Ueber die Anpassung von Säugethieren an das Leben im Wasser.

Von

Dr. Willy Kükenthal,

Inhaber der Ritter-Proffessur für Phylogenie an der Universität Jena.

Der Bau des Säugethieres weist demselben das Leben auf festem Lande an, wie der des Fisches diesem das Leben im Wasser, des Vogels in der Luft, und wir können uns von der Macht des Kampfes ums Dasein eine gute Vorstellung machen, wenn wir sehen, wie so viele Säugethiere von der Oberfläche des Landes verdrängt worden sind. Die meisten Ordnungen dieser Klasse enthalten Vertreter, welche entweder eine unterirdische grabende, oder eine fliegende, oder eine schwimmende Lebensweise angenommen haben. Letztere besonders tritt sehr häufig auf, wir sehen, wie ganze Säugethierordnungen ins Wasser gedrängt worden sind, so die Wale, die Sirenen und die Robben. Auch sonst landbewohnende Ordnungen stellen einzelne Vertreter, welche das Leben auf dem Lande aufgegeben haben, so z. B. von den Kloakenthieren das Schnabelthier, von den Beutlern *Chironectes variegatus*, von den Nagethieren eine grössere Anzahl:

die Biberratte (*Hydromys chrysogaster*),

Holochilus,

die Wasserratte (*Arvicola amphibius*),

die Zibethmaus (*Fiber zibethicus*),

der Biber (*Castor fiber*),

und *Hydrochoerus*;

von den Insectenfressern

die Wasserspitzmaus (*Sorex fodiens*)

und der Bisamrüssler (*Myogale*);

- von den Hufthieren (Artiodactylen)
 das Nilpferd (*Hippopotamus amphibius*);
 von den Raubthieren
 die Otter (*Lutra*) und
 die Seeotter (*Enhydris*).

Betrachten wir diese dem Wasserleben mehr oder weniger ergebenden Thiere näher, so finden wir trotz der Verschiedenheit der Ordnungen, denen sie angehören, manche Uebereinstimmungen in ihrem Bau und werden nicht fehlgehen, wenn wir diese Uebereinstimmungen auf den Einfluss des Wasserlebens zurückführen.

Durch die Anpassung an das Leben im Wasser sind also im Organismus dieser Thiere Veränderungen eingetreten. Diese Veränderungen werden verschieden stark sein, je nachdem der Einfluss des Wassers lange oder kurze Zeit gewirkt hat, oder mit anderen Worten, je nachdem die betreffenden Thiere vor längeren oder kürzeren Zeiträumen ihre Lebensweise auf dem Lande mit der im Wasser vertauscht haben. Ferner ist zu bedenken, dass viele der aufgezählten Wassersäuger durchaus nicht ausschliesslich im Wasser leben, sondern zu Zeiten auch landlebend sind. Es fragt sich nun, ob sich diese Veränderungen in gleicher Richtung äussern.

Um dieselben kennen zu lernen, genügt es bei einer grossen Anzahl von Formen, sie mit ihren nächsten landlebenden Verwandten zu vergleichen. Nahe landlebende Verwandte haben aber naturgemäss nur diejenigen Wassersäuger, welche erst seit kurzer Zeit das Wasser als ihr Element erwählt haben; diejenigen, welche schon seit lange wasserbewohnend sind, werden keine nahen landlebenden Verwandten aufzuweisen haben, da beide, der Wasser- wie der Landzweig, sich in divergirender Richtung von einander entfernt haben. So vermögen wir ohne weiteres die Wasserratte zu den Wühlmäusen (Arvicoliden) zu stellen, die Otter zu den Mardern, von den Robben können wir aber nur allgemein sagen, dass sie mit den Raubthieren, von den Sirenen, dass sie mit den Hufthieren verwandt sind, und von den typischen Wassersäufern, den Walen, wissen wir über ihre Verwandtschaft vorläufig gar nichts. Nicht dass man keine Hypothesen über den Ursprung der Walthiere aufgestellt hätte! Die Frage nach ihrem Ursprung ist eine viel erörterte, und die meisten Zoologen, welche sich damit beschäftigt haben, haben die Antwort nicht verweigert. Sehen wir einmal von den Ansichten der älteren Autoren ab und beschäftigen uns mit den modernsten Anschauungen über die Stammesgeschichte der Wale!

Einige Forscher fassen die Wale als direct von den hypothetischen Ursäugethieren abstammend, also den Reptilien nächstehend, auf und stützen ihre Hypothese auf Aehnlichkeiten im Bau, besonders mit gewissen ausgestorbenen Reptilien, den Ichthyosauriern; von anderen werden sie den Hufthieren nahegestellt, mit denen sie durch die Sirenen verbunden seien, andere lassen sie mit den Seehunden oder den Raubthieren überhaupt verwandt sein, ja sie sollen sogar durch die Sirenen zu den Robben überführen, und von den allerneuesten Bearbeitern dieser Thiere kommt der eine (WEBER) zu dem Schlusse, dass die Wale Charaktere besitzen, die auf Raubthiere, speciell auf Seehunde, und solche, die auf Hufthiere hinweisen, und der andere (LEBOUCQ) hält, auf Grund seiner Untersuchungen der Vorderflosse, die Wale für sehr alte Säuger, deren Vorfahren niemals landbewohnend, sondern nur Sumpftiere gewesen seien.

Dies sind in Kürze die modernsten Anschauungen über die Stammesgeschichte der Walthiere, Anschauungen, welche so divergent sind, dass sie nicht dazu beitragen, einen Begriff von der Höhe der jetzigen phylogenetischen Wissenschaft zu geben. Es drängt sich unwillkürlich der Gedanke auf, ob nicht die Methode phylogenetischer Forschung in diesem Falle eine etwas mangelhafte sei. Verfolgen wir im Einzelnen den Weg, den die verschiedenen Forscher, unter ihnen die hervorragendsten Zoologen unserer Zeit, im Einzelnen eingeschlagen haben, so sehen wir, dass von den Wegen phylogenetischer Erkenntniss es immer der vergleichend-anatomische ist, welchen sie betreten haben, und dass es immer Aehnlichkeiten des Baues mit einer anderen Thiergruppe sind, welche sie, je nachdem sie ihnen grössere oder geringere Bedeutung zulegten, bestimmten, die Wale mit den Ichthyosauriern, den Seehunden oder den Raubthieren, den Sirenen oder den Hufthieren zu verbinden.

Hierin liegt meiner Ansicht nach der Hauptfehler, an dem alle diese Hypothesen krankten; man kann sich nämlich recht gut vorstellen, dass zwei Thiere, welche viele Uebereinstimmungen in ihrem Bau zeigen, trotzdem nicht mit einander verwandt sind, sondern als Aeste zweier ganz verschiedener Ordnungen durch gleichartige Anpassung allmählich gleichartige Charaktere gewonnen haben, und es soll meine Aufgabe sein, dies an der Hand der Wassersäuger im speciellen nachzuweisen.

Als Fundamentalsatz ist von vornherein aufzustellen, dass alle im Wasser lebenden Säugethiere von landlebenden abstammen. Es sind nicht nur Erwägungen allgemeiner Natur, welche zur Aufstellung dieses

Satzes führen, der Beweis ist auch im Einzelnen mit der grössten Sicherheit erbracht worden, und es lässt sich dem kaum irgend etwas Neues zufügen¹⁾.

Indem wir nun dazu übergehen, im Einzelnen die Aehnlichkeiten nachzuweisen, welche durch die Anpassung an das Wasserleben entstanden sind, wollen wir zunächst die äussere Körperform einer kurzen allgemeinen Betrachtung unterziehen. Es ist wohl kaum nöthig das rein Hypothetische dieser Betrachtungsweise besonders zu betonen.

Alle Wassersäuger haben eine um so fischähnlichere Form gewonnen, je länger und je ausschliesslicher sie sich dem Wasserleben angepasst haben. Man braucht deshalb nicht an irgend welchen Rückschlag zu denken, die langgestreckte, sich allmählich verjüngende Körperform ist für alle durch Schwimmen sich fortbewegenden Wirbelthiere die zweckmässigste.

Ein Theil der Wassersäuger verbleibt beständig im Wasser, ein anderer Teil bringt periodisch eine grössere oder geringere Zeit seines Lebens auf dem Lande zu, und daraus erwächst ein ganz bedeutender Unterschied. Bei jenen Thieren, welche eine Zeit lang auf festem Boden verbringen, werden die Extremitäten sich nicht so ausschliesslich den Schwimmfunctionen angepasst haben wie bei den anderen. Vorderwie Hinterextremitäten werden auf dem Lande als Gehorgane, im Wasser als Schwimmgorgane benützt, und die Hauptveränderung, welche wir bei derartigen Thieren wahrnehmen, besteht in einer Grössenzunahme der Hinterextremität, die aus mechanischen Gründen zur Vorwärtsbewegung im Wasser mehr herangezogen wird als die Vorderextremität. Diesen Grössenunterschied vermögen wir in oft sehr prägnanter Weise bei den angeführten Wassersäufern zu sehen.

Bei den beständig im Wasser sich aufhaltenden Thieren fällt die Function der Extremitäten als Gehorgane vollständig weg, und es ist zu einer, für die Fortbewegung im Wasser sehr wichtigen Veränderung gekommen, indem der Schwanz an Stelle der Hinterextremitäten als Bewegungsorgan trat. Diese neue Art der Fortbewegung, welche einen ebenso grossen Vortheil vor der Bewegung durch die Extremitäten hat, wie etwa der Schraubendampfer vor einem Ruderbote, brachte zwei sehr auffällige Veränderungen der Körperform zu Stande, einmal den Verlust der Hinterextremitäten, dann die Umformung des Schwanzes durch Verbreiterung zu einer Schwanzflosse.

