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

Ueber die

Umbildungen des Säugethierskelettes

und die

Entwicklungsgeschichte der Pferde.

Vortrag, gehalten im naturwissenschaftlichen Verein zu Regensburg am 18. März 1889.

Von Medicinalrath Dr. Roger in Bayreuth.

Wenig Zweifel und Streit wird unter den gebildeten Menschen unseres Zeitalters darüber sein, dass der eminente Aufschwung der Naturwissenschaften es ist, der der modernen Zeit das characteristische Gepräge aufdrückt, und wenn bei Eröffnung einer Ausstellung industrieller Produkte, bei Uebergabe einer neuen Bahnstrecke oder eines Kanales zum Betriebe oder bei sonst einem ähnlichen Anlasse die Schaar der geladenen Gäste beim Festmahle froh vereint ist, dann fehlt es im munteren Flusse der Reden wohl auch nicht an begeistertem öffentlichen Hinweis auf die herrlichen Errungenschaften, die unser modernes Kulturleben der praktischen Anwendung der Resultate naturwissenschaftlicher Forschung und Arbeit verdankt. Aber ungleichartig, höchst ungleichartig ist der Grad von Werthschätzung, welche den einzelnen Zweigen der nach allen Richtungen hin das Mass unserer Erkenntniss mächtig mehrenden Wissenschaft zu Theil wird und meist direkt gebunden an das Mass praktischer Verwerthbarkeit und finanzieller Ergiebigkeit der einzelnen Leistung geistiger Arbeit. Rückhaltlos stimmt der Aktionär einer Cellulosefabrik, Anilinfarbenfabrik etc. in den Panegyrikus ein, der der modernen Chemie und ihren Vertretern gewidmet wird, vergnügt den Werth gewonnener Zeitersparniss berechnend, preist der Kaufmann die Wunder der Technik und Physik, die ihm in Telegraph und Telephon,

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

in der Dampfmaschine und in tausend kleinen und grossen Neuerungen auf dem Gebiete der Mechanik zu Gebote stehen, und im Gegensatz zu der Brodlosigkeit des Gelehrtenthums früherer Zeiten konnten in neuerer Zeit schon mehrfach Forscher und Erfinder zu dem Glanz des Namens auch noch den Schimmer metallener Schätze fügen, die sie der praktischen Anwendung ihrer Fachkenntnisse verdankten. Wenn aber in dem wunderbaren Reigen von Geschwistern, deren gemeinsame Mutter die Naturwissenschaft ist, wohl alle der gleichen Krone werth sind, so schwingen doch nicht alle den goldenen Zauberstab, vor dessen Macht sich fast die ganze Menschheit beugt, die ja seit den ersten Anfängen der Kultur nicht aufgehört hat zum Golde zu drängen und am Golde zu hängen.

Wenig beachtet und in stiller Bescheidenheit spinnt so manche Wissenschaft den Faden fort im vereinten Schaffen und häuft nach ihrer Art Schätze auf Schätze, die nicht Motten noch Rost verzehren und in ihrer Zusammenfassung die Grundlage geben nicht zu Geld und Reichthum, sondern zu Waffen des Geistes und die Bausteine fügen zum unerschütterlichen Fundamente geistiger Freiheit und Loslösung von allen beengenden Banden überlieferter Irrthümer und Vorurtheile. Eine dieser im Stillen und unscheinbar schaffenden und wirkenden, aschenbrödelähnlichen Wissenschaften ist die Paläontologie, und kann sich der auf das Praktische gerichtete Sinn des modernen Erwerbsmenschen wohl kaum eine brodlosere Thätigkeit denken, als die zufällig gefundenen, dürftigen und zerstreuten Reste längst vergangener Wesen kostbaren Gegenständen gleich sorgfältig zu sammeln und vor weiterem Verderben zu bewahren, umständlich zu beschreiben, auf das Getreueste abzubilden und in umfangreichen kostspieligen Sammelwerken zu veröffentlichen. In der That hätte er wohl auch nicht ganz Unrecht, solches Thun absprechend zu beurtheilen, wollte oder würde der Forscher sich damit begnügen, auf dem einfachen und geistesöden Standpunkt des Sammlers zu beharren, der ja stets doch nur das vorbereitende Stadium, der Ausgangspunkt für die geistige Bearbeitung des gesammelten Materiales zu bilden hat. Der Forscher analysirt die einzelnen Merkmale der Objekte, vergleicht sie mit denen anderer Objekte und indem er nach gefundenen Uebereinstimmungen das Aehnliche verbindet, nach Unterscheidungsmerkmalen das zu Trennende ausscheidet, errichtet er das System, das er dem

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

beschreibenden Theil seiner Wissenschaft zu Grunde legt. Er begnügt sich aber nicht mit Sammeln und Beschreiben allein, sondern soweit Erscheinungsformen der lebenden Welt Objekt seiner Studien sind, ist er bestrebt, ihre Lebensbedingungen, ihr Werden und Wachsen und alle die tausendfachen Wechselverbindungen ihres Lebens zu ergründen; soweit aber die Objekte seiner Studien Reste längst vergangener Epochen sind, wird sein Hauptbestreben dahin gehen, ihre Beziehungen zu ähnlichen oder verwandten Wesen der lebenden Welt zu ergründen. Und indem er dann nach und nach den Umfang seines Wissens und Erkennens nach dieser Richtung hin mehr und mehr erweitert, wird er sich in den Stand gesetzt fühlen, die Unterschiede, welche im Allgemeinen als verwandt erkannte Formen im Einzelnen bieten, nach ihrer inneren Bedeutung zu würdigen. Mit der Mehrung der Entdeckungen fossiler Schätze gewinnt der Paläontologe im Gegensatz zu dem Zoologen und Botaniker, deren Arbeit nur den flüchtigen Erscheinungen der Gegenwart gelten kann, den Ausblick in unfassbar weite Fernen und über unmessbar lange Perioden vergangenen Schöpfungslebens, und während jene nur das Werden und Leben des Individuums zu studiren vermögen, sieht sein geistiges Auge das Entstehen und die Entwicklung des organischen Lebens im Grossen und Ganzen, wie in der wunderbaren Mannigfaltigkeit seiner Differenzirung und Specialisirung, deren Resultat z. Th. eben die Wunder der heutigen Schöpfung und mit ihr und in ihr er selbst auch als Endglied der aufwärts strebenden Kette der belebten Wesen ist. In gleichem Masse aber, als er erkennt, nach welchen Richtungen hin sich die beobachteten Umänderungen der Lebewesen vollziehen, gewinnt er durch logischen Schluss weiter die Einsicht in grosse allgemeine Principien, in Gesetze, nach denen diese Umwandlungsvorgänge sich vollziehen. Und an der Hand dieser leitenden Principien und Gesetze ist er dann im Stande, theils aus gefundenen Einzeltheilen eines Thieres Schlüsse bezüglich der Gesammterscheinung, ja auch der Lebensweise desselben zu ziehen, theils auch aus dem Entwicklungsstadium, das eine einzelne Erscheinungsform darbietet, unter Ausscheidung der erworbenen Merkmale von den ererbten die Organisation der vorauszusetzenden, wenn auch thatsächlich noch nicht bekannten Stammformen in ihren Hauptgrundzügen zu characterisiren, analog dem berühmten Beispiele des berech-

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

nenden Astronomen, der aus Störungen von Planetenbahnen die Existenz eines weiteren Planeten erweist und dessen Individualität nach Art, Masse und Schnelligkeit der Bewegung diagnosticirt, ehe ihn noch der suchende Astronom am genau vorher bestimmten Platze vorgefunden hat.

Wenn ich nun der Aufforderung Ihres hochverehrten Herrn Vorstandes folgend, den Versuch wagen will, in dem etwas eng begränzten Rahmen eines Abend-Vortrages und mit den bescheidenen Mitteln eines Dilettanten über die wichtigsten Prinzipien zu sprechen, welche in der Stammesentwicklung der Säugethiere von ihren ältesten uns bekannten Erscheinungsformen bis zu den Gliedern der heute lebenden Schöpfung zu erkennen sind, so muss ich in hohem Grade Ihre Nachsicht in Anspruch nehmen, nicht allein, weil der Stoff ein zu gewaltiger ist, als dass er unter den gegebenen Verhältnissen genügend erschöpft und durchgearbeitet werden könnte, sondern auch, weil nach dem Stande unserer noch in stetiger Fortentwicklung begriffenen Wissenschaft gar Manches noch verschiedenartiger Deutung fähig, manche Lücke noch der Ergänzung und Vervollständigung dringend bedürftig ist.

Im allgemeinen ist es wohl jedem von Ihnen bekannt und geläufig, dass wir in der Geschichte der organischen Welt das Princip des Fortschreitens vom Einfacheren zum Vollkommeneren, das Princip der vorwärtsstrebenden, der aufwärts steigenden Entwicklung erkennen.

Nachdem sicher lange Zeiten hindurch nur wirbellose Thiere die Erde bevölkert hatten, treten im obern Silur die ersten noch wasserbewohnenden Wirbelthiere auf, nämlich Fische, in der Steinkohle erst treffen wir auf die ersten Amphibien und Reptilien. In der Trias erreichen die Saurier eine Mannigfaltigkeit von Formen und einen Reichthum von Land- und Wasser bewohnenden Gattungen und Arten, dass sie geradezu die dominirenden Elemente der damaligen Lebewelt bilden. Aber noch während sie nach Zahl, Form und geographischer Ausdehnung auf dem Höhepunkt ihres Stammeslebens stehen, beginnt sich schon, und zwar aus ihrer Mitte heraus, eine Differenzirung nach 2 Seiten hin zu entwickeln, welche vermuthlich durch klimatische Veränderungen eingeleitet, in ihren Endresultaten uns heutigentages in den Vögeln einerseits und den Säugethieren anderseits entgegengetreten. Der Vogel ist osteologisch in gewissen Sauriertypen, den *Ornithopsiden*

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

oder *Dinosauriern*, zu denen die merkwürdigen Gestalten der *Iguanodonten* etc. gehören, bereits vorgebildet und wird zum Vogel im modernen Sinne durch Verkürzung des einst wirbelreichen Schwanzes, durch Erwerbung des Federkleides, sowie durch die angenommene Gewohnheit der Eierbebrütung, ferner des Nestbaues, potenzirte Flugfähigkeit u. s. w. Und analog wie den *Sauriern* gegenüber ein Hauptprädikat des Vogels in einer erhöhten Schutzthätigkeit und Fürsorge für die Eier und Jungen besteht, so finden wir auch bei den Säugethieren, deren Skelet in seinem Grundplan bereits in Amphibien und Reptilien entwickelt ist und deren Körper eine Schutzdecke von Haaren erwirbt, ebenfalls eines ihrer Hauptmerkmale bedingt durch Schutzthätigkeit für die entwickelten Eier, aber nicht in Bebrütung derselben, sondern in der Weise, dass ihre Ausstossung länger und länger verzögert wird, so dass die Umwandlung des einfachen Eileiters der niedern Wirbelthiere zum gegliederten Bau eines erst doppelten dann zweihörnigen, zweihäusigen oder getheilten, schliesslich einfachen Uterus führt, Vorgänge, die wir uns in lezter Instanz recht wohl als das Resultat einer Reaktion der in Frage kommenden Organe auf den mechanischen Reiz der länger und länger zurückgehaltenen Eier, also als Organbildung durch eine progressive Ernährungsstörung denken können. Des andern hochwichtigen Charakteristikums der Säugethiere, des Besitzes von Milchdrüsen, deren Sekret zur Ernährung der Jungen dient und deren Entstehung wahrscheinlich durch Umbildung von Talgdrüsen erfolgte, kann hier nur nebenbei andeutungsweise gedacht werden. Es erscheinen uns somit die 3 Hauptordnungen der heute lebenden Säugethiere als ebensoviele Etappen im Gange ihrer Stammesentwicklung. Die ältesten und ersten Säugethiere werden hinsichtlich ihrer Fortpflanzungsorgane noch auf dem Standpunkte der heutigen Schnabelthiere und Ameisenigel gestanden haben, wobei aber gleich zu bemerken ist, dass diese geringen Ueberbleibsel der Anfänge der Säugethierwelt in ihrer äusseren Erscheinung nicht den mindesten Rückschluss auf die Gestaltung der ersten Säugethiere gestatten, vielmehr fast in allen Theilen ihres Körpers ungemein weitgehende Veränderungen erlitten haben und ganz gewiss ihren Vorfahren wo möglich noch weniger ähnlich sind, als z. B. ein heutiger Pfau oder Papagei seinem Urahn, dem *Archäopteryx*. Von ihnen, die in ihrer Sexualorganisation den

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

Reptilien noch so nahe stehen, dass sie bekanntermassen sogar Eier, nicht aber Eier im Sinne der Vögel, sondern solche legen, in denen das junge Thier schon weit ausgebildet ist, leitet sich die nächste Stufe, die der *Didelphier* oder Doppelscheidenthiere ab, deren Junge schon in etwas ausgebildeterem und entwickelterem Zustande zur Welt kommen, aber doch noch so schutzbedürftig sind, dass die meisten der lebenden Vertreter dieser Organisationsstufe, die Beutelthiere, sie noch in einer besonderen Hautfalte des Bauches verbergen und schützen, bis sie einen höheren Reifegrad erlangt haben.

