

# Beiträge zur Kenntnis der Muskulatur des Schultergürtels und der Vorderextremität bei Zahn- und Bartenwalen.

Von

Dr. Stefan Sterling (Warschau).

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität Breslau.)

Hierzu Tafel 24 und 4 Figuren im Text.

Als klassisches Beispiel einer Konvergenzerscheinung kann die Umbildung der Vorderextremität zur Flosse bei fossilen Plesio- und Ichthyosauriern und bei lebenden Barten- und Zahnwalen angeführt werden. Bei diesen verschiedenen Tiergruppen, deren Vorfahren auf dem Lande lebten, haben, wie KÜKENTHAL gezeigt hat (1901), dieselben Gesetze der Anpassung an das Wasserleben ungefähr zu demselben Typus der Flosse geführt. Der Grad der Umbildung ist, natürlich, abhängig von der Dauer der Anpassung: je länger eine Tiergruppe sich an das neue Milieu anpassen mußte, desto größere Veränderungen wird man an der Extremität beobachten können. So ist auch bei Plesiosauriern, die im Lias aufgefunden sind, die Veränderung der Flosse geringer, als bei den Ichthyosauriern, die wir als typische Wasserbewohner durch mehrere Epochen der Erdgeschichte (Trias, Jura bis Kreide) verfolgen können und deren Vorderextremität deshalb auch eine viel größere Umbildung erlitten hat. Dieselbe Erscheinung würde mehr für die jetzt lebenden sogenannten „Cetomorphen“ gelten, nur muß man hier noch die Verschiedenheit der Lebensweise in Abrechnung bringen.

Bei den Sirenen, die noch heute von manchen Zoologen fälschlich mit den Walen zusammengestellt und zu den „Cetomorphen“ gerechnet werden, steht der Bau der Scapula viel näher dem der Pinnipedier, als dem der eigentlichen fleischfressenden Cetaceen (was nichts anderes als eine Konvergenzerscheinung ist), und zwar

hat die Scapula der Sirenen eine ebenso stark entwickelte Spina, wie z. B. *Trichechus* und *Phoca*, es ragt sogar das Acromion stärker hervor, als bei genannten Pinnipediern, welche — wie bekannt — eine ganz typische Carnivoreuscapula besitzen. Auch die Muskulatur des Ober- und Unterarmes ist im allgemeinen beibehalten; sogar an der Hand finden wir — abgesehen von solchen Muskeln, wie *Mm. extensor et flexor pollicis*, *Mm. flexor et abductor digiti quinti* — die Interossei, was uns zur Genüge beweisen soll, daß die Anpassung nicht weit gegangen ist, daß alle Merkmale der ursprünglichen Säugerextremität noch beibehalten bleiben und daß schließlich nur das Äußere der Extremität an die „Flosse“ denken läßt, während der innere Bau gar nicht dem äußeren Aussehen entspricht. Auch die Stellung der Knochen und die Gelenkartikulation ist eine ganz andere als bei Cetaceen und erinnert deutlich an die Verhältnisse bei den Pinnipediern.

Diese relativ geringe Umbildung bei Sirenen erklärt sich durch die Lebensweise der Tiere, die teils das Litoral des Meeres, teils Flußufer bewohnen und sich von verschiedenen Wasserpflanzen nähren, weshalb sie nur sehr geringe Bewegungen auszuführen brauchen.

Ganz anders verhält es sich aber bei den sich von Tieren ernährenden Cetaceen, die das offene Meer bewohnen und bei dem ständigen Aufenthalt im Wasser auch schnelle Bewegungen ausüben müssen. Die Funktion der Fortbewegung hat hauptsächlich der zu einer Schwanzflosse verbreiterte Schwanz übernommen. Die Vorderextremitäten haben dagegen ihre Beschaffenheit als Bewegungsorgane verloren und dienen nicht mehr als solche, sondern vielmehr als eigentliche Steuer. Dazu mußte aber die ganze Extremität tiefgreifenden Veränderungen unterliegen, was tatsächlich auch der Fall ist. Auf Veranlassung von Herrn Prof. KÜKENTHAL habe ich eine Untersuchung an Bau und Funktion einiger Walflossen vorgenommen, wozu mir Material aus dem Breslauer Zoologischen Institut und der Privatsammlung von Herrn Prof. KÜKENTHAL zur Verfügung gestellt wurde.