1) Für die Cetaceen siehe z. B. WEBER, Ueber die cetoide Natur der Promammalia in: Anat. Anz., 1887, p. 42.

Auch bei vielen temporären Wasserthieren hat der Schwanz bereits eine Rolle in der Schwimmbewegung übernommen, und es ist in Folge dessen zu einer Verbreiterung desselben gekommen, die bei den meisten in horizontaler Richtung erfolgte, so z. B. beim Schnabelthier oder dem Biber, nur die Zibethmaus und der Bismarrüßler haben einen seitlich comprimierten Schwanz, es konnte diese Function aber nicht die der Hinterextremitäten überwiegen, da diese Thiere sich ja auch auf dem festen Lande bewegen und dazu letztere nothwendig brauchen.

Sehr schön lässt sich in der Ordnung der Robben der Uebergang von dem einen Princip in das andere verfolgen, die Ohrenrobben nämlich leben verhältnissmässig viel auf dem Lande, und ihre Hinterextremitäten haben in Folge dessen noch die Function des Gehens, die Stellung derselben zum Körper ist der anderer Landthiere ähnlich, und im Wasser werden Vorder- wie Hinterextremitäten zur Schwimmbewegung herangezogen. Die echten Seehunde dagegen leben viel ausschliesslicher im Wasser, die Schwimfunction überwiegt und hat sich auf ihre Hinterextremitäten übertragen, die vom Körper nach hinten zu abstehend, schwanzähnlich geworden sind und ähnliche Bewegungen ausführen wie z. B. der Schwanz der Wale, während die Vorderextremitäten ihre Functionen als eigentliche Ruderorgane aufgeben und mehr zum Balanciren und Wenden dienen.

Am weitesten fortgeschritten zeigt sich das neue Bewegungsprincip bei den Sirenen und Walen: die stark verbreiterte Schwanzflosse ist das ausschliessliche Bewegungsorgan geworden, die Vorderextremitäten fungiren nur mehr als Steuer.

Es kommt also in der Reihe der Wassersäuger in Ausübung der Schwimfunction allmählich zu einem neuen Princip, indem die bewegende Kraft an das Hinterende des Körpers verlegt wird, und die Folge davon ist die Ausbildung einer mehr und mehr fischähnlichen Gestalt.

Wie wir uns das stammesgeschichtliche Werden dieser Vorgänge zu denken haben, hat Roux ¹⁾ bereits in trefflicher Weise ausgeführt. Nach ihm waren, zur vormaligen ersten Entstehung der Delphinschwanzflosse und zur Erreichung der höchsten Vollkommenheit derselben, als neu nur grobe embryonale Variationen nöthig, welche überhaupt einen flossenförmigen Anhang darstellten, so dass also diese Neubil-

1) W. Roux, Beiträge zur Morphologie der functionellen Anpassung. 1. Structur eines hoch differenzirten bindegewebigen Organes (der Schwanzflosse des Delphin), in: Archiv f. Anat. u. Physiol., 1883, p. 76.

ding als Erzeugniss der Individualauslese im DARWIN'schen Sinne aufzufassen ist. Die ausserordentlich zweckmässige, nach den Gesetzen der Mechanik construirte innere Structur der aus Bindegewebe bestehenden Schwanzflosse dagegen kann aus der Selection allein nicht erklärt werden, es ist eine functionelle Anpassung, es sind gezüchtete Gewebsqualitäten.

Was wir bis jetzt gewonnen haben, ist dieses: In Folge der Anpassung an das Wasserleben wird die äussere Körperform der betreffenden Säugethiere in eine besondere, fischähnliche Gestalt umgewandelt; diese Umwandlung gewinnt an Energie bei den stationären d. h. immer im Wasser verbleibenden Säugethiern, bei denen zur Erzielung einer schnelleren und gewandteren Fortbewegung an Stelle der Ruderbewegung der Extremitäten die complicirte Schlagbewegung des Schwanzes getreten ist. Jede Function der Hinterextremitäten wird aufgehoben, dieselben verschwinden daher, während der Schwanz durch zweckmässigere Verbreiterung zur Schwanzflosse wird. Bei den Robben ist insofern ein Uebergang zu constatiren, als ein Theil derselben, die eigentlichen Seehunde, ihre Hinterextremitäten in ähnlicher Weise zur Fortbewegung im Wasser benützen, wie die Wale ihren Schwanz. Es mag hier genügen, festzustellen, dass von vergleichend-anatomischer Seite aus der Versuch gemacht worden ist (RYDER)¹⁾, die Schwanzflosse der Wale und die Hinterfüsse der Robben als homologe Bildungen zu erklären.

So sehen wir also, wie durch gleichartige Anpassung, in unserem Falle ans Wasserleben, Aehnlichkeit der äusseren Körperform erzielt wird, und wir vermögen dies an den einzelnen angeführten Wassersäufern in den verschiedensten Stadien zu verfolgen.

Deutlicher noch und zu directen Beweisen verwertbar treten diese Erscheinungen auf, wenn wir einzelne Organsysteme der Wassersäuger studiren. Am naheliegendsten erscheint es, die äussere Körperbedeckung der Wassersäuger zur Untersuchung heranzuziehen. Von vornherein können wir sagen, dass sich die Unterschiede zwischen temporären und stationären Wassersäufern in Bezug auf die partielle Umbildung der Haut als grosse ergeben werden. Erstere können z. B. eines Haarkleides nicht entbehren, während es

1) JOHN RYDER, On the development of the Cetacea, together with a consideration of the probable homologies of the flukes of Cetaceans and Sirenians, in: United States Comm. of Fish and Fisheries, 1885, p. 427.

für letztere nutzlos wird. Die Veränderungen, welche wir an der Haut der temporären Wasserthiere sehen, sind daher auch verhältnissmässig geringe. Sie erhalten einen dichten Pelz kurzer anliegender Haare, die durch starke Einfettung die Haut vor Benetzung und beim Verlassen des Wassers vor Verdunstung schützen. In Folge der gleichmässigeren Temperatur des Wassers geht der Haarwechsel nicht mit derselben Energie vor sich, wie bei den landbewohnenden nächsten Verwandten dieser Thiere.

Während nun die Haare bei den nur kürzere Zeit das Wasser besuchenden Thieren vollständig ausreichend sind, die Wärmeausstrahlung des Körpers zu reguliren, ist dies nicht der Fall bei den längere Zeit im Wasser verweilenden Säugern. Das Wasser ist ein besserer Wärmeleiter als die Luft, und wir sehen daher, wie sich Thiere, besonders in den Gegenden mit kälterem Wasser, also den Polargebieten, mit einer unter der Lederhaut abgelagerten Speckschicht umgeben, die besser, als es das Haarkleid vermag, die Wärmestrahlung verhindert. Je ausschliesslicher sich das Thier dem Wasserleben anpasst, um so geringer wird bei der Kürze des Aufenthaltes auf dem Lande die Function des Haarkleides sein, und in der That können wir in der Ordnung der Robben, Hand in Hand mit den biologischen Beobachtungen des längeren oder kürzeren Landlebens der einzelnen Species, ein stärkeres Haarkleid, oder eine spärlich werdende Behaarung, correspondirend mit allmählicher Zunahme der Speckschicht, constatiren.

Bei den gänzlich im Wasser lebenden Säugern schwindet die Behaarung. So zeigen die erwachsenen Sirenen nur spärliche Reste eines Haarkleides, während ihre Embryonen noch Spuren eine über den ganzen Körper, auf Gliedmaassen und Schwanz sich erstreckende dichten Behaarung besitzen.

Zwei Embryonen von *Manatus* von 11 und 26 cm Länge zeigen mir Folgendes: Die Haut des kleineren ist noch glatt bis auf eine Anzahl regelmässig angeordneter, kleiner, brauner Papillen, die sich auf beiden Seiten der Oberlippe anhäufen; bei dem grösseren treten aus den in Längsreihen angeordneten Papillen feine steife Haare heraus, und die Hautbedeckung gewinnt jetzt Aehnlichkeit mit der des indischen Elephanten, bei dem ebenfalls etwa 1 cm lange steife Haare in gewissen Abständen von einander in Längsreihen angeordnet sind, ausserdem zeigt aber die Haut des *Manatus*-Embryos eine Unzahl sehr feiner Oeffnungen zwischen den Papillen, die als Haarfollikelmündungen feinerer Haare anzusehen sind. Vorderextremitäten und Schwanz zeigen ebenfalls diese Behaarung. Zu beiden Seiten der Oberlippe sind die Spürhaare stärker hervorgetreten, die beim Erwachsenen persistiren. Bei

Halicore dugong finden sich ganz ähnliche Verhältnisse. Ein von TURNER¹⁾ beschriebener grosser Embryo von 5 Fuss 4 Zoll Länge zeigt neben zerstreuten, in Reihen angeordneten, seidenartigen Haaren, welche am Kopf und dem Körper zahlreicher als an den Gliedmaassen vorhanden sind, ebenfalls dazwischen dicht neben einander liegende Follikelmündungen sehr feiner, aber nicht erschiebener Haare.

Es kann demnach gar kein Zweifel obwalten, dass die Sirenen von stärker behaarten Thieren abstammen.