Ich möchte jedoch bemerken, dass nicht alle Doppelscheidenthiere zugleich und nothwendigerweise auch Beutelthiere sein müssen, wie es eben die lebenden Thiere dieser Ordnung sind. Ich sehe vielmehr in dem Besitze des sog. Beutels nur eine, wenn auch schon sehr früh erworbene, besondere Eigenschaft eines Theiles der *Didelphier,* der fast stets eine besondere Bildung des Unterkiefers correlat ist. Es ist sehr wohl denkbar, dass die ältesten uns bekannten Säugethiere, deren Reste sich im Jura von England wie auch in gleichaltrigen Schichten der Rocky Mountains in Nordamerika finden, und von denen unstreitig ein Theil der heutigen Säugethiere abgeleitet werden darf, *Didelphier* waren, ohne zugleich auch *Marsupialier* gewesen zu sein. Ich glaube, dass man die Berechtigung hat, dies für die Ahnen der Insektenfresser anzunehmen, welche dann ihrerseits wohl die Wurzel waren, aus der sich die Fülle der übrigen Säugethiere, die Anfänge der Zahnlücker, der Wale und der primitivsten *Carnivoren,* und von letzteren weg wieder die ältesten Typen der Hufthiere, Flatterthiere und sogenannten *Pseudolemuriden* und *Lemuriden* entfaltet und weiterentwickelt haben. Doch ist dies, und es muss das betont werden, zur Zeit nur Conjektur oder Hypothese, welche durch ein Fundmaterial nicht gestützt ist, noch je wird gestützt werden; doch es durfte vorausgeschickt werden, ehe wir uns den Erfahrungen und Lehren zuwenden, die wir aus dem Material ziehen, das uns die Säugethierpaläontologie bietet. Nur andeutend mag vorher noch auf die Thatsache hingewiesen werden, dass, wie niedrige Wirbelthiere überhaupt eine grössere Reproduktionsfähigkeit haben als höhere, so auch speziell unter den Säugethieren die Zahl der Jungen gemeinhin um so spärlicher wird, eine je höhere Organisationsstufe sie einnehmen; so übertreffen die Insektenfresser, Nager und

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

Raubthiere in der Zahl der Jungen die Mehrzahl der Hufthiere, und unter den letzteren wieder die schweineartigen Thiere die höher entwickelten Formen, wie das Pferd und Rind. Doch das nur nebenbei!

Treten wir nun den dem Paläontologen vorzüglich wichtigen Umbildungsvorgängen näher, so müssen wir uns vor Allem an das, was vom thierischen Körper der Erhaltung fähig ist, halten, an das Skelet und die Bezahnung; denn nur an diesen Bestandtheilen des Thierkörpers, deren Aufsammlung aus den Schichtbildungen längst vergangener Zeiten, und deren Studium eben die Aufgabe des Paläontologen ist, konnten jene Entwicklungsreihen studirt werden, deren Erkenntniss für den philosophischen Ausbau des Wissens so wichtig ist. Es liegt aber auf der Hand, dass wir heute Abend nicht wagen dürfen, uns in das kleinste Detail zu vertiefen und im Einzelnsten zu zeigen, wie sich alles Erkennen allmählich gefördert und entwickelt hat, sondern ich muss mich im Meisten darauf beschränken, über die Hauptresultate kurz zu referiren. Ich antezipire daher alle Forschungsresultate und erlaube mir Ihnen im Allgemeinen ein ungefähres Bild von jenen ältesten Formen zu entwerfen, welche als die ersten Säugethiere anzusprechen sein möchten. Man muss sich dieselben als relativ kleine Thiere denken, mit gleichgrossen niederen 5zehigen Füssen, deren oberer Abschnitt (Oberarm und Oberschenkel) an Grösse den unteren (Vorderarm und Unterschenkel) weder übertraf noch von ihm übertroffen wurde. Die beiden Knochen des Vorderarmes wie Unterschenkels waren von ziemlich gleicher Grösse und nicht miteinander verwachsen. Vorder- wie Hinterfuss berührten mit ganzer Sohle den Boden; die Hand- und Fusswurzelknochen standen noch in einfachen Reihen angeordnet, nicht wie bei den heutigen Säugern alternirend, ihre Zahl war grösser als heutzutage und Verwachsungen oder Verschmelzungen einzelner derselben bestanden nicht. Der Schwanz war lang und wirbelreich. Am Schädel, der wohl niedrig und ziemlich plattgedrückt war, erhob sich der kurze Gehirnschädel, der eine sehr kleine Höhle umschloss, nicht über den langgestreckten Gesichtsschädel, eine mediane Scheitelleiste war nicht vorhanden, die Stirn- oder Seitenwandbeine waren einander an Grösse ziemlich gleich, die Augenhöhlen nach hinten offen, die Hinterhauptscondylen als Paar entwickelt. In den Gaumenbeinen waren grosse ovale Lücken. Der Unter-

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

kiefer bestand aus 2 symmetrischen Hälften, deren jede aber nur von einem einzigen Knochen gebildet wurde. Im Ober- wie im Unterkiefer sassen eine grosse Anzahl von Zähnen, beiderseits gewiss über 40—50; diese Zähne gliederten sich aber nicht, wie es bei den heutigen Säugethieren der Fall ist und bei einer grossen Gruppe von Reptilien der Trias (den sog. *Theriodonten*) schon der Fall war, ihrer Form und Funktion nach in Schneide-, Eck- und Backzähne, sondern sie waren sämmtlich von gleicher Bildung, indem sie eine einfache kegelförmige, schmelzüberzogene Krone und eine einfache Wurzel besassen; auch standen die Zähne nicht in geschlossener Reihe, sondern waren sämmtlich von einander durch Lücken getrennt.

Aus einer solchen indifferenten, fast möchte man sagen, schematischen Form heraus, die aber in Skelet und Bezahnung einen reichhaltigen Fond von bildungs- oder besser umbildungsfähigen Elementen besass, entwickelte sich nun im Laufe der Zeiten durch Anpassung an neue Lebens-, Wohnungs- und Nahrungsverhältnisse die heutige Säugethierwelt, und ist die Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinung in letzter Instanz namentlich durch den verschiedenen Grad bedingt, in welchem die Neigung und Fähigkeit, ererbte Eigenschaften festzuhalten gegen die Nothwendigkeit, neue Eigenschaften zu erwerben, zurücktreten musste. Denn Vererbung und Anpassung sind die beiden Faktoren, die in ihrem gegenseitigen Aufeinanderwirken als Bildner der Erscheinungsformen aller Organismen zu erkennen sind.

Und es ist nicht blos von grossem Interesse, zu beobachten, wie zähe gegen die drängende Macht der Anpassung die Kraft der Vererbung Widerstand leistet, so zähe, dass nur bei wenigen Thierformen nicht neben Ergebnissen weitgehender Umbildungen einzelner Organe auch noch alterthümliche oder primitive Gestaltung des einen oder anderen Organes nachweisbar bliebe, sondern es ist auch wichtig, solches zu erkennen, indem es eben die analytische Unterscheidung zwischen Erworbenem und Vererbtem ist, die dem Forscher den Weg zur Aufdeckung der phylogenetischen Beziehungen erhellt und ihm schliesslich die schon Eingangs berührte Synthese von theoretisch zu postulirenden Stammformen ermöglicht und zwar mit solcher Sicherheit, dass dann die Auffindung dieser Formen selbst, wie sie sich z. B. im Puerco Eocän von Nordamerika ereignete, kaum

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

mehr den Eindruck hoher Ueberraschung in dem Naturforscher hervorzurufen vermag.

Ganz alleiniger Schöpfungsfaktor ist aber der Stoss von Aussen wohl kaum!

Eingangs bereits wurde erwähnt, dass in der ganzen Geschichte der organischen Welt, in der Entwicklung jedes einzelnen grösseren Formenkreises, das Prinzip des Fortschreitens vom Einfacheren zum Vollkommeren, das Prinzip der vorwärtsstrebenden, der aufwärtssteigenden Entwicklung zu erkennen sei. Analysiren wir die Umformungsvorgänge einzelner Organe, nach den Ursachen forschend, welche diesen Umformungen zu Grunde liegen, so erkennen wir allerdings meistens, dass letztere mehr weniger mechanischer Natur sind und ihren letzten Grund, ihren Anstoss in dem Kampf ums Dasein haben, in dem stets der den jeweiligen äusseren Existenzbedingungen besser angepasste, in Bezug auf sie also zweckmässiger construirte Organismus den Sieg über den minder zweckmässig ausgestatteten Concurrenten davon tragen wird. Und doch glaube ich nicht, dass die rein mechanische Auffassung für sich ausreicht, um für alle die mannigfaltigen Erscheinungen in der Entwicklung der Organismenreihen eine erschöpfende Erklärung zu bieten. Ich kann mich der Auffassung nicht verschliessen, dass es hier ausser den äusseren Anstössen und Einwirkungen auch noch grosse, wie zielbewusst wirkende und leitende Gesetze gibt, nach denen sich solche Entwicklungsvorgänge abspielen. Ein Blick auf die Geschichte abgeschlossen vor uns liegender Formenkreise lässt uns erkennen, dass ihr Aufsteigen und ihr Niedergang nach bestimmten Regeln und in vorgezeichneten Geleisen sich bewegt, und wir sehen immer, wenn — um mich so auszudrücken — ein neues Organisationsprinzip in die Welt tritt, es erst kleine, einfache Formen sind, mit denen es sich einführt, von denen weg es sich erst allmählig zu grösseren Formen, zu mannigfaltigeren Variationen erhebt, dann nach und nach in einer gewissen Anzahl von Repräsentanten die Akme seiner Grössenentwicklung und damit aber zugleich auch die Akme seiner Aktivitätsdauer erreicht, um von hier dann weg den Kampf ums Dasein noch durch Ausbildung mannigfaltiger, bizarrer und monströser Formen mit immer geringerem Erfolg aufzunehmen und schliesslich dem Raçentode zu verfallen. Die Betrachtung gewisser abgeschlossener Formenkreise, z. B. der *Ammoniten, Belemniten,*

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

Trilobiten legt uns eine solche Auffassung nahe und auch aus den Reihen der Wirbelthiere liesse sich manches einschlägige Beispiel anführen, z. B. die riesigen Saurier der Atlantosaurusschichten in Nordamerika, unter den Säugethieren die *Dinoceraten*, die *Brontotheriden*, die Walthiere, die *Edentaten* etc.

