

Ein Abriss über die fossilen Bartenwale

von Johannes Albers

Die Entstehung der Wale (Cetacea) begann, so belegen rund 50 Millionen Jahre alte Fossilien von Urwalen aus Indopakistan, mit einer Umstellung der Fressgewohnheiten. Die Spezialisierung auf das Fischefangen hinterließ an den Zähnen der Tiere charakteristische Abnutzungsspuren. Fast 20 Millionen Jahre jünger sind Fundstücke, die einen neuen Entwicklungsschub innerhalb der Cetacea dokumentieren: die Entstehung der Bartenwale (Mysticeti), die im Laufe ihrer Evolution die Zähne durch fransige Hornlamellen (Barten) im Oberkiefer ersetzen. Auch hier ist der Ausgangspunkt eine Veränderung des Fressverhaltens.

Die Entstehung der Bartenwale

Nach dem Auseinanderbrechen des Gondwana-Kontinents konnten sich im Alttertiär kalte Meeresströmungen rund um die Antarktis etablieren. Sie hatten direkte Auswirkungen auf das verstärkte Auftreten von Plankton. Pflanzliches Plankton zieht kleine wirbellose Tiere (Krill) an, denen es als Nahrung dient. Der Krill wiederum dient als Nahrung für größere Tiere. Und damit sind wir bei den Walen: Manche Wale stellten sich darauf ein, mit Hilfe ihres Gebisses große Mengen kleiner Futtertiere aus dem Wasser zu filtern. Die morphologische Ausgangsform des Gebisses repräsentiert dabei die Bezahnung fortgeschrittener Archaeoceti (Urwale): Die Kronen ihrer Backenzähne bilden gekerbte Schneiden, so dass jeder Zahn außer einer Hauptspitze noch eine Reihe mehrerer Nebenspitzen trägt.

Die morphologische Anpassung an das Filtrieren sieht zunächst so aus, dass die Backenzähne weit voneinander entfernt stehen, ihre Nebenspitzen aber sehr stark ausgeprägt werden. Dadurch entsteht eine Art Gitter, das für die neue Form der Nahrungsaufnahme besonders geeignet ist.

Llanocetus

Dieses Stadium findet sich bei dem 34 Millionen Jahre alten *Llanocetus denticrenatus* von der Seymour-Insel. Die liegt östlich des Nordzipfels der antarktischen Halbinsel, mit der die Antarktis sich in Richtung Südamerika streckt. Das Fossil des *Llanocetus denticrenatus* befindet sich im Besitz der amerikanischen Smithsonian Institution und wurde im Jahre 1989 von EDWARD D. MITCHELL beschrieben. Der Gattungsname bezieht sich auf den Amerikaner GEORGE A. LLANO, der in

Johannes Albers (2004): Ein Abriss über die fossilen Bartenwale.
<http://www.cetacea.de/palaeocetologie/mysticeti/index.php>
© Cetacea.de 2010 / Alle Rechte vorbehalten / Veröffentlichung oder Vervielfältigung nur mit schriftlicher Genehmigung der Redaktion Cetacea.de (info@cetacea.de)

Erdzeitalter	System	Serie	Alter (in Mio. Jahren)
Känozoikum	Quartär	Holozän	Heute - 0,011784
		Pleistozän	0,011784 - 1,8
	Neogen	Pliozän	1,8 - 5,3
		Miozän	5,3 - 23
	Paläogen	Oligozän	23 - 33,9
		Eozän	33,9 - 55,8
		Paläozän	55,8 - 65,5

Abb. 1: Jüngere Zeitabschnitte der Erdgeschichte

Washington für die Polarprogramme der Nationalen Wissenschaftsstiftung tätig war und sowohl Schiffs- als auch Fossilstudien über Wale gefördert hat.

Erhalten ist von *Llanocetus denticrenatus* ein Schädelfragment, das noch an Archaeoceti erinnert. Dazu gehört ein natürlicher Hirnausguss, wie man ihn auch von verschiedenen Urwalen aus Indopakistan und Ägypten kennt. Ebenso zählt das Fragment eines Unterkieferastes mit Zähnen dazu. Dabei ist der Kiefer noch nicht so gebaut wie bei heutigen Bartenwalen. Und Barten lassen sich noch nicht nachweisen. Trotzdem wird dieses Tier bereits den Mysticeti zugeordnet: Es hat als Filterer erkennbar den Entwicklungsweg eingeschlagen, der schließlich zu den heutigen Bartenwalen führt.