Eine ganz ähnliche Behaarung findet sich auch beim Nilpferd²⁾. Während alte Exemplare auf Ober- und Unterlippe dicke Borsten besitzen, die auf der dorsalen Fläche des Kopfes und des Rückens spärlicher werden, zeigt die Kopfhaut und Nackenhaut eines Neugeborenen einen ziemlich dicken Besatz von lanugoartigen Haaren, welche also später verschwinden. Aber auch die Wale zeigen noch Reste eines früheren Haarkleides, und zwar sind in dieser Hinsicht die Bartenwale ausgezeichnet; selbst bei erwachsenen Thieren sind noch vereinzelte steife Borsten in der Kopfgregion vorhanden.

Bei einem 62 Fuss langen Finwal (*Balaenoptera musculus*) fand ich an der Spitze des Unterkiefers ein dreieckiges, 15 cm hohes, 6,5 cm breites Feld von regelmässig gelagerten Gruben, die als Reste von Haarfollikeln aufzufassen sind. Die etwa 2 mm breiten, halb so tiefen Gruben stehen in ca. 12 Reihen, von denen die längste 26 Gruben besitzt. Die landbewohnenden Vorfahren der Bartenwale haben also ausser einem den Körper überziehenden Haarkleid am Kinne eine grosse Anzahl dicht zusammenstehender Spürhaare besessen, etwa wie das Walross oder die Bartenrobbe sie vorn zu beiden Seiten der Oberlippe besitzt. Embryonen letzterer Thiere zeigen in dieser Region ebenso regelmässige Grubenfelder angelegt wie der erwachsene Finwal.

Derselbe Finwal zeigte mir die auf dem Körper zerstreuten Haare in folgender Anordnung. Auf dem Oberkiefer standen sie näher am Munde in Reihen, weiter nach dem Rücken zu wurden sie unregelmässiger und verschwanden hinter dem Spritzloch. Der Unterkiefer besass ebenfalls Haare, welche sich zu beiden Seiten in drei übereinander liegenden Reihen erstreckten, die der untersten Reihe besonders zeigten etwa kirschgrosse Pigmentringe. Der Abstand eines jeden Haares von dem andern betrug etwa 1 Fuss.

Fast alle die etwa zolllangen spröden Haare, welche auf dem Oberkiefer dunkel pigmentirt, auf dem Unterkiefer hell waren, entsprangen

1) TURNER, On the placentation of *Halicore dugong*, in: Transact. Roy. Soc. Edinburgh, vol. 35, part 2, 1889.

2) Siehe WEBER, Ueber die Haut von *Hippopotamus amphibius*, in: Studien über Säugethiere, Jena 1886, p. 3.

nun nicht direct aus der Hautoberfläche, sondern waren in dunkler pigmentirte Grübchen eingesenkt. Solche Grübchen waren ausserdem über den Körper bis in seine Mitte verbreitet und besonders am Rücken zahlreich, ohne dass sich jedoch ein Haar aus ihnen erhoben hätte. Bald waren sie tiefer, bald flacher, manche nur noch durch einen Pigmentfleck angedeutet. Man kann daher sagen, dass die letzten Reste eines Haarkleides sich also beim erwachsenen Finwal an der ganzen vorderen Körperhälfte zeigen.

Bei den Bartenwalen sind die Ueberbleibsel früherer Behaarung noch ganz deutlich, scharf getrennt sind sie in dieser Hinsicht von den Zahnwalen, welche im erwachsenen Zustande (mit Ausnahme von *Inia*) keine Haare mehr zeigen und nur im embryonalen Leben einige wenige Spürhaare zu beiden Seiten der Oberlippe produciren. Dass auch diese wegfallen können, zeigen der Weisswal und der Narwal, bei denen zu keiner Periode ihrer Entwicklung auch nur Spuren von Haaren gefunden werden.

Durch die Reihe der Wassersäuger hindurch haben wir als eine auffällige Anpassungserscheinung die Reduction des Haarkleides kennen gelernt und diese Rückbildung vergleichend-anatomisch wie entwicklungsgeschichtlich Schritt für Schritt verfolgen können. Je mehr die Thiere aus temporären zu stationären Wasserbewohnern sich entwickeln, desto geringer wird der Nutzen des Haarkleides, es reicht in Folge des veränderten Mediums und dessen besserer Wärmeleitung nicht mehr aus, um den Körper vor Wärmeverlust zu schützen, und an seine Stelle tritt die Speckschicht unter der Haut.

Die weiteren Anpassungserscheinungen der Haut sind mehr secundärer Natur, Hautdrüsen, glatte Musculatur und Hautnerven reduciren sich allmählich bis zu völligem Schwunde.

Wollen wir nun Untersuchungen über die verwandtschaftlichen Verhältnisse dieser Thiere anstellen, so dürfen wir die Aehnlichkeiten, welche sie im Bau der Haut besitzen, nicht als Beweisgründe für ihre Verwandtschaft heranziehen, es sind unabhängig von einander entstandene Convergenzen. Der Einfluss des Wasserlebens auf die Haut äussert sich in gleicher Richtung. Zu phylogenetischen Verknüpfungen können nur Eigenschaften benützt werden, die sich unabhängig von diesen Einflüssen erhalten haben.

Bleiben wir bei den Walen, so finden wir innerhalb dieser Ordnung einen beträchtlichen Unterschied schon darin, dass die Bartenwale durchgängig eine verhältnissmässig viel reichlichere Behaarung zeigen als die Zahnwale. Beide führen eine ganz gleiche Lebensweise,

es lässt sich also vermuthen, dass die Bartenwale noch nicht so lange dem Einflusse des Wasserlebens ausgesetzt sind wie die Zahnwale.

Ein zweiter und ganz fundamentaler Unterschied der Haut beider Gruppen existirt in dem Auftreten von Resten eines Hautpanzers¹⁾ bei Zahnwalen.

Ein in indischen Flüssen lebender Wal, *Neomeris phocaenoides*, zeigt auf seinem Rücken eine grosse Anzahl regelmässig an einander gelagerte Platten, deren jede eine Tuberkel trägt. Diese neben einander liegenden Platten bilden ein langes schmales Feld, ausserdem finden sich noch Plattenreste an dem vorderen Rand der Vorderflossen und um das Spritzloch herum. Dass wir es hier nicht mit einer zufälligen Missbildung zu thun haben, zeigt die Entwicklungsgeschichte. An einem Embryo dieses seltenen Wales sieht man nämlich an genau demselben Platze an Stelle der Hautplatten Tuberkel, welche den Körper zu vielen Hunderten bedecken und in dessen vorderem Theile in Reihen angeordnet sind.

Es könnte hier nun die Frage aufgeworfen werden, ist diese Erscheinung etwas Altererbtcs oder Neuerworbenes? Auf dem Wege des Analogieschlusses müssen wir uns für ersteres entscheiden. Erstens giebt es einmal eine Anzahl Reptilien, welche ihren Hautpanzer genau in derselben Weise zu verlieren im Begriffe sind, so z. B. *Heloderma* oder *Dermochelys*, deren Rückenpanzer embryonal durch eine Anzahl längsverlaufender Tuberkelreihen angelegt wird, dann haben wir aber aus dem paläontologischen Gebiete einen directen Beweis dafür, dass der Hautpanzer landbewohnender Vorfahren durch Anpassung an pelagische Lebensweise schwindet. Wir müssen daher den bei *Neomeris* beschriebenen Fall als einen in der Rückbildung begriffenen Hautpanzer ansehen.

Es steht dieser Befund in Uebereinstimmung mit der Ansicht, dass die Gruppe der Wale im Süsswasser ihren Ursprung nahm. Auch *Platanista* und *Inia* haben einige ziemlich allgemeine Säugethiercharaktere bewahrt²⁾.

Dadurch werden auch ein paar frühere Angaben verständlich, denen zu Folge bei Braunfischen, den nahen Verwandten der *Neomeris*, Tuberkel auf dem Rücken, und zwar auf dem vorderen Rande der Rückenflosse, vorkommen sollen. Während der gemeine Braunfisch (*Phocaena communis*) nur eine Reihe solcher Tuberkel besitzt, ziehen sie bei einer andern Art (*Phocaena spinipinnis*) in drei Reihen auf

1) KÜCKENTHAL, Ueber Reste eines Hautpanzers bei Zahnwalen, in: Anat. Anzeiger, 1890, No. 8, p. 237.

2) Siehe W. H. FLOWER, Die Wale in Vergangenheit und Gegenwart und ihr wahrscheinlicher Ursprung, in: Kosmos, Bd. 13, 1883, p. 531.

der Rückenflosse entlang. Bei den Braunfischen ist also der letzte Rest des Hautpanzers zu sehen, der bei der *Neomeris* noch so deutlich ausgebildet ist.

Nur eine Schlussfolgerung ist aus Gesagtem möglich, dass nämlich die Vorfahren der Zahnwale hautpanzertragende Landthiere gewesen sind. Damit hat sich einerseits eine grosse Kluft zwischen Bartenwalen und Zahnwalen aufgethan, andererseits ist jeder Versuch aufzugeben, die Zahnwale mit Ungulaten oder Carnivoren in irgend welchen näheren Zusammenhang zu bringen. Die Zahnwale haben sich zu einer Zeit von landbewohnenden Vorfahren abgezweigt, als diese noch einen Hautpanzer trugen, wie ihn z. B. ein Theil der Edentaten vielleicht als ein altes Erbstück noch jetzt besitzt. Ich möchte hier einen Ausspruch BAUME'S¹⁾ bei Besprechung der Frage, ob der Hautpanzer der Armadille erworben sei oder nicht, anführen: „Da steht nichts im Wege, den Stamm der Säuger, selbst der Placentalen, aus gepanzerten Vorfahren abzuleiten“.