Bei den Cetaceen ist die Scapula eine dreiseitige mehr breite als hohe Platte mit konvexen oberen und geraden oder schwach konkaven Seitenrändern geworden — was aber am meisten in die Augen springt, ist das Fehlen der eigentlichen Spina, welches Merkmal die Cetaceen vor den anderen Säugetieren auszeichnet. Wo der Grat als eine sehr unbedeutende Knochenleiste beibehalten ist, kann man noch von einer *Fossa supraspinata* sprechen, sonst

stellt alles eine große Fläche dar, die auf der Außenseite mit einem hakenförmigen Acromion, das über dem Vorderrande hervortritt, und mit einem Proc. coracoideus, der an demselben Rande über die Gelenkfläche nach innen sich wendet, versehen ist. Gewöhnlich sind die beiden Fortsätze ziemlich lang (Delphinapterus, Monodon, Globiocephalus u. a.), bei einigen Formen wird aber der Proc. corac. ganz klein (*Balaenoptera rostrata*) oder kann sogar fast verschwinden (*Platanista gangetica*); ja, dieser Rückbildungsprozeß soll sogar noch weiter gehen; so sagt ESCHRICHT (5): „Durchaus abweichend zeigt sich . . . das Schulterblatt des Kerporkaks dadurch, daß das Acromion und der Proc. coracoideus, welche sonst bei den Cetaceen überhaupt so lang zu sein pflegen, hier ganz fehlen oder nur durch sehr schwache Hervorragungen angedeutet sind.“ — Da die Grate überhaupt nur da gebildet werden, wo sie als Stützgrundlage zum Ansetzen großer, starker Muskeln dienen, so ist leicht einzusehen, daß diese Rückbildung der Spina auch mit weitgehenden Reduktionen der Muskulatur im engsten Zusammenhange bleibt. Das Schultergelenk hat seine Artikulation beibehalten, wenn auch in etwas modifizierter Weise, was durch die Stellung der Flosse und durch das Zusammenschmelzen der beiden Tubercula zu einem großen nach innen gelegenen Höcker verursacht wird. — Ober- und Unterarm sind sehr verkürzt, besonders der Humerus, welcher sogar bis zur Hälfte des Unterarmes verkleinert sein kann. Radius und Ulna sind abgeplattet, verlaufen parallel zueinander und ganz nebeneinander, fast ohne Spatium interosseum, ohne irgendwelche Spuren einer Kreuzung; bei der Ulna sieht ein ziemlich gut entwickeltes Olecranon nach außen medianwärts, da — wie betont wurde — Ober- und Unterarmknochen in einer Achse stehen, wodurch die ganze Extremität noch flossenähnlicher wird. Durch die große Verkürzung des Humerus, die am stärksten bei Delphinen hervortritt (so, daß die Länge des ganzen Oberarms seiner Breite und Dicke ungefähr gleich ist), wie auch durch die Abplattung dieses Knochens, sowie der Knochen des Unterarms sind deren mit Mark erfüllte Höhlen verschwunden, wodurch sie an Festigkeit gewonnen haben. — Wenn man noch zufügt, daß die Gelenke zwischen allen Knochen, die den Ober- und Unterarm bilden und die der Hand (incl. Phalangen) gehören, überhaupt ihre Funktion aufgegeben haben, dann wird es klar, daß die ganze vordere Extremität sich in eine fast starre, in sich selbst unbewegliche dreieckige Platte umgewandelt hat, die durch die einsetzende Hyperphalangie sich immer mehr und mehr

der Fischflosse nähert. Hand in Hand mit dieser Umbildung des Knochensystems der Vorderextremität und dem Ausbleiben besonderer Bewegungsfunktionen mußten auch die den entsprechenden Knochen anliegenden Muskeln obliterieren. Und tatsächlich sind bei den Zahnwalen vom Oberarm bis an die Spitze der Flosse alle Muskeln rückgebildet; dagegen sind die Sehnen in sehr starker Ausbildung, als feste elastische Bänder geblieben, um die vermehrten kleinen Skeletteile an den Fingern zusammenzuhalten, was bei dem starken Wasserdrucke von größter Bedeutung ist. Kurzum, durch alle diese angeführten Veränderungen — die im großen und ganzen als Rückbildungen aufzufassen sind — hat sich die Vorderextremität der Zahnwale in eine dreieckige Flosse umgewandelt, welche nicht der Funktion der Fortbewegung, sondern ausschließlich zum Steuern dient. Dagegen funktioniert als Lokomotionsorgan, wie schon oben angeführt wurde, die große Schwanzflosse, die mit mächtigen Schlägen das Tier vorwärts treibt. Die Vorderextremität, die wir von nun an mit dem Wort „Steuer“ oder „Brustflosse“ bezeichnen wollen, muß also den Druck der beim Schwimmen durchschnittenen Wassermassen ertragen; um also diesen Druck möglichst zu vermindern und die Schnelligkeit zu vergrößern, muß sich dieses Steuer, wenn es nicht gebraucht wird, möglichst nahe dem Körper anlegen. Im Falle aber, wo es sich um die Verlangsamung der Bewegung, Richtungsänderung oder vielleicht auch um momentanes Stehenbleiben handelt, muß sich das Steuer möglichst senkrecht zum ganzen Körper stellen. Selbstverständlich kann der Wal auch durch mehr senkrechte Stellung der rechten oder der linken Brustflosse nach rechts oder nach links steuern und so hat die Vorderextremität die Aufgabe, sowohl als Steuer, wie als Organ zur Erhaltung des Gleichgewichts zu dienen.

