspringt von dem Hinterrande des Coracoids, der zweite (Musc. coraco-antebrachialis profundus) entspringt zwischen den Musc. radialis superficialis und Musc. coraco-brachialis, brevis externus vom Hinterrande des Coracoids.

Der Musc. supracoracoideus ist ein Oberarmstrecker, welcher vom Brustgürtel und von der Innenfläche des Plastrons entspringt und am Proc. lateralis humeri inseriert. Nach der Entwicklung des Muskels lassen sich zwei Hauptformen unterscheiden, von denen die eine bei *Trionyx,* die

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

andere bei den übrigen Testudinaten zu beobachten ist. Bei *Trionyx* entspringt der Muskel von dem Vorderrande und der Außenfläche des Coracoids, bei den übrigen von der Unterfläche des Coracoids, mit Ausnahme des medialen und hinteren Randes, wo der Musc. coraco-brachialis und Musc. coraco-antebrachialis entspringen.

Aus diesen Feststellungen geht hervor, daß die Vorderextremitäten der Meeresschildkröten verlängert und deren Oberfläche vergrößert sind. Die Extremitäten haben diese Gestalt erworben, um eine größere Wassermenge schaufeln zu können. Die Bedeutung der gewachsenen Fähigkeit des Wasserschaufelns steht in vollkommener Harmonie mit Pascals Prinzip, in dessen Sinne: Die Arbeitsleistung ist größer, wenn eine gewisse Kraft auf eine Wassersäule von größerer Oberfläche wirkt, als wenn dieselbe Kraft auf eine Wassersäule von kleinerer Oberfläche wirkt. Die breiten Ruderflächen gelten also als kraftersparende Organe, welche das Vorwärtskommen beschleunigen. Diese Beschleunigung ist umso mehr erhöht, je länger die Arme (3)[14] sind und je kleiner der Querschnitt des Tieres ist. Das letztere Verhältnis ist nur binnen gewissen Grenzen möglich. Als Beispiel erwähne ich, daß *Emys* schlechter schwimmt als *Chelone* und ebenso war *Toxochelys latiremis* Cope (4) aus der oberen Kreide ein schlechterer Schwimmer als *Europhinodelphis cocheteuxi* Du Bus (5) aus dem oberen Miozän.

Als Endresultat ergibt sich demnach, daß sich die Beine und die Muskeln verlängern und dadurch können sie mit kleinerem Kraftaufwand eine größere Arbeit leisten, ebenso wie am zweiarmigen Hebel die auf den einen Arm wirkende Kraft mit umso geringerer Kraft neutralisiert werden kann, je länger der Arm des Hebels ist. Die Geschwindigkeit ist also die Folge der ökonomischen Kraftausnützung. Die beschleunigte Bewegung wird durch zwei Faktoren zustande gebracht: der Hebel und die breite, zu großem Druck befähigte Ruderflächen.

Wenn wir nun unsere empirisch gewonnene biologische und mechanische Beobachtung zusammenfassen und betrachten, wie das Gesetz des Hebels auf den Schildkrötenschulterapparat anzuwenden ist, erfahren wir, daß der eine Arm des Hebels durch das Coracoid, der andere durch den Unterarm vertreten ist. Vermittelst des Hebels kann eine große Kraft durch eine kleine Kraft im Gleichgewicht gehalten werden, wenn man den Hebelarm der kleineren Kraft länger nimmt. Die Kräfte stehen eben im umgekehrten Verhältnis ihrer Hebelarme. Aus dieser Erkentnis geht deutlich hervor, warum sich das Coracoid verlängert hat, und in welchem Zusammenhang