Als eine neue Anpassungserscheinung ans Wasserleben haben wir jetzt kennen gelernt, dass der Hautpanzer der landbewohnenden Vorfahren allmählich verschwindet, es ist dies nicht nur die Gruppe der Zahnwale, bei der dies eingetreten ist, wir sehen bereits in einer früheren Epoche unserer Erdgeschichte dasselbe Phänomen. Die neueren Forscher nehmen an, dass die Ichthyosauren, welche auf hohem Meere gelebt haben, von landbewohnenden Reptilien abstammen. Nach FRAAS²⁾ ist bei ihnen der Hautpanzer verschwunden bis auf Reste von Hornschuppen, welche sich am Vorderrande der Finnen finden (wie bei *Neomeris*). „Wie unsere Funde mit Sicherheit ergeben, war die Bekleidung des Ichthyosaurus eine vollständig nackte, stark pigmentirte Haut, im Allgemeinen ohne allen Schuppenpanzer, weder Horn- noch Knochenplatten, abgesehen von einer Partie am Vorderrande der Finne, welche durch eine Längsreihe von Hornschuppen geschützt ist.“

Eine schönere Analogie lässt sich kaum finden. Hier bei Reptilien, dort bei Säugethieren ist durch Anpassung an das Leben im Wasser der Hautpanzer verloren gegangen, bei beiden erhält er sich noch in Resten an dem Vorderrande der Finnen. Dass gerade hier die Hautpanzerreste sich so lange erhielten, ist leicht zu verstehen, wenn man die Schnelligkeit bedenkt, mit der diese Thiere das Wasser durch-

1) BAUME, Odontologische Forschungen, Leipzig, 1882, p. 197.

2) E. FRAAS, Ueber die Finne von Ichthyosaurus, in: Jahreshefte Ver. f. Vaterl. Naturkunde in Württ., 1888.

schneiden, und die Nothwendigkeit, diese Körpertheile rigid zu erhalten.

Die vergleichende Untersuchung der Haut der Wassersäuger hatte uns gezeigt, wie Aehnlichkeiten durch Convergenz entstehen können und somit für phylogenetische Verknüpfung unbrauchbar sind. Es traten ferner die Unterschiede im Bau der Haut bei Bartenwalen und Zahnwalen nach Eliminirung der Convergenzen viel schärfer hervor. Auf Grund dieser Unterschiede allein lässt sich behaupten, dass die Zahnwale viel älteren Ursprungs sind als die Bartenwale, dass sie von anderen landlebenden Vorfahren abstammen als diese, und wir erhalten damit den ersten Grund für die Behauptung, dass die Wale diphyletischen Ursprungs sind.

An der Hand anderer Organsysteme lässt sich diese Behauptung ebenfalls beweisen. Besonders geeignet dafür erscheint die Vorderextremität.

War schon bei der Haut der Wassersäuger ein grosser Unterschied bemerklich, ob die betreffenden Thiere ausschliesslich Wasserbewohner oder zeitweise landbewohnend waren, so verstärkt sich derselbe noch bei der Vorderextremität. Erst bei ausschliesslich wasserbewohnenden Thieren vermag sich die Vorderextremität zu einer Flosse auszubilden. Allen Wassersäufern gemeinsam ist die Tendenz zur Ausbildung von Schwimmhäuten zwischen den Fingerstrahlen. Je nach dem Grad der Anpassung ans Wasser überhaupt wird diese Schwimmhaut angedeutet sein oder die Fingerstrahlen verbinden oder in sich aufnehmen, so dass äusserlich nichts mehr von letzteren zu sehen ist. Diese fortschreitende Entwicklung der Schwimmhäute repräsentiren vergleichend-anatomisch folgende Thiere. Eine gewisse Anzahl von Wassersäufern hat noch gar keine Schwimmhäute wie *Arvicola amphibius*, *Hydromys chrysogaster*, *Fiber zibethicus* u. a., andere besitzen Andeutungen, so *Hydrochoerus*, andere haben nur an den Hinterextremitäten, die dann vorzugsweise zum Schwimmen benutzt werden, Schwimmhäute, nicht aber an den Vorderextremitäten, so der Biber, andere haben an Vorder- und Hinterextremitäten bis zu den Nägeln reichende Schwimmhäute, so *Ornithorhynchus*, *Lutra* und *Enhydris*, andere vergrössern sogar die Schwimmhäute durch bindegewebige Stränge, welche unter dem letzten Fingerglied noch hervorragen, wie die Pinnipedier, und endlich wird die ganze Vorderextremität von der Schwimmhaut eingehüllt, wie bei den Sirenen, welche noch Spuren von Nägeln zeigen, bei den Bartenwalen und Zahnwalen, welche auch diese verloren haben.

LEBOUCQ's¹⁾ Angaben von Nagelrudimenten bei Embryonen letzterer erscheint mir nicht ganz einwandfrei.

Bei den Landsäugethieren haben die einzelnen Theile der Vorderextremität verschiedene Functionen, denen sie angepasst sind, diese Theile sind demnach nicht gleichartig gebaut, jeder ist vielmehr seiner bestimmten Function angepasst. Indem nun die Vorderextremität mehr und mehr zur Schwimmflosse wird, vermindert sich der hohe Differenzirungsgrad der einzelnen Theile, die Functionen derselben sind mehr gleichartige, und die Folge davon wird sein, dass Skelet wie Musculatur davon beeinflusst werden. In der That sehen wir, wie die einzelnen Skelettheile der Hand in der Reihe der Wassersäuger gleichartiger werden, zugleich beginnt eine allmähliche Reduction der Gelenke, welche diese Theile verbinden, einzutreten. Es sind also auf rein mechanischen Ursachen beruhende Umwandlungen, welche die Vorderextremität bei ihrer Umbildung zur Flosse durchzumachen hat. Aehnliche Ursachen sind es, welche es vortheilhafter erscheinen lassen, die langen Fingerknochen etwas biegsamer zu gestalten. Auf welche Weise geschieht dies nun?

Wie allgemein bekannt, erfolgt die Verknöcherung der Fingerteile derart, dass ein jedes Skeletelement knorpelig präformirt wird und nun in demselben in der Mitte ein Knochenkern, die Diaphyse, auftritt. Das eine knorpelige Ende verknöchert nun von dieser Diaphyse aus, das andere, die Epiphyse, erhält einen eigenen Knochenkern, der sich erst später mit der Diaphyse verbindet. Um nun biegsamere Elemente herzustellen, erfolgt in der That bei den Wassersäugethieren eine unvollständige Verknöcherung, es tritt eine Verlangsamung dieses Processes ein. Diese verlangsamte Verknöcherung zeigt sich zunächst in einer Verkleinerung der Diaphyse und Vergrößerung der Epiphyse, welche letztere sich unvollständig oder gar nicht mit ersterer verbindet. Dafür giebt es eine ganze Reihe von Beispielen bei Wassersäugethieren. Zugleich tritt aber auch eine Verlangsamung der Verknöcherung an dem anderen Ende des Knochens auf, die Bildung der Diaphyse ist bereits zu einem gewissen Abschluss gekommen, während dieses Ende noch immer knorpelig verbleibt, endlich wird in ihm ein eigener Knochenkern auftreten, es kommt zur Bildung von doppelten Epiphysen. Diese doppelten Epiphysen sehen wir angedeutet an den Mittelhandknochen

1) FL. LÉBOUCQ, Recherches sur la morphologie de la main chez les mammifères marins, in: Archives de Biologie, Tom. 9, 1889.

vom Schnabelthier, weiter vorgeschritten an den Händen von Robben und Sirenen und voll entwickelt bei den Bartenwalen und Zahnwalen.

Dass wir es in der That mit einer Anpassungserscheinung ans Wasserleben zu thun haben, zeigt die Thatsache, dass nur Wasser-säugern doppelte Epiphysen zukommen.

Wenn wir diese Erscheinung an der Hand der von mir aufgezählten Wasserthiere verfolgen, so sehen wir, dass das Handskelet sich bei denen am wenigsten verändert hat, welche auch sonst noch keine wesentlichen Anpassungserscheinungen zeigen, nur fällt es auf, dass die Epiphysen distincter und grösser werden.

Bei *Hydromys chrysogaster* und *Hydrochoerus capybara* verlangsamte sich die Verknöcherung etwas mehr, und wir sehen bereits Andeutungen doppelter Epiphysen, ebenso wie bei den Metacarpalien von *Ornithorhynchus*, für die Otter hat bereits ALLEN THOMSON¹⁾ bemerkt, „that the ossific union of the epiphyses in these animals seems to be comparatively tardy“. Dasselbe gilt für den Biber. Wir haben also eine ganze Reihe Uebergänge von Händen mit einer Epiphyse und mit zwei Epiphysen an jedem Fingerglied. Für die Robben hat WEBER²⁾ angegeben: „Bei Pinnipedia folgt die Verknöcherung der Hand dem gewöhnlichen Plane, indem nur proximale Epiphysen zur Entwicklung kommen, an dem Fusse aber haben alle Phalangen, mit Ausnahme der Endphalanx, neben der gewöhnlichen proximalen auch noch eine distale Epiphyse. Diese Behauptung ist nicht ganz richtig, bereits FLOWER giebt in seiner Osteology of Mammals³⁾ an, dass *Macrochinus leoninus* doppelte Epiphysen an der Hand besitze, ein Befund, den ich bestätigen konnte. Ich fand doppelte Epiphysen an Hand und Fuss bei folgenden Pinnipediern: *Macrochinus leoninus*, *Stenorhynchus leptonyx*, *Otaria jubata*, *Arctocephalus cinereus*, angedeutet bei *Trichechus rosmarus*, nur am Fuss bei *Cystophora cristata*.

