

Übungstext: Wale

(Seitenränder: links: 2,5cm, rechts: 2,0cm; Schriftart: Courier New, 12pt)

1

Die Wale (Cetacea) sind eine Ordnung der Säugetiere mit etwa 80	71
Arten, die ausschließlich im Wasser leben. Es werden zwei	132
Unterordnungen unterschieden, die Bartenwale (Mysticeti), die	199
sich als Filtrierer von Plankton ernähren und zu denen die	260
größten Tiere der Erdgeschichte zählen, und die räuberisch	321
lebenden Zahnwale (Odontoceti). Der alte umgangssprachliche Name	392
„Walfisch“ entspricht nicht dem wissenschaftlichen Verständnis,	456
da Wale keine Fische sind, sondern aquatische (wasserlebende)	522
Landwirbeltiere. Mit Ausnahme weniger Flussdelfinarten leben	587
Wale im Meer. Den Übergang zum Wasserleben vollzog diese	649
Säugergruppe vor etwa 50 Millionen Jahren im frühen Eozän. Wale	718
sind eng verwandt mit den Paarhufern (Artiodactyla), beide	781
Gruppen bilden gemeinsam das Taxon Cetartiodactyla. Die Bestände	851
vieler Walarten sind infolge von Umweltverschmutzung, der	911
Fischerei und des industriell betriebenen Walfangs deutlich	973
zurückgegangen. Wale sind neben den Seekühen die einzigen	1033
vollständig an das Leben im Wasser angepassten Säugetiere. Sie	1100
verbringen ihr ganzes Leben im Wasser und sind nicht in der	1162
Lage, an Land zu überleben. Gestrandete Wale trocknen schnell	1228
aus, das eigene Körpergewicht drückt ihre Lungen zusammen oder	1293
bricht ihnen die Rippen, da der Auftrieb des Wassers fehlt, oder	1361
sie sterben aufgrund ihrer guten Wärmeisolation an Hitzschlag.	1426
Der gesamte Körperbau und alle Körperfunktionen der Wale sind an	1495
ihren Lebensraum angepasst, dennoch teilen sie weiterhin	1553
wesentliche Merkmale mit allen anderen höheren Säugetieren	1614
(Eutheria): Wale sind Luftatmer und besitzen Lungen. Je nach Art	1688
können sie zwischen einigen Minuten bis zu mehr als zwei Stunden	1755
(zum Beispiel Pottwal) untergetaucht bleiben. Wale besitzen ein	1824
besonders leistungsfähiges Herz. Dadurch wird der im Blut	1885
aufgenommene Sauerstoff sehr effektiv im Körper verteilt. Wale	1951
gehören zu den gleichwarmen Tieren, d. h. sie halten im	2008
Gegensatz zu den wechselwarmen Tieren eine konstante, von der	2072
Umgebung unabhängige Körpertemperatur. Wale gebären	2127
vollentwickelte Kälber und säugen sie mit extrem fettreicher	2189
Muttermilch aus speziellen Milchdrüsen. Die Embryonalentwicklung	2258

findet im Körper der Mutter statt. Während dieser Zeit wird der Embryo durch ein spezielles Nährgewebe, die Plazenta, ernährt.	2326 2392
Zu den Walen gehören die größten Tiere, die jemals auf der Erde gelebt haben. Der Blauwal (<i>Balaenoptera musculus</i>) ist mit einer Körperlänge von bis zu 33,5 Metern und einem Gewicht von bis zu 200 Tonnen das größte bekannte Tier der Erdgeschichte. Der Pottwal (<i>Physeter macrocephalus</i>) ist das größte räuberisch lebende Tier der Erde. Die kleinsten Walarten erreichen dagegen nur eine maximale Körperlänge von etwa 1,50 Metern, wie etwa der La-Plata-Delfin, der Hector-Delfin und der Kalifornische Schweinswal. Wale zeichnen sich auch durch eine für höhere Säugetiere ungewöhnliche Langlebigkeit aus. Manche Arten, wie etwa der Grönlandwal (<i>Balaena mysticetus</i>), können ein Alter von über 200 Jahren erreichen. Anhand der Jahresringe der knöchernen Ohrkapsel konnte das Alter des ältesten bekannt gewordenen Exemplars, eines Männchens, auf 211 Jahre zum Zeitpunkt seines Todes bestimmt werden. Der Körperumriss der Wale ähnelt dem von großen Fischen, was sich auf die Lebensweise und die besonderen Bedingungen des Lebensraums zurückführen lässt (Konvergenz). So besitzen sie eine stromlinienförmige Gestalt, und ihre Vorderextremitäten sind zu Flossen umgestaltet (Flipper). Auf dem Rücken tragen sie eine weitere Flosse, die als Finne bezeichnet wird und je nach Art verschiedene Formen annimmt. Bei wenigen Arten fehlt sie völlig. Sowohl die Flipper als auch die Finne dienen ausschließlich der Stabilisierung der Wale im Wasser und der Steuerung. Der Schwanz endet in einer großen Schwanzflosse, die Fluke heißt und wie die Finne eine knorpelige Fläche ohne Knochenteile darstellt. Die Fluke setzt waagrecht statt senkrecht am Körper an, ein von außen sehr gut erkennbares Unterscheidungsmerkmal zu den Fischen. Sie ermöglicht durch vertikales Schlagen die Fortbewegung. Die Hinterbeine fehlen den Walen vollständig, ebenso alle weiteren Körperanhänge, welche die Stromlinienform behindern könnten, wie die Ohren und auch die Haare. Die männlichen Genitalien und die Brustdrüsen der Weibchen sind in den Körper versenkt. Alle Wale haben einen	2460 2529 2596 2659 2722 2790 2857 2920 2981 3047 3116 3184 3245 3312 3380 3446 3516 3572 3640 3700 3768 3835 3897 3961 4029 4096 4162 4225 4294 4358 4422 4487 4551

