

beginnen. Der Bau wird unregelmäßig und fängt an, sich auf der Unterlage auszubreiten. Ansicht von oben.

c. Ähnliches Exemplar in seitlicher Ansicht.

d. Ausgewachsene *Carpenteria monticularis*, CARTER, von oben gesehen. Die morphologische Degeneration ist vollendet, der Schalenbau ist auf der Unterlage in seine einzelnen Kammern auseinandergeflossen. Links unten sitzt noch ein kleines junges Individuum. — BRADY, Chall.-Rep., 98, 13, 14, 16 u. 99, 1.

Fig. 280. Ein Bäumchen von *Carpenteria Rhaphidodendron*, Mön. — Nach MÖNIVS, Foraminifera von Mauritius, V, 6.

Fig. 281. Eine größere, rasenbildende Gruppe von *Carpenteria Rhaphidodendron* in natürlicher Größe. — Nach MÖNIVS, Foraminifera von Mauritius, V, 9.

Ueber den Ursprung und die Entwicklung der Säugetierzähne.

Von

Dr. Willy Kükenthal,

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

Öffentliche Rede, gehalten am 30. Mai 1891 in der Aula der Universität Jena, gemäß den Bestimmungen der PAUL VON RITTER'schen Stiftung für phylogenetische Zoologie.

Zum fünften Male ist der Tag herangenaht, an welchem der Inhaber der Ritter-Professur für Phylogenie an hiesiger Hochschule in einer öffentlichen Rede die Ergebnisse eigener Untersuchungen als Fortschritte phylogenetischer Forschung darzulegen verpflichtet ist, zu Ehren des Herrn Dr. PAUL VON RITTER, des hochherzigen Wohlthäters unser Universität.

Für heute habe ich als Thema eine Untersuchung über den Ursprung und die Entwicklung der Säugethierzähne gewählt, die mir den Vorteil gewährt, einerseits von Erfahrungen ausgehen zu können, die ein jeder von Ihnen im Laufe seiner Entwicklung an seinem eigenen Körper hat machen können, und welche andererseits von ganz hervorragender phylogenetischer Bedeutung ist, sahen doch schon die Systematiker der alten Schule die Bezeichnung als das wichtigste Merkmal eines Säugethieres an!

Die menschliche Bezeichnung ist aufzufassen als ein gewissermaßen historisches Produkt, dessen Entstehung sich in großen Zügen durch die Reihe der Säugetiere und deren Vorfahren, die Reptilien hindurch, hinunter bis zu den Fischen verfolgen läßt. Die zahlreichen, nicht nur die Kiefer, sondern die ganze Körperoberfläche besetzenden Zähne der Haifische haben sich im Laufe der Weiterentwicklung mehr und mehr auf die Kiefer beschränkt, der Bau der einzelnen Zähne wurde aber mit der Abnahme der Zahl komplizierter, auf Grund der verschiedenen und erhöhten Anforderungen, die an die einzelnen Zahngebilde gestellt wurden.

In unserer Jugend, zwischen das 6. und 13. Jahr fallend, hat bei uns allen ein eigentümlicher Prozeß stattgefunden, den man als Zahnwechsel bezeichnet. Die 20 Zähne, welche wir bis dahin besessen hatten, waren nacheinander ausgefallen und durch neue ersetzt worden, außerdem waren aber noch neue Zähne hinten in jedem Kiefer erschienen, 3 in jeder Kieferhälfte, von denen der letzte, der sogenannte Weisheitszahn erst spät, im 17.—30. Lebensjahre, in vielen Fällen (in 42 Prozent bei uns, in nur 19 Prozent bei niederen Rassen) überhaupt nicht durchbricht.

Die Serie der zuerst erscheinenden Zähne nennen wir Milchzähne, die später darauf folgenden, bleibende oder Ersatzzähne. Besonders ausgeprägt finden wir diesen Prozeß des Zahnwechsels bei den höheren Säugetieren, die niederen zeigen im allgemeinen entweder nur einen sehr beschränkten oder gar keinen Zahnwechsel.

Es ist daher leicht erklärlich, wie die Ansicht viele Anhänger gewinnen konnte, daß die Milchzahnserie eine neue, also sekundäre Erwerbung seitens der höheren Säugetiere sei, und daß die zweite, die permanente Serie, die ursprüngliche darstelle.

Von anderen Autoren wird die Ansicht verfochten, daß die Milchbezaehlung die ältere, die permanente die sekundär davon abzuleitende ist, ein anderer, BAUME¹⁾, kommt zu der Auffassung, daß beide Dentitionen erst sekundär entstanden sind, indem die ältesten Säugetiere, ähnlich wie die jetzigen Zahnwale und die Gürteltiere, ein reptilienartiges, aus gleichartigen Zähnen bestehendes Gebiß besessen haben, welches durch die im Laufe der Weiterentwicklung der Säugetiere eintretende Verkürzung der Kiefer nicht mehr in einer Reihe Platz finden konnte, so daß ein Teil verdrängt wurde und zeitlich erst später als permanentes Gebiß auftrat.

Es würde indessen zu weit führen, an dieser Stelle alle Mutmaßungen und Hypothesen, welche die Frage erklären wollen, zu erwähnen, der erst kürzlich gethane Ausspruch einer Autorität auf diesem Gebiete, MAX SCHLOSSER'S²⁾, wird zur Klarstellung der Sachlage genügen; „So viel dürfte aus diesen Ausführungen hervorgehen, daß wir zur Zeit noch nicht in der Lage sind, den Zahnwechsel der Säugetiere in befriedigender Weise zu erklären.“

1) s. Anmerkung 1.

2) Ueber die Deutung des Milchgebisses der Säugetiere von MAX SCHLOSSER. Biolog. Centralbl. 1890, S. 91.

Wenn auch die ungeheure Fülle des zu bewältigenden Stoffes meine Untersuchungen noch nicht annähernd zum Abschluß hat bringen lassen, so habe ich doch einige allgemeine Gesichtspunkte gefunden, die von denen meiner Vorgänger erheblich abweichen, und ich glaube daher sie als einen bescheidenen Beitrag zur Förderung der Phylogenie hier vortragen zu dürfen.

Als einfachster Typus der Säugetierbezaehlung wird vielfach der der Zahnwale angesehen, ich wähle ihn daher als Ausgangspunkt meiner Betrachtungen.

Während im allgemeinen bei den Säugetieren eine Differenzierung des Gebisses in meißelförmige Schneidezähne, spitze Eckzähne und breite, mit mehreren Höckern oder Falten versehene Backzähne erfolgt ist, sehen wir bei den Zahnwalen keine Verschiedenheit in der Form. Vordere wie hintere Zähne sind einfach konisch zugespitzt und sitzen in meist großer Anzahl in jedem Kiefer, ein jeder vom andern gleichweit entfernt. Das Gebiß wird dadurch dem der Reptilien sehr ähnlich, es wird als ein gleichartiges, homodontes Gebiß bezeichnet.