Die ersten Bartenwale (Mysticeti) hatten also noch gar keine Barten, ähnlich wie die ersten Wale überhaupt noch keine reinen Wassertiere waren,

sondern noch auf vier Beinen an Land gehen konnten.

Mammalodon

MITCHELL stellte *Llanocetus denticrenatus* in eine eigene Familie Llanocetidae und ordnete ihn zeitlich dem späten Eozän zu. Dann stufte man ihn aber in das frühe Oligozän ein. Aus dem Oligozän stammt auch ein Schädel aus Südastralien: *Mammalodon colliveri*. Hierauf gründete MITCHELL 1989 die Familie Mammalodontidae. *Mammalodon colliveri* lebte vor 24 Millionen Jahren und ist damit rund 10 Millionen Jahre jünger als *Llanocetus*. Doch wirkt das Tier im Vergleich zu manchen seiner Zeitgenossen wie ein Relikt aus älteren Zeiten. Seine Schnauze ist noch nicht sehr weit nach vorn verlängert. Bereits entwickelt ist aber die Fähigkeit der Kieferknochen, sich gegeneinander zu bewegen. Das gilt für den Ober- wie auch für den Unterkiefer

und ist ein Vorteil bei den starken mechanischen Belastungen, denen das Maul eines Bartenwales beim Fressen ausgesetzt ist.

Die Erstbeschreibung des *Mammalodon* durch seinen Entdecker PRITCHARD erschien im Januar 1939. Auch dieser Bartenwal besaß noch Zähne, und PRITCHARD, der den Fund fälschlich dem Eozän zuschrieb, hielt sein *Mammalodon* für einen Angehörigen des "Zeuglodon"-Formenkreises, also für einen Archaeoceten. Erst später erkannte man, dass der Wal zu den Mysticeti zu stellen ist. Ähnlich behauptete 1884 HERMANN LANDOIS aus Münster den Fund eines "Zeuglodon" im westfälischen Vreden. Hier befand man später, es handele sich um einen frühen Vertreter der Zahnwale (Odontoceti). Ihren Grund haben diese Verwechslungen in der je ähnlichen Gestalt der Zähne bei späten Urwalen und frühen Zahn- und Bartenwalen. Ein südaustralischer Zahnfund wurde nacheinander allen drei Unterordnungen zugewiesen: 1881 beschrieb SANGER ihn als *Zeuglodon Harwoodi*, also als Archaeoceten. 1914 stellte OTHENIO ABEL die Art in die Gattung *Microzeuglodon*. 1977 hielten NEVILLE PLEDGE und KARLHEINZ ROTHAUSEN sie für einen Odontoceten und nannten sie *Metasqualodon harwoodi*. Inzwischen wurde sie den Mysticeti zugesellt.

Aetiocetus

Dem Oligozän rechnete man zunächst auch einen Fund von der Pazifikküste

Oregons (USA) zu, der aber inzwischen in das (jüngere) Miozän gestellt wurde: 1966 beschrieb DOUGLAS EMLONG den *Aetiocetus cotylalveus*, den er damals als einen Vertreter der Archaeoceti ansah, der sich auf dem Weg zu den Mysticeti befindet. Auch diese Form wirkt wie ein Übrigbleibsel früherer Evolutionsphasen. Der deutsche Paläontologe ROTHAUSEN glaubte hier auch Schädelmerkmale zu erkennen, die typisch für Odontoceti sind. Er sprach von "eigenartigen Merkmalskombinationen", wie sie bei verschiedenen Arten vorkommen. Dabei votierte er dafür, die systematische Stellung dieser Wale offen zu lassen: Es seien vielleicht Entwicklungsversuche abseits der großen Linien, die bald wieder erloschen seien. Doch heute wird *Aetiocetus cotylalveus* als Bartenwal angesehen. Auch er hatte noch Zähne, und auf ihn wurde die Familie Aetiocetidae gegründet, die auch aus dem US-Bundesstaat Washington vorliegt. Bezahnte Bartenwale kennt man inzwischen auch von anderen Stellen des Nordpazifikraums. Seit 2000 z.B. aus dem Grenzbereich Oligozän - Miozän Kaliforniens.