langgestreckten Kopf, der besonders bei den Bartenwalen durch	4615
die weit ausladenden Kiefer extreme Ausmaße annimmt. Die	4675
Nasenlöcher der Wale bilden das Blasloch, eines bei Zahnwalen,	4742
zwei bei Bartenwalen. Sie liegen auf der Oberseite des Kopfes,	4809
so dass der Körper beim Atmen untergetaucht bleiben kann. Beim	4875
Ausatmen kondensiert meist die Feuchtigkeit der Atemluft und	4939
bildet den so genannten Blas. Bei den Zahnwalen existiert eine	5005
bindegewebige Melone als Kopfwölbung. Diese ist von Luftsäcken	5072
und Fett erfüllt und hilft beim Auftrieb sowie bei der	5129
Schallbildung. Eine besonders ausgeprägte Melone haben die	5191
Pottwale, hier wird sie als Spermacetiorgan bezeichnet und	5252
enthält das namensgebende Spermaceti bzw. Walrat. Die Kiefer	5317
enthalten bei den Zahnwalen eine unterschiedliche Anzahl von	5380
Zähnen von zwei flachen Hauern bei den Zweizahnwalen über eine	5446
große Anzahl gleichförmiger (homodonter) Zähne bei den Delfinen.	5516
Auch der lange Stoßzahn des Narwals ist ein umgebildeter Zahn.	5583
Bei den Bartenwalen sitzen an Stelle der Zähne lange hornige	5648
Filterplatten, die Barten, in den Kiefern. Der Körper ist von	5715
einer dicken Speckschicht eingehüllt. Dieser „Blubber“ dient zur	5781
Wärmeisolation und verleiht den Walen eine glatte,	5834
stromlinienförmige Körperform. Bei den großen Arten kann er bis	5901
zu einem halben Meter Dicke erreichen. Der sehr spezielle Aufbau	5970
der Haut oberhalb der Speckschicht sorgt für ein Phänomen,	6032
welches als Graysches Paradoxon bekannt ist: Der Körper vor	6097
allem der schnelleren Schwimmer, etwa der Delfine, verfügt in	6161
der Realität über weit bessere Strömungseigenschaften, als dies	6227
bei einem Festkörper mit der gleichen Form der Fall ist. Dies	6293
wird auf die Dämpfungseigenschaften der Haut zurückgeführt, die	6359
störende Wirbelbildungen abmildern. Zu diesem Zweck besitzt die	6426
Lederhaut (Corium oder Dermis) lange Papillen, die einen Saum	6495
bilden und mit der darüber liegenden Epidermis verzahnt sind.	6558
Die Papillen der Lederhaut sitzen dabei auf Lamellen, die	6620
weitgehend quer zur Körperlängsachse und damit auch zur	6677
Strömungsrichtung gestellt sind. Aufgrund ihrer Länge hielt man	6744
die Papillen zuerst für Ausführungsgänge von Schweißdrüsen.	6807

Heute kennt man allerdings ihre reale Funktion und weiß auch, 6871
 dass Wale keine Hautdrüsen mit Ausnahme der Milchdrüsen 6931
 besitzen. Neben diesen Dämpfungsstrukturen verfügt die Haut über 6999
 ein mikroskopisch feines Reliefmuster. Aufgrund der Ergebnisse 7065
 physiologischer Experimente wird auch eine aktive Reaktion der 7130
 Haut angenommen. Die Optimierung der Strömungseigenschaften 7194
 konnte bei Versuchen mit künstlicher Walhaut nachgestellt 7254
 werden. Das Walskelett kommt weitestgehend ohne kompakte Knochen 7322
 aus, da es vom Wasser stabilisiert wird. Aus diesem Grunde sind 7389
 die bei den Landsäugetieren üblichen