Wenden wir uns nun aber nach diesen allgemeinen Vorausschickungen unserem Thema näher, so wollen wir der Reihe nach betrachten: welche Veränderungen geht das Gebiss ein, welche der Schädel, der Rumpf und welche endlich die Extremitäten?

Die Bildungsweise des Gebisses ist für den Naturforscher in doppelter Hinsicht wichtig; denn erstlich steht die Gestaltung desselben in direktestem Zusammenhang mit der Nahrung des Thieres, so dass aus ersterer mit Sicherheit auf letztere geschlossen werden kann, und zweitens sind die Zähne der erhaltungsfähigste Theil des Thierkörpers, so dass wir einen guten Theil der fossilen Formen bisher ausschliesslich aus dem Zahnbau kennen. Im Gebiss vollzieht sich nun der Umwandlungsgang durch die Doppelwege der Reduktion und Gestaltenveränderung; die Zähne werden minder zahlreich, aber in ihrem Bau complicirter. An Stelle der einfachen kegelförmigen Zähne mit einfacher Wurzel treten, um die consistente Nahrung besser zu zerkleinern, zu kauen und für die Verdauung vorzubereiten, Zähne mit zusammengesetzter, d. i. mehr weniger hügelreicher Krone und mit 2 oder mehreren Wurzeln, welche zur solideren Befestigung im Kiefer dienen. Die Zahl der Zähne verringert sich wesentlich, so dass in schön ökonomischer Weise der neue, den neuen Bedürfnissen angepasste Beissapparat keine grössere Summe von Bildungsmaterial erfordert, an die Leistungsfähigkeit des Körpers also keine grössere Anforderung stellt als der alte. Diese Ersetzung der einfachen Zähne durch zusammengesetzte hat vorzugsweise im hinteren Theil der Zahnreihen statt, und sondern sich dadurch die Backzähne von den Eck- und Schneidezähnen, welch' letztere stets einen einfacheren Charakter bewahren. Den complicirtesten Bau zeigen in der Regel die ächten Backzähne oder Molaren, welchen keine Ersatzzähne vorausgehen, sowie häufig auch der letzte Milchbackenzahn. Die Vorbacken- oder Lückenzähne, Prämolaren, sind in der Regel um so einfacher gebaut, je näher sie dem Eckzahn stehen, ihre Vorgänger, die Milchbackenzähne hingegen zeigen z. Th. den verwickelten Bau von ächten

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

Backzähnen. Es käme hier nun die merkwürdige Thatsache des Zahnwechsels zur Besprechung, allein gerade dies ist der Punkt, über den die Paläontologie rücksichtlich seiner Entstehungs-Bedingungen und allmähligen Entwicklung noch zu wenig Material hat, um darüber mehr bieten zu können als Hypothesen. Ich erlaube mir daher, über denselben mit dem Bekenntniss ungenügenden Wissens rasch hinwegzugehen und erwähne nur kurz, dass der vollkommene Zahnwechsel nur bei den *Monodelphiern* stattfindet, während bei den *Didelphiern* nur ein einziger Backzahn, der 4. oder letzte Prämolar oder nach besserer Zählart der erste, d. i. der unmittelbar vor den ächten Molaren sitzende Prämolar einen ausfallenden Vorläufer hat.

Der Umstand nun, dass bei gleichzeitiger Verminderung der Zahnzahl ein complicirterer Bau des einzelnen Zahnes in der Weise tritt, dass unter der hügelreichen Krone jedem Haupthügel eine Wurzel entspricht, ist der theoretischen Auffassung günstig, dass der zusammengesetzte Zahn das Produkt des Zusammentretens oder der Verschmelzung einer bestimmten Anzahl einfacher Zähne zu einem Gruppenzahn wäre. Dabei ist aber zu beachten, dass die Keimanlage auch des complicirtesten Zahnes eine einfache ist. Die ganze plastische Kraft, welche früher mehrere getrennte Zähne hervorzubringen hatte und darum auf mehrere Keimanlagen vertheilt war, ist jetzt in einem einzigen Keim zusammengedrängt und gewinnt Ausdruck in der Vielgliedrigkeit ihres Produktes, ähnlich wie ja auch der so wunderbar verwickelt gebaute und vielgliedrige Organismus des ganzen Thierleibes immer und immer wieder von der einfachen Eizelle ausgeht.

Wir sehen nun in frühester Zeit eine Anzahl verschiedener Modelle, möchte ich sagen, des zusammengesetzten Backzahnes zur Wirksamkeit gelangen, so z. B. den aus vielen Hügeln zusammengesetzten Zahn des *Polymastodon*, des *Stereognathus*, den eigenthümlichen, runden, vielhügeligen Backzahn des *Microlestes*, den Furchenzahn des *Plagiaulax*, welche sämmtlich Zahnreihen von sehr geringer Zahnzahl angehören, während nicht minder alte Thiere wie z. B. *Amphitherium*, *Dryolestes*, *Triacanthodon* etc. bei minder complicirter Zahnform noch eine grössere Zahnzahl behalten und gleichzeitig auch die Zahnreihe noch nicht ganz schliessen. Ein Theil dieser Zahnmodelle aber bewährt sich im Kampf um's Dasein

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

nicht, und ihre Träger verschwinden nachkommenlos vom Schauplatz, während andere wieder vollkommener ausgebaut werden und heutigen Tages noch in Funktion stehen; so kann z. B. der Backzahn der Insektenfresser wohl ohne Zwang auf einige der im Jura schon vorkommenden Typen *(Amblotherium, Achyrodon, Stylacodon, Dryolestes)* zurückgeführt werden. Es haben diese Thiere Backzähne mit 3 spitzen Haupthügeln auf der Krone, und auf solche Formen, also auf kleine Säugethiere mit triconodonten (3 hügeligen) Backzahnkronen von insektivorer Lebensweise dürfen wir die Hauptmasse der heute lebenden Säugethiere, die Raubthiere, Halbaffen und Affen, die Nager und schliesslich auch die Hufthiere zurückführen.

Der triconodonte, oder wie Cope sagt, der trituberkuläre Zahn, also mit 2 Haupthügeln auf der Aussen- und 1 Haupthügel auf der Innenseite, bewährte sich von all den ersten Versuchen zum complicirten Backzahn als das entwicklungskräftigste und anpassungsfähigste Modell. Mit wenigen Ausnahmen z. B. der Walthiere und vielleicht auch der elephantenartigen Thiere lässt sich die grosse Masse der Säugethierbackzahntypen auf ihn zurückführen, aus ihm ableiten. Durch Streckung, seitliche Abflachung und Bildung schneidender Kanten geht aus ihm der Fleisch- oder Reisszahn der Raubthiere hervor, durch Auftreten eines weiteren Hauptinnenhügels und kleiner Nebenhügel der bunodonte Backzahn der ersten Hufthiere, welche noch omnivore Lebensweise haben, zu dieser aber wohl erst sich zuwandten, während ihre älteren Formen noch von ausschliesslich animaler Nahrung gelebt hatten.

Der mechanische Grund zur Umbildung des Höckerzahnes in den Reisszahn, sowie gleichzeitig zu der mächtigen Entwicklung des Eckzahnes der Raubthiere liegt in der fortschreitenden Entwicklung der Säugethiere selbst; denn diejenigen Arten, welche sich daran machten, selbst wieder Säugethiere zu verzehren, mussten natürlich wirksamere Angriffswaffen und Beisswerkzeuge haben als jene, die sich von Weichthieren, Fischen oder Insekten nährten. Die ganze Kraft concentrirte sich in wenigen gewaltigen Zähnen zum Festhalten der Beute, was die Eckzähne bewirken, zum Zerreissen und Zerschneiden der Muskeln, was die Reisszähne besorgen, oder zum Zermalmen der Knochen, wozu die Vorbackenzähne (z. B. der Hyäne) dienen. Die letzten Backzähne, welche noch am treuesten den triconodonten Typus bewahren, treten dabei fast ausser Funktion

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

und werden mehr minder entbehrlich. Die gewaltigsten Räuber haben das zwar an Zahl der Zähne ärmste, an Ausbildung der einzelnen Zähne aber höchst specialisirte Gebiss, wie z. B. die heutigen Katzen, die ausgestorbenen *Mechairodus*- oder Dolchzähner. Die Raubthiere schlingen das Fleisch ihrer Opfer in grossen Bissen hinunter, fast die ganze Verdauungsthätigkeit des nur mechanisch vorbereiteten Bissens dem Magen überlassend.

Gemischte Nahrungsweise oder gar reine Pflanzennahrung hingegen, wie sie den sämmtlichen Hufthieren und der grössten Mehrzahl der Nager zukommt, setzt eine sorgfältige Zerkleinerung voraus, zu welcher ineinandergehende, spitze Hügel oder scheerenblattartig aneinander vorbeigleitende Schneideflächen nicht genügen. Wir sehen darum bei Raubthieren, die sich, wie der Dachs und die Bären, einer gemischten Nahrung zuwenden, die Krone der hinteren Molaren sich bedeutend verbreitern und mit einer grossen Anzahl niederer Warzen bedecken. Eine Mittelstellung zwischen der Zahnbildung von Fleischfressern und Pflanzenfressern zeigt das Gebiss der omnivoren, schweineähnlichen Thiere, welche in ihrer Abstammung entschieden auf alte, einfache Formen von Fleischfressern zurückzuführen sind. Bei ihren älteren Formen sind die hinteren Backzähne 4hügelig und die Vermehrung der Kronenoberfläche geschieht durch die Entwicklung zahlreicher Nebenhügel oder Warzen; bei einer der Jetztzeit angehörenden Gattung, dem Warzenschwein, *Phacochoerus,* nur erfolgt eine Umbildung der Backzähne nach einem neuen Typus, auf den wir später noch zurückkommen werden.

Jene Säugethiere, welche sich der ausschliesslichen Pflanzennahrung zuwandten, d. h. die grosse Masse der sogenannten Hufthiere und wie schon gesagt, ein Theil der Nagethiere, gingen nun nach und nach eine immer weiter gehende Umbildung in ihrem Zahnbau ein, indem das Gebiss von einem Beissapparat allmählig zu einem mühlsteinartig wirkenden Mahlapparat umgeformt wurde. Der beissende Backzahn mit niederer, unebener, hügelbedeckter Krone, der technisch gesprochen brachyodonte und bunodonte Zahn muss sich zu einem Quetsch- oder Mahlzahn mit hoher, lange Abnützung aushaltender Krone und im Ganzen ebener, nur durch härtere Leisten geriefter Kaufläche zu einem hypsodonten und schliesslich prismatischen oder cylindrischen Zahn umbilden.