Auch für die Sirenen habe ich dieselbe Erscheinung anzugeben. Dass auch bei diesen die Verknöcherung langsam erfolgt, zeigt die Untersuchung der Hand eines Embryos von 20 cm Länge, deren Endphalangen noch knorpelig waren, während in den übrigen kleine runde Diaphysenkerne aufgetreten sind. Beim Erwachsenen besteht in Folge dessen Neigung, doppelte Epiphysen auszubilden.

So sind bei *Manatus senegalensis* die distalen Epiphysen der Metacarpalia häufig getrennt verknöchert, und bei *Halicore dugong*

1) ALLEN THOMSON, On the difference in the mode of ossification of the first and other metacarpal and metatarsal bones, in: Journ. Anat. Phys., 1869, p. 131.

2) WEBER, Studien an Säugethieren, p. 170.

3) FLOWER, Osteology of Mammals, 1885, p. 347.

kommen doppelte, später verknöchernde und völlig getrennte Epiphysen vor.

Es ist nun scheinbar eine tiefe, nicht überbrückbare Kluft, welche die Vorderextremität aller Säuger von der der Bartenwale und Zahnwale trennt, denn während allen Säugern drei Phalangen an jedem Finger zukommen mit Ausnahme des Daumens, der nur zwei besitzt, haben die Bartenwale sowohl wie die Zahnwale eine grössere Anzahl. Man bezeichnet diese Erscheinung als Hyperphalangie. Drei Hypothesen sind es, welche in neuerer Zeit aufgestellt worden sind, um diese Hyperphalangie zu erklären, nach der einen sind die Walflossen gar nicht auf die Vorderextremitäten von Landsäugethieren zurückzuführen, sondern sind alte, von Sumpftieren vererbte Organe (LEBOUCQ); nach der andern sind die überzähligen Phalangen dadurch entstanden, dass ein an die letzte Phalanx sich ansetzender Knorpelstrahl, wie er angeblich bei Robben vorkommen sollte, sich secundär theilt (WEBER, RYDER, BAUR). Eine dritte Ansicht sprach in neuerer Zeit B. HOWES¹⁾ aus, dass nämlich die überzähligen Phalangen aus intercalaren Syndesmosen, wie bei Amphibien, entstehen.

Diese drei Hypothesen sind meiner Ansicht nach nicht haltbar, und ich möchte eine vierte an deren Stelle setzen, dass nämlich die Hyperphalangie aus dem Process der doppelten Epiphysenbildung zu erklären ist; durch die immer zunehmende Gleichartigkeit der einzelnen Theile und die Verlangsamung der Verknöcherung haben die Epiphysen gleiche Grösse wie die Diaphyse erhalten, sie sind zu gleichwerthigen Stücken geworden. Diese Umwandlung hat schon vor langer Zeit stattgefunden und ist direct nicht mehr nachweisbar.

Schon früher hatte ich betont²⁾, dass der gesammte Walfinger dem typischen Säugerfinger entspricht, und dass nur die Phalangen verschiedenwerthig seien.

Es fragt sich nun, haben wir in der Natur ein Beispiel, in welcher Weise sich eine Vermehrung der Phalangen vollzieht? Wenn dieser Process irgendwo im Entstehen begriffen ist, so muss es nach Vorausgehendem bei Wassersäugethieren sein, und in der That wurde von BAUR³⁾

1) B. HOWES, Observations upon the morphology and genesis of supernumerary phalanges, with especial reference to those of the Amphibia, in: Proc. Zool. Soc. London, 1888, Dec. 4, p. 495.

2) Siehe Anat. Anzeiger, 1888, No. 22, No. 30; 1890, No. 2, sowie Denkschriften der medic.-naturwiss. Gesellschaft, Jena, 1889, Bd. 3.

3) BAUR, On the morphology and origin of the Ichthyopterygia, in: American Naturalist, 1887, p. 840.

eine 4. Phalanx bei Sirenen angegeben. Er schreibt: „FLOWER says, in the last edition of his »Osteology of the Mammalia«, that the number of phalanges in the Sirenia is never increased in number beyond the limit usual in the Mammalia — that is, three. But Dr. H. GADOW in Cambridge, England, showed me a manus of *Manatus americanus*, prepared in alcohol, which contained a fourth small ossified phalange in the third digit and one of *Halicore dugong*, which contained an ossified fourth phalange at the fourth, and a cartilaginous fourth in the third digit.“

Schon früher hatte BRANDT ¹⁾ eine überzählige Phalanx bei *Manatus* wie *Halicore* angegeben, und LÉBOUCQ ²⁾ fand sie ebenfalls an dem dritten Finger der rechten Hand eines Lamantinskeletes. Meine darauf hin gerichteten Untersuchungen waren erfolglos, an einem *Manatus*-Fötus von 20 cm Länge fand ich, wie LÉBOUCQ bei seinem *Halicore*-Fötus, die dritte Phalanx noch vollständig knorpelig. Die Verknöcherung war sehr langsam vor sich gegangen, in den ersten und zweiten Phalangen hatten sich nur kleine runde Knochenkerne gebildet. Auch an keinem der zahlreihen von mir untersuchten Skelete fand ich eine vierte Phalanx, indessen mochte dieselbe bei der Präparation weggefallen sein.

Auf meine Bitte sandte mir Herr Dr. GADOW Zeichnungen und genauere Beschreibung der betreffenden Vorderextremitäten. Demzufolge existirt bei *Halicore* am vierten Finger zwischen Phalanx 3 und dem neuen Knochenkern kein Gelenk, es ist also die Phalanx als ein distaler Knochenkern in der Endphalanx aufzufassen. Dagegen findet sich ein Gelenk zwischen Phalanx 3 und 4 am dritten Finger. Ebenso zeigt der dritte Finger der *Manatus*-Hand kein Gelenk zwischen Phalanx 3 und dem neuen, sehr kleinen Knochenkern.

Von einem vierten Fingerglied können wir demnach nur in einem Falle sprechen, nämlich am dritten Finger der *Halicore*, in den beiden andern Fällen ist es nicht zur Bildung eines Gelenkes zwischen dem dritten Fingerglied und dem neuen Knochenkern gekommen, letzterer ist nichts weiter als eine enchondral verknöchernde distale Epiphyse.

Es ist wohl keine Frage, dass wir in letzterem Falle den Beginn einer neuen Phalangenbildung zu suchen haben.

1) BRANDT, Symbolae Sirenologicae, in: Mémoires Acad. St. Pétersbourg (6^e ser.), Sc. nat. T. 5, 1849.

2) LÉBOUCQ, Recherches sur la morphologie de la main chez les Mammifères marins: Pinnipèdes, Siréniens, Cétacés, in Arch. Biologie, T. 9, 1889, p. 626.

Fest steht also, dass bei Sirenen eine vierte Phalanx als Varietät auftritt. Dieselbe ist sehr klein, ist von der vorhergehenden nicht getrennt, sondern durch Knorpel verbunden und kann mit eben demselben Rechte als enchondral verknöcherte distale Epiphyse der dritten Phalanx angesehen werden. Ihre Bildung beruht auf verlangsamer Verknöcherung der dritten Phalanx. Dass eine wirkliche Phalanx daraus entstehen kann, zeigt ein Fall von Gelenkbildung zwischen dem neuen Knochenkern und der dritten Phalanx.

Was bei den Sirenen erst im Entstehen begriffen ist und als seltene Varietät auftritt, ist bei den Walen bereits zum Abschluss gekommen und tritt ganz allgemein auf. Die ursprünglich verschiedenartige morphologische Werthigkeit der einzelnen secundären Phalangen kommt embryologisch nicht mehr zum Ausdruck, es werden vielmehr Diaphysen und Epiphysen getrennt, als gleichartige Knorpelstücke angelegt, und an Stelle der Gelenke sind einfache Symphysen getreten.

Es scheint der Process der gesonderten Epiphysenbildung an der Hand der Wale in proximaler Richtung weiter gegangen zu sein. Die sehr spät verknöchern den Handwurzelknochen werden freilich weniger oder gar nicht davon betroffen, nur FLOWER¹⁾ erwähnt, dass beim Pottwal eine Art Epiphysenverknöcherung im Carpus vorkommt, indem ein centraler Nucleus und ein peripherer Knochensaum vorhanden ist. Viel häufiger sind die Fälle, wo Radius und Ulna grosse doppelte Epiphysen bilden, deren Knochenkerne gesondert bleiben können. Schon früher hatte ich an einem älteren Embryo von *Phocaena communis*²⁾ darauf aufmerksam gemacht, wie durch derartige verzögerte Verknöcherungen der Epiphysen neue Skelettheile entstehen können, und ich vermag jetzt auch auf die Hand eines erwachsenen Wales³⁾, des *Hyperoodon rostratus*, hinzuweisen, bei welchem die doppelten Epiphysen von Radius und Ulna zu selbständigen, mit eigenem Knochenkern versehenen Skelettheilen geworden sind. Schon tritt an den knöchernen Unterarmtheilen von neuem die Tendenz zur Epiphysenbildung auf, indem eine schmale Schicht zunächst der alten Epiphyse unvollkommen verknöchert.

1) FLOWER, On the osteology of the Sperm Whale, in: Transact. Zool. Soc. London, Vol. 6.

2) KÜKENTHAL, Ueber die Hand der Cetaceen (dritte Mittheilung), in: Anat. Anzeiger, 1890, No. 2.