[14] Watson, op. cit p. *22*. Watson schreibt hier, daß der Humerus und die übrigen Knochen des Theriodesmus schlanker sind als dieselben der Gorgonopsiden. Dieser Umstand weist auf beschleunigte Bewegungsart.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

diese Verlängerung mit der Geschwindigkeit des Tieres steht. Die praktische Wahrheit des Hebelprinzips ist den Regattisten gut bekannt: wenn sie die Ruderarme (Coracoid) an dem proximalen Ende anfassen, können sie bei dem geringsten Kraftaufwand mit größter Geschwindigkeit weiterkommen. Demnach bringen die verlängerten Muskeln die gesteigerte Geschwindigkeit zustande. Diese Feststellung rechtfertigen ferner folgende Bestätigungen: Das wichtigste Bewegungsgelenk der Flosse ist das Ellenbogengelenk (6). Das Bewegen des Ellenbogengelenkes ist die Aufgabe des M. anconeus (er entspringt teilweise von der Scapula) und des M. coraco-brachialis, welcher, wie vorher erwähnt wurde, vom hinteren Rande des Coracoids entspringt. Dieser Muskel ist der längste unter sämtlichen Brustgürtelmuskeln.

Eine derartige Bedeutung der Muskellänge hat Versluys (7) in seiner Arbeit betont, wo er die Entwicklung der Schläfengrube erörterte. Er hat bestätigt, daß bei dem Diapsidatyp mit zwei Duchbrechungen des Schläfendaches die obere Durchbrechung an der Stelle der Intertemporale stattfindet; bei den synapsidartigen Theromora findet sich dagegen nur eine einzige Durchbrechung und diese liegt zwischen den beiden Durchbrechungen des Diapsidtypus, also unter der oberen Durchbrechung. Und zwar liegt diese Stelle an der Naht zwischen Squamosum und Orbitale. Diese verschiedenen Durchbrechungen hängen mit der Länge des Schläfenmuskels, M. temporalis, zusammen, welcher von der Schläfengrube entspringt. Die Diapsida können mit den verlängerten Muskeln das verlängerte Maul schnell schließen und öffnen, was ihnen ermöglicht, die beweglichen Beutetiere zu erhaschen. Die Theromora ernähren sich von größeren Tieren und hier kommt es weniger auf die Geschwindigkeit, als auf größere Kraftentwicklung an; dementsprechend entwickelt sich hier ein kräftiger M. pterigo-mandibularis.

In den vorhergehenden Zeilen haben wir festgestellt, daß der Schultergürtel der Wassertiere gewisse Veränderungen aufweist und nachdem wir beobachtet haben, daß die beständig im Wasser lebenden Tiere besser und schneller schwimmen, als die Sumpftiere, haben wir bei der Erklärung der Anpassung betont, daß bei diesen das Ziel die größere Geschwindigkeit war. Ferner haben wir die mechanische Ursache erörtert, um zu erklären, weshalb die Anpassung den eben dargelegten Weg einschlug.

Nun wollen wir den Grundmotiv der Anpassung, den biologischen Faktor, besprechen, d. h. die Frage beantworten: Warum die beschleunigte Bewegungsart notwendig wurde. Als Beispiel erwähne ich *Chelone mydas*, welche in den verschiedenen Meerestiefen mit großer Kraft, Geschwindigkeit und Ausdauer schwimmt. Es ist unnötig, eingehender zu besprechen, daß sie vor Feinden fliehen muß. Im Folgenden wollen wir aber ihren Nahrungserwerb erörtern. Es ist bei Wasserschildkröten sehr schwer zu beobachten, woraus ihre Nahrung besteht. Den wenigen uns zu Gebote stehenden Angaben nach soll sich *Chelone mydas* einer gemischten Nahrung bedienen, sie bevorzugt aber das Fleisch, wie das die in Gefangenschaft gehaltene

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

Tiere beweisen.[15] Auf ihrer Speisekarte finden wir auch Fische und um diese fangen zu können, muß sie eine große Schwimmfertigkeit und Geschwindigkeit erreichen. Ich erwähne ferner, daß *Chelone imbricata* auch auf der Hochsee lebt. Ihre Nahrung besteht hauptsächlich aus Fischen. Von der Lebensweise der oben erwähnten rezenten Schildkröten können wir mit Recht schließen, daß *Archelon ischiros* aus der oberen Kreide eine ähnliche Lebensweise führte, daß sie im Hauptprinzip die oben aufgezählten Charakterzüge aufweist. *Emys* verhält sich vom Gesichtspunkte der Ernährung und der Verteidigung vollkommen anders. *Emys* lebt im Sumpf und kann ihren Kopf unter den Panzer ziehen, um sich zu verteidigen. Angesichts des Feindes verbirgt sie sich also im Panzer, welcher, wenn auch nicht so vollständig wie bei *Testudo* (8), einen Schutz bietet und sie nicht nötigt, durch die Geschwindigkeit des Fliehens dem Feinde zu entkommen. Die Nahrung besteht hier hauptsächlich aus Schnecken und Würmern. Diese kann sie sich auch ohne schnelle Bewegungen erwerben.