Es giebt indessen Zahnwale, deren Gebiß, wie bereits WEBER sehr richtig ausgeführt hat, recht bedeutend von diesem homodonten Typus abweicht, so der Narwal mit seinen als kolossale Stoßzähne entwickelten oberen Eckzähnen, oder wie die Entenwale und Verwandte, bei denen im Unterkiefer ein Zahnpaar, vermutlich ebenfalls die Eckzähne, sehr stark entwickelt sind, während von den anderen Zähnen sich nur noch Rudimente vorfinden. Hierzu vermag ich einen embryologischen Befund hinzuzufügen, den ich an einem fast ausgetragenen Embryo des gewöhnlichen Brautfisches, der *Phocaena communis*, machte. Von den 25 in jeder Kieferhälfte vorhandenen Zähnen sind nämlich die ersten 18 durchaus gleichartig zugespitzt, die hinteren 7 dagegen sind rundlicher und sogar bei einzelnen Zähnen mit zwei und drei deutlichen Höckern versehen. In diesem Falle ist also die Ungleichartigkeit der Bezaehlung, die Heterodontie, ganz deutlich ausgesprochen. Bei den Zahnwalen lassen sich also noch Spuren eines einstmalig ungleichartigen Gebisses auffinden.

Als feststehend wird ganz allgemein die Thatsache betrachtet, daß die Zähne der Zahnwale der zweiten, also der permanenten Dentition angehören, und daß ein Milchgebiß nie auftritt. Die Zahnwale werden damit als monophyodonte den mit zwei Zahnserien versehenen diphyodonten Säugern gegenübergestellt. Diese Thatsache im Verein mit der Vielzahnigkeit des Gebisses führt

WEBER zu folgender Hypothese: Durch die Vergrößerung der Kiefer bei den Zahnwalen wurde so viel Platz geschaffen, daß die zweite Dentition gleichzeitig mit der Milchbezaehlung auftreten konnte. Die geringeren Anforderungen, welche an die einzelnen Zähne gestellt wurden, bewirkten eine Vereinfachung derselben, sie wurden einspitzig, so daß also beide Dentitionen gleichzeitig nebeneinander vorkommen, ohne daß man noch die einzelnen Zähne zur ersten oder zweiten Dentition rechnen kann. Ähnliche Ansichten haben vor WEBER bereits JULIN und WINGE ausgesprochen, und auch BAUME'S Idee, daß die beiden Dentitionen entstanden seien durch allmähliche Verkürzung der ursprünglich, wie bei den Reptilien, langen Kiefer und Verdrängung eines Teiles der Zähne, die dann erst später als zweite Dentition auftreten, schließt sich hier an.

Diese Hypothese halte ich nicht für richtig, ich behaupte vielmehr, daß das Zahnwalgebiß ein echtes Milchgebiß ist, welches nicht durch eine zweite Dentition ersetzt wird, vielmehr persistiert. Da ich, um Mißverständnisse zu vermeiden, nicht von einem permanenten Milchgebisse reden will, so werde ich mich in Zukunft auf den rein morphologischen Standpunkt stellen und nur die Ausdrücke erste und zweite Dentition für beide Zahnreihen anwenden. Um beide von einander sicher zu unterscheiden, bedarf es durchaus nicht des physiologischen Gesichtspunktes ihres verschiedenen Erscheinens. Ein untrügliches Merkmal ist ihre Entstehung. Die zweite Dentition entwickelt sich stets nach innen zu von der ersten, aber unabhängig von derselben aus einer beiden gemeinsamen Epitheleinsenkung.

Die Behauptung, daß das Gebiß der Zahnwale der ersten Dentition angehört, läßt sich unwiderleglich durch die Thatsache beweisen, daß die zweite Dentition ebenfalls angelegt wird, aber nur embryonal, und später verschwindet. Die Anlagen der aus der siebartig durchlöcherten Zahnleiste entspringenden Ersatzzähne sind bedeutend kleiner als die der ersten Dentition, sie zeigen ein rudimentäres Aussehen, doch kann man deutlich eine Schmelzkappe und Andeutungen der darin befindlichen charakteristischen Schmelzpulpa unterscheiden¹⁾.

Für die Zahnwale stellen wir also fest, daß die erste Dentition zum Durchbruch gelangt und persistiert, die zweite sich zwar anlegt, aber nicht zur Entwicklung kommt.

Was lehren uns nun unsere Befunde?

1) S. Anmerkung 2.

Zunächst, daß alle Hypothesen unhaltbar sind, welche von den Zahnwalen als ursprünglich homodonten und monophodonten Tieren ausgehen, ferner, daß die Hypothese, der zufolge das Zahnwalgebiß durch gleichzeitiges Auftreten von erster und zweiter Dentition entstehen soll, nicht das Richtige trifft, und drittens ist es ein recht gewichtiger Einwand gegen die Hypothese von FLOWER und THOMAS, daß die Milchbezaehlung eine im Laufe der Säugetierentwicklung erworbene Neubildung sei.

Weshalb der Zahnwechsel bei den Zahnwalen unterbleibt, und die erste Dentition persistiert, ist eine noch offene Frage, es läßt sich vielleicht darüber folgende Vermutung aufstellen. Die meisten Zahnwale nähren sich von Fischen, die sie in großer Anzahl verschlucken; die Thätigkeit der Zähne beruht also nicht in Kaufunktionen, sondern nur darin, die glatte Beute festzuhalten. Besondere Verrichtungen kommen keinem der Zähne zu, sie sind daher gleichmäßig groß und stehen in gleichweiten Abständen von einander. Eintretender Zahnwechsel würde die Schwierigkeit des Ergreifens und Festhaltens der Beute sehr erschweren. Dieser Mangel besonderer Funktionen macht es erklärlich, daß die Zähne vieler Zahnwale im Alter hinfällig werden und z. B. bei älteren Weißwalen gar ausfallen. Andere Zahnwale sind keine Fischfresser, sondern nähren sich ausschließlich von weicherer Kost, von Tintenfischen. Bei diesen verkümmern die Zähne noch mehr, die harten Kieferränder übernehmen deren Funktion, und wenn z. B. beim Entenwal in vereinzelt Fällen ein unterer Eckzahn noch durchbricht, so funktioniert er doch nicht mehr¹⁾.

Der geringen, aber andererseits ganz gleichmäßigen und andauernden Inanspruchnahme der einzelnen Zähne ist es vielleicht zuzuschreiben, daß der Zahnwechsel bei den Zahnwalen unterbleibt.

Wenden wir uns nun der zweiten Gruppe der Wale zu, den Bartenwalen, für welche ich eine eigene Säugetierordnung beanspruche, da sie meiner Ansicht nach genetisch nichts mit den Zahnwalen zu thun haben.

Die Ordnung der Bartenwale zeichnet sich aus durch den Mangel an Zähnen und an Stelle derselben den Besitz von eigentümlichen Hautgebilden, den Barten, welche zu beiden Seiten des Oberkiefers in die Mundhöhle hinabhängen, und bei ihrer großen Anzahl, dichten Stellung und Zerfaserung ihrer Substanz, des

1) S. Anmerkung 3.

Fischbeins, als Filter wirken, in welchem sich die Nahrung, Millionen kleiner pelagischer Mollusken und Krebse, fängt.

An dem Embryo eines solchen Bartenwales wurde nun im Jahre 1807 von GEOFFROY ST. HILAIRE die merkwürdige Entdeckung gemacht, daß sich im Unterkiefer kleine zahnartige Gebilde in großer Zahl vorfinden, und diese Thatsache wurde von späteren Beobachtern sowohl bestätigt wie erweitert.