Diese Tätigkeit wird durch die verschiedenen Muskeln verursacht, die ich an einem erwachsenen Exemplar von *Phocaena comm.* und an den Flossen von *Delphinus delphis* und *Delph. tursio* genauer verfolgt habe. Diese Muskeln wollen wir hier näher besprechen.

Was den *Panniculus carnosus* anbetrifft, welcher bei Cetaceen stark ausgebildet ist, so soll hier nur der Teil erwähnt werden, der von der Bauchfläche kommend sich mit einzelnen Bündeln an der Basis des Oberarms befestigt und gemeinsam mit dem *Pectoralis* zur Adduktion, die im allgemeinen verhältnismäßig gering ist, dient (Fig. 2, 4).

Mit Rückbildungen bei Knochen haben — wie erwähnt — auch die von Muskeln stattgefunden. Es ist — neben einem ganz rudimentären *Triceps* — nur ein einziges dünnes Muskelbündel geblieben, das mit den obliterierten Fasern des erwähnten Muskels, mit dem Ansatz des *Pannic. carn.* und mit dem Ansatz des *Pectoralis* die „Achselhöhle“ zum Teil ausfüllt. Dieses Bündel (Fig. 3) entspringt vom *Olecranon* und inseriert am ulnaren *Carpus*, so daß es vielleicht als obliterierter *Flexor carpi ulnaris*<sup>1)</sup> aufzufassen wäre. Wenn er überhaupt eine Funktion hat — was natürlich wegen seiner Kleinheit schwer zu entscheiden ist — besteht diese in einer Medianwärtsrotation der hinteren Wölbung der Flosse (= 5. Finger).

Da wir an der *Scapula* keine *Spina* mehr finden, so ist auch der *Musc. trapezius* verschwunden; bei *Manatus* (Sirenen) existiert er noch, aber infolge der geringen Länge des Halses ist er verkürzt.

Die uns hier interessierenden Muskeln sind also folgende:

*Musculus rhomboideus* (Fig. 1). Einheitlich, dünn; kommt von Brustwirbeln und inseriert am vertebralen Rande des Schulterblattes.

Daß er einheitlich ist, geben auch *MURIE* bei *Globiocephalus*, *Lagenorhynchus* und *Phocaena*, *MECKEL*, *FLOWER* bei *Phocaena* usw. an, während *RAPP* und *STANNIUS* unterscheiden zwischen *Rhomboid. superior* und *inferior*. — Wegen seiner geringen Dicke hat er wahrscheinlich keinen großen Einfluß auf die Bewegung. Er zieht die ganze Extremität medianwärts und etwas nach oben.

*Musculus levator anguli scapulae* (Fig. 1) ist dünn, klein, entspringt vom *Proc. transv.* des *Atlas* (*RAPP*, *MURIE*) und befestigt sich am *Angulus medialis* (d. h. am oberen Winkel) der *Scapula* [„diminutive“ bei *Globiocephalus*, „triflingly in other Cete“ (*MURIE*)]. — Wie schon der Name sagt, soll er das Schulterblatt — also indirekt die ganze Extremität — heben und dabei auch ein wenig nach vorne ziehen; doch kann seine Wirkung überhaupt nur eine geringe sein.

1) Es ist wahrscheinlich der Muskel, den *MURIE* bei *Globiocephalus melas* als „diminutive triceps“ bezeichnet hat mit „two heads of origin“, aber „single in *Phocaena*, *Grampus* and *Lagenorhynchus*“. *MURIE* gibt nur seinen Ursprung an, sagt aber nichts über die Insertion und aus der Zeichnung (Pl. 37, Fig. 70) ersieht man deutlich, daß der Muskel am 5. Finger inseriert, was bei *Triceps* noch niemals beobachtet wurde.

*M. serratus anterior* (Fig. 1) entspringt von den oberen Rippen und inseriert am Knorpel des Ang. inferior scap. Zieht die Scapula nach hinten und dreht den vorderen (Radius-)Teil ein wenig nach außen und oben.