Nun will ich noch von der genetischen Reihefolge der Umgestaltung der Skelettstruktur sprechen. Bei der Sumpfschildkröte *(Emys, Clemmys)* ist, wie vorher erwähnt, das Coracoid verlängert und steht näher zu dem Coracoid der Meeresschildkröten, aber die Arme sind noch kurz, zeigen also eine Ähnlichkeit mit dem Landtypus. Diese Tatsache zeigt mit aller Deutlichkeit, daß, als die Landtiere vom Landleben zum Wasserleben übergingen, sie zuerst das lange Coracoid und demnächst die flossenartigen Ruderextremitäten erwarben. Wir stehen demnach hier einer mediolateralen Anpassung gegenüber. Diese Reihenfolge der Anpassung folgt auch aus den vorhergehenden Besprechungen. Die großgewachsenen Ruderflächen können ja ohne entsprechend mächtige Muskeln nicht bewegt werden.

Diese Erörterungen haben mich zu der Frage geführt, weshalb die große Lauffertigkeit aufweisenden Tiere schlank sind. Die Ergebnisse der Untersuchungen Watsons (3) erklären uns, daß der schlanke Leib und die langen Füße den Schwerpunkt des Tieres in die Mittellinie des Körpers stabilisieren. Dadurch muß der Körper nicht bei jedem Schritt rechts und links watscheln, um das Gleichgewicht zu bewahren. Dadurch erspart es Energie und gewisse Muskeln werden überflüssig. Die andere Bedeutung der verlängerten Extremitäten besteht darin, daß sie auf Grund des Hebelprinzips die schnelle Bewegung ermöglichen.

Zum Schlusse fasse ich meine Ergebnisse in zwei Punkte zusammen:

1. Die verlängerten Knochen, beziehungsweise Muskeln ermöglichen eine größere Arbeitsleistung neben kleinerer Kraft, ebenso wie am Hebel: je länger der Arm, umso kleiner die Kraft, welche zur Aufrechterhaltung des Gleichgewichts nötig ist.

---

[15] Herr Despott, Curator des Museums von Malta, war so gefällig, mir brieflich mitzuteilen, daß von ihm in Gefangenschaft gehaltene *Chelone mydas* das Fleisch bevorzugte.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

2. Die Lokomotionsorgane der Wassertiere erreichen eine vergrößerte Oberfläche, weil, wenn diese einen Druck auf das Wasser ausüben, mit kleinerer Kraft eine größere Arbeitsleistung erreicht wird, als mit einer kleineren Oberfläche. Somit müssen wir die Oberflächenvergrößerung der Extremitäten mit Pascals Prinzip erklären.

Zitierte Literatur.

(1) Wieland, G. R.: Revision of the Protostegidae (American Journal of Science 1909. Vol. XXVII, p. 118).

(2) Fürbringer: Vergleichende Anatomie der Schultermusceln. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1874. 8. neue Folge I.

(3) Watson, D. M. S.: The Evolution of the Shoulder girdle and Forelimb. Journal of Anatomy, London 1917, p. 22.

(4) Case, E. C.: *Toxochelis*. The Univ. geol. Survey of Kansas. Paleontology. Part VI. Topeka 1898.

(5) Abel, O.: Das Skelett der Eurhinodelphiden aus dem oberen Miozän von Antwerpen. Memoires du Museé Royal D'Histoire de Belgique. Memoire No. 48, 1931, p. 315.