Mauicetus

Eine eindeutige oligozäne Bartenwalgattung ist *Mauicetus* aus Neuseeland: Zuerst beschrieb BENHAM 1937 anhand eines Schädels die neue Walgattung *Lophocephalus* mit der Art . Dann wurde er darauf aufmerksam gemacht, dass der Gattungsname bereits dreimal vergeben worden war: an

ein Sporentierchen (Einzeller), einen Käfer und einen Fisch. Deshalb führte er im März 1939 als Ersatz den Gattungsnamen *Mauicetus* ein. So heißt die Typusart heute *Mauicetus parki*.

Als neue Arten beschrieb MARPLES 1956 *Mauicetus brevicollis* (ohne den Schädel zu kennen), *Mauicetus lophocephalus* (Schädellänge beim lebenden Tier ca. 1,50 Meter) und *Mauicetus waitakiensis*. Zu den beiden letzten Formen meint aber R. EWAN FORDYCE, dass sie nicht in dieselbe Gattung wie *Mauicetus parki* gehören.

Soweit aussagekräftige Fossilien vorliegen, ist im Kreis dieser Arten zumindest bei erwachsenen Tieren Zahnlosigkeit festzustellen. (Als Embryo haben selbst heutige Bartenwale noch Zahnanlagen.) Deshalb darf man hier bereits die Existenz der hornigen Barten im Oberkiefer vermuten. Die Barten selbst sind nicht überliefert und auch bei anderen, geologisch jüngeren Walfunden nur recht selten fossilisiert.

Mauicetus wird der Sammelfamilie Cetotheriidae zugerechnet. In dieser Familie hat man zahllose Arten untergebracht, von denen man sehr wohl weiß, dass sie keine natürliche Familieneinheit bilden. Aber bislang ist die Forschung noch nicht in der Lage, eine stichhaltige und zugleich umfassende Systematisierung vorzunehmen. Überhaupt gibt es in dieser Hinsicht bei fossilen Bartenwalen noch eine Menge Arbeit zu bewältigen.

Cetotheriopsis

Zu den Cetotheriidae zählt man auch *Cetotheriopsis lintianus* aus dem Oberoligozän von Linz in Österreich. Davon kennt man nur ein Stück des Hinterschädels. Gefunden wurde es wohl 1849. CARL EHRLICH vom vaterländischen Museum in Linz schickte einen Gipsabdruck an den Gelehrten und späteren Bundestagskassierer HERMANN VON MEYER in Frankfurt am Main. Der stellte den Fund in die Gattung *Balaenodon*. Diese Einordnung wurde in den 1860er Jahren durch PIERRE JOSEPH VAN BENEDEN widerrufen, der das Schädelstück als *Auloce-tus* und später auch *Stenodon* ansprach. Dabei stellte er den Wal als einen Vertreter der Zeuglodonten dar. Schließlich erkannte BRANDT in dem Tier einen Bartenwal und benannte die Gattung 1871 in *Cetotheriopsis* um. Lange Zeit galt dieses Tier als der einzige bekannte Bartenwal des Alttertiärs auf der Nordhalbkugel.

Doch im Juni 1965 fand man in einer Kiesgrube in Lank-Latum am Niederrhein (linksrheinisch, gegenüber des rechtsrheinischen Düsseldorf-Kaiserswerth) ein neues Hirnschädel-fragment eines oligozänen Bartenwals. Es war mit einem Bagger aus dem Boden geholt und zunächst unerkant auf die Halde gekippt worden. Geborgen wurde der Walrest durch den Geologen FRITZ VON DER HOCHT. Das Tier wurde von ROTHAUSEN *Cetotheriopsis tobieni* genannt, nach dem Säugetier-

Paläontologen HEINZ TOBIEN, dem er die Beschreibung widmete. Es ist der früheste bekannte Bartenwal im Atlantikraum nördlich der Tethys, der Urheimat der Wale. Der komplette Schädel war beim lebenden Tier wohl ungefähr einen Meter lang, sein fossiler Rest ging an die Universität Mainz. Die Gattungszuordnung wurde inzwischen freilich in Zweifel gezogen.