*M. latissimus dorsi* (Fig. 1, 2) kommt, als sehr langer,

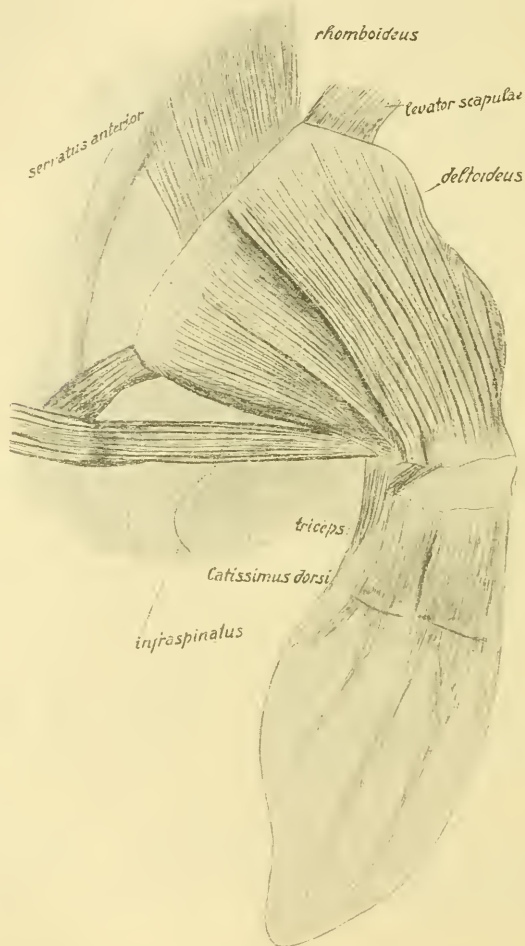


Fig. 1. *Phocaena communis*. Rechte Extremität von außen gesehen.

schmaler Muskel mit drei Zacken von der 4.—6. Rippe und befestigt sie am hinteren Rande des Oberarms. Er zieht die ganze Flosse nach rückwärts und medianwärts und ist physiologisch besonders wichtig, wenn er mit dem

*M. pectoralis* (Fig. 2, 4) zusammenwirkt. Der Name „*pectoralis*“ ist hier nur ein Sammelbegriff, da wir diesen Muskel in einige eigentliche Portionen teilen könnten, nämlich:

1) in den *M. costohumeralis* (Ursprung: Sternalteil der ersten Rippe — Ansatz: Tuberculum des Humerus),

2) in den *M. pectoralis minor*, d. h. eine tiefe, vom vorderen Sternumteile entspringende Portion vom eigentlichen

3) *M. pectoralis maior*, der, von der äußeren Fläche des Brustbeins kommend, am hinteren Rande mit dem *Panniculus carnos.* in Verbindung tritt und am distalen Ende des Humerus (vielleicht teilweise sogar am proximalen Ulnateile) inseriert.

Aber alle diese Teile sind so zu einem Muskel zusammengeschmolzen, daß eine Trennung unnötig ist, da sie auch physiologisch gemeinsam wirken. — Hauptsächlich dem dritten Teile, welcher einen starken, gut entwickelten Muskel darstellt, muß man — besonders, wenn er gemeinsam mit dem *Latiss. dorsi* wirkt — eine Rückwärts- und Medianwärtsziehung zuschreiben. Natürlich, kommt dabei auch Adduktion in Betracht, bei der auch die beiden anderen Portionen des *Pectoralis* sich beteiligen; da sie aber schwache dünne Gebilde darstellen, so scheint auch diese Adduktionsbewegung ziemlich gering zu sein.

Wenn wir noch einen ganz dünnen, gewöhnlich vom Hinterhaupt entspringenden, an der vorderen Fläche des Tuberculum hum. inserierenden Muskel [*M. cephalo-humeralis* (RAPP), *M. occipito-(mastoideo-)humeralis* (HUXLEY), „combined occipital-trapezius, cleido-mastoid and clavicular deltoid, fused in a humero-mastoid“ (MACALISTER) etc.] erwähnen, der die Flosse nach vorne an den Kopf zieht, so haben wir alle Muskeln, welche die vordere Extremität mit dem zu ihr gehörenden Schulterblatt in Bewegung bringen können, aufgezählt.



Fig. 2. *Phocaena communis*. Rechte Flosse von unten gesehen.

Wenn wir die Funktionen aller dieser Muskeln noch einmal ganz kurz übersehen wollen, so können wir sie in zwei Gruppen teilen, von denen die eine (Pannicul. carn., Latiss. dorsi, Pectoralisgruppe) zur Adduktion und zum Einwärtsrotieren dient, während die zweite (alle anderen oben angeführten Muskeln) zur Abduktion und zum Auswärtsrotieren dient und dabei den Muskeln des Schulterblattes behilflich ist, die dieselbe Funktion ausüben.