3) Aufbewahrt im Museum des College of Surgeons zu London, dessen Cetaceenmaterial mir von Herrn Prof. STEWART bereitwilligst zur Verfügung gestellt wurde.

So haben wir also gesehen, wie der Process der Bildung kleiner Skelettheile, der an den Fingern bereits seit langem zum Ausdruck gekommen ist, auch an den Unterarmknochen beginnt, dass der Process nicht still steht. Dafür sehen wir einen weiteren Beweis in dem Auftreten von doppelten Epiphysen an den secundären Phalangen. Auch hier ist die verlangsamte Verknöcherung die Ursache dieser Bildung. Diese secundären doppelten Epiphysen können nun ihrerseits wieder verknöchern, und es beginnt der Process der tertiären Phalangenbildung. Dieser ist erst bei einigen Zahnwalen im Werden begriffen. So sehe ich ihn an einer Hand von *Delphinus delphis*, wo die verknöcherten secundären Epiphysen völlig von der secundären Phalanx getrennt sind; ebenso bei *Tursiops tursio* und *Lagenorhynchus albirostris*. Dieser in der Ausbildung begriffene Process der tertiären Phalangenbildung wird beendet sein, wenn die secundären Phalangen und die secundären Epiphysen gleiche Grösse erreicht haben werden, was durch die allmähliche Verlangsamung der Verknöcherung erreicht wird.

Indem so aus dem skeletbildenden Gewebe der Finger in einem Falle die drei Phalangen der typischen Säugerhand sich knorpelig präformiren, in dem anderen es zur Bildung mehrerer knorpeliger Theile kommt, verschwindet auch allmählich der Begriff Phalange für letztere. Die Functionen vereinfachen sich mehr und mehr, es sind Reihen von nur zum Theil verknöcherten kleinen Skeletstücken, welche den Finger bilden. Nur insofern lässt sich eine Verschiedenheit der Function erkennen, als der fünfte Finger vieler Zahnwale in erhöhtem Maasse als stützendes Organ in Anspruch genommen wird. Die Flosse der Zahnwale ist nämlich nach dieser Seite zu mehr oder weniger eingekrümmt, und dem fünften Finger liegt die Aufgabe ob, die verbreiterte Fläche, welche durch die Einkrümmung entsteht, zu tragen. Wir sehen daher auch, wie der fünfte Finger an Breite die anderen erheblich übertrifft. In Folge der verlangsamten Verknöcherung, welche wir als ganz allgemein gültigen Vorgang an der Walflosse constatirt haben, werden die Knochenkerne nicht mehr zur Stütze einer ganzen Pseudophalanx ausreichen, wir sehen daher, dass sie sich seitlich anlegen und auf der äusseren Seite jeder Phalanx eine breite knorpelige Masse übrig lassen; eine weitere Folge der starken Verbreiterung des Fingers ist die, dass die Trennung der einzelnen Fingerglieder nicht mehr eine vollständige ist, die trennende Furche setzt sich nicht mehr durch die ganze Breite des Fingers durch, sondern es erfolgt hier eine Gabelung zu beiden Seiten, so dass ein neues Knorpelstück

abgetrennt wird. Damit hat der Process der Abspaltung begonnen, der schliesslich zu einer Längstheilung des Fingers führt; die abgespaltenen Theilstücke der neu entstandenen Reihe erhalten nun ihrerseits wieder Knochenkerne. Diese Theilung, die von mir bei mehreren Walen nachgewiesen und von LEBOUCC bestätigt wurde, ist besonders schön an einzelnen Individuen des Weisswals zu sehen, wo ich sie sowohl am Erwachsenen wie an einem kleinen Embryo beschrieben habe¹⁾. So schreitet der Process der Bildung kleiner Skelettheile weiter fort, auch hier Hand in Hand mit verlangsamter Verknöcherung.

Hiermit ist der Höhepunkt der Entwicklung der Flosse bei jetzt lebenden Säugethieren erreicht, die Abänderungen des Skelets werden so bedeutend, dass zuletzt der Phalangenbegriff vollständig verschwindet. Damit hat dieser Umwandlungsprocess aber noch nicht seinen Abschluss erreicht, die Veränderungen können noch weiter gehen, und wie man sich diese in ferner Zukunft erfolgende weitere Umwandlung zu denken hat, zeigt ein Analogieschluss. In früheren Erdperioden haben wir nämlich denselben Process der Flossenbildung aus Vorderextremitäten landbewohnender Thiere bereits einmal gehabt, nämlich bei den Plesiosauren und Ichthyosauren, und bei letzteren ist er bereits viel weiter gegangen als bei den heutigen Walen. Ueber die Stellung beider nur so viel, dass beide als nicht direct mit einander verwandt angesehen werden²⁾, beide aber von landbewohnenden Reptilien abstammen müssen. Letztere Behauptung steht im Gegensatz zu den Anschauungen GEGENBAUR's³⁾, der sie auf Grund der Aehnlichkeit der Extremitäten den Fischen nahe stellte, was von D'ARCY W. THOMPSON⁴⁾ von neuem vertheidigt wurde. Neuere Befunde⁵⁾ weisen indes mit Bestimmtheit darauf hin, dass diese Aehnlichkeit nur eine Convergenz ist, und die Vorfahren beider Gruppen landlebende Reptilien waren. Die Flosse der Plesiosauren war die weniger

1) KÜKENTHAL, Ueber die Hand der Cetaceen, 1. u. 2. Mittheilung, in: Anat. Anzeiger 1888, No. 22 u. No. 30.

2) ZITTEL, Handbuch der Paläontologie, p. 478.

3) GEGENBAUR, Ueber das Gliedmaassenskelet der Enaliosauren, in: Jenaische Zeitschrift, 1870, p. 340 ff.

4) D'ARCY W. THOMPSON, On the hind-limb of Ichthyosaurus and on the morphology of vertebrate limbs, in: Journal Anat. Phys., vol. 20, 1886.

5) H. G. SEELEY, On Neusticosaurus pusillus (FRAAS), an Amphibious Reptile having affinities with the terrestrial Nothosauria and with the marine Plesiosauria, in: Quart. Journ. Geol. Soc. London, vol. 38, 1882; siehe ferner FRAAS, BAUR, ZITTEL l. c.

differenzirte, sie stand im Verhältniss zu der der Ichthyosauren wie Bartenwalflosse zu Zahnwalflosse. Bei den ältesten Plesiosauren war die Hyperphalangie noch sehr gering, die einzelnen Knochen der Hand und des Unterarms noch sehr wenig differenzirt. So sehe ich an dem Abdruck eines noch unbeschriebenen Skelets eines *Mesosaurus* aus der Karroformation ¹⁾ (also eines Plesiosaurus) eine noch sehr wenig differenzirte Hand, deren fünf distale Handwurzelknochen 5 lange Mittelhandknochen tragen, welchen 2, 3, 4, 5, 4 Phalangen aufsitzen. Der Process der verlangsamten Verknöcherung macht sich hier bereits bemerklich, die Phalangen tragen doppelte Epiphysen. Aber auch die am höchsten differenzirten Plesiosaurenflossen zeigen noch eine beschränkte Anzahl von Phalangen, die höchstens bis auf 9 steigt, und deutlich differenzirte Unterarm-, Handwurzel- und Fingerknochen. Die Ichthyosauren hingegen haben ihre Flosse bedeutend weiter entwickelt, der Process der Theilung der Fingerstrahlen in viele kleine Theilstücke hat zu einer sehr grossen Hyperphalangie geführt, ausserdem ist noch eine Längsspaltung eingetreten, wie ich sie bei den Zahnwalen beschrieben habe, und beide Prozesse sind weiter gegangen, auch die Handwurzelknochen und Unterarmknochen haben sich verkleinert, und sind gemäss ihrer vereinfachten Function zu blossen Stützelementen geworden. Die ältesten Ichthyosauren zeigen noch das Flossenskelet weniger differenzirt ²⁾, später kommt es aber nicht nur zu einer Längsspaltung des fünften Fingers, sondern zu mehrfachen secundären Strahlen an dessen Seite und Dichotomie anderer Finger, so zeigt z. B. *Ichthyosaurus longimanus* 4 hinter einander folgende, auf der ulnaren Seite gelegene Strahlen, also zusammen 9, und an der Hand eines anderen Ichthyosaurus trifft man am Rande der Flosse entlang gar 15 Längsstrahlen an.

Die Ichthyosauren führten eine ganz ähnliche Lebensweise wie die Wale. So schreibt FRAAS ³⁾: „Bei *Ichthyosaurus* gar, bei dem nicht nur der ganze Carpus, sondern auch Radius und Ulna zu gelenklosen Stützplatten der Flosse umgewandelt sind, ist eine Bewegung auf dem Lande unbedingt ausgeschlossen.“ In Folge dessen waren ihre Be-

---

1) Dasselbe befindet sich im Natural History Museum zu London; Herr SMITH WOODWARD hatte die Güte, meine Aufmerksamkeit darauf zu lenken.

2) Siehe BAUR, On the morphology and origin of the Ichthyopterygia, in: American Naturalist, 1887, p. 840.