Cetotherium

Die Nominatgattung der Cetotheriidae ist *Cetotherium* aus dem Miozän, also bereits dem Jungtertiär. 1833 entdeckte RATHKE ein Schädelfragment auf der russischen Halbinsel Taman am Schwarzen Meer (östlich der Krim gegenüberliegend). Diese von BRANDT beschriebene Art trägt den Namen *Cetotherium rathkei* und war nur etwa 2 Meter lang, also wesentlich kleiner als heutige Bartenwale. Andere Arten (*Cetotherium mayeri*, *C. maicopicum*, *C. priscum*) werden aus dem Kaukasus und Gegenden nördlich des Schwarzen Meeres berichtet. Bei der Beurteilung dieser Formen ist zu berücksichtigen, dass sie zum Bereich der so genannten Paratethys gehören, die sich bereits im Oligozän in teils isolierte Einzelbecken aufteilte. Dadurch kam es zu einem eigenen, abgetrennten Gang der Evolution, der sich aber ähnlich vollzog wie bei Walen anderer Regionen. Der Gattung *Cetotherium* wurde auch *C. furlongi* aus Kalifornien zugeschrieben. Doch gab es andere Cetotheriidae-Gattungen, die näher als *Cetotherium* mit den

rezenten Furchenwalen (Balaenopteridae) verwandt waren. Dazu gehören u.a. *Isanacetus* aus dem frühen Miozän Japans und *Parietobalaena* aus dem mittleren Miozän Amerikas.

Mesocetus

Weitere Cetotheriidae fanden sich beim Bau der Antwerpener Befestigungsanlagen in den 1860er Jahren. Aus dem belgischen Mittelmiozän führt man drei Arten der Gattung *Mesocetus* (*M. latifrons*, *M. longirostris*, *M. pinguis*), die bereits eine enge Verwandtschaft mit den Furchenwalen zeigt. Arten dieser Gattung kennt man auch aus Frankreich, Dänemark, Österreich, Kroatien und den USA. Als Beispiel sei der dänische *Mesocetus argillarius* angeführt, 1973 in Südjütland gefunden. Er war etwa 7 Meter lang.

Nicht gesichert in seiner Zuordnung zu den Cetotheriidae ist ein Schnauzenstück aus der Umgebung von Cadenberge, südlich der Elbmündung. Das Stück wird im Niedersächsischen Landesmuseum in Hannover aufbewahrt.

Balaenidae

Im Miozän treten auch erstmals die heute noch lebenden Familien Balaenidae (Glattwale) und Balaenopteridae (Furchenwale) in Erscheinung. Der älteste bekannte Glattwal ist *Morenocetus parvus* aus dem unteren Miozän Argentiniens, beschrieben 1926 von ANGEL CABRERA. Er liegt in Form eines Hirnschädelfragmentes vor. Im späten



Abb. 2: Knochen eines Grönlandwals vom Ende der letzten Eiszeit in Köln (Kirche St. Maria im Kapitol). Den subfossilen Wirbel eines Grönlandwals von der Ostsee besitzt das Deutsche Meeresmuseum in Stralsund. © Photo: J. Albers

Miozän setzt eine Radiation ein, bei der sich die Gattung *Balaena* von dem Entwicklungszweig der Gattungen *Balaenula* und *Eubalaena* trennt.

Die Kleinform *Balaenula* ist im Pliozän, der Zeit vor rund 5 bis 2 Millionen Jahren, weit verbreitet. Funde stammen aus Kalifornien, Japan, Antwerpen (*Balaenula balaenopsis*) und Norditalien (*Balaenula astensis*). Aus dem Pliozän Italiens (Toskana) kommt auch der älteste Beleg für die Gattung *Eubalaena*. 1974 fand man das Fragment eines Hinterschädels, rund 3,5 Millionen Jahre alt. Von GIORGIO PILLERI zunächst als Pottwal angesprochen, legte MICHELANGELO BISCONTI

im April 2002 dar, dass es sich um einen Bartenwal der heute noch lebenden Gattung *Eubalaena* handelt.