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

Den ersten Schritt auf diesem Wege bildet die Verbindung je eines Aussenhügels der Backzahnkrone mit dem entsprechenden Innenhügel durch ein Querjoch: aus dem Hügelzahn entsteht meist auf dem Wege der Einschaltung je eines Zwischenhügels zwischen Aussen- und Innenhügel nach und nach der Jochzahn, der also 2 Querjoche mit einem dazwischen liegenden Querthale hat. Gleichzeitig rücken die Vorbackenzähne enger zusammen und gewinnen, nachdem sie erst blos einfache kegelförmige Krone gehabt hatten, allmählig durch complicirteren Bau mehr Uebereinstimmung mit den ächten Backzähnen und zwar in der Reihenfolge, dass der hinterste Prämolar sich zuerst nach dem Typus eines Molars formt und die übrigen vor ihm stehenden der Reihe nach allmählig den gleichen Umbildungsprocess eingehen, wobei der vorderste meist in Wegfall kommt, so dass die ganze Backzahnreihe sich schliesslich nicht aus 4 + 3 sondern nur aus 3 + 3 Zähnen zusammensetzt. Da aber das Zermalmen und Verkleinern der kieselsäurereichen Gramineen eine ungleich stärkere Abnützung der Zahnkrone zur Folge hat, als die Bearbeitung weicher Wurzeln oder der Weichtheile von Thieren, so kommt es zur Ausbildung zweier weiterer Anpassungsresultate, nämlich 1. zum Auftreten eines neuen Constituens des Zahnes und 2. zu einer mehr und mehr zunehmenden Erhöhung, zu immer länger andauerndem Wachsthum der Krone und immer später eintretendem Abschluss der Wurzelbildung. Das neue Constituens des Zahnes, der bisher nur aus dem Zahnbein und dem dasselbe umgebenden Schmelz oder Email bestand, ist der Cement, der sich zuerst im Boden des Querthales ablagert, das aber mehr und mehr an Ausbreitung gewinnt. Durch die Erhöhung der Zahnkrone aber werden die Hügel derselben mehr und mehr zu cylindrischen Säulen ausgezogen, so dass schliesslich jeder Zahn einen prismatischen Körper darstellt, dessen Querschnitt dann durch die Kaufläche gebildet wird. Auf der Kaufläche bilden die aus den 4 oder 6 Hügeln hervorgegangenen, aus einem Kern von Zahnsubstanz und einem behufs Vermehrung der Angriffsfläche meist gebogenen oder gefältelten Mantel von Email überzogenen, mit dem um sie herumgegossenen Cement dann eine — weil aus ungleich harten Bestandtheilen zusammengesetzt — äusserst wirkungs- und widerstandskräftige Reibfläche und, indem dann 6 solcher einander fast gleich gebildeter Zähne eng zusammenschliessen, bilden sie einen lang

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

gestreckten Mahlapparat, der fest und unverrückbar in dem Oberkiefer eingefügt ist. Denn bisher haben wir nur von den oberen Backzähnen gesprochen. Die Backzähne des Unterkiefers sind entsprechend der schmalen Basis, auf der sie eingefügt sind, viel schmäler als die des Oberkiefers und darum auch viel einfacher gebaut; sie repräsentiren gewissermassen nur die hier nach Aussen gewendete Innenhälfte der oberen Zähne, während die andere Hälfte nur mehr weniger rudimenär angedeutet bleibt. Was ihnen aber an Ausdehnung der Fläche abgeht, das wird im Gegensatz zu der fixirten oberen Zahnreihe durch die Beweglichkeit des Unterkiefers ausgeglichen, die die untere Zahnreihe an der oberen weggleiten lässt, wie sich in der Mühle ein beweglicher Mühlstein an einem festen Stein reibt. Häufig tritt dann noch an der Innenseite der oberen Backzähne ein fünfter Pfeiler auf und in inniger Verbindung mit dem Zahnkörper, so z. B. beim Pferd; der Vermehrung der Angriffspunkte der Kaufläche durch halbmondförmige Biegung und feinere Faltenbildungen, die bis zur zartesten Fältelung gehen, wurde bereits gedacht.

Dies ist in gröbsten und allgemeinsten Umrissen der Entwicklungsgang des Hufthierbackzahnes, wie er nunmehr in klassischer Weise an der Hand des Pferdestammbaumes studirt werden kann. Aber nicht die Pferde, noch überhaupt die Hufthiere im engeren Sinne waren es, aus deren Ueberresten die Kenntniss dieses Entwicklungsganges erreicht wurde. Das Material dazu boten vielmehr die Elephanten und ihre Vorläufer, die *Mastodonten.*

Hinsichtlich der Gestaltung der Zähne und in ihrer Aufeinanderfolge scheint zwischen den jüngsten, den lebenden Gliedern der ersteren und den zuerst auftretenden Arten der letzteren Gattung eine weite Kluft zu liegen, aber eine Reihe von Entdeckungen, welche namentlich durch englische Forscher in den Ablagerungen der Sivalikhügel am Abhange des Himalayah gemacht wurden, ist diese gähnende Kluft vollständig ausgefüllt und eine ununterbrochene Reihe der subtilsten Uebergänge von dem einen Extrem zum andern ermittelt worden.

Der Mastodontenbackzahn scheint mir in seiner ersten Anlage nicht auf den Typus des trituberkulären oder triconodonten Zahnes zurückzuführen zu sein, sondern er dürfte einen eigenen Typus darstellen, in welchem der Urtypus des Gruppen-

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

zahnes minder verschleiert zum Ausdruck kommt, als bei dem Backzahn der grossen Mehrzahl der Säugethiere. Die ältesten, uns noch bekannten *Mastodonten*-Formen dürften 4hügelige Backzähne besessen haben, ähnlich denen des *Hyotherium*, einer miocänen Suidengattung, und diese Zähne dürften zu 6—7 an der Zahl eine Reihe gebildet haben und in gleicher Weise dem vertikalen Ersatz unterworfen gewesen sein, wie bei andern Säugethieren. Die älteste uns bekannte Form, das *Mastodon angustidens*, ein Riesenthier, das zur Miocänzeit plötzlich in Mitteleuropa auftritt, ohne dass wir wüssten, woher es kam und welches vordem seine Heimat war, besitzt bereits im vorletzten Backzahn 3, im letzten 4 Hügelpaare mit einer Reihe niedriger, warzenähnlicher Nebenhügel. Spätere Formen zeigen dann eine immer weiter gehende Vermehrung der Hügelpaare, so dass erst hintere Zähne mit 4 resp. 5, dann mit 5 resp. 6 Hügelpaaren auftreten, wobei gleichzeitig an Stelle des vertikalen Ersatzes allmählig der horizontale Nachschub tritt, eine Einrichtung, welche bei der beträchtlichen Grösse resp. Länge der Zähne, die fast nicht mehr als Einzelzähne, sondern als complicirte Organe zu betrachten sein möchten, für Thiere von langer Lebensdauer als äusserst nützlich und der letzteren in hohem Grade Vorschub leistend bezeichnet werden muss. Die Nebenwarzen nehmen dann gleichzeitig auch an Grösse zu und werden den Haupthügeln gleich, mit denen sie dann Querreihen bilden; Cementablagerung tritt im Grunde der Querthäler ein. Endlich entstehen aus den Querreihen durch Verschmelzung der dichtgedrängten Hügel Querjoche, aus den *Mastodonten* (Zitzenzähner) werden *Stegodonten* (Dachzähner). Mit der zunehmenden Vermehrung der Querjoche und Querthäler geht eine Verschmälerung derselben im Sinne der Längsachse des Zahnes vor sich, das Querjoch bildet sich, höher und höher werdend, bei gleichzeitig immer weiter sich hinausschiebendem Wurzelschluss, zur Querlamelle um, und indem die Cementausfüllung der Querthäler immer vollständiger wird und gleichen Schritt mit der Umwandlung der Querjoche zu Querplatten hält, kommt es schliesslich zu der Bildung des Elephantenbackzahnes, der aus einer mehr oder minder grossen Anzahl von Lamellen besteht, die durch Cementlagen mit einander verbunden sind, und dessen Kaufläche einer riesigen Feile gleicht, deren Furchen durch die weicheren Schichten des Zahnbeines und des Cementes dargestellt werden, während

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

das harte Email den erhabenen Leisten der Feile entspricht. Solche Backzähne besitzt der Elephant in jedem Kiefer stets nur einen einzigen; dieser leistet aber die gleichen Dienste, ja wohl noch bessere, als die ganze aus 6 Einzelzähnen bestehende Backzahnreihe eines Wiederkäuers oder eines Pferdes. In gleichem Masse, als nun die Abnützung dieses Zahnes vorschreitet, rückt dann von rückwärts allmählig ein neuer Zahn an Stelle des alten, der, wenn er bis auf einen kleinen Rest abgenützt ist, ausfällt, und dieser Zahnwechsel vollzieht sich 6mal; eine hochzweckmässige Einrichtung, welche mit dem hohen Alter, das bekanntermassen der Elephant erreicht, wunderbar zusammenhängt.

An diesem Beispiel also lernte man erkennen, dass der prismatische Zahn nicht, wie die alte Zoologie annahm, ab initio einen besonderen Zahntypus für sich bildet, sondern nur das Resultat eines allmähligen Umwandlungsprocesses ist, der als Anpassung an geänderte Lebensbedingungen aufzufassen ist. Zu gleichem Endziel führt daher auch bei anderen Säugethierfamilien die gleiche Ursache, so, wie schon erwähnt, bei der Mehrzahl der lebenden Hufthiere, den Wiederkäuern, ferner bei dem Warzenschwein, *Phacochoerus,* bei einem ausgestorbenen Seitenzweig der Nashörner, dem *Elasmotherium,* welches nebenbei gesagt höchst wahrscheinlich noch Zeitgenosse des Menschen war und durch das eine, mächtige Horn auf seinem Schädel die Grundlage bildet, auf der die Sage vom Einhorn wurzelt; zum prismatischen Zahnbau gelangten auf gleichem Wege noch eine Anzahl der sog. *Edentaten* oder Zahnlücker, sowie endlich auch ein guter Theil der Nagethiere, wie z. B. die Hasen, Biber, Mäuse, Meerschweinchen etc. etc., während andere Säugethierordnungen, weil ihre Nahrungsweise keine exclusiv vegetarianische wurde, auch in der Backzahnbildung auf dem primitiven Standpunkt der *Bunodonten,* des Höckerzahnes mit niederer Zahnkrone blieben, wie z. B. die *Lemuriden,* die Affen und selbst auch der Mensch, der also von Natur aus nichts weniger ist als ein Vegetarianer.

Ist nun aber die Umwandlung der Zahnform auch der verbreitetste Vorgang in der Umbildung des Gebisses, so ist sie doch nicht der einzige Weg; es kommt vielmehr auch völliger Verlust der Backzähne und Ersatz durch andere Gebilde vor. Das Schnabelthier z. B. besitzt, aller übrigen Zähne entbehrend, in jeder Kieferhälfte nur eine hornige Platte, gleiches

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

war bei dem ausgerotteten Borkenthier, der *Rhytina Stelleri* der Fall. Und jedermann ist es ja bekannt, dass die sog. Bartenwale keine Zähne, sondern Barten besitzen, Gebilde, die reusenähnlich wirkend, das eingezogene Wasser wieder aus dem Maul austreten lassen, alles Feste und Verzehrbare aber zurückhalten. Auch diese Barten sind kein Umwandlungsprodukt der Zähne, sondern sie entwickeln sich von dem Epithel der Gaumenschleimhaut und sind zurückzuführen auf jene harten Querleisten derselben, welche z. B. bei den Wiederkäuern stark entwickelt sind, aber auch bei andern Thieren nicht fehlen. Selbst der Mensch besitzt sie, und sind sie mit der Zunge hinter den Schneide- und Eckzähnen deutlich zu fühlen.

Doch fast zu lange schon haben wir uns ausschliesslich bei den Backenzähnen aufgehalten. Bezüglich der vorderen Backenzähne, der Prämolaren, möchte ich nur noch kurz bemerken, dass sie bei den älteren Formen meist einfache, seitlich abgeplattete, durch kleine Zwischenräume auseinandergehaltene, conische Hügel darstellen und denen der Raubthiere gleichen, dass sie aber ihre Complexität theils durch den Besitz von 2 Wurzeln und Nebenhügelchen an der Krone, theils durch ihre Fähigkeit bekunden, sich nach dem Modell der ächten Backzähne auszubilden, wobei gleichzeitig ein engeres Zusammenrücken statt hat, häufig aber auch der vorderste verloren geht, da sein Bildungsmaterial von seinen Hintermännern verbraucht wird.