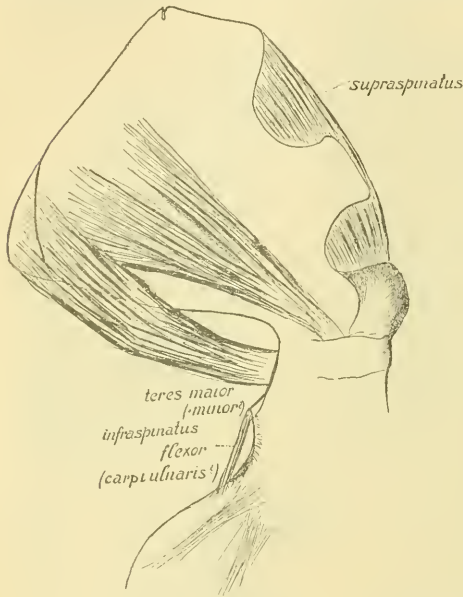


Fig. 3. *Phocaena communis*. Rechtes Schulterblatt von außen gesehen.

An der Scapula selbst kommen folgende Abduktoren in Betracht:

ein sehr stark entwickelter, die ganze vordere äußere Fläche der Scapula bedeckender und von ihr entspringender

*Musc. deltoideus* (Fig. 1). Er inseriert mit starker Sehne an der vorderen äußeren Fläche des Oberarms und dreht deswegen die Flosse bis zur Querstellung, so daß der Radiusteil ganz senkrecht zur Oberfläche des Körpers, aber parallel zur Wasserfläche sich befinden kann. — Diese Funktion kommt ihm gemeinsam mit dem

*Musc. supraspinatus* (Fig. 3, 4) (füllt die Fossa supraspinata — Ansatz am unteren und äußeren Ende des Humeruskopfes), und mit dem kleinen

*M. coraco-brachialis* (Fig. 4) (Ursprung: Proc. corac. — Ansatz: Tuberculum humeri) zu. — Auch der

*Musc. infraspinatus* (Fig. 3) (vom unteren Teile der bei Cetaceen sehr großen Fossa infraspinata zur oberen und lateralen Fläche des Tuberc. hum.) rollt die Flosse auswärts und etwas nach oben. — Sogar der vordere Teil des großen

*M. subscapularis* (Fig. 4) (füllt die innere Fläche der Scapula und inseriert am Tuberc. hum.) kann ein wenig die



Flosse nach außen drehen, während der größere hintere Teil — und wahrscheinlich auch der ganze Muskel — medianwärts die Flosse anziehen kann. Schließlich zieht der

*M. teres maior* (*minor*?) [Fig. 3] (Ursprung: vom *Labr. cartil.* der *Scap.* und von der unteren Fläche der *Scap.* — Ansatz: gemeinsam mit *Latiss. dorsi* am hinteren Rande des *Humerus*) die Flosse nach rückwärts und rollt sie medianwärts nach innen.

Aus alledem sehen wir, daß die ganze Muskulatur des Schulterblattes hauptsächlich zum Zwecke der Abduktion, eventuell des Auswärtsrotierens dienen soll, und zwar werden ihr auch die Muskeln der zweiten, oben angeführten Gruppe (*Mm. rhomboideus*,

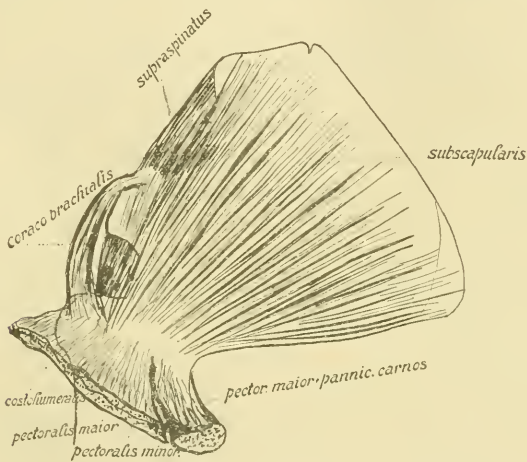


Fig. 4. *Phocaena communis*. Rechtes Schulterblatt von innen gesehen.