Die heutigen Vertreter dieser Gattung gliedert man nach genetischen Analysen in drei Arten: Nordkaper (*Eubalaena glacialis*) im Nordatlantik, Südlicher Glattwal (*Eubalaena australis*) und Nordpazifischer Glattwal (*Eubalaena japonica*).

Die Gattung *Balaena* ist in der Toskana durch *Balaena montalionis* aus dem frühen Pliozän und *Balaena etrusca* vertreten, aus dem Pliozän Antwerpens kommt *Balaena primigenia*. Auch diese Gattung lebt heute noch:

Mit dem Grönlandwal, *Balaena mysticetus*, sind die Bartenwale bis weit in die Arktis vorgedrungen. Knochen dieser Tierart vom Ende der letzten Eiszeit sind in der Kölner Kirche St. Maria im Kapitol zu sehen. Sie stammen von einem Tier, das sich wohl in den damaligen Rheinarmen verirrt hat und nach seinem Tod dort liegen blieb, wo sich heute die Stadt Köln befindet. Es handelt sich um einen über 4 Meter langen Unterkieferast und Rippen bzw. Rippenfragmente, die schon vor Jahrhunderten gefunden und ausgestellt wurden.

Balaenopteridae

Die Furchenwale tragen ihren deutschen Namen nach den Kehlfalten, die sich bei der Nahrungsaufnahme ballonartig ausdehnen können.

Einblicke in den Übergangsbereich von den Cetotheriidae zu den Balaen-

nopteridae erlauben in Deutschland drei gut erhaltene Bartenwal-Skelette aus dem Obermiozän von Groß Pampau in Schleswig-Holstein (östlich von Hamburg). Sie wurden 1984 - 1993 geborgen, und zwei von ihnen sind in Lübeck im Museum für Natur und Umwelt ausgestellt. Das dritte war 1994 - 1997 in der Greenpeace-Wanderausstellung "Die Welt der Wale" zu sehen. Berühmt wurde eines der Lübecker Skelette als besterhaltener Bartenwal aus dem Tertiär Europas. Mit der Erforschung der Wale von Groß Pampau befasst sich OLIVER HAMPE.

Klar von den Cetotheriidae abzugrenzen ist bereits im Mittelmiozän vor ca. 14 Millionen Jahren *Eobalaenoptera harrisoni*, 2004 aus Virginia, USA beschrieben.

In Belgien wird die mittelmiozäne Gattung *Mesocetus* im Obermiozän durch vier Arten der Furchenwalgattung *Plesiocetus* abgelöst: *P. brialmonti*, *P. burtini*, *P. dubius* und *P. hupschi*.

In diese Gattung stellte OLIVER HAMPE 1996 auch ein obermiozänes Walskelett, das 1987 in der Niederrheinischen Bucht bei Kavelaer-Kervenheim gefunden wurde. Für eine Ausstellung von Dezember 2002 bis Ende März 2003 wurde es nach Berlin in den Martin-Gropius-Bau gebracht. Sonst liegt es im Haus des Geologischen Dienstes Nordrhein-Westfalen in Krefeld und kann dort besichtigt werden. Seine erhaltene Länge beträgt rund 6,5 Meter, doch fehlt ein Großteil des Schwanzes. Ungewöhnlich ist der



Abb. 3: Vorderansicht des *Plesiocetus* in Krefeld. Der Wal liegt auf dem Rücken. Flache Verbreiterungen an den Unterkieferspitzen dienten dem festeren Zusammenhalt (mit Bändern) zwischen beiden Kieferästen. Dieses seltene Merkmal hat sich in der Evolution nicht durchgesetzt.

© Photo: J. Albers (Mit freundlicher Genehmigung des Geologischen Dienstes NRW)



Abb. 4: *Balaenoptera siberi* im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart. Der Wal kommt aus der Pisco-Formation Perus, einer der Gegenden Südamerikas, in denen manchmal sogar Barten fossil erhalten sind.