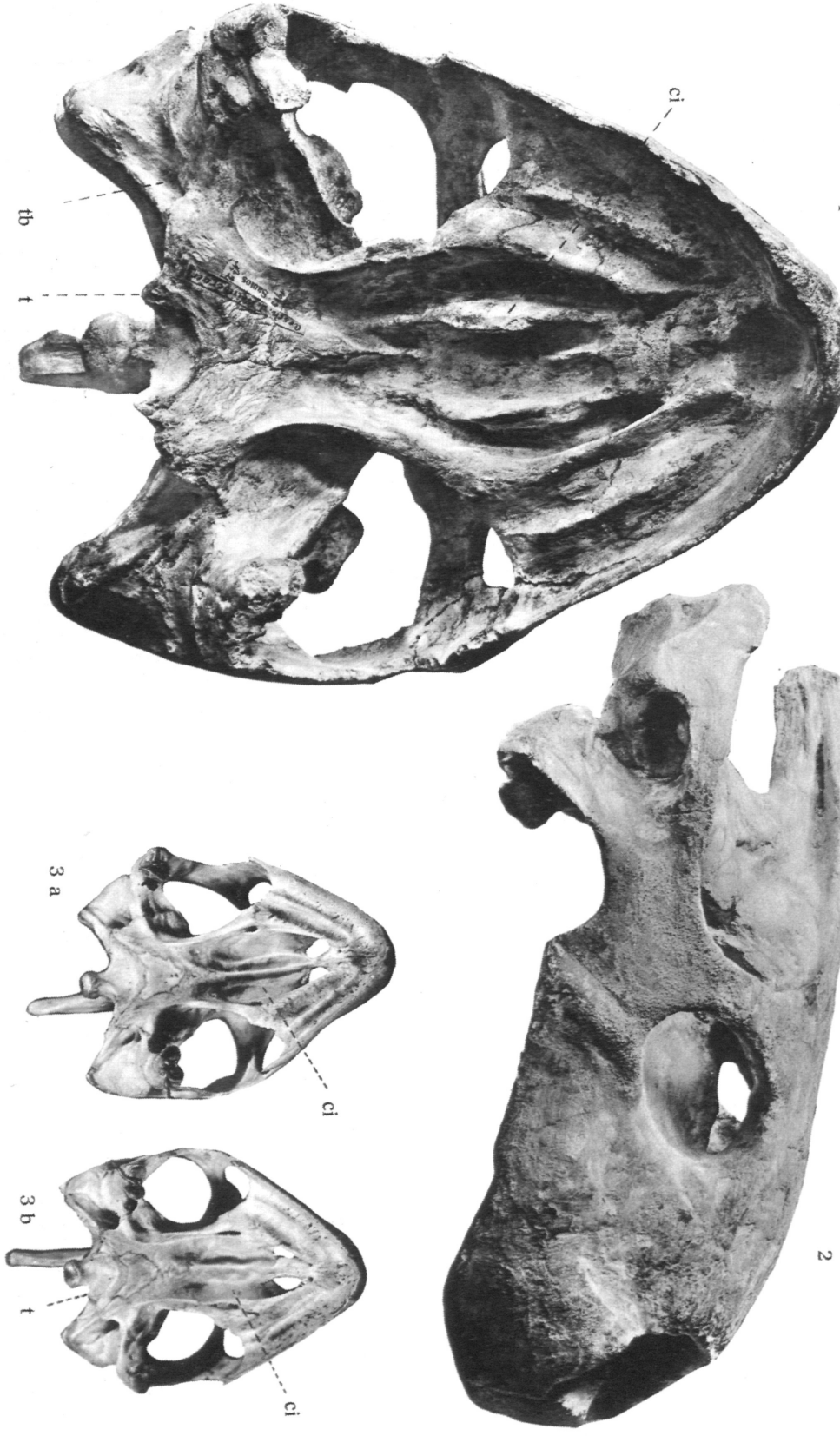
(6) Versluys, J, J. E. W. Ihle, P. N. van Kampen, H. F. Nierstrasz: Vergleichende Anat. der Wirbeltiere. Berlin, 1927, p. 196.