*levat. ang. scap.*, *serratus anterior*, *cephalo-humeralis*) gute Hilfe leisten. Auf dieser Art der Bewegung basiert hauptsächlich die Funktion der Flosse; um bessere Exkursionen zu erlangen, hat sich das *Tuberculum humeri* mehr nach außen (*lateralwärts*), nach vorne und unten verschoben; von diesem Standpunkte aus wird es auch begreiflich, warum sich die Lage, wie wir sie bei den Embryonen sehen, nachher — beim selbständigen Leben der erwachsenen Tiere — ändern mußte. Bei den Embryonen liegt die Flosse vertikal, d. h. dem Körper anliegend, so daß der *Radius* nach unten sieht (*Tuberc. hum.* mehr nach innen, medianwärts und nach oben); das ist wahrscheinlich für den im mütterlichen Leibe sich befindenden Embryo die bequemste Lage. Künstliche Versuche, die ich an einem Embryo anstellte, haben nachgewiesen,

daß die Muskelwirkung — wegen der ursprünglichen Stellung des Tuberc. humeri — nur eine geringe Exkursion nach vorne bedingen könnte (wie uns die Tafelfig. Ia zeigt). Also die Lage in dieser vertikalen Ebene könnte für das Tier kaum von großem Nutzen sein, da es weder für die Gleichgewichtserhaltung noch zum Steuern nach links oder rechts von Wichtigkeit wäre. Dagegen ist die Stellung, welche die Flosse bei erwachsenen Tieren einnimmt (Tafelfig. Ib), nämlich, daß sie sich mit ihrer Fläche gewissermaßen senkrecht zur Oberfläche des übrigen Körpers stellt, d. h. der Radius sich nach außen, horizontal, parallel der Körperoberfläche befindet, für die Tiere sehr nützlich: die Flosse kann sich um ca.  $90^\circ$  nach vorne drehen, so daß sich der Radius in der immer senkrecht zur Oberfläche des Körpers stehenden Flosse auch senkrecht zu dieser Oberfläche einstellt (Tafelfig. Ic). — Und gerade diese senkrechte, quere Stellung kommt beim rapiden Stehenbleiben oder bei Verlangsamung der Geschwindigkeit beiderseits, beim Steuern nach links oder rechts wahrscheinlich nur einerseits zustande. — Die vollständige Adduktion ist kaum jemals nötig, da die Flossen immer auch zur Gleichgewichtserhaltung dienen; deswegen ist auch die Adduktionsmuskulatur weniger entwickelt und ist vielmehr zur regulatorischen Einrichtung der eigentlichen Abduktion, eventuell des Auswärts- und Vorwärtsrotierens bestimmt.

So verhält es sich bei den Zahnwalen. Ganz andere Verhältnisse findet man bei den Bartenwalen. Natürlich konnte ich meine Untersuchungen nicht an erwachsenen Tieren anstellen, sondern an Embryonen und an Skeletten erwachsener Exemplare, dabei benutzte ich auch die wenigen Angaben, die ich in der Literatur vorfand. Schon bei der Untersuchung der Vorderextremität der Zahnwale muß man zu dem Resultate gelangen, daß auch die Funktion der Extremität eine andere ist, als die der Flosse bei den Mysticeten. Bei Betrachtung des Skelettsystems bei *Balaenoptera physalus* L. (dessen embryonale Vorderextremität auf dem Röntgenogramm, Tafelfig. II, dargestellt ist) kann man beobachten, daß der Humerus auch bei erwachsenen Exemplaren, obwohl sehr verkürzt, fast des wichtigsten Teiles, nämlich des Tuberculum humeri entbehrt, welches in der Physiologie der Flosse eine so ungemein wichtige Rolle als Ansatzstelle vieler starker Muskeln spielt. Selbstverständlich muß das einen gewissen Einfluß auf die Funktionsänderung der Flosse haben, wie es sich aus folgendem ergeben wird. Die Knochen des Vorderarmes, wenn auch abgeplattet,

haben doch nicht eine solche Verkürzung erfahren, als die der Zahnwale, das Spatium interosseum ist bedeutend größer als in der Extremität der letzteren, was aber das Wichtigste ist: es sind noch die Ellenbogen- und Carpalgelenke, ja sogar teilweise das Metacarpalgelenk erhalten geblieben. Auf diese Weise hat die Extremität der Mysticeten verhältnismäßig mehr Säugetiermerkmale beibehalten; jedenfalls ist der Rückbildungsprozeß noch nicht so weit fortgeschritten, als bei den Zahnwalen. Das wird auch größtenteils schon durch die Lage der Flosse bewirkt, welche nicht in einer zur Körperoberfläche senkrechten Ebene, sondern unter einem spitzen Winkel liegt (d. h. also der Radiusteil senkt sich unter einem gewissen spitzen Winkel zur Wasseroberfläche) und deswegen nicht rückwärts gewendet ist. Die Flosse ist daher nicht sichelförmig gekrümmt, sondern gerade gerichtet, was von der größten Bedeutung für die Ausbildung der Vorderextremität ist. Bei den Baläniden, die eine etwas abgerundete Flosse besitzen, haben sich noch 5 Finger erhalten; bei den Balänopteriden dagegen, die eine gerade Flosse besitzen, ist der erste Finger geschwunden, wie es schon am Carpus eines größeren Embryo (siehe das Röntgenbild Tafelfig. II) zu beobachten ist; in den früheren Entwicklungsstadien läßt sich jedoch der Finger noch nachweisen.