© Photo: J. Albers

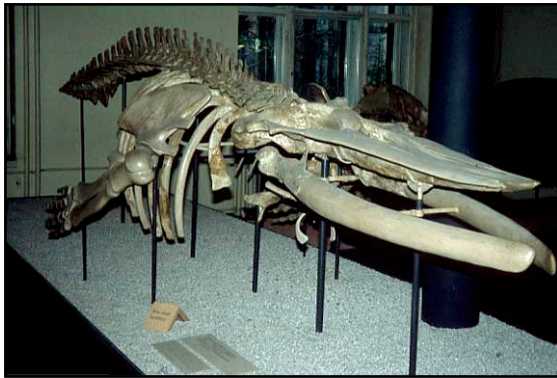


Abb. 5: Fossiler Buckelwal *Megaptera hubachi*. Um 1922 in Chile ausgegraben und dem Berliner Museum für Naturkunde geschenkt, wurde er dort 1958 aufgestellt. Seine Beschreibung erschien 1983.
© Photo: J. Albers



Abb. 5: Schädel von *Megaptera hubachi*. Fehlende Teile sind mit Gips ergänzt, z.B. am Unterkiefer. An der Unterseite der Schnauze saß eine Seepocke (festsitzendes Krebstier), die den Wal wohl nach dessen Tod besiedelt hat. Entsprechend fand sich ein Muschelabdruck an einem Brustwirbel.
Bild: Johannes Albers

gute Erhaltungszustand trotz einer Umlagerung in einer eiszeitlichen Stauchmoräne vor 250.000 Jahren.

Im Obermiozän begegnet man bereits der heute noch lebenden Gattung *Balaenoptera*. 1987 bargen HANS-JAKOB SIBER und PETE LARSON ein 8 Meter langes Skelett aus der Pisco-Formation Perus, die viele fossile Wale enthält. Das Skelett ist heute im Staatlichen

Museum für Naturkunde in Karlsruhe ausgestellt. Ein Skelett der gleichen Art, 1989 von GIORGIO PILLERI als *Balaenoptera siberi* beschrieben, ist im Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart (Museum Schloss Rosenstein) zu sehen. Heute hat die Gattung im Blauwal, *Balaenoptera musculus*, eine gigantische Größe erreicht.

Neben *Balaenoptera* zählt zu den Furchenwalen noch eine zweite lebende Gattung: *Megaptera*, heute vertreten durch den Buckelwal, *Megaptera novaeangliae*. Auch diese Gattung ist seit dem Obermiozän nachweisbar: 1922 beschrieb REMINGTON KELLOGG die Art *Megaptera miocaena* von Kalifornien. Um dieselbe Zeit grub der Deutsche HEINRICH HUBACH in Nordchile einen Wal aus, der heute dem unteren Pliozän zugeordnet wird und *Megaptera hubachi* heißt. Sein Skelett von 6 Metern Länge wird im Berliner Museum für Naturkunde gezeigt, stellenweise durch Gips ergänzt.

Eschrichtiidae

Eine eigene Familie bildet unter den heutigen Bartenwalen der Grauwal, *Eschrichtius robustus*. Ihn wollte man eine Zeit lang von den Cetotheriidae ableiten, doch dazu passte es schlecht, dass fossile bzw. subfossile Belege für Grauwale nur gut 100 000 Jahre bis in das Eiszeitalter (Pleistozän) zurückreichen. Der pliozäne "*Eschrichtius davidsonii*" aus Kalifornien erwies sich bei einer Revision von 1986 als Vertreter der Furchenwalgattung

Balaenoptera. Umgekehrt: Als 1859 alte Grauwalknochen auf der schwedischen Ostseeinsel Gräsö (am Eingang zum Bottnischen Meerbusen) ausgegraben wurden, hielt WILHELM LILLJEBORG den Wal für eine *Balaenoptera*-Art. Heute gilt seine Beschreibung des Tieres als wissenschaftliche Erstbeschreibung des Grauwals, und man geht von einer engen Verwandtschaft zwischen

Grauwal und Furchenwalen aus. Dafür sprechen auch molekulare Befunde.

Im Atlantikraum lebte der Grauwal noch bis in die frühe Neuzeit. Heute ist er hier ausgestorben und existiert nur noch im Pazifik.

LITERATUR ZUM VERTIEFEN

ÚLFUR ÁRNASON, ANETTE GULLBERG und BENGT WIDEGREN (1993): Cetacean Mitochondrial DNA Control Region: Sequences of all Extant Baleen Whales and two Sperm Whale Species. – *Molecular Biology and Evolution* 10: 960–970.

W.B. BENHAM (1939): *Mauicetus*: a Fossil Whale. – *Nature* 143: 765.