Mit Recht erblickt man darin ein geradezu klassisches Beispiel für die langandauernde Vererbungsfähigkeit nutzlos gewordener Organe. Denn niemals treten diese Zähne in Funktion; bereits wenn der Embryo ein Drittel bis ein Viertel seiner Größe erreicht hat, also z. B. bei *Balaenoptera Sibbaldii*, dessen neugeborenes Junge 23—24 Fuß lang ist, bei einer Größe des Embryo von 6—8 Fuß, beginnen die Zähne wieder zu verschwinden.

Unter den späteren Walforschern war es besonders ESCHRIEHT, der wichtige neue Beiträge zur Kenntnis jener rudimentären Gebilde lieferte. Er fand sie im Ober- wie im Unterkiefer nicht nur des grönländischen Wales, sondern auch bei Buckel- und Finnwalen. Die 9 ersten Zähne erschienen ihm schmaler cylindrischer, und er stellte sie daher Schneidezähne gleich, im Gegensatz zu den übrigen, welche breiter und in der Mitte bauchiger waren.

Einige der Zähne waren doppelt oder bestanden aus 2 mehr oder weniger verschmolzenen Zähnen, ihre Lagerung war eine regellose. Auf den bauchigen Zähnen eines größeren Embryo saßen eine Menge ganz kleiner kegelförmiger Spitzen. Von OWEN wurden diese Zähne den Molaren von *Zenlogodon*, eines ausgestorbenen Vorfahren der Wale, verglichen. Von den neueren Untersuchern war es besonders JULIN, welcher an einem Unterkiefer von *Balaenoptera rostrata* den feineren Bau der Zähne studierte, und auf Grund der Thatsache, daß er die 9 vorderen Zähne einspitzig, die hinteren durchweg aus zwei und drei Kronen bestehend fand, welche eine Anzahl konischer Tuberkeln trugen, einen scharfen Gegensatz der Zahnformen annahm. Nach JULIN, dem sich in einer späteren Arbeit WEBER anschließt, ist also die Heterodontie der Bartenwalbezahnung in der Verschiedenheit der 9 ersten zu den übrigen Zähnen begründet.

Meine eigenen Untersuchungen ergaben etwas abweichende Resultate. Eine derartige Differenz zwischen den 9 ersten und den übrigen Zähnen vermag ich nicht aufzufinden; wo ich ferner an den hinteren Zähnen konische Tuberkeln fand, zeigte es sich, daß dieselben in meinen Fällen stets von dem an der Spitze be-

ginnenden, unregelmäßig fortschreitenden Resorptionsprozeß herührten¹⁾. Meines Erachtens nach läßt sich die Annahme eines heterodonten Gebisses bei Bartenwalen auf die angebliche Verschiedenheit der 9 vorderen und der darauf folgenden Zähne nicht begründen. Auch ich halte die Bartenwalbezahnung für ursprünglich heterodont, aber ausschließlich auf Grund der Thatsache, daß sich in unregelmäßiger Weise noch Zähne vorfinden, die als zusammengesetzt erscheinen. Derartige zusammengesetzte Zähne habe ich aber, um es gleich vorweg zu sagen, auch innerhalb der 9 ersten angetroffen, so daß also von einem morphologischen Gegensatz der letzteren zu den übrigen nicht die Rede sein kann²⁾.

Sind diese zusammengesetzten Zähne nun sekundäre Verschmelzungen ursprünglich einfacher konischer Zähne oder primitive Zustände? Gegen eine sekundäre Verschmelzung spricht die Erwägung, daß die Kiefer der Bartenwale ganz enorm verlängert sind, ein Zustand, den sie embryologisch nachweisbar erst im Laufe ihrer Entwicklung als Wale erworben haben. Demgemäß können auch die Zähne nicht mit einander nachträglich verwachsen sein; entweder behielten sie ihre gegenseitige Lage wenigstens annähernd bei, oder sie rückten weiter auseinander. Die Annahme, daß die zusammengesetzten Zähne primitive Zustände darstellen, daß heißt Backzähne sind, ist also die wahrscheinlichere.

An der Hand der Entwicklungsgeschichte bin ich nun in der Lage, einen direkten Beweis für diese Ansicht geben zu können. Eine Serie von 7 verschiedenen großen Embryonen einer Bartenwalpezies zeigte nämlich, daß die Zahl der Doppelzähne mit zunehmendem Wachstum beträchtlich abnimmt, während die Zahl der einzelnen Zahnspitzen konstant in jeder Kieferhälfte 53 beträgt. In den jüngsten Stadien sind 9, ja 15 Zähne mit einander verschmolzen, in den darauf folgenden 5, 4 und 3 und in den ältesten nur noch 2.

Dasselbe Resultat ergab sich aus Vergleichung von jüngeren und älteren Embryonen anderer Bartenwalarten.

Aus diesen Beobachtungen folgt erstens einmal, daß die verschmolzenen Zähne ein ursprüngliches Verhalten darstellen, und zweitens, daß aus Backzähnen durch Teilung derselben einspitzige kegelförmige Zähne entstehen.

1) S. Anmerkung 4.

2) S. Anmerkung 5.

Es fragt sich nun, ob nicht folgender Rückschluß zulässig ist! Wir haben die Erscheinung kennen gelernt, daß bei Säugetieren, deren Kiefer sich verlängern, die Backzähne sich in eine Mehrheit von konisch zugespitzten, reptilienzahnartigen Gebilden teilen; sind nicht die Backzähne auch umgekehrt so entstanden, daß bei der eintretenden Verkürzung der Kiefer, welche die Vorfahren der heutigen Säuger bei ihrer Umwandlung aus Reptilien erlitten, je eine Anzahl einfacher konischer Reptilienzähne zur Bildung eines Säugetierbackzahns zusammentraten? Diese Anschauung hat in der That vieles für sich. Die ältesten bekannten Säugetiere, z. B. Triconodon aus dem oberen Jura, zeigen Backzähne von für unsere Hypothese geforderten typischen Bau, je drei gleichartige, hintereinander liegende konische Kronenteile, die mit einander verschmolzen sind. Von diesem, dem triconodonten und tritubercularen Typus aus lassen sich, wie besonders die hervorragenden Arbeiten eines COPE, OSBORN, WINGE und SCHLOSSER gezeigt haben, die Backzähne aller andern Säugetiere ableiten. Zweifellos ist das Gebiß der Bartenwale wie der Zahnwale als eine Anpassung an das Wasserleben zu betrachten, es läßt sich daher vermuten, daß auch bei anderen pelagischen Säugetieren eine ähnliche Umwandlung eingetreten ist, und in der That können wir in der Ordnung der Robben derartiges beobachten. Zuvor ist zu bedenken, daß zwar die Robben eine ähnliche Lebensweise führen, wie viele Zahnwale, d. h. wie diese Fischräuber sind, daß aber letztere sehr viel länger dem Einflusse dieser Lebensweise ausgesetzt gewesen sind.

Charakteristisch für das Robbengebiß ist erstens eine gewisse Gleichartigkeit der Größe, aber auch der Form der Zähne. Alle Backzähne haben mehr oder weniger spitze, hintereinander liegende Höcker, die entweder ziemlich gleich hoch entwickelt sind (z. B. bei *Phoca hispida*), oder von denen der mittlere besonders stark ausgebildet ist (*Halichoerus gryphus* z. B.). In beiden Fällen wird der gleiche Effekt erzielt, das sichere Ergreifen der glatten Beute vermittelst spitzer, annähernd gleich großer Werkzeuge. Wie die Zahnwale, so haben auch die Robben nur eine Zahnserie im extrauterinen Leben, sie verlieren die Milchzahnserie bereits zur Zeit der Geburt. Es scheint, daß wir es hier in beiden Fällen mit einer Anpassungsercheinung zu thun haben. Auch die Sirenen haben keinen Zahnwechsel.