Die veränderte Stellung der Extremität muß gleichfalls einen Einfluß auf die Hyperphalangie haben; sie ist nicht so bedeutend, wie bei den Zahnwalen, deren nach hinten gewendete Flosse eine größere Anzahl von Knochenelementen zur Folge hatte. Deswegen ist auch die Zahl der Karpalknochen bei Mysticeten normal, d. h. ebenso groß wie bei den anderen Säugern, während die Zahnwale bis zu 12 Karpalknochen besitzen (3 in der Proximalreihe + 5 in der Distalreihe + Pisiforme + Praepollex + Centrale, letzteres häufig doppelt). Kurzum, das Skelett der Flosse sowie ihre Stellung zum Körper unterscheidet sich bei den Bartenwalen ganz bedeutend von der Flosse der Zahnwale, besonders in bezug auf den verhältnismäßig geringen Grad der Rückbildung. Dasselbe läßt sich über die Muskulatur sagen. So sehen wir bei einem erwachsenen Tiere [*Balaenoptera rostrata* — nach CARTE-MACALISTER (2)] auf der dorsalen Seite der Extremität einen schwach entwickelten Extensor digitorum communis (Anfang: Spatium interosseum und Capitulum radii — Ansatz: mit 4 Sehnen an die Endphalangen jedes Fingers „sending a slight expansion into the sides of each of the proximal phalanges“). Bedeutend mehr Muskeln sind auf der ventralen Seite der Flosse erhalten geblieben, nämlich:

*Flexor carpi radialis* (Ursprung: auf der oberen Vorderfläche des Radius — Ansatz: an das Os metacarpale des ersten Fingers);

*Flexor digitorum communis*, liegt mehr einwärts als der vorige, entspringt vom Olecranon und Humerus, zieht mit 4 Sehnen zu der Endphalange jedes Fingers und sendet auf dem Wege „a slip to each of the intermediate phalanges“;

*M. palmaris longus* — sehr klein und schwer zu sehen (Ursprung — Olecranon, Ansatz: der 4. Metacarpalknochen) — schließlich

*Flexor carpi ulnaris* (Ursprung: innere Fläche des Olecranon — Ansatz: die innere Fläche des 4. Metacarpalknochens).

Auf dem Schulterblatt selbst können wir dieselben Muskeln, wie bei den Odontoceten unterscheiden; *Mm. supraspinatus*, *infraspinatus*, *subscapularis* und *coracobrachialis* inserieren ebenfalls am *Tuberculum humeri*. Aber das letztere, das gewöhnlich schwach entwickelt ist, wie es schon oben erwähnt wurde, liegt nach außen, d. h. gerade umgekehrt, wie bei den Odontoceten, bei denen es nach innen gewendet ist (also anders, als es gewöhnlich bei Säugern der Fall ist). Wenn auch die anderen Muskeln in derselben Weise wie bei den Zahnwalen funktionieren, so können wir unter Berücksichtigung jener Lage des *Tuberculum*, die eine andere Funktion der an dem letzteren befestigten Muskeln, besonders des *M. deltoideus* bewirkt, schließen, daß die Flosse der Bartenwale hauptsächlich als Gleichgewichtsorgan dient. Wir haben es hier nicht mehr mit einer so vollkommenen dreiseitigen Platte, wie bei den Odontoceten zu tun; eine derartige Flosse könnte infolge der Anwesenheit von Gelenken keine Rotationsbewegungen ausführen; sie kann nur durch die andere Lage der ganzen Extremität, sowie des *Tuberc. humeri* (eventuell durch eine andere Funktion der an letzterem angehefteten Muskeln) sich heben oder senken. Je nach der Annäherung oder Entfernung der Flosse vom Körper vergrößert oder vermindert sich der Winkel zwischen ihr und der Körperoberfläche. Für größere, stärkere Bewegungen dient die Muskulatur des Schulterblattes und die zu ihm ziehenden Muskeln; für kleine, unbedeutende — wahrscheinlich die Muskeln der Flosse selbst.

Nach genauerer Betrachtung also der Vorderextremität der Zahn- und Bartenwale sowie der Funktion der Flosse, kommen wir zum Schluß, daß wir bei der Ausbildung der Flosse dieser

Gruppen viel mehr mit der Konvergenzerscheinung, als mit einer genetischen Verwandtschaft zu tun haben. Bei dem Vergleich der Flossen miteinander müssen wir zu dem Resultate gelangen, daß der Typus der Flosse bei Odontoceten sich von dem Typus der Säugerextremität weiter entfernt, als die Flosse der Mysticeten, daß also auch die Zahnwale von Säugern abstammen müssen, die in früheren geologischen Epochen vorkamen, als die Vorfahren der Bartenwale. So findet die diphyletische Theorie KÜKENTHALS im Baue der Vorderextremität sowie ihrer physiologischen Funktion eine Stütze.