Nur einen flüchtigen Blick werfen wir noch auf die vordere Zahnreihe, auf die Schneide- und Eckzähne. Dieselben sind viel einfacher gebaut als die Backzähne, aber trotz ihrer Einfachheit sind sie doch keine einfachen Zähne wie die Saurierzähne. Die doppelte Wurzel mancher Eckzähne z. B. bei *Hyotherium,* die Bildung von Nebenzacken an der Krone von Schneidezähnen z. B. bei den *Dinoceraten* und *Coryphodonten* lässt dieses erkennen. Die Schneidezähne erlangen schon bei gewissen uralten Formen der jurassischen Gattung *Plagiaulax,* dann bei einzelnen Insektenfressern (Spitzmaus, Igel) eine eigenthümliche stosszahnartige Gestaltung; allbekannt ist die merkwürdige schraubenförmig gewundene Waffe des ♂ Narwal *(Monodon monoceros),* die der rechte Schneide- wenn nicht Eckzahn dieses Thieres ist, allbekannt ist ferner die meiselartige Bildung und das fortdauernde Wachsthum der

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

Schneidezähne bei den Nagethieren, die in gleicher Gestaltung auch bei gewissen Beutelthieren, z. B. dem Wombat, und merkwürdigerweise auch bei einer bezüglich ihrer Herkunft noch sehr dunkeln Hufthiergruppe des südamerikanischen Quartärs, den *Toxodonten* und *Typotherien*, vorkommen. Selten mehr als 3 auf jeder Seite, wird ihre Zahl häufig noch weiter gemindert. Am entbehrlichsten werden sie bei den Pflanzenfressern. So entbehren die meisten *Edentaten* ihrer ganz, und unter den Hufthieren besitzt kein Hirsch, keine Antilope, kein Rind und kein Schaf einen Schneidezahn im Oberkiefer, wohl aber noch deren jederseits 3 im Unterkiefer. Auch der Elephant besitzt keine Schneidezähne, wie sie auch verschiedenen Nashornarten fehlen. Häufiger dem Schicksal der Umbildung als des Verlustes unterliegt der Eckzahn, der in jeder Kieferhälfte nur einfach vorhanden ist. Er bildet sich bei den Raubthieren zu einer gewaltigen Waffe um, in gleicher Weise bei Schweinen, beim Walross und bei den elephantenartigen Thieren, denn der Stosszahn des Elephanten scheint eher ein in den Zwischenkiefer vorgerückter Eckzahn als ein Schneidezahn zu sein; der Stammvater der Elephanten, das *Mastodon angustidens*, besass auch im Unterkiefer 1 Paar Stosszähne. Eine ganz merkwürdige Gestalt nehmen die Eckzähne bei den abenteuerlichen längst erloschenen Formen der *Dinoceraten* an, auf welche wir später noch zu reden kommen werden. Bei den meisten Insektivoren, bei sämmtlichen Nagern, den *Edentaten*, vielen jüngeren Formen der Hufthiere kommen sie in Wegfall. Bei den Unpaarhufern erhalten sie sich hartnäckiger als bei den Paarhufern und nehmen hie und da (z. B. bei gewissen Nashornarten) den Platz der zu Verlust gegangenen Schneidezähne ein. Bei den Wiederkäuern, d. i. den Hirschen und Antilopen, mit Einschluss der Rinder, Ziegen und Schafe, zeigen sie das merkwürdige Verhalten, dass sie im Unterkiefer ganz die Gestalt von Schneidezähnen annehmen und sich auch dicht an dieselben andrängen, so dass diese Thiere 8 Schneidezähne im Unterkiefer zu haben scheinen; im Oberkiefer hingegen finden wir sie in stärker entwickelter Gestalt nur noch bei den älteren geweihlosen oder geweihschwachen Hirschformen, in mehr weniger verkümmerter Form noch bei den übrigen Hirschen, während dem grossen Heere der Hohlhörner die oberen Eckzähne gänzlich abgehen.

Fassen wir nun am Schlusse dieses sehr cursorischen

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

Ueberblickes über die Modificationen des Gebisses die Hauptsumme der gewonnenen Erkenntnisse zusammen, so finden wir, dass als alterthümliche Merkmale eines Gebisses einfachste Bildung der durch Lücken von einander getrennt in einer langen Reihe stehenden Zähne gelten, wie wir solches heutzutage noch bei gewissen *Delphinen* und *Edentaten* (z. B. den Gürtelthieren) sehen. Durch Anpassung an die verschiedenen Formen von Nahrung gehen die Zähne, und zwar im höchsten Mass die ächten, dann auch die Vorbackenzähne, in beschränkterem Grade auch Eck- und Schneidezähne die verschiedensten Umbildungen ein, so dass wir Formen mit geringerer Zahnzahl stets von solchen mit höherer Zahnzahl ableiten müssen und nie umgekehrt, und dass ferner die lückenlos geschlossene Zahnreihe, wie sie unter erloschenen Formen das *Anoplotherium*, unter lebenden die Affen und auch der Mensch zeigt, nicht als eine primitive Bildung, sondern als ein Endresultat, eine abschliessende oder terminale Bildung zu betrachten ist, von der aus ein langgestrecktes Gebiss mit Zwischenlücken sich niemals mehr entwickelt. *Anoplotherium* darf daher nicht, wie lange gelehrt wurde und heutigentags noch in manchen sogenannten populären Schriften zu lesen ist, als der Ahne und Stammvater der heutigen Wiederkäuerwelt betrachtet werden, sondern stellt vielmehr einen nachkommenlos erloschenen Zweig des Hufthierstammes dar, der in der heutigen Thierwelt gar keine näheren Beziehungen mehr hat.

Wir kommen nun zum Schädel, dessen Gestaltung durch die Bildung der Zahnreihen und die Form und Wachsthumsdauer der einzelnen Zähne, insbesondere der Backzähne zu nicht geringem Theile mit beeinflusst wird. Es ist ja klar, dass bei zunehmender Verkürzung der Zahnreihen, wie sie eben in Folge der Reduktion der Zahnzahl und durch das Streben zur Bildung einer geschlossenen Zahnreihe eintritt, an Stelle der langen, schnabelartig ausgezogenen Bildung der Kiefer, wie sie z. B. die Delphine zeigen, eine mehr und mehr kürzere, gedrungenere Kieferform treten muss und dass dadurch das Verhältniss zwischen Facial- und Cerebraltheil des Schädels, ich möchte sagen zwischen Fresstheil und Gehirntheil, ein ganz anderes wird, und von dem Fischähnlich stupiden ausdruckslosen Sauriergesicht der Primitivformen der Weg angebahnt wird zu der Gestaltung einer mehr weniger ausdrucks-

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

vollen und auch ästhetisch befriedigenderen Gesichtsbildung. Den Hauptbeitrag zu dieser Umgestaltung des Schädels liefert aber noch ein anderer Vorgang, der wohl als der wichtigste in der ganzen Kette der Umbildungsvorgänge zu bezeichnen ist, welche der Säugethierkörper nach und nach durchläuft, indem er characteristisch für die Säugethiere dem viel zitirten rothen Faden gleich, ich möchte fast sagen als leitender Grundgedanke des Entwicklungsprincipes sich durch die ganze Entwicklungsgeschichte der Säugethiere hindurch verfolgen lässt und seinen krönenden, seinen vollendetsten Abschluss in der Spitze der Säugethierschöpfung, im Menschen erhält. Es ist dies die von niederen Anfängen ausgehende, unaufhaltsam sich höher und höher gestaltende Ausbildung des Grosshirns, das an Masse mehr und mehr zunimmt und dadurch natürlich auch eine grössere Ausgestaltung der Schädelkapsel erfordert. Diese grösser und grösser werdende Schädelkapsel tritt aus dem Niveau mit dem Kiefertheil des Schädels mehr und mehr heraus und indem gleichzeitig, wie schon bemerkt, der Kiefer sich verkürzt, tritt jene Aenderung im gegenseitigen Verhältniss zwischen Gesichts- und Hirnschädel, jene Gestaltung des Gesichtswinkels ein, welche ihre vollendetste Stufe im Schädel der Culturvölker erreicht, ihren idealsten Ausdruck aber in den Götterbildern der classischen Kunst erhält. Auf verschiedenen Wegen erreicht die Säugethierwelt verschiedene Culminationspunkte der Entwicklung, gewissermassen ideale Entwicklungsziele, so ist der Wal sicher das beste Schwimmthier, der Löwe oder Tiger das unübertroffenste Raubthier, das Pferd das Ideal eines Laufthiers u. s. w., aber, wenn auch in allen diesen und den anderen Zweigen des Säugethierstammbaumes, die sich bis in die Jetztwelt erhalten haben, die Fortentwicklung des Gehirns, und zwar speciell des Grosshirns, stets eine unverkennbare ist, so erreichen sie ihre Culminationsstufe doch immer nur dadurch, dass sich bei ihnen andere Organe in erster Linie durchgreifend umbilden, wogegen die Fortentwicklung des Gehirnes immer mehr weniger im Hintergrund bleibt, während in der zum Menschen führenden Linie Gebiss und Skelet, abgesehen von der Zusammenrückung der Zähne zu einer geschlossenen Reihe, bei weitem nicht einen so hohen Grad von Umformung erleiden, als bei anderen Säugethierreihen, das Hauptschwergewicht der Höherentwicklung fast einzig in der Gehirnentwicklung ruht. Und dadurch eben wird jene höchste

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

Form erreicht, die der Mensch darbietet, dadurch wird eine früher sicher viel minder intelligente Form allmählig zum Träger der höchsten Intelligenz; und gipfelt der Stammbaum der Säugethiere, während alle seine anderen Zweige, und wären sie noch so hoch entwickelt, immer Thiere bleiben, in der Krone der Schöpfung, im Menschen.

Die vergleichende Anatomie schon zeigt uns, dass das Grosshirn niederer Säugethiere, z. B. der Nager- und Insektenfresser sehr einfach gebildet und ganz glatt oder nur mit geringen Spuren von Längsfurchen versehen ist, das Gehirn der Raubthiere hat meist nur Längsfurchen und noch wenige Querfurchen, solche treten erst bei Hufthieren und Affen auf; aber immer steht doch bei den lebenden Säugethieren die Grösse des Gehirns in einem angemessenen Verhältniss zur Grösse des Körpers und die Bildung des Grosshirns zu der der Riechlappen und des Kleinhirns. Ganz anders ist dies bei den ältesten, z. Th. nachkommenlos erloschenen, z. Th. als Stammformen heute noch lebender Gattungen und Arten zu betrachtenden Säugethierformen, von denen uns, namentlich aus nordamerikanischen Fundstätten, z. Th. aber auch aus europäischen, eine nicht geringe Reihe von Gehirnen in petrificirten Ausgüssen, in Steinkernen des Schädelraumes erhalten ist. Sehen wir z. B. das Gehirn eines *Dinoceras* oder eines *Coryphodon* an, so fällt vor Allem die geringe Grösse des Gesammtgehirns im Verhältniss zum Schädel wie zum übrigen Körper in die Augen; sodann bemerken wir, dass das Grosshirn eine auffallend geringe Rolle spielt, gegenüber den mächtig entwickelten, weit vorragenden Riechlappen und dem gleichfalls unbedeckten Kleinhirn, und endlich finden wir auf der Oberfläche des Gehirns kaum eine Spur von Windungen angedeutet. Solch ein Gehirn erhebt sich kaum über den Standpunkt eines Sauriergehirns, dessen Missverhältniss zum übrigen Körper Ihnen die Abbildung eines *Brontosaurus*-Skeletes aus den Atlantosaurusschichten der Rocky Mountains in Nordamerika zeigen mag. Auf solch niederer Stufe der Gehirnentwicklung standen auch die Urstammformen der Hufthiere, die sog. *Condylarthra*, z. B. der Gattung *Phenacodus,* in welcher die älteste uns bis jetzt bekannte Wurzel der Pferde und der grossen Summe der pferdeartigen Thiere überhaupt zu suchen ist. Vergleichen wir damit die Entwicklung des Gehirns unseres heutigen Pferdes

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

und sein Grössen-Verhältniss zum Schädel, so werden wir einen grossen Fortschritt nicht verkennen können.