Von besonderem Interesse für die uns hier beschäftigenden Fragen ist der in meinem Besitze befindliche Schädel einer

spitzbergischen Bartenrobbe (*Phoca barbata*). Dieses der Hauptsache nach von Muscheln (*Mya truncata*) sich nährendes Thier, zeigt an seinen Zähnen Reduktionserscheinungen, die zu einer vollkommenen Teilung der vorderen Backzähne in je 2 einhöckrige, stiftartige Zähne Veranlassung gegeben haben. Das Gebiß dieses Tieres gewinnt dadurch ein homodontes Aussehen.

An meinem Exemplar sehe ich also an Stelle der ursprünglichen 5 Backzähne 7 und 8 einhöckrige Zähne. Der mechanische Grund dieser eigentümlichen Erscheinung ist zunächst im Abschleifen der oberen Teile der Krone im Laufe des Lebens des Individuums zu erblicken, in letzter Linie beruht aber die Möglichkeit des Abschleifens in einer weniger intensiven Verkalkung der Zähne. Die tiefgreifenden Erosionen an den Zähnen von Otaria und anderen Robben sind auf dieselben Gründe zurückzuführen. Bei den Zahnwalen finden sich solche Erosionen besonders bei Tursiops.

Meiner Ansicht nach vermögen derartige, an sich geringfügige, individuelle Veränderungen unter Umständen eine große Bedeutung zu gelangen, wenn eine Änderung in der Funktion der betreffenden Organe eintritt.

Auch die Paläontologie spricht für oben erwähnte Hypothese. Den fossilen Zahnwalen zugerechnete Tiere, die Squalodonten, haben nämlich durchaus nicht, wie die jetzt lebenden, ein aus zahlreichen gleichartigen, spitzigen Zähnen bestehendes Gebiß, sondern vorn 4 einspitzige, hinten 7 mehrspitzige Backzähne, deren jeder aus einer Anzahl von hintereinander liegenden konischen Tuberkeln besteht. Zeuglodon, ein merkwürdiges fossiles Tier, das nach dem neuesten Bearbeiter D'ARCY THOMPSON den Robben nahestehen soll, über dessen Zugehörigkeit zu den Walen ich aber trotzdem keinen Zweifel hege, zeigt ähnliche Verhältnisse, nur ist die Zahl der Backenzähne geringer, sie beträgt 7.

Nicht scharf genug kann hier den Bestrebungen entgegengetreten werden, welche auf Grund derartigen Ähnlichkeiten eine phylogenetische Verknüpfung der Wale durch Vermittlung des Zeuglodon zu den Robben anbahnen. Durch derartige voreilige Schlüsse versperrt man sich nur den Weg zu jeder weiteren Forschung.

Noch liesse sich die Frage erörtern, welcher von beiden Dentitionen die embryonalen Zahnkeime der Bartenwale zugehören. Nach Bildern junger Stadien zu urteilen, scheinen sie an

verschmolzenen Anlagen beider zu bestehen und gleichen darin den sogenannten wahren Backzähnen aller übrigen Säugetiere, welche ebenfalls aus den miteinander verschmelzenden Anlagen beider Dentitionen zusammengesetzt sind.

Vielleicht ist hier eine kurze Zusammenfassung über das Gebiß der pelagischen Säugetiere überhaupt am Platze. Bei den Bartenwalen, und sicherlich auch bei den Zahnwalen ist als mechanischer Grund der Vermehrung der Zähne in erster Linie die enorme Vergrößerung der Kiefer zu nennen, die Teilung der Backzähne in ihre Elemente, einspitzige Zähne, wurde aber nur durch den gewissermaßen gelockerten Bau derselben ermöglicht. In letzter Linie ist es also, wie wir es auch bei der Bartenrobbe sahen, mangelhafte Verkalkung, welche die Umänderungen ermöglicht hat.

In meiner vorjährigen, bei dieser Gelegenheit gehaltenen Rede über die Anpassung von Säugetieren an das Leben im Wasser hatte ich jene merkwürdige Erscheinung der Hyperphalangie der Vorderextremitäten, der Vielgliedrigkeit der Finger, wie sie sich besonders typisch bei Zahnwalen und Bartenwalen zeigt, ebenfalls auf verlangsamte Verkalkung zurückgeführt, und auch ein anderer Prozeß, der Verlust des Hautpanzers der Zahnwale, für dessen ehemaliges Vorhandensein ich jetzt direkte paläontologische Beweise anzuführen in der Lage bin¹⁾, ist ebenfalls mit verringerter Kalkablagerung in der Haut verbunden. Nebenbei möchte ich daran erinnern, daß auch bei den ausgestorbenen pelagischen Reptiliengruppen der Plesiosauren und Ichthyosauren die ganz analogen Erscheinungen der Vielgliedrigkeit der Finger und des Hautpanzerschwundes vorkommen.

Dieselbe mechanische Ursache, verringerte Verkalkung, erleichterte also drei so verschiedenen Organsystemen wie Haut, Extremitätenskelett und Bezahnung eine Umbildung, zur Erreichung des unter den bestehenden Verhältnissen bestmöglichen physiologischen Effektes. Verringerte und verlangsamte Verknöcherung ist eine pelagischen Säugern ganz allgemein zukommende Erscheinung, die uns verständlich wird, wenn wir deren Lebensweise ins Auge fassen. Für Tiere, welche, auf hohem Meere lebend, als Lungenatmer gezwungen sind, sich fast stets auf der Oberfläche zu halten, ist die Verringerung des spezifischen Gewichtes eine unerläßliche Bedingung, und wie könnte ihr besser entsprochen werden, als durch

1) S. Anmerkung 6.

eine verringerte Ablagerung von Kalksalzen! Skelette von Zahnwalen, Bartenwalen und auch manchen Robben zeigen dies aufs deutlichste. Wenn man als Einwand den Lamantin und das Walroß als Wassersäugetiere mit sehr starker Verkalkung des Skeletts entgegenhält, so ist nur daran zu erinnern, daß beide gar keine eigentlichen pelagischen Wassersäugetiere sind, sie finden sich nur in seichten Gewässern, auf deren Grunde sie ihre Nahrung suchen, so daß ihnen die Schwere ihres Skeletts beim Untersinken und Verweilen am Boden nur zu gute kommt.

Kehren wir nach diesen Betrachtungen zur weiteren Untersuchung der Entwicklung der Säugetierzähne zurück.