(7) Versluys, J.: Über die Philogenie der Schläfengruben und Jochbogen bei den Reptilia (Sitzungsb. der Heidelberger Akademie der Wiss. Math.-naturw. Klasse. Abt. B. Biol. Wiss. 1919. 13. Abh. Heidelberg).

(8) Szalai, T.: Bionomische und methodologisch-systematische Untersuchungen an rezenten und fossilen Testudinaten. Paleobiologica, B. III. 1930.

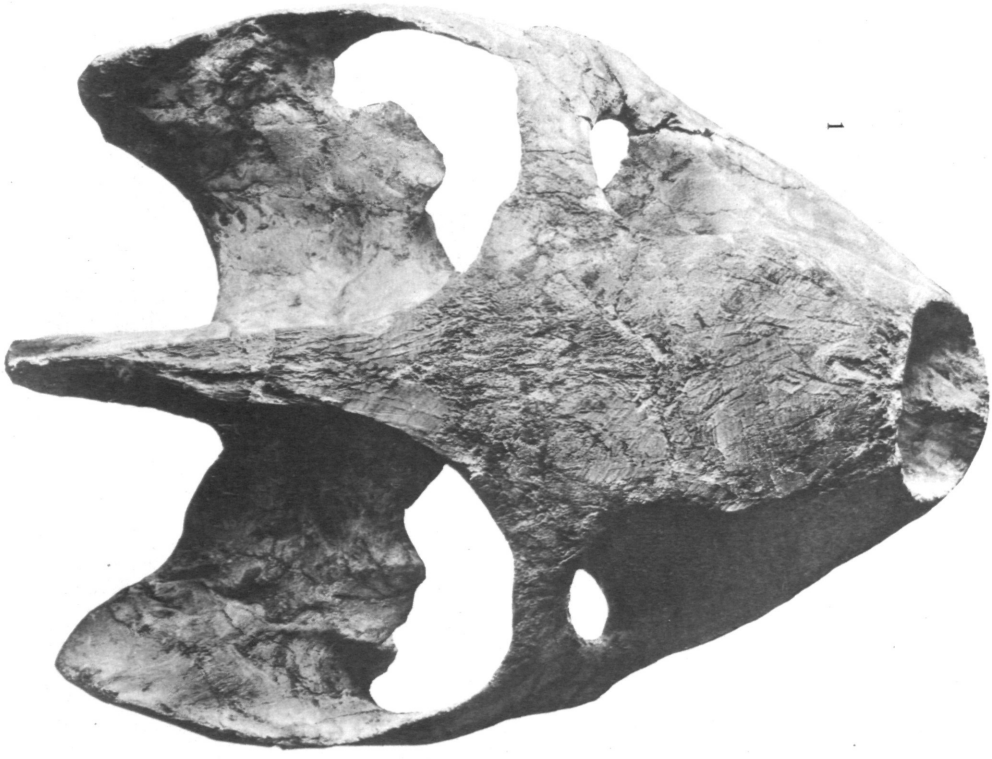
©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at