Noch aber müssen wir zweier weiterer Faktoren gedenken, welche umformend auf den Schädel einwirken, nämlich des Einflusses, den die Ausbildung der prismatischen Zähne ausübt und zweitens der Entwicklung von Hörnern und Geweihen und ihrer Folgen. Die prismatischen Zähne bedürfen nämlich nicht nur einer reichlicheren und länger dauernden Zufuhr von Ernährungs- und Bildungsmaterial, sondern sie nehmen auch im Gegensatz zu den Zähnen mit niederer Krone einen ungleich grösseren Raum im Kiefer ein und zwar namentlich in der Ausdehnung von Unten nach Oben; die Folge davon ist, dass bei Thieren mit prismatischen Zähnen der Oberkiefer höher wird und die Augenhöhle, die, nebenbei gesagt, bei niedrigeren Thieren (auch bei Raubthieren) nach hinten offen, bei den höheren Formen aber ganz geschlossen ist, mehr und mehr nach hinten und oben rückt. Kommt dann noch das mechanische Moment des Zuges und Gewichtes grosser, weitausladender Hörner dazu, dann wird der Schwerpunkt des Schädels mehr und mehr nach hinten gerückt, es bilden sich Knickungen der ursprünglich gerade verlaufenden Längsachse des Schädels, die Seitenwandbeine werden allmählig auf die Hinterhauptsfläche des Schädels gezogen, bis endlich eine so extreme Form erreicht ist, wie sie uns der Rinderschädel zeigt, eine Form, zu der von *Dremotherium* und *Gelocus* weg erst eine grosse Anzahl vermittelnder Uebergänge durch *Antilope, Portax* und *Bibos* führt. Ausser der bekannten Entwicklung von Hörnern und Geweihen bei den Ihnen allen bekannten Antilopen- und Hirschformen, sowie der hornartigen Schädelaufsätze der nashornartigen Thiere muss ich aber mit kurzem Hinweis noch der merkwürdigen Schädelauswüchse zweier längst ausgestorbener Säugethierfamilien gedenken, nämlich der schon erwähnten *Dinoceraten,* einer Gruppe riesiger Hufthiere, die zur Eocänzeit in Nordamerika lebten und nachkommenlos ausstarben, ohne eine weitere geographische Verbreitung zu erlangen, sowie der *Brontotherien,* die ebenfalls in Nordamerika, aber zur Miocänzeit lebten und ebenfalls nachkommenlos ausstarben, aber einzelne Ausläufer ihres Stammes bis weit nach Südamerika hinunter *(Astrapotherium)*, ja auch zu uns in die alte Welt herübersandten *(Chalicotherium)*. Die *Dinoceraten,* welche von einzelnen Schriftstellern in Beziehung mit den elephanten-

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

ähnlichen Thieren gebracht wurden, mit denen sie aber nur sehr schwache Berührungspunkte haben, so dass sie auf gar keinen Fall als deren Ahnen und Vorläufer betrachtet werden dürfen, tragen auf ihrem Schädel 3 paar hornartige Erhabenheiten, die ersteren kleineren über den Nasenbeinen, die zweiten etwas grösseren vom Oberkiefer ausgehend über den Eckzähnen und das dritte, das mächtigste Paar wird von den Stirnbeinen gebildet. Sassen nun im Leben auf diesen Knochenfortsätzen noch epidermoidale Gebilde, so müssen diese Thiere abenteuerlich genug ausgesehen haben. Minder absonderlich ist die Hornbildung der *Brontotherien,* die sich wie bei gewissen amerikanischen Nashornarten, den *Diceratherien,* auf ein kleines Paar von Knochenfortsätzen oberhalb der Nasenbeine beschränkt; höchst eigenthümlich ist aber die Oberansicht des schmalen langgestreckten Schädels, der nach dem Hinterhaupt zu in sanfter Krümmung aufsteigt.

Noch wäre manches interessanten Punktes zu gedenken, so des Verhaltens der Gesichtsknochen speciell der Nasenbeine zur Schnauzen- und Rüsselbildung, der Bildung des knöchernen Gaumens, des Gehörorganes u. dergl., aber es ist unmöglich hier auf alle die Einzelheiten näher einzugehen. Von der Kürze der Zeit gedrängt gehe ich darum auch flüchtig über die Modificationen des Rumpfes weg und bemerke nur kurz, dass die Zahl der Halswirbel stets 7, die der übrigen Wirbel und der Rippen kleinen Schwankungen unterworfen ist. Im Ganzen erkennen wir an der Wirbelsäule vorwiegend Reduktionsvorgänge, die in der Verminderung der Schwanzwirbelzahl und in Verkürzung des Schwanzes vielfach Ausdruck finden. Die Halswirbel verschmelzen bei den ächten Walen zu einer compakten Knochenmasse, an der die ursprüngliche Gliederung in 7 Wirbel nur eben noch angedeutet ist. Vom Schultergürtel geht das Schlüsselbein den Hufthieren verloren, des Schulterblattes aber kann kein Säugethier entbehren; hingegen kommt das Becken bei den Walen und einigen Seekühen in Wegfall, ja bei den ersteren geht die durch Anpassung an das Wasserleben bewirkte Umgestaltung des Körpers so weit, dass sogar das Kreuzbein sich wieder in seine Bestandtheile auflöst, die sich fast in nichts von den übrigen Wirbeln unterscheiden.

Wenden wir uns nun der Besprechung der bei den Extremitäten zu beobachtenden Umformungsvorgänge zu, so

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

darf ich mich auch hier wohl etwas kürzer fassen als bisher und zwar im Hinblick darauf, dass in dem vorigjährigen Vortrag über die Hirsche, der in dem Jahresberichte unseres Vereins zum Abdruck gelangte, dieses Thema bereits wenigstens zum grösseren Theile seines Umfanges besprochen wurde. Von der Entwicklung der Finger zu spangenartigen Flughautstützen bei den Flatterthieren abgesehen, sind es meist Vereinfachungs- und Reduktionsvorgänge, welche wir hier beobachten.

Die Fünfzahl der Zehen wird vermindert und zwar meist am Hinterfuss stärker als am Vorderfuss, das Centrale carpi schwindet und einzelne andere Knöchelchen der Handwurzel zeigen eine Tendenz zur Verwachsung, so bei den Raubthieren das Kahn- und Mondbein, bei Hufthieren das Würfelbein und Kahnbein, die Extremitäten bleiben aber nieder, so lange die Thiere noch ein theilweises Baumleben führen, im freien Wasser oder in Sümpfen leben, oder sich in Höhlen verbergen. Mit dem Leben in ausgedehnten Ebenen, in denen der flüchtigste Räuber sich die meiste Nahrung erjagen, das flüchtigste Wild sich am ehesten der Verfolgung und dem Untergang entzieht, wird der einfache Lauffuss zum Renn- oder Springfuss; er wird länger, der Körper kommt höher über den Boden zu liegen und wird durch die Kraft der Hinterbeine in mächtigen Sätzen fortgeschnellt. Diese Umbildung der Füsse betrifft in vielen Fällen nur die Hinterbeine allein, so bei den Känguruh's, den Springmäusen, oder sie betrifft die Vorder- wie Hinterbeine ziemlich gleichmässig, so unter den Raubthieren beim Gepard und den hundeartigen Gattungen, im ausgeprägtesten Mass aber bei der grossen Mehrzahl der Hufthiere, hier in 2 verschiedenen Gruppen culminirend, deren vollendetster Typus aber unstreitig das Pferd ist. Als Ideal des Rennfusses müssen wir nämlich eine durch Gelenke gegliederte Säule ansehen, welche in jedem ihrer Abschnitte nur aus einem einzigen Knochen besteht, da es sich bei dem Rennfuss durchaus nicht um die Möglichkeit des Ein- und Auswärtsdrehens wie bei der handähnlichen Extremität, sondern ausschliesslich nur um Bewegung nach Vorwärts und um möglichste Sicherung vor jeder Neigung zu Torsionen oder Verrenkungen handelt. Es erleidet darum die Zahl der Zehen und Metapodien, d. i. der Mittelhand- und Mittelfussknochen eine immer weiter gehende Verringerung bis endlich der Einhuferfuss gebildet ist, der blos auf der Spitze der Mittelzehe ruht, gleichzeitig wird aber auch die Duplicität

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

der Knochen des zweiten Extremitätenabschnittes, d. i. Vorderarmes resp. Unterschenkels allmählig beseitigt, indem sich die Ulna immer enger an den Radius anlegt und unter Atrophie ihres distalen Theiles immer inniger mit ihm verwächst, bis sie endlich nur mehr wie ein Fortsatz seines oberen Endes erscheint. Gleichzeitig wird die Fibula auf Kosten der Tibia immer schmächtiger und ist schliesslich, während letztere dadurch immer kräftiger wird, nur noch durch ein rudimentäres Knöchelchen angedeutet. Sie werden nachher sehen, wie schön sich dieser Vorgang in allen seinen Einzelnheiten in der Entwicklungsreihe der *Equiden* verfolgen lässt von dem fünffingerigen Ausgangspunkt derselben, der Gattung *Phenacodus,* bis zu dem Pferde der Gegenwart.

Diejenigen Hufthiere nun, bei welchen sich die Umbildung des Fusses in der Weise vollzog, dass der Schwerpunkt der Extremität in der Mittelzehe ruhte, nennt man Unpaarhufer oder *Perissodactyla;* der amerikanische Gelehrte Marsh gebraucht für sie das wohlbezeichnende Wort *Mesaxonia,* unter *Paraxonia* diejenigen Hufthiere verstehend, bei denen die Fussachse nicht in die Mittelzehe, sondern neben sie zu liegen kommt, es sind dies die Paarhufer oder *Artiodactyla* unserer Autoren. Auch sie streben dahin, ihren Fuss zu einem Rennfuss, zu einer gegliederten einfachachsigen Säule umzugestalten, auch bei ihnen geht schliesslich die Ulna bis auf eine Art Fortsatz in den Radius auf, verschwindet die Fibula nahezu auf Kosten der Tibia, aber weil bei ihnen der Schwerpunkt des Fusses neben die Mittelzehe zu liegen kommt und nicht in sie, so muss sich die Körperlast schliesslich immer noch auf 2 Zehen stützen, und 2 Zehen behalten unabänderlich 2 Mittelhand- oder Fussknochen zur anatomischen Voraussbedingung. Doch kommt die Natur auch hier zu einem ähnlichen Ziel wie bei den vollendeten *Mesaxoniern,* indem das 3. und 4. Metapodium sich erst immer enger aneinander anschmiegen, bis sie schliesslich zu einem einheitlichen Knochen, dem sog. Canon oder Laufbein, verschmelzen, an dem nur noch eine seichte Rinne, sowie die Duplicität der distalen Gelenkrollen den Ursprung aus 2 ehemals selbstständigen Knochen erkennen lassen. Die Stabilität der Extremitäten, d. i. ihre Widerstandskraft gegen Drehungen, also gegen Verrenkungen wird dann bei beiden Reihen, bei den *Mesaxoniern* wie bei den *Paraxoniern* durch 2 wichtige mechanische Einrichtungen