Von niedrig organisierten Säugern müssen wir vor allem eine Ordnung in den Kreis unserer Betrachtungen ziehen, die in vielen Punkten mit Recht als eine sehr primitive Säugetiergruppe angesehen wird. Es sind dies die Zahnarmen und, wenn ich die Faultiere und Schuppentiere, welche letztere ich auch in embryonalen Stadien zahnlos fand, außer Acht lasse, die Gürteltiere, von denen ich Serien von Embryonen von *Dasypus novemcinctus* und *Dasypus villosus* untersucht habe. Bei ersterer Form ist ein Zahnwechsel seit langem bekannt, von den 8 Zähnen in jeder Ober- und Unterkieferhälfte werden 7 ersetzt. Im Unterkiefer wurden ferner von REINHARDT (1877) bis zu 5 sehr kleine Zähne von einfacher Kegel- oder Kugelform und geschlossener Wurzel entdeckt, welche früher als die anderen Milchzähne erscheinen und keine Nachfolger haben, sie sind als Schneidezähne anzusehen. Meine eigenen Untersuchungen bestätigten diese Angaben durchaus. Ein Milchgebiß ist ferner angezeigt von HENSEL für *Tatusia hybrida*, und von THOMAS für *Orycteropus*. Ich vermag jetzt auch noch *Dasypus villosus* hinzuzufügen. Die Untersuchung von Embryonen dieses Tieres ergab mir, daß die Anlagen der beiden Dentitionen mit derselben Deutlichkeit vorhanden sind, wie in den gleich großen Stadien von *Dasypus novemcinctus*. Ob es in der That bei *Dasypus villosus* zu einem Zahnwechsel kommt oder nicht, ist für unsere Betrachtung gleichgiltig, die Hauptsache ist, daß beide Dentitionen sich anlegen.

Es erscheint mir nicht zweifelhaft, daß auch noch bei anderen Gürteltieren beide Dentitionen sich nachweisen lassen werden; schon jetzt können wir aber behaupten, daß sich innerhalb der Edentatenordnung die beiden Dentitionen in typischer Weise anlegen.

Es erübrigt uns, jetzt noch die Beuteltiere zur Untersuchung heranzuziehen, die eine sehr hoch differenzierte Bezahnung be-

sitzen. Zahlreiche, sorgfältige Arbeiten älterer und neuerer Forscher, von denen ich nur FLOWER und THOMAS erwähnen will, haben die differenten Gebisse der Beuteltiere, welche in ihren mannigfachen Modifikationen, als Nager-, Fleisch- und Pflanzenfressergebisse von den Ordnungen der Placentaltiere wiederholt werden, zum Gegenstand gehabt, und es steht jetzt widerspruchlos fest, daß diese in Schneidezähne, Eck- und Backzähne wohl gegliederten Gebisse keinen oder nur bei einem Backzahne Zahnwechsel besitzen. Ebenso widerspruchlos wird in neuerer Zeit das Gebiß der Beutler als zur zweiten Dentition gehörig, der erste der beiden wechselnden Backzähne als Milchzahn angesehen.

Meine embryologischen Untersuchungen des Beuteltiergebisses sind bis jetzt nur bis zum Studium einer Serie von jungen Beutleratten gediehen, was ich aber hier gefunden habe, ist so überraschend, daß ich das Hauptresultat hier mitteilen werde. In den neueren Arbeiten über das Beuteltiergebiß ist ein fundamentaler Irrthum enthalten, es gehört nämlich nicht zur zweiten Dentition, sondern zur ersten. Der einzige, später auftretende Zahn gehört dagegen der zweiten Dentition an. Der Beweis wird geführt durch die Thatsache, daß in einem gewissen Stadium der Entwicklung neben Anlagen der bleibenden Zähne noch Anlagen von diesen entsprechenden Ersatzzähnen auftreten. Sie treten als Verdickungen der nach innen von den bleibenden Zähnen verlaufenden Zahnleiste auf¹⁾.

Selbstverständlich ist nicht zu vergessen, daß diese Thatsache erst bei einer Spezies gefunden wurde, und daß noch viele andere der Untersuchung harren, immerhin ist man schon jetzt berechtigt zu sagen, daß dadurch die ganze Sachlage von Grund aus verändert wird. Die FLOWER-THOMAS'sche Hypothese verliert ihre Hauptstütze, das Milchgebiß ist keine erst bei den höheren Säugetieren auftretende Neuerwerbung. Also auch bei den Beuteltieren kommen beide Dentitionen in der Anlage vor, die erste überwiegt, die zweite legt sich zwar an, kommt aber nur in einem Zahne zur vollen Ausbildung.

Eine öfters von verschiedenen Forschern ausgesprochene Ansicht ist die polyphyletische Abstammung der Placentaltiere von den einzelnen Beuteltierordnungen. Die Raubtiere z. B. sollen also von den Raubbeutlern, die Nagetiere von den Nagebeutlern abstammen. Soweit sich diese polyphyletische Hypothese auf die

1) S. Anmerkung 7.

anscheinend gleichartige Bezahnung stützt, und sie thut es in hervorragendem Maße, läßt sie sich nicht mehr halten, denn es geht nicht an, die erste Dentition der Beutler, welche das persistierende Gebiß darstellt, mit der das persistierende Gebiß bildenden zweiten Dentition der höheren Placentaltiere zu homologisieren. Die Ähnlichkeiten der Gebisse sind Convergengerscheinungen.

So weit reichen bis jetzt meine Untersuchungen; so unvollständig dieselben auch noch sind, so lassen sich doch daraus einige allgemeine Ideen gewinnen, nach denen ich weiter arbeiten werde.

Bei allen von uns untersuchten Säugetierordnungen fanden sich beide Dentitionen in der Anlage vor, auch die niedersten Ordnungen der Edentaten, Zahnwale und Beuteltiere zeigen dieses Verhalten, und der Schluß ist daher berechtigt, daß beide Dentitionen ursprünglich allen Säugetieren zukommen. Die ältesten Säugetiere waren daher diphyodont. Innerhalb der Säugetierklasse, von den niedersten bis zu den höchsten Formen aufsteigend, sehen wir nun, wie die zweite Dentition in bezug auf Form und Leistung mehr und mehr die Oberhand gewinnt, während bei den niederen die erste überwiegt. Indem eine Dentition unterdrückt wird, kommt es zur Monophyodontie, die also gleichfalls wie die Homodontie als eine sekundäre Erscheinung aufzufassen ist. Ferner läßt sich die Frage, welche von beiden Zahnreihen der Säugetiere die ältere, also die primitive, und welche die sekundäre war, in der Weise beantworten, daß innerhalb der Klasse der Säugetiere beide Dentitionen in ihrer Anlage gleichwertig sind. Die Entwicklungsgeschichte giebt durchaus keinen Anhalt für die oft ausgesprochene Behauptung von der Abhängigkeit einer Dentition von der andern, beide sind Schwestern, deren Mutter die einfache Epitheleinstülpung im Kiefer ist, die wir als Zahnleiste bezeichnen.

Können wir nun eine Brücke finden, welche das Gebiß der Säugetiere mit dem ihrer Vorfahren, der Reptilien, verbindet?

Prinzipielle Unterschiede zwischen Reptilien- und Säugetierzähnen finden sich, wie SEELYE gezeigt hat, nicht vor, es können ebensowohl Reptilienzähne Eigentümlichkeiten der Säugetierzähne aufweisen, so verschiedene Form der Zähne desselben Kiefers, oder Einflanzung in Alveolen, andererseits können letztere durch mancherlei Reduktionen typischen Reptilienzähnen ganz gleich werden. Ferner findet sich auch bei Reptilien ein Zahnersatz

vor, derselbe ist sogar bei weitem ausgeprägter als der der Säugetiere, da nicht nur zwei, sondern mehrere Dentitionen aufeinander folgen können.