MICHELANGELO BISCONTI (2002): An Early Late Pliocene Right Whale (Genus *Eubalaena*) from Tuscany (Central Italy). – *Bollettino della Società Paleontologica Italiana* 41: 83–91.

FALK DATHE (1983): *Megaptera hubachi* n. sp., ein fossiler Bartenwal aus marinen Sandsteinschichten des tieferen Pliozäns Chiles. – *Zeitschrift für geologische Wissenschaften* 11: 813–848.

THOMAS A. DEMÉRE (1986): The Fossil Whale, *Balaenoptera davidsonii* (COPE 1872), with a Review of other Neogene Species of *Balaenoptera* (Cetacea: Mysticeti). – *Marine Mammal Science* 2: 277–298.

ALTON C. DOOLEY JR., NICHOLAS C. FRASER und ZHE-XI LUO (2004): The earliest known member of the rorqual - gray whale clade (Mammalia, Cetacea). – *Journal of Vertebrate Paleontology* 24: 453 – 463.

WOLFRAM ECKLOFF und SIGRID MÜLLER (Hrsg.) (1999): Walbaum-Festschrift. Veröffentlicht vom Museum für Natur und Umwelt. Lübeck. (= Berichte des Vereins “Natur und Heimat” und des Naturhistorischen Museums zu Lübeck, Heft 25/26.)

R. EWAN FORDYCE (1980): Whale Evolution and Oligocene Southern Ocean Environments. – *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 31: 319–336.

OLIVER HAMPE (1996): Ein artikuliertes Bartenwalskelett aus dem Neogen (?Uedem-Schichten, Obermiozän) der Niederrheinischen Bucht (NW-Deutschland) und seine systematische Stellung innerhalb der Mysticeti (Mammalia: Cetacea). – *Decheniana-Beiheft* 33: 1–75.

ULRICH JUX und KARLHEINZ A. ROSENBAUER (1959): Zum Vorkommen von Cetaceen-Resten in jungpleistozänen Flußablagerungen der Niederrheinischen Bucht. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen* 108: 81–126.

TOSHIYUKI KIMURA und TOMOWO OZAWA (2002): A New Cetothere (Cetacea: Mysticeti) from the Early Miocene of Japan. – *Journal of Vertebrate Paleontology* 22: 684–702.

B. J. MARPLES (1956): *Cetotheres* (Cetacea) from the Oligocene of New Zealand. - Proceedings of the Zoological Society of London 126: 565-580, 1 Tafel.

FLEMMING ROTH (1978): *Mesocetus argillarius* sp.n. (Cetacea, Mysticeti) from Upper Miocene of Denmark, with Remarks on the Lower Jaw and the Echolocation System in Whale Phylogeny. - Zoologica Scripta 7: 63-79.

KARLHEINZ ROTHAUSEN (1971): *Cetotheriopsis tobieni* n. sp., der erste paläogene Bartenwal (Cetotheriidae, Mysticeti, Mamm.) nördlich des Tethysraumes. - Abhandlungen des hessischen Landesamtes für Bodenforschung 60 (= H. Tobien-Festschrift): 131-148.

KARLHEINZ ROTHAUSEN (1994): Die Schritte der Tetrapoden in die Meere des frühen Känozoikums. - Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen E 13 (= B. Krebs-Festschrift): 99-112.

SEA WORLD RESEARCH INSTITUTE (1990): New Family of Fossil Whales Named for George Llano. - Currents 44: 3.

Palaeocetologie - Fossile Wale

Weitere Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Wale von Johannes Albers finden Sie bei Cetacea.de: www.cetacea.de/palaeocetologie/
Johannes Albers erreichen Sie per Email johannes.albers@cetacea.de

Cetacea.de

Cetacea.de ist ein nicht kommerzielles Projekt zur Förderung des Wissens über Wale. Cetacea.de soll einen Beitrag zum Schutz des Lebensraums Meer und seiner Bewohner leisten.

Wenn Sie Bilder, Photos, Texte für Cetacea.de zur Verfügung stellen können oder Cetacea.de anderweitig unterstützen wollen, schreiben Sie uns bitte. Vielen Dank.

Cetacea.de wird herausgegeben von Jan Herrmann (info@cetacea.de)