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

gesichert. Die Knochen der beiden Reihen der Handwurzel, in gewissem Grade auch die der Fusswurzel, welche bei den ältesten Stammformen, den sog. *Condylarthra* oder *Taxeopoden* noch in einfacher Reihe angeordnet waren, so dass jedes Carpale der oberen Reihe immer nur mit einem solchen der unteren Reihe und jedes dieser letzteren wieder nur mit je einem Metacarpale artikulirte, erfahren eine seitliche Verschiebung der Art, dass schliesslich die Carpalien der unteren Reihe, oder doch mindestens ihre beiden mittleren nach oben mit je 2 Carpalien der oberen Reihe, nach unten mit je 2 Metacarpalien gelenken; es ist dies eine Art von Verkeilung, die natürlich auch auf die Bildung und gegenseitige Stellung der einzelnen Knochen von grösstem Einfluss ist. Die lebenden Paarhufer haben ihre Existenz offenbar nur dieser Einrichtung zu verdanken, denn alle die alten Formen, und deren ist eine grosse Zahl, welche nicht diesen Vortheil erlangten, sind sämmtlich ausgestorben. Kowalevsky, dem vor Allen das Verdienst gebührt, auf diese Unterschiede aufmerksam gemacht zu haben, schied von diesem Gesichtspunkte aus die Paarhufer in adaptiv und inadaptiv reduzirte Formen. Zu letzteren gehört auch das vielgenannte *Anoplotherium,* das deswegen nicht minder, als in Rücksicht seiner geschlossenen Zahnreihe unbedingt nicht als Stammform der Hufthiere angesprochen werden darf, als welche es, wie schon gesagt, mit Unrecht so lange gegolten hat. Doch das nur nebenbei. Die zweite mechanische Sicherung gegen seitliches Abweichen der Gelenke, also gegen Verrenkungen, ist die Entwicklung stark vorragender Kiele auf den Gelenkenden der Metapodien. Fügen wir dann noch hinzu, dass die krallenartigen Bedeckungen der Endphalangen, wie sie die ältesten Hufthiere besassen, in schuhartig die Phalangen umkleidende Hufe sich umwandeln, welche dem Fuss eine feste Basis geben und ein höchst kräftiges Abschnellen ermöglichen, so glaube ich die Hauptmomente erschöpft zu haben, welche bei der Umbildung des fünfzehigen Sohlengängerfusses in den Rennfuss eines Pferdes oder eines Hirsches in Betracht kommen.

Die weitest gehende Umwandlung der Extremitäten zeigen uns die dem Wasserleben angepassten Säugethiere. In den Extremitäten der Robben und Seehunde erkennen wir noch den fünffingerigen Raubthierfuss und ein Blick auf die Seeotter, *Enhydris maritima,* zeigt uns den Modus dieser

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

Umwandlung in augenfälliger Weise. Stärker und eingreifender schon ist die Extremitätenumbildung bei den Seekühen, aber doch auch ihre Vorderextremität ist auf den Hufthierfuss zurückführbar. Die Walthiere hingegen geben uns gerade in dieser Richtung schwere Räthsel auf. Nicht sowohl weil ihnen die hintere Extremität ganz abgeht, denn diese fehlt auch den Seekühen und ist hier in ihrem allmähligen Reduktionsprozess phylogenetisch verfolgbar. Vielmehr ist es die zu einer Art Flosse umgewandelte vordere Extremität, speciell die Hand, welche mehr als fünf Finger und eine erheblich grössere Zahl als je 3 Glieder jedes einzelnen Fingers (beim Zeigfinger des Delphins bis 8) aufweist. Diese Ueberschreitung der normalen Ziffern lässt sich in ihrem Gegensatz gegen das sonst allgemein giltige Gesetz der Reduktion nicht in den Rahmen und Typus der fünfstrahligen Extremität mit Drei-Gliederung der Finger und Zehen einfügen. Es haben sich deshalb sogar Stimmen erhoben, welche die Walthiere als besonderen Stamm, als eine ganz gesonderte Gruppe von Säugethieren auffassen und sie von einer ganz isolirten, viel älteren Stammform ableiten wollten. Man dachte daran, sie direkt in Beziehung zu den *Enaliosauriern* (den *Ichthyosauriern*) zu setzen, und der Streit über diese Frage wurde z. Th. mit grosser Animosität geführt. Noch ist er nicht entschieden. Doch ich glaube, dass man an seiner endgiltigen Beilegung auf Grund erweiterter Kenntnisse nicht verzweifeln darf, und dass auch die Wale sich dereinst noch als, wenn auch überaus hochgradig modificirte, so doch aber als gleichberechtigte Zweige des einheitlichen grossen Stammbaumes der Säugethiere erkennen lassen werden.

Errando discimus, dieses Wort, das für alle Zweige menschlicher Geistesthätigkeit gilt, hat in der Geschichte der Entwicklung unseres paläontologischen Wissens eine ganz besondere Bedeutung. Kaum Ein Grundsatz, kaum Eine wissenschaftliche Thatsache wurde auf anderem Wege als durch mühseliges Wandern von einer Etappe des Wissens zur anderen, von einer Stufe unvollkommenen Erkennens und irrigen Schliessens zu höheren Stufen besserer Erkenntniss, klarerer Einsicht errungen. So ist es in der Deutung der Walfischform; so war es auch der Fall in der allmähligen Eruirung und Klarstellung jenes Säugethierstammbaums, den ich, am Schlusse meiner allgemeinen Andeutungen angekommen, noch

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

kurz vor ihren Augen entwickeln möchte, nämlich des Stammbaumes der Pferde.

Als die Naturwissenschaft begann, das einfache, trockene Beschreiben der Naturkörper und den Standpunkt des einseitigen Registrirens und Systematisirens zu verlassen und sich der Aufgabe zuwandte, die gegenseitigen Beziehungen der lebenden wie der erloschenen Formen zu erforschen und damit den Schätzen der paläontologischen Museen ein neues Leben einzuhauchen, war das Material aus dem Gebiete der fossilen Säugethiere noch ein recht ärmliches. Es beschränkte sich auf spärliche Funde aus dem englischen, reichere, aber ziemlich einseitige aus dem französischen Eocän, miocäne waren aus Frankreich und Süddeutschland bekannt, pliocäne in reicherer Fülle aus Süddeutschland, Italien und Griechenland. Die überraschend reichen Funde aus den sivalischen Hügeln am Südabhange des Himalayah boten in morphologischer Beziehung insofern ein Räthsel, als hier neben den *Hipparionen,* welche man aus europäischen Funden kannte, wo sie aber noch ausschliesslich den Pferdetypus vertraten, bereits sich ächte *Equus*-Formen fanden. Aus den pliocänen und postpliocänen Schichten Südamerikas wurden Pferdereste beschrieben, aber die Bildung dieser Zähne schien auf das bereits fertig ausgebildete Genus *Equus* hinzuweisen. Man war also in der Verfolgung des Stammbaumes der Pferde nach rückwärts rein auf das europäische Material angewiesen. Aus diesem aber glaubte man in einseitiger Hervorhebung der Reduktionsvorgänge an den Extremitäten und mit Uebersehen von entgegenstehenden Momenten, wie z. B. der Grössenverhältnisse und gewisser Zahnbildungsdetails, ferner von Unterschieden der Schädelbildung, den Stammbaum in der Weise construiren zu dürfen, ja beweisen zu können, dass das einzehige Pferd der Quartär- und Jetztzeit aus dem einst in ungeheueren Heerden bei uns verbreiteten pliocänen *Hipparion* mit 3 Zehen, dieses aus dem ebenfalls 3 zehigen miocänen *Anchitherium* und letzteres wieder — wahrscheinlich durch Vermittlung des oligocänen *Paloplotherium* — aus dem obereocänen *Paläotherium* hervorgegangen sei, das zwar auch nur 3 Zehen besass, aber mit diesen 3 Zehen auch auftrat, während die Seitenzehen bei *Hipparion* schon ziemlich hoch über dem Boden standen und beim *Anchitherium* ihn kaum berührten. Diese Darstellung des Pferdestammbaumes fand sich mehrere Jahre hindurch in der Fach-

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

literatur aufrecht erhalten und ging selbstverständlich in dieser Form auch in die sog. populäre Literatur über. Da kamen aus Nordamerika, von woher man lange, lange nichts an fossilen Säugethierresten gekannt hatte, als Mammuth und Ohiothier, ein paar riesige Faulthiere *(Megatherium, Mylodon* und *Megadonyx),* sowie einzelne Moschusochsen- und Hirschreste, die Nachricht, dass im Westen dieses Continentes reiche Lager von Fossilien führenden Schichten aus der Tertiärzeit entdeckt worden seien. Professor Leidy war der Erste, der aus dem Westen von Nordamerika Reste von Pferdeformen bekannt machte, welche in so vielen Punkten mit den tertiären Pferden der alten Welt übereinstimmten, dass sie sogar den gleichen Gattungen *(Hipparion* und *Anchitherium)* zugeschrieben werden mussten, daneben fanden sich aber noch eine ganze Anzahl von verwandten Formen, die in z. Th. engster Verbindung mit dem Pferdestammbaum standen, theils etwas lockerere Verbindung mit ihm zeigten und in der alten Welt keine Parallelform besassen. Prof. Marsh in New-Haven nahm Amerika als Stammland für die Pferde in Anspruch und wies nach, dass in Amerika aus kleinen 4zehigen Thieren mit hügeligen und niederkronigen Backzähnen und unter den Einzelnheiten der Umbildung des Fussskeletes, wie ich sie oben auseinandersetzte, allmählig vom Eocän bis zur Jetztzeit eine lückenlose Umwandlungsreihe der subtilsten Uebergänge schliesslich zum zum ausgebildeten Pferd führt.

Konnten sich nun der Beweiskraft dieser amerikanischen Entdeckungen gegenüber, welche ihren verdienstvollsten Bearbeiter in Prof. Cope in Philadelphia fanden, die europäischen Forscher nicht auch völlig verschliessen, so konnten sie sich doch nicht gleich dazu verstehen, auch die europäischen Formen in direktem Zusammenhang mit dem amerikanischen Stammbaum stehend und unmittelbar aus ihm hervorgegangen anzusehen. 1882 noch gibt Kellner in Wien in einem kleinen Werkchen über die geologische Entwicklung der Säugethiere 2 gesonderte Stammbäume des Pferdegeschlechtes, einen für die amerikanischen Formen im Sinne der amerikanischen Forscher und den anderen für die europäischen Formen im Sinne der bisherigen Lehre von *Paläotherium* ausgehend. Und der verstorbene, sehr verdiente Strassburger Professor Dr. Oscar Schmidt stellte allen Ernstes die Lehre von den Convergenzerscheinungen auf, nach der es möglich sein soll, dass in weit

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

getrennten Ländern von verschiedenen Ursprungsformen ausgehend durch eine Reihe von Uebergangsformen hindurch schliesslich da wie dort eine gleiche Endform entstehen könne. Von manchen Autoren wird diese Lehre sogar heute noch festgehalten, so z. B. von Prof. Vogt in Genf, der sie in seinem von dem Maler Specht in Stuttgart meisterhaft illustrirten Werke „Die Säugethiere in Wort und Bild" nicht blos für die Entwicklung der Pferde sondern auch für das gleichzeitige Vorhandensein anderer Säugethierfamilien in der alten und neuen Welt, nämlich der Hirsche, der Wölfe, der Katzen etc. verwerthet. Es ist das Verdienst eines deutschen Forschers, der sich überhaupt um die Kenntniss der fossilen Säugethiere bereits sehr grosse Verdienste erworben hat, des Herrn Dr. Max Schlosser in München, die Lehre von der monophyletischen Entwicklung der Pferde auf's Neue in das rechte Licht gesetzt zu haben. Er wies nach, dass die *Paläotherien* nur in entferntem Verwandtschaftsverhältniss stehen, dass die ganze Tertiärzeit hindurch die Entwicklung der Pferdereihe auf amerikanischem Boden erfolgte, von wo dann aber immer eine mehr oder weniger massenhafte Ueberwanderung nach der alten Welt stattfand, woselbst die eine oder andere dieser Formen sich dann selbstständig weiter entwickelte, ohne jedoch sich bis in die Jetztzeit herüberzuretten. In neuester Zeit ist dann auch das *Hipparion* aus der direkten Stammbaumlinie entfernt worden und nun ist unsere Kenntniss vom Stammbaum der Pferde folgende:

Zur frühesten Eocänzeit, die Funde stammen aus den sog. Puercoschichten von New-Mexico, lebten in Nordamerika die schon früher erwähnten sog. *Condylarthra,* primitive, meist kleine Hufthierformen, die in vielem noch an omnivore Raubthiere erinnern. Unter diesen erweist sich nun die Gattung *Phenacodus* als der Ausgangspunkt mehrerer *Perissodactylen*-Reihen und darunter speciell auch der *Equiden.* Diese Thiere, nämlich die *Condylarthren,* sind noch fünfzehig, wenn auch die beiden äussersten Zehen bedeutend kürzer als die anderen sind, die Hand- und Fusswurzelknochen stehen in geradlinigen Reihen, in Vorderarm und Unterschenkel sind beide Knochen gleichwertig entwickelt und frei. Der Schwanz ist lang und wirbelreich, wie bei Viverren und Katzen. Die Zahl ihrer Zähne ist 44, d. h. in jeder Kieferhälfte 3 J 1 C 4 P 3 M. Die Kronen der Backzähne sind sehr nieder, mit je 4 ungleich

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

hohen Haupt- und zwei kleinen Zwischenhügeln besetzt; die Prämolaren sind noch recht einfach gebaut, nur der letzte nähert sich dem Typus eines Molaren, der vorderste P sowie der C stehen isolirt. Der Schädel erinnert noch wenig an den eines Pferdes und zeigt noch viele Anklänge an den Raubthierschädel. Die Gattung *Phenacodus* nun, welche späterhin vielleicht noch eine Theilung erfahren wird, vereinigt niedrig gestellte und hochbeinige Formen in sich und eine der letzteren, nach Schlosser möglicherweise der *Phen. Vortmani*, war wahrscheinlich der erste Vorläufer der *Equiden*. Ob diese Stammgattung bereits nach Europa herüberwanderte, wie Rütimeyer annimmt, der vor kurzer Zeit aus dem Eocän des Schweizer Jura einen *Ph. europaeus* beschrieb, ist noch nicht hinlänglich sicher gestellt.

Aus *Phenacodus* geht dann die eocäne Gattung *Hyracotherium* hervor, welche mit den Gattungen *Eohippus* und *Orohippus* identisch ist. Der Schädel dieses Thieres, welches die Grösse eines Fuchses besass, erinnert schon sehr an das Pferd, das Gebiss ist aber noch sehr primitiv; die Zahnkronen sind nieder, die P sind immer noch viel einfacher als die M, der vorderste P steht noch isolirt, aber der untere letzte M hat schon einen dritten Lobus, der bei *Phenacodus* noch fehlt. An den Extremitäten ist die Reduktion so weit vorgeschritten, dass durch Wegfall des Daumens der Vorderfuss 4zehig, der Hinterfuss hingegen durch Wegfall der ersten und letzten Zehe bereits 3zehig wurde; auch ist schon ein Prävaliren der Mittelzehe bemerkbar. Die Bildung der Hand- und Fusswurzel hat das primitive Stadium der *Condylarthren* verlassen und gleicht der bei *Palöotherium*. Vorderarm und Unterschenkel sind noch unverändert. Diese Gattung ist in zahlreichen Arten aus dem mittleren und oberen Eocän Nordamerikas bekannt, in Europa erscheint sie erst im oberen Eocän und zwar kennt man hier Reste von ihr aus England sowie aus der westlichen Schweiz.

Es folgt nun in Amerika der schon der Miocänzeit angehörende *Mesohippus* von der Grösse eines Schafes und aus letzterem entwickelt sich der mit dem europäischen *Anchitherium* identische *Miohippus*. — *Mesohippus* ist bereits vollständig 3zehig, denn am Vorderfuss ist von der 5. Zehe blos noch das rudimentäre Metacarpale vorhanden. Die Ulna liegt dem Radius innig an und ist nach unten schon beträchtlich

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

verschmälert; die Fibula atrophirt auf Kosten der hypertrotrophirenden Tibia. Alles dies ist bei *Miohippus* resp. *Anchitherium* in noch höherem Grade ausgeprägt. Die Seitenzehen berühren hier schon den Boden nicht mehr; die Hand- und Fusswurzelknochen werden niedrig; die Hügel der noch recht niedrigen Zahnkronen sind ziemlich gleich hoch. Von den 4 P zeigt der vorderste bereits deutliche Spuren des Rückgangs, die übrigen 3 sind den M gleich geworden, nur die vordere Häfte des 3. P (von rückwärts her gezählt) ist noch nicht ganz dem Molarentypus adaptirt. Reste dieser Gattung sind ausser von amerikanischen Fundstätten auch aus dem oberen Miocän von Frankreich, Spanien und Süddeutschland, jedoch noch nicht aus Asien, bekannt.

Aus dem *Miohippus* entwickelt sich dann der *Merychippus*, der in den Extremitäten wenig Neues zeigt, hingegen im Gebiss die schönste Uebergangsform von dem alten zu dem modernen Pferdetypus bildet. Sein definitives Gebiss zeigt nämlich schon einen Beleg von Cement und eine ebene Kaufläche, wenn auch die Krone noch ziemlich niedrig ist; das Milchgebiss aber hat die sehr bemerkenswerthe Eigenschaft, dass es noch sehr dem definitiven Gebiss der Stammform, des *Miohippus* oder *Anchitherium,* gleicht.

Die nächstfolgende Form ist dann der frühpliocäne, die Grösse eines Esels zeigende *Protohippus,* der bislang mit Unrecht mit der Gattung *Hipparion* identiflzirt wurde, mit der er allerdings das gleiche Stadium der Extremitätenreduktion gemein hat. Von der fünften Zehe ist am Vorderfuss keine Spur mehr, die Seitenzehen stehen noch höher über dem Boden als bei *Miohippus,* das untere Ende der Ulna ist schon sehr dünn, das der Fibula aber ganz geschwunden, und auch der Rest der letzteren nur noch ein Rudiment. Die Backzähne werden bereits prismatisch und gleichen auf der Kaufläche schon sehr denen des Pferdes, die Faltung ihres Emails ist höchst einfach, ihre Zahl ist aber noch jederseits 7, wenn auch im Unterkiefer der vorderste P schon sehr häufig fehlt.

Gewissermassen ein Bruder des *Protohippus* ist das in Amerika sehr häufige *Hipparion*, welches zur Pliocänzeit auch in Europa, im nördlichsten Afrika und in Asien in grossen Heerden lebte. Es unterscheidet sich jedoch von *Protohippus* durch den Besitz einer grossen Thränengrube vor den Augenhöhlen, Reduktion der Backzähne auf je 6, durch die dauernde

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

Isolirung des innersten Pfeilers der Backzähne und ausserdem durch die eminente Fältelung des Emails der Backzähne, aus der sich nie mehr die einfachen Schmelzcylinder des Pferdes rückbilden konnten. Auch hält das unzweifelhaft nachkommenlos ausgestorbene *Hipparion* den dreizehigen Fuss fest, ohne jegliche Tendenz zu einer weitergehenden Reduktion. Bei der direkten Pferdelinie hingegen geht letztere wie zielbewusst unaufhaltsam fort, und schliesslich verdrängt der Einhufer im Kampfe ums Dasein den Dreihufer vollständig vom Schauplatz. Es entwickelt sich in Amerika aus dem *Protohippus* der in der alten Welt nicht bekannte *Pliohippus,* welcher schon die Grösse eines Pferdes hat. Die beiden Seitenzehen an Vorder- wie Hinterfuss gehen ganz verloren und auch von diesen bleiben, wie bei dem miocänen *Mesohippus* von der 5. Zehe des Vorderfusses, nur die Metacarpalien und Metatarsalien — und auch diese schon mit Atrophie ihres distalen Endes — erhalten. Im Vorderarm ist die untere Hälfte der Ulna geschwunden, im Unterschenkel von der Tibia nur noch ein schwacher Rest vorhanden. — Die Atrophie der seitlichen Metapodien schreitet weiter (dieselben werden Griffelbeine genannt), der Ulnarest verschmilzt mit dem Radius, die Fibula bildet blos noch eine Art Dorn an der Tibia, die Backzähne sind hohe Cylinder, die nun jederseits nur noch 6 an Zahl mit ihren ebenen, eng zusammengedrängten Kauflächen äusserst wirksame Reib- und Mahlwerkzeuge darstellen, höchst geeignet die Grasnahrung ein längeres Leben hindurch fur die Magenverdauung vorzubereiten. Der vollendete Einhufer, das Pferd, ist fertig. Aber wie seine Vorfahren wanderten, so bleibt auch das Pferd nicht an seine Wiege gebunden. In Amerika zu seiner vollendeten Ausbildung gelangt, erscheint es zur Pliocänzeit bereits in Asien und ist hier in der Fauna der Sivaliks sowohl mit dem nun aussterbenden *Hipparion* als auch anderen Säugethierformen vereinigt, mit denen es dann gemeinschaftlich weiter nach Westen wandert, so z. B. mit den Stammformen der Rinder, mit Flusspferden und Antilopen. Dann treffen wir es auch in Nordafrika, nämlich in Algier noch mit dem *Hipparion* vereinigt an, während es in Europa erst nach dem Erlöschen dieser Gattung eingewandert zu sein scheint. In Afrika behält es neben der Freiheit auch sein buntes Kleid in manchen Formen, z. B. dem Zebra und Dauw, während das Quagga bereits nur mehr in der vorderen Hälfte des Körpers gestreift ist, in Asien

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

und Europa aber wird es einfärbig und ausserdem zwingt es der Mensch, dem es anfänglich wohl blos Jagdthier und, wie es scheint, beliebte Speise war, auch allmählig in seine Dienste und macht es sich seinen Zwecken unterthan. In Amerika aber sehen wir das Pferd völlig aussterben, ohne dass es bisher gelungen wäre, die Ursache dieser sonderbaren Erscheinung zu ergründen. Erst die spanischen Eroberer bringen das Pferd wieder nach Südamerika, wo es in den Pampas verwilderte und sich zu kräftig gedeihenden, stattlichen Heerden vermehrte.

So können wir den Stammbaum des Pferdes in direkter Folge von Anfang an bis zur Jetztzeit verfolgen und sehen in ihm fast alle die Gesetze zur Geltung kommen, die wir für die Umformung der Säugethiere im Allgemeinen kennen gelernt hatten. Von diesem stattlichen uralten Stamm zweigen sich nun in der alten wie in der neuen Welt zu jeder Zeit zahlreiche Nebenäste ab und es entwickelt sich ein Formenreichthum, von dem die dürftig erhaltenen Reste uns nur eine Ahnung gewinnen lassen. Alle diese Nebenäste dorren aber wieder ab, keiner bleibt concurrenzkräftig neben dem Hauptstamm erhalten, wenngleich sich einzelne derselben durch lange Zeiträume hindurchziehen und auf ihren Wanderungen beinahe den ganzen Erdball umkreisen wie das *Anchitherium* und das *Hipparion*. Jedoch haben diese Formen doch mehr ein specielles geologisches und morphologisches, als ein allgemeines Interesse und darf ich von einem näheren Eingehen auf dieselben wohl um so mehr absehen, als ich Ihre Geduld schon zu lange in Anspruch genommen habe, und der vorrückende Zeiger der Uhr zum Schlusse mahnt, welcher Mahnung ich hiemit Folge leiste mit dem Ausdrucke des verbindlichsten Dankes für Ihre Anwesenheit und mit der Bitte um nachsichtige Beurtheilung des Gebotenen, das — ich weiss es — seinen Ursprung aus trockenem und sprödem Material nur wenig verleugnen kann.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins Regensburg

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Roger Otto

Artikel/Article: Ueber die Umbildungen des Säugethierskelettes und die Entwicklungsgeschichte der Pferde. 43-75