Es erscheint mir daher der Gedanke nicht allzu gewagt, das Gebiß der Säuger mit dem der Reptilien zu homologisieren. Es ergibt sich hieraus folgende Beantwortung der Frage nach dem Ursprunge der Säugetierzähne.

Das unterste Stadium von dem wir auszugehen haben, sind die Fische, und von diesen besonders die Haifische. Bei den Haien sitzen die Zähne nicht nur auf den Kieferrändern, sondern über die ganze Körperoberfläche zerstreut, es sind Hautprodukte von denkbar einfachstem Bau. Sind die auf dem Kiefer stehenden Zähne abgenützt, so rücken von der Innenseite her neue Zähne nach, um die ersteren zu ersetzen. Dieser Ersatz ist ein unbegrenzter. Die einzelnen Zähne sind durchaus noch nicht spezialisiert, ihre Menge ist dafür um so größer.

Die zweite Stufe der Zahnentwicklung repräsentieren die Amphibien und besonders die Reptilien. Von der Hautoberfläche sind in diesen Klassen die Zähne verschwunden, sie haben sich auf die Kiefer konzentriert. Auch der unbegrenzte Ersatz der abgenützten ist eingeschränkt worden, es finden sich nur noch einige wenige Reihen nach innen von der ersten. Mit der zunehmenden Spezialisierung, die besonders bei höheren Reptilien eintritt, nimmt die Zahl der Zähne ab.

Nunmehr kommen wir zu der dritten und höchsten Stufe der Säugetierbezahnung.

Von den mehrfachen Reihen zeitlich aufeinander folgender Zahnserien, wie wir sie bei den Reptilien angetroffen haben, sind durch teilweise Verschmelzung derselben nur noch zwei übrig geblieben, die wir im Laufe unserer Untersuchung genügend kennen gelernt haben: Milchgebiß und bleibendes Gebiß, oder besser erste und zweite Dentition, von denen die letztere sich genau wie bei den Reptilien nach innen von der ersteren anlegt.

Mit der nunmehr erfolgenden höheren Spezialisierung der Zähne, die sich den verschiedensten Funktionen anzupassen hatten, kam es zu einer Verminderung ihrer Zahl. Auf Grund unserer Beobachtungen an den Zähnen der Bartenwale können wir uns die Umwandlung der Reptilienzähne in Säugetierzähne folgendermaßen vorstellen¹⁾. Bei der eintretenden Verkürzung der Kiefer

rückten die Zahnkeime der einspitzigen Reptilienzähne näher und näher aneinander und verschmolzen gruppenweise zu mehrspitzigen Zähnen, den ursprünglichen Backzähnen der ersten Säugetiere. Durch die infolge verschiedener physiologischen Leistungen geforderten Umformungen bildeten sich die Backzähne aus, wie wir sie bei den jetzt lebenden Säugetieren kennen. Besonders durch Heranziehen paläontologischer Funde sind wir heutzutage im Stande, die einzelnen Höcker der Backzähne bei den verschiedensten Säugetieren mit eben derselben Sicherheit homologisieren zu können, wie wir etwa die einzelnen Finger innerhalb der Säugetierklasse zu homologisieren vermögen.

So haben wir im Verlaufe dieser Untersuchung gesehen, wie sich auch bei der Entwicklung der Zähne in der Wirbeltierreihe jenes gewissermaßen aristokratische Prinzip geltend macht, welches die Herausbildung von wenigen, aber vollkommen ausgebildeten Werkzeugen aus der großen Masse gleichartiger, niedrig organisierter Gebilde bewirkt.

1) S. Anmerkung 8.

Anmerkungen.

Die in vorliegender Rede enthaltenen Gesichtspunkte sind zum Teil noch recht hypothetischen Charakters, zum Teil vermag ich sie mit thatsächlichen Belegen zu stützen, die ich indessen erst im zweiten Teile meiner „Vergleichend-anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen an Wältieren“ bringen werde; an dieser Stelle will ich nur noch einige Erläuterungen geben, die sich auch ohne Abbildungen verstehen lassen. Die den einzelnen Anmerkungen beigegebenen Zahlen beziehen sich auf die betreffenden Stellen im Text der Rede.

Anmerkung 1. Die häufig sich widersprechenden Anschauungen BAUME's, dessen Arbeit übrigens eine Fülle guter und interessanter Beobachtungen bringt, macht ROST in einer Dissertation „Versuche einer Phylogenie des Säugetiergebisses“, Jena 1883, zum Gegenstand einer öfters zutreffenden Kritik. Wenn ROST indessen zum Schlusse ausruft: „Man sieht aber aus der Verirrung BAUME's deutlich, wie gefährlich es ist, Erscheinungen zu Gesetzen zu erheben, die keinen Anspruch auf Allgemeingiltigkeit haben“, so hätte er dies auch auf seine eigene Arbeit anwenden können, da dieselbe, bei jeglichem Mangel eigener Beobachtungen, sich gänzlich auf dem Gebiete der Hypothese bewegt.

Anmerkung 2. Zur Untersuchung kamen bis jetzt embryonale Kiefer von *Phocaena communis*, *Monodon monoceros*, *Tursiops tursio*, *Globiocephalus melas* und *Beluga leucas*.

Von letzterem Wal wurden teils ganze Köpfe, teils einzelne Kiefer in Schnittserien nach den 3 Hauptrichtungen zerlegt. Die Ersatzzahnanlagen konnten an sämtlichen Zähnen beobachtet werden. Bei *Beluga leucas* waren sie am deutlichsten ausgeprägt an Embryonen von circa 30 cm Länge. Hier zeigte sich Folgendes: Nach innen von den Zahnanlagen liegt die vielfach netzförmig durchbrochene Zahnleiste, welche mit ihren Schmelzorganen durch viele Seitenstränge in Verbindung tritt und außerdem jedesmal einen weiteren nach innen verlaufenden Epithelstrang abgiebt, der mit kolbenförmiger Anschwellung endigt. Letztere wird vom darunterliegenden Bindegewebe etwas eingestülpt und enthält außerdem in einigen Präparaten in ihrem Innern einige der charakteristischen sternförmigen Zellen, welche die Schmelzpulpa bilden. Um dieses Gebilde lagert sich das etwas verdichtete Bindegewebe in konzentrischer Anordnung und bildet so die erste Anlage eines Zahnsäckchens. Wir haben somit eine zweifello-

Zahnanlage, und zwar eine Anlage der zweiten Dentition vor uns, die nur nicht zur Ausbildung und zum Durchbruch kommt. Interessant erscheint mir die Thatsache, daß zwischen und auch vor den 11 Zahnanlagen, welche bei *Beluga* zu den bleibenden Zähnen werden, auch noch Epithelperlen hinzutreten, die aber ebenfalls später verschwinden. *Beluga* hat vielleicht ursprünglich eine größere Anzahl Zähne in jedem Kiefer besessen, von denen bei später eintretender Kieferverkürzung nur noch ein Teil erhalten blieb. Die verhältnismäßig geringe Zahnzahl bei *Beluga* wäre dann kein ursprüngliches Verhalten, *Beluga* stammte vielmehr von Wälen ab, welche etwa die doppelte Anzahl Zähne besessen haben.