©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at



1

3

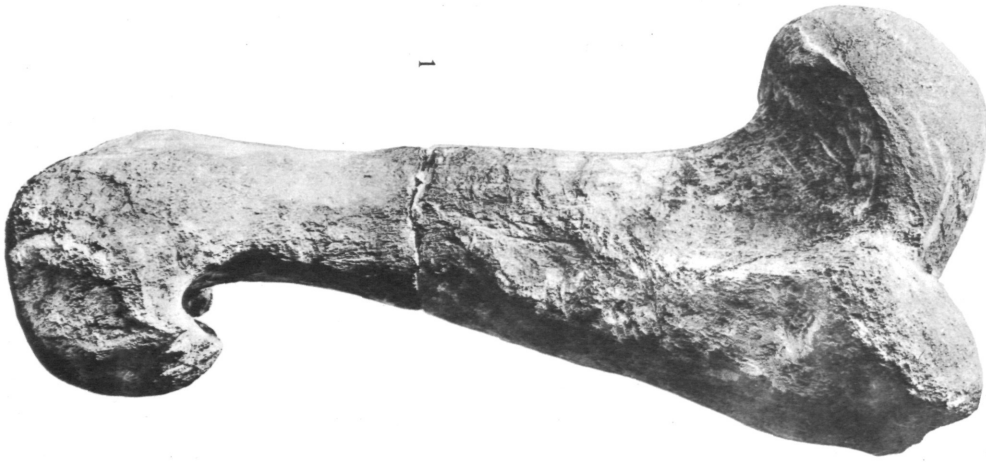
2

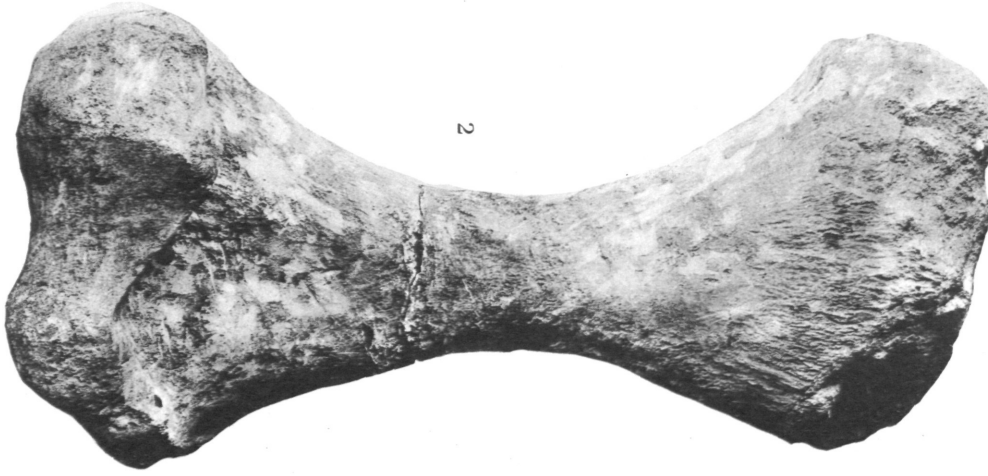
Phot. SZALAI et PIA.

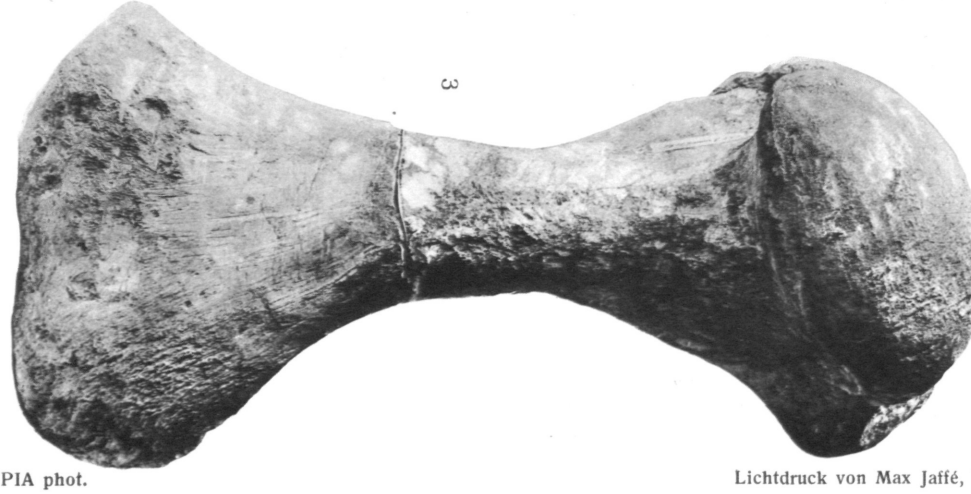
Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at

©Naturhistorisches Museum Wien, download unter www.biologiezentrum.at







PIA phot. Lichtdruck von Max Jaffé, Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien

Jahr/Year: 1932-33

Band/Volume: 46

Autor(en)/Author(s): Szalai Tibor

Artikel/Article: Schildkrötenstudien. (Tafel V-VII) 153-163