---

### Literaturverzeichnis.

- 1) BRONNS Klassen und Ordnungen des Tierreiches, Bd. VI, GIEBEL, E. G. und LECHE, W., Mammalia. 1900.
  - 2) CARTE, ALEX. and MACALISTER, ALEX., On the Anatomy of Balaenoptera rostrata. Philosoph. Transact., 1868.
  - 3) DÉLAGE, YVES, Histoire du Balaenoptera musculus etc. Poitiers 1886.
  - 4) EIMER, THEOD., Vergleichend-anatomisch-physiologische Untersuchungen über das Skelett der Wirbeltiere. Leipzig 1901.
  - 5) ESCHRICHT, DANIEL FRIEDRICH, Zoologisch-anatomisch-physiol. Untersuchungen über die nordischen Wallthiere. Leipzig 1849.
  - 6) FLOWER, WILH. H., Einleitung in die Osteologie der Säugetiere. Leipzig 1888.
  - 7) KÜKENTHAL, WILLY, Ueber die Anpassung von Säugetieren an das Leben im Wasser. Zool. Jahrb., Bd. V, 1891.
  - 8) — Vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an Walthieren, Bd. II, Jena 1893.
  - 9) — Die Wale der Arctis. Fauna Arctica, Bd. I, 1900.
  - 10) MURIE, JAMES, On the Form and Structure of the Manatee (*Manatus americanus*). Transact. of the Zool. Society of London, Vol. VIII, 1874.
  - 11) — On the Organization of the Caaing Whale (*Globiocephalus melas*). Ibidem, Vol. VIII, 1874.
  - 12) RACOVITZA, G. ÉMILE, Cétacés, 1902.
  - 13) RAPP, WILHELM, Die Cetaceen, 1837.
  - 14) STRUTHERS, J., Account of rudiment fingermuscles in Hyperoodon. Journ. Anat. and Physiol., 1874.
-

### Erklärung der Tafelfiguren.

---

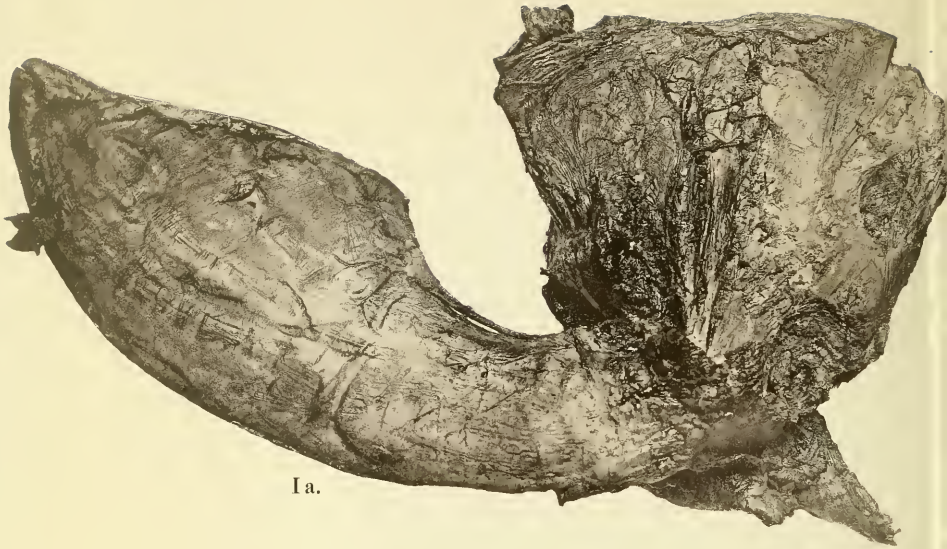
Tafel 24.

Fig. Ia. Lage der Flosse beim Embryo, von der Seite gesehen.

Fig. Ib. Lage der Flosse beim erwachsenen Tiere, von der Seite gesehen.

Fig. Ic. Lage der Flosse beim erwachsenen Tiere bei der Auswärtsrotation um ca.  $90^{\circ}$ , von oben gesehen.

Fig. II. Röntgenbild der Vorderextremität eines Embryo von *Balaenoptera physalus* von 138,8 cm Länge.



I a.



I b.



Ic.



II.







Ia.



Ib.



Ic.



II.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [NF\\_39](#)

Autor(en)/Author(s): Sterling Stefan

Artikel/Article: [Beiträge zur Kenntnis der Muskulatur des Schultergürtels und der Vorderextremität bei Zahn- und Bartenwalen. 667-680](#)