Anmerkung 3. Daß die rudimentären Eckzähne des Döglings nicht mehr funktionieren, zeigt ein Präparat in meinem Besitz. Es ist dies ein nur wenige Millimeter durchgebrochener Zahn (ein solches Durchbrechen habe ich schon früher einmal beobachten können, siehe Archiv f. Naturgeschichte 1889, S. 166, Beiträge zur Fauna Spitzbergens), welcher auf seiner freien Spitze eine Ansiedlung von 3 stattlichen Cirripeden (*Conchoderma aurita*) besitzt, so daß also die Funktionslosigkeit ganz augenscheinlich ist. Ein ähnliches Präparat, von NANSEN und GRIEG erwähnt, findet sich im zoologischen Museum in Bergen.

Anmerkung 4. Ueber den Resorptionsprozeß der Bartenwälzähne berichten POUCHET und CHABRY (Sur l'évolution des dents des Balaenides, Comptes rend. Ac. Sc. Paris, Tome 94, pg. 540—542), danach erfolgt die Zerstörung, wie auch ich feststellen konnte, von der Spitze aus, und zwar in ganz unregelmäßiger Weise, indem größere und kleinere Löcher die Dentinkappe durchbohren. Bei vielen, derartig im Verschwinden begriffenen Zähnen läßt sich das Dentin als ein oben mit unregelmäßigen Zacken versehener Gürtel abheben.

Anmerkung 5. Es kamen über 30 Kiefer verschiedener Bartenwälembryonen zur Untersuchung, die 4 verschiedenen Arten angehörten, es waren dies: *Balaenoptera musculus*, *Balaenoptera Sibaldii*, *Balaenoptera rostrata* und *Megaptera boops*. Die Zähne wurden teils durch Präparation freigelegt, kleinere Kiefer wurden auch in toto gefärbt, dann in Toluol aufgehellt, teils wurden Schnittserien angefertigt.

Balaenoptera rostrata.

An dem kleinsten Embryo von 20 cm Länge (von der Schnauzenspitze zum Schwanzende über den Rücken gemessen) sah ich im Unterkiefer 41 Zahnanlagen, von denen die ersten 14 ziemlich gleich weit voneinander entfernt waren, Zahn 20 bis 34 lagen dagegen paarweise zusammen, häufig so nahe, daß die beiden Anlagen sich miteinander berührten, während sie von den benachbarten Paaren durch weite Zwischenräume getrennt waren. Zahnanlage 36 fiel durch die doppelte Breite auf, die letzten 5 lagen in gleichweiten Abständen. Im Oberkiefer war die Entwicklung etwas weiter vorgeschritten. Die Zahnanlagen waren größer, es lagen zusammen (8. 9) (10. 11) (12. 13) (18. 19) (20. 21) (25. 26) 35. (36. 37).

Von dieser selben Spezies stand mir zur Verfügung, ferner ein Embryo von 49 cm Länge, aus dem Hamburger Museum stammend, dessen Leiter mir überhaupt mit der größten Liberalität in Frage kommendes Material zur Verfügung gestellt hat. Der Unterkiefer dieses Embryos war verhältnismäßig größer, er betrug 0,186 der Gesamtlänge, diese gleich 1 gesetzt, während der des kleinen Embryos nur 0,175 betrug. Von den 41 Zahnanlagen des Unterkiefers waren nur 6 paarweise zusammenliegend, im Oberkiefer fanden sich folgende Zahnanlagen verschmolzen (22, 23) (27, 28) (29, 30) (31, 32).

Vergleichen wir die Angaben bei beiden Embryonen, so fällt ohne weiteres auf, daß beim jüngeren viel mehr Zahnanlagen zusammenliegen als beim älteren.

Viel prägnanter zeigt sich dieses Verhalten bei Embryonen der folgenden Spezies:

Balaenoptera musculus.

Zum Vergleiche ziehe ich die Oberkiefer von 7 verschieden großen Embryonen heran. Die Zahl der einzelnen Zahnanlagen, gleichgültig ob dieselben verschmolzen sind oder einzeln frei liegen, beträgt konstant 53, nur die beiden größten Formen haben infolge eingetretener Resorption einige weniger; in folgendem Schema sind die Resultate enthalten:

Länge des Embryos in Centimetern	Zahl der konischen Zahnanlagen	Zusammengesetzte Zähne (nahe aneinanderliegende sind durch ein + bezeichnet)	Zahl der verschmolzenen Zähne
I) 48	53	(6. 7.) (8.+9.) (38. 39.) (40. 41.) (45. 46. 47.)	9
II) 50	53 (die hintersten 6 fehlen im Präparat)	(2. 3.) (9. 10.) (19. 20.) (27. 28.) (29. 30.) (31. 32. 33.)	13
III) 60	53	(8.+9.) (22.+23.) (28. 29.) (35. 36. 37.) (43. 44.)	7
IV) 60	53	(27. 28. 29. 30.)	4
V) 60	53	(23. 24.) (26. 27.)	4
VI) 70	53	(22. 23. 24.) (26. 27.)	5
VII) 74	46 (Beginn der Resorption)	(15. 16. 17.)	3
VIII) 82	45	(30.+31.) (30.+37.) (40. 41.)	2
XI) 82	45	(21. 22.)	2

Wir ersehen aus diesem Schema, daß bei der gleichen Anzahl der einzelnen konischen Zahnanlagen (nämlich 53) die Zahl der zusammengesetzten Zähne im Lauf der individuellen Entwicklung bedeutend abnimmt.

Balaenoptera Sibbaldii;

Die beiden Embryonen, welche mir von dieser Art zur Verfügung standen, waren schon ziemlich groß, 90 und 114 cm. Die Oberkiefer enthielten 50 Zahnanlagen, von denen bei beiden 4 verschmolzen waren, beim kleineren (10. 11) (28. 29), beim größeren (3. 4.) (23. 24).

Megaptera boops.

Zwei Oberkiefer eines Embryo von 72 cm Länge zeigen noch 11 Zahnanlagen verschmolzen und zwar (11. 12. 13) (15. 16.) (18. 19)

(20. 21) (26. 27) auf der einen Seite und (4. 5. 6. 7) (13. 14. 15) (19. 20) (28. 29) auf der andern.

Mit Sicherheit ergibt sich aus diesen Angaben, daß die Lage der zusammengesetzten Zähne eine recht verschiedene ist. Von einer Verschiedenheit der 9 vorderen Zähne, die einspitzig sein sollen, von den hinteren kann nicht die Rede sein, da wir Zusammensetzungen von Zahnanlage 2 und 3 oder 3 und 4 oder 4, 5, 6 und 7 oder von 6 und 7 oder 9 und 10 beobachten können. Also auch die vordersten Zähne der Bartenwale sind als ursprüngliche zusammengesetzte Zähne anzusehen.

Auch der weiteren Angabe JULIN'S, daß die hinteren Zähne rüchliche, die ersteren viel spitzere Formen haben, vermag ich nicht zuzustimmen. Bei Megaptera boops z. B. fand ich auch sämtliche hintere Zähne von ausgeprägt spitzem Typus, gerade so wie die vorderen, und da wo sich bei anderen Embryonen im hinteren Teil des Kiefers rüchliche fanden, sind sie durch Resorption der verkalkten Spitze entstanden. Besonders deutlich läßt sich das an den Zähnen eines Embryos von Balaenoptera Sibbaldii von 114 cm Länge verfolgen. Die kugelige Gestalt der hinteren Zähne rührt von dem Verlust der Dentinspitze her, deren oberer Teil durch den unregelmäßig verlaufenden Prozeß mehr zackig geworden ist.