3) l. c. p. 297.

wegungsorgane sehr ähnlich, auch die Ichthysosaurenflosse steckte in einer lederartigen Haut; wie bei den Zahnwalen war die Vorderflosse leicht nach hinten gebogen, welcher Biegung das Skelet folgt. Es erscheint mir nun nach Gesagtem wahrscheinlich, dass sich die Wal-flosse in gleicher Art weiter entwickeln wird wie die Ichthysosauren-flosse, und die Längsspaltung der Zahnwalfinger ist ein im Werden begriffener Process, welcher weitergehend zuletzt die Aehnlichkeit mit der Ichthysosaurenflosse noch erhöhen würde. Ich fasse also diese Längsspaltung als eine im Werden begriffene Neubildung auf und habe dies früher bereits ausgesprochen; der Deutung dieser Befunde durch LEBOUcq¹⁾: „Cette tendance au dédoublement dans le sens longitudinal existant dans certains doigts des cétacés peut être considérée comme un caractère tout-à-fait primitif“ kann ich durchaus nicht zustimmen.

Fassen wir kurz zusammen: Bei den im Wasser lebenden Säugethieren tritt eine Verlangsamung in der Verknöcherung des Handskelets ein, eine Folge davon ist die doppelte Epiphysenbildung eines jeden Fingergliedes. Indem so jedes Fingerglied drei Theile gewinnt, welche durch Reduction, d. h. durch das Aufgeben gesonderter Functionen, immer gleichartiger werden, wird eine Vermehrung der ursprünglichen Fingerglieder um die doppelte Anzahl erfolgen. Die Zahl der secundären Fingerglieder wird also im höchsten Falle bis 12 steigen.

Es fragt sich nun, ob sich dieser Process noch entwicklungs-geschichtlich verfolgen lässt. Von vornherein sind Zweifel daran auszusprechen, denn diese Umwandlung geschah vor so langer Zeit, und das Princip, die einzelnen Theile gleichartig zu gestalten, war ein so schnell wirkendes, dass es so gut wie ausgeschlossen erscheint, dass wir entwicklungs-geschichtlich die verschiedenen Phasen sehen können. Ich möchte mich PFITZNER'S²⁾ Ausspruch anschliessen: „speciell in der Skeletlehre ist die Ontogenie eine ebenso unzureichende wie unzuverlässige Hilfswissenschaft, wir sind fast ausschliesslich auf vergleichende Anatomie und Varietätenbildung angewiesen.“ Es ist nur so viel zu constatiren, dass aus einem embryonalen Gewebe sich von einander getrennte knorpelige Theile entwickeln, welche den secundären Phalangen entsprechen. Es kommt nicht zu nachträglichen

1) LEBOUcq, Recherches sur la morphologie de la main chez les Mammifères marins, in: Arch. Biologie 1889, p. 112.

2) W. PFITZNER, Die kleine Zehe, in: Archiv f. Anat. u. Physiol., 1890, p. 12 u. f.

Theilungen des Knorpelgewebes, alle Veränderungen, welche später stattfanden, sind auf Verschmelzungen zurückzuführen. Alle secundären Phalangen der Walhände legen sich also bereits an Ort und Stelle an. Es ist damit jede nachträgliche Spaltung des Knorpels ausgeschlossen.

Diese Bildungsweise macht es unmöglich, die Entstehung der Hyperphalangie embryologisch zu verfolgen; erwähnen möchte ich nur, dass bei einem sehr kleinen Embryo von *Globiocephalus* ein beträchtlicher Grössenunterschied der secundären Metacarpalia und der übrigen Phalangentheile vorhanden ist, indem erstere zumal am ersten Finger sehr viel niedriger sind, schon in den nächsten Stadien der Entwicklung gleicht sich aber dieser Unterschied aus. Dieser Grössenunterschied deutet auf die Entstehungsweise des secundären Metacarpale hin. Dass er hier noch zum Ausdruck kommt, wird verständlich, wenn wir bedenken, dass der Process der Hyperphalangie an der Spitze der Finger begonnen haben muss und mit der Theilung des ursprünglichen Metacarpale in sein jüngstes Stadium tritt.

Ist nun unsere Ansicht richtig, so darf die Zahl der secundären Phalangen nicht über 12 an einem Finger betragen, und dies ist in der That (mit einer Ausnahme) der Fall. Kein Wal zeigt mehr als 12 Phalangen, ausgenommen *Globiocephalus melas*. Bei diesem Wale sind zwei Varietäten zu unterscheiden, eine, deren zweiter Finger 12 Phalangen oder weniger hat, und eine, bei der eine Vermehrung der Phalangen über die Zahl 12 stattgefunden hat. Es fragt sich nun, wo diese Vermehrung erfolgt ist. Nach unserer Anschauung müsse es tertiäre Phalangen sein, die sich durch Theilung der secundären, und zwar an der Spitze des Fingers, gebildet haben.

Dies ist in der That der Fall, an drei embryonalen Händen sehe ich für den dritten Finger constant die Phalangenzahl 10, am zweiten dagegen die Zahlen 11, 15 und 17. Bei allen dreien nun hat sich die Lagebeziehung der ersten 11 Phalangen gar nicht verändert, sie sind als einander homolog anzusehen. Während die Phalanx 11 nun in einem Falle zur Endphalanx wird, haben sich in einem Falle 4, im anderen gar 6 Phalangen zwischen sie eingeschoben, dadurch das Bild wesentlich verändernd. Der zweite Finger überragt, im Falle die Phalangen sich vermehrt haben, stark den dritten, während er sonst gleiche Grösse hat. Die Vermehrung der Theilstücke hat also in diesem Falle die Spitze des Fingers betroffen.

Ich will nicht zu erwähnen unterlassen, dass nichts darauf hinweist, dass die neuen letzten Phalangen durch Proliferation und secundäre Theilung der vordem letzten Phalanx entstanden sind. Es sind

gleichmässig an Grösse abnehmende, wohl von einander getrennte, gleich von der ersten Entwicklung des Knorpels an getrennt angelegte Theilstücke. Es bleibt meines Erachtens nichts anderes übrig, als den Process der Theilung der secundären Endphalangen in tertiäre, auf Grund doppelter Epiphysenbildung, anzunehmen.

Scheinbar unerklärlich ist es nun, dass die Jugendstadien der Wale mehr Phalangen an jedem Finger besitzen als die erwachsenen, wie von LÉBOUCQ und mir an sämtlichen daraufhin untersuchten Embryonen gefunden wurde, ja es scheint mit meiner Ansicht von der allmählichen Ausbildung der Vielgliedrigkeit in directem Widerspruch zu stehen. Von einem Walforscher (LÉBOUCQ) ist daher auch auf Grund dieser Thatsachen die Ansicht aufgestellt worden, dass die Hand der Wale als solche ein altererbtes Organ sei.

In der That sind es aber zwei ganz verschiedene Processe, welche die Hand der Wale umformen, die beide unabhängig von einander bestehen; der eine ist auf das Princip der Bildung kleiner Skelettheile zurückzuführen, der andere tritt bei den Wassersäufern ein, welche ihre Vorderextremität nicht mehr zum Rudern, sondern nur zum Steuern und Balanciren verwenden. Zu letzterer Function ist eine lange Vorderextremität nicht nur nicht erforderlich, sondern sogar hinderlich, es wird daher eine Verkürzung derselben eintreten und diese Verkürzung wird am distalen Ende beginnen. Damit stimmen die Beobachtungen vollkommen, sämtliche daraufhin untersuchten Walfinger zeigen, dass die im Laufe der individuellen Entwicklung erfolgende Verminderung der Phalangenzahl durch Verschmelzung der klein bleibenden Endphalangen zu Stande kommt.

Diese Verschmelzung von Endphalangen tritt auch bei andern Wassersäufern auf, so vermochte ich sie bei *Manatus senegalensis* als Varietät zu constatiren, sie betraf den dritten und vierten Finger.

Wie haben wir uns nun die Entstehung der Hyperphalangie stammesgeschichtlich zu denken?

Als die Vorderextremität der landbewohnenden Vorfahren der Zahnwale wie der Bartenwale sich mehr und mehr zur Flosse entwickelte, wurde auch das Skelet davon betroffen, indem eine Verlangsamung der Verknöcherung eintrat. Diese Verlangsamung brachte es mit sich, dass eine doppelte Epiphysenbildung eintrat, dass diese die Grösse der Diaphyse erreichten, und dass ihre Knochenkerne getrennt blieben. Die Function der Fingerglieder wurde mehr und mehr gleichartiger, indem sie alle differenten Leistungen aufzugeben und sich nur als Stützorgane anzupassen hatten, und diese Gleichartigkeit er-

streckte sich auch auf Diaphyse und Epiphysen eines jeden Fingergliedes, auch sie hatten nur eine stützende Function zu übernehmen. Die Arbeitsleistung der Vorderflossen der Wale als Steuer bringt nun die Forderung der Vermeidung grosser Knochen mit sich, einmal wurde diese Forderung erfüllt durch Verlangsamung der Verknöcherung der Diaphyse, und durch Gleichartigwerden mit beiden Epiphysen, dann aber durch Trennung letzterer von ersteren; so dass also an Stelle des einen Skeletstückes drei gleichartige kleinere sich anlegen. Wo wird sich nun dieser Process zuerst abspielen? Jedenfalls da, wo die Verlangsamung der Verknöcherung am meisten zur Geltung gekommen ist, und dies ist an der Endphalanx der Fall. Es werden sich die ersten secundären Phalangen an der Endphalanx bilden (wie z. B. bei *Manatus* und *Halicore*), der weiter fortschreitende Process ergreift auch die anderen Fingerglieder und beginnt endlich an den Unterarmknochen einzelner Wale. Gleichzeitig mit diesem Process wurden die einzelnen Theilstücke gleichartig, da sie ja gleiche Functionen haben, die morphologische Werthigkeit der Theilstücke wurde viel geringer, und wir sehen daher innerhalb jeder Species gewisse Schwankungen in der Zahl. In der Tendenz, kleine Skelettheile zu bilden, wozu ursprünglich die verlangsamte Verknöcherung und doppelte Epiphysenbildung eine Handhabe boten, kam es endlich so weit, dass auch Abtrennungen der Finger der Länge nach eintraten, wie es der stark verbreiterte fünfte Finger von Zahnwalen zeigt. Noch ist bei den Walen der Process der Umbildung des Flossenskeletes nicht abgeschlossen; wir sehen, wie bereits wieder an den secundären Fingergliedern neue doppelte Epiphysen auftreten, und wie bereits bei einem Zahnwale, dem *Globiocephalus*, derselbe Process der Vermehrung der Theilstücke an der Spitze des zweiten Fingers von neuem aufgetreten ist, so dass es also hier zur Bildung von tertiären Phalangen kommt. Ein Theil der *Globiocephalen* zeigt diesen Process noch nicht, der grössere hingegen hat ihn bereits erworben.