Die zusammengesetzten Zähne zeigen alle Phasen von der fast völligen Verschmelzung an bis zum bloßen Nebeneinanderliegen. Besonders auffallend war mir die ungleiche Größe der verschmolzenen Kronenteile, in einem Falle saß einem konischen Zahn ein kaum halb so großer seitlich an, als ob er aus ihm geknospt wäre.

Anmerkung 6. Über den Schwund von Hautplatten bei Zahnwalen habe ich bereits im Anatomischen Anzeiger 1890, p. 237 berichtet. Besonders war es die Bedeckung des Rückens mit Platten bei Neomeris phocaenoides, sowie das Tuberkelfeld auf dem Rücken eines Embryos dieser Spezies, welches mich auf die Vergleichung mit den Tuberkeln auf Rückenflosse von Phoinena spinipinnis, sowie der gewöhnliche Phocaena communis brachte. Übrigens möchte ich an dieser Stelle hinzufügen, daß J. A. MURRAY¹⁾ von einer Neomeris Kurrachiensis, die nach FR. W. TRUE²⁾ übrigens ebenfalls ein N. phocaenoides ist, angibt: Back with a longitudinal band of spinous tubercles on the vertebral area, beginning nearly opposite the root of the pectoral, widening to 1,5 inch about the middle, and again contracting and ending narrowly opposite in line with the vent³⁾. Bereits TRUMMOR³⁾ hat diese Tuberkeln abgebildet. Es war mir nun von hohem Werte, meine Behauptung, daß diese Platten und Tuberkeln den letzten Rest eines bei Zahnwalen früher allgemein vorhanden gewesen

1) J. A. MURRAY, A contribution to the knowledge of the marine fauna of Kurrachee. Annales and Magazine of Natural History, Vol. XIII, 1884, p. 352.

2) FR. W. TRUE, A Review of the family Delphinidae. Bulletin of the United States National Museum, Washington 1889, p. 115.

3) TRUMMOR, Fauna Japon., Mammif. marin. 1860.

Körperbedeckung darstellen, an der Hand paläontologischer Thatsachen beweisen zu können. Ein solcher Beweis ist aber meines Erachtens nach in einer Arbeit von JOHANNES MÜLLER „Bericht über ein neues Cetaceum aus Radoboy, *Dolphinopsis Freyeri*¹⁾“ enthalten. MÜLLER beschreibt folgende Hautbedeckung: „Der größte Teil der Flosse mit Ausnahme der Brauchflächen der Knochen ist nämlich von kleinen Plättchen dicht bedeckt, die Plättchen sind meist plankonvex, die eine Seite ist glatt abgerundet, die andere Fläche ist plan, und letztere oft sehr regelmäßig liniert.“ „Diese Plättchen sind von großer Festigkeit und viel härter als das Gestein.“ „Die linierte Schicht und die Knochenplättchen gehören ohne Zweifel zusammen und mitsamt der schwarzen Schicht zu der Hautbedeckung eines Tieres. Wenn sie nicht zu dem von ihnen bedeckten Tierreste, nicht zu der Extremität und den anderen Knochen gehören, so würden die letzteren gewiß nur einem Delphin zuzuschreiben sein. Wenn aber die Bedeckung zu den Flossenknochen gehört, so kann an unseren heutigen Delphine nicht gedacht werden, und wir haben es dann mit einem neuen, den Delphinen verwandten Typus der Vorwelt zu thun.“

BRANDT²⁾, der diesen Delphin verwandt mit *Champsodelphis* hält, steht MÜLLER'S Anschauung sehr skeptisch gegenüber, und von späteren Autoren ist dieser so eigentümliche Befund meines Wissens nicht mehr erwähnt worden. Hält man die MÜLLER'SCHE Beschreibung der Plattenreste, besonders deren Vorkommen an der Flosse mit meinen früheren Angaben über den Hautpanzer rezenter Zahnwale und analoge Bildungen der Ichthyosaurer zusammen, so wird man kaum noch daran zweifeln können, daß wir hier einen schönen paläontologischen Beweis für das Vorhandensein einer hautpanzerartigen Körperbedeckung bei den Vorfahren der Zahnwale haben.

Anmerkung 7. Die Entwicklung der Beuteltierbezahnung habe ich ausführlicher in einer Arbeit „Das Gebiß von *Didelphys*, ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte des Beuteltiergebisses“, *Anat. Anz.* 1891, Nr. 23 u. 24, behandelt.

Anmerkung 8. Es ist wohl kaum nötig, darauf hinzuweisen, daß meine Ansicht über die Entstehung der Säugetierbackenzähne nicht viel über das Stadium der bloßen Vermutung gelangt ist. Verwandte Anschauungen haben geäußert DRYOWSKY³⁾, welcher den 4-jochigen Säugetierzahn aus 24 einfachen Papillen entstehen läßt, von denen je 3, respektive die von ihnen gebildeten Pfeiler miteinander zu einem Halbjoch verwachsen, die dann wieder zu je 2 ein Zahnjoch bilden, MAGTOR⁴⁾, der als Urtypus den Kegelzahn auffaßt, von dem sich alle anderen durch Vervielfältigung und sekundäre Ver-

schmelzung ableiten lassen, GAUDRY¹⁾, ferner AMEGHINO²⁾, nach welchem sich die Säugetierzähne aus gleichmäßigen konischen Zähnen, die sich in Gruppen vereinigt haben, herausgebildet haben, COPE³⁾, welcher den Satz ausspricht, daß die Molaren der Säuger nicht zurückbezogen werden können auf Reptilienmolaren, sondern auf einfache konische (haplodonte) Reptilienzähne, und Andere mehr.

Schlussbemerkung: Die Drucklegung vorliegender Rede in dieser Zeitschrift ist durch unvorhergesehene Umstände sehr bedeutend verzögert worden, ich habe daher, um mir die Priorität meiner Forschungsergebnisse zu sichern, bereits im Juli 1891 einen kurzen Auszug im *Anatomischen Anzeiger*, Ende vorigen Jahres eine Darstellung meiner Untersuchungen über die Entwicklung des Beuteltiergebisses gegeben.

1) GAUDRY, Les enchainements du monde animal dans le temps geologique. *Mammifères tertiaires* 102. 1878, p. 54.

2) AMEGHINO, FLORENTINO, Nuevos restos de Mamíferos fosiles oligocenos recogidos por el profesor PEDRO SCALABRINI y pertenecientes al museo provincial de la ciudad del Parana. *Bol. Acad. Cordoba (Argent.)*, Tomo 8, p. 181.

3) COPE, E. S., The mechanical causes of the development of the hard parts of the Mammalia. *Journ. Morphol. Boston*, Vol. 3.

1) Sitzungsber. der math.-naturw. Klasse der Kais. Ak. d. Wissensch. Wien, 1858, p. 84, und 1855, p. 845.

2) BRANDT, Die fossilen und subfossilen Cetaceen Europas. *Mém. de l'Acad. de St. Petersburg VII. Sér. T. XX.*

3) DRYOWSKY, Studien über Säugetierzähne. Vorläufige Mitteilung in *Verhandl. Zool.-Bot. Gesellsch. Wien*, Bd. 89, 1889, p. 3—8.

4) MAGTOR, E., Des lois de la dentition. *Journ. Anat. Phys. Paris* tom. 19 p. 59.