Genau dieselbe Umbildung des Skelets hat in früheren Epochen der Erdgeschichte die Hand von jetzt ausgestorbenen Reptilien erlitten, welche sich ebenfalls dem Wasserleben angepasst haben, nämlich Plesiosauren und Ichthyosauren. Bei ersteren ist die Umbildung auf einem relativ frühen Stadium stehen geblieben, wie es etwa die heutigen Bartenwale zeigen, bei den Ichthyosauren hingegen viel weiter gegangen. Während ein Theil der Ichthyosaurenflossen, und zwar die der älteren, die grösste Aehnlichkeit mit denen der Zahnwale zeigen, ist bei den jüngeren Ichthyosauren die Umbildung eine noch viel grössere.

Dieselben Gesetze beherrschen also die Umbildung der Vorderextremität zur Schwimmlasse bei den verschiedensten Gruppen. Bartenwale und Zahnwale, Plesiosaurer und Ichthyosaurer, diese vier nicht auf einander zurückführbaren, von verschiedenen landlebenden Vorfahren abstammenden Gruppen haben, indem dieselben Gesetze auf die Umbildung der Vorderextremität einwirkten, ganz ähnliche Vorderextremitäten erhalten. Die Erscheinung der Convergenz tritt hier in vollster Klarheit zu Tage. Es scheint, als ob die verschiedenen Flossen sich einem Typus näherten, der in der Fischflosse seine vollendetste Ausbildung erhalten hat.

Wiederum, wie wir es schon bei Betrachtung der Haut der Wassersänger gethan haben, kommen wir zu der Ueberzeugung, dass eine grosse Reihe von Aehnlichkeiten im Bau der Flossen nichts weiter sind als Convergenzen, und dass es falsch ist, sie zu phylogenetischen Verknüpfungen zu verwerthen. Wir müssen dieselben eliminiren, wenn wir die Extremität der Bartenwale und der Zahnwale mit einander vergleichen wollen. Nachdem wir die Aehnlichkeiten als unabhängig von einander entstandene convergente Bildungen erkannt haben, erscheinen die Unterschiede des Baues beider Flossen in viel schärferem Lichte. Schon der viel weiter vorgeschrittene Process der Hyperphalangie bei allen Zahnwalen steht im Gegensatz zu der geringeren Ausbildung desselben bei den Bartenwalen. Dann ist aber auch ein Unterschied in der Flossenbildung insofern zu bemerken, als die Bartenwale lange, an der radialen Seite geradgestreckte Flossen besitzen, während bei den Zahnwalen der radiale Flossenrand mehr oder weniger gebogen ist, so dass also die Flosse eine sichelförmige Gestalt erhalten hat. Dieser Unterschied ist nicht so geringfügig, wie man im ersten Augenblick denkt. Er hat auf das Handskelet einen mächtigen Einfluss gehabt. Am wenigsten modificirt erscheint die Flosse der Bartenwale bei den Glattwalen, den Balaeniden, wo wir eine mehr rundliche Flossenform haben, deren 5 Finger mit sehr geringer Hyperphalangie sämmtlich entwickelt sind; bei den Finwalen, den Balaeopteriden dagegen findet sich an Stelle der rundlichen Flosse eine langgestreckte, mit geradem radialem Rand, und die Folge davon ist das Rudimentärwerden und Verschwinden des Daumens. Die Entwicklungsgeschichte zeigt uns noch Rudimente desselben, die später durch Verschmelzung verschwinden. Die Hyperphalangie ist bereits etwas vorangeschritten. Bei den Zahnwalen dagegen haben sich die Fingerstrahlen der Einkrümmung der Flosse angepasst, stets sind alle 5 Finger vorhanden. Es machen sich also in beiden Gruppen zwei

verschiedene Typen des Flossenbaues geltend, die Bartenwale mit langen, gestreckten, die Zahnwale mit eingekrümmten Flossen. Der Daumen wird bei den ersteren verloren, persistirt bei den letzteren. Dies ist schon ein recht gewichtiger Unterschied in der Flossenbildung beider Gruppen. Das Verhalten der Handwurzelknochen begründet einen weiteren tiefgehenden Unterschied. Bei manchen Zahnwalen sehen wir, wie der Carpus im erwachsenen, bei manchen anderen im embryonalen Zustand einen Bau zeigt, wie er sonst der Säugerklasse nicht eigenthümlich ist; es finden sich nicht nur die 3 proximalen, sondern auch 5 distale Carpalien, während alle sonstigen Säugethiere nur 4 distale Carpalien besitzen, es findet sich ein Pisiforme und ein Praepollex, und das Centrale, welches sich nur vereinzelt und in embryonalen Stadien bei den übrigen Säugethieren anlegt, persistirt oft und legt sich sogar doppelt an. Die Zahl der Carpalelemente steigt dadurch auf 12, ihre Lage ist eine durchaus typische, wie sie für den hypothetischen complicirtesten, also ältesten Säugercarpus gefordert werden muss, und der Zahnwalcarpus bietet mit dem typischen Reptiliencarpus, wie er sich z. B. sehr rein bei den Schildkröten erhalten hat, die grösste Uebereinstimmung. Dies alles findet sich nicht bei den Bartenwalen, deren Carpus aus bedeutend weniger Elementen besteht. Wo sich Veränderungen im Carpus zeigen, da sind es niemals Trennungen, sondern Verschmelzungen. Dieser Satz, der von GEGENBAUR aufgestellt wurde, hat allgemeine Geltung, es sind also diejenigen Carpi als die älteren zu bezeichnen, welche die grössere Zahl von Elementen aufzuweisen haben. Dies sind die Carpi der Zahnwale. Aus der Vergleichung des Carpusbaues von Zahnwalen und Bartenwalen lässt sich also folgern, dass erstere die älteren Thiere sind. Nimmt man den verschiedenen Modus der Weiterentwicklung der Flossen dazu, so gelangen wir wiederum zu dem Schlusse, dass die Zahnwale sich zu einer viel früheren Erdepoeche aus landlebenden Säugethieren entwickelt haben als die Bartenwale, dass beide also nicht direct mit einander verwandt sein können.

Unsere Untersuchung über den Bau und die Entwicklung der Vorderflossen hat also dasselbe Resultat ergeben, wie die Untersuchung der Haut. Was bisher als Aehnlichkeiten angesehen und zu phylogenetischer Verknüpfung verwandt wurde, sind nur Convergenzen, die nach denselben Bildungsgesetzen zu Stande kommen.

Damit ist die Reihe der Organsysteme, welche durch Anpassung aus Wasserleben sich umbilden, durchaus nicht erschöpft, und die von mir an einem ziemlich umfassenden Material gemachten Studien über

die Bezahnung, die Athmungswerkzeuge u. s. w. enthalten manches von vielleicht allgemeinerem Interesse. Da diese Arbeiten indes noch nicht vollkommen abgeschlossen sind, habe ich mich in diesem Vortrag auf ein paar Organsysteme beschränkt. Bereits aus diesen lässt sich die Methode der Forschung erschen.

Die früheren phylogenetischen Untersuchungen über die herangezogenen Säugethiere haben, indem sie eine Reihe von gemeinsamen Charakteren als Beweismaterial benutzten, sich widersprechende Resultate ergeben. Durch das Hereinziehen der Biologie und Physiologie in den Kreis unserer Betrachtungen haben wir diese gemeinsamen Charaktere als Aehnlichkeiten, als convergente Bildungen erkannt, welche durch die Anpassung ursprünglich verschiedenartiger Organe an neue ganz gleichartige Lebensbedingungen entstanden sind. Allgemein gültige Gesetze beherrschen in unserm Falle die Abänderung der Organe der verschiedenen Thiere, Gesetze, welche sich theilweise sogar auf Principien der Mechanik zurückführen lassen. Indem wir so von unserm veränderten Gesichtspunkte aus, mit einem in diesem Falle noch nicht benutzten Hilfsmittel ausgerüstet, uns an die phylogenetische Untersuchung begaben, mussten wir die Verknüpfungen, welche bis dahin gemacht waren, wieder vernichten, ja sogar aus einer Säugethierordnung zwei von einander genetisch recht verschiedene, Zahnwale und Bartenwale, machen. Wir haben damit also, anstatt aufzubauen, niedrigerissen. Dafür aber haben wir etwas anderes gewonnen, eine festere Grundlage, von der aus wir Neuerworbenes und Altererbtes unterscheiden können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologische Jahrbücher. Abteilung für Systematik, Geographie und Biologie der Tiere](#)

Jahr/Year: 1891

Band/Volume: [5](#)

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

Artikel/Article: [Über die Anpassung von Säugethieren an das Leben im Wasser. 373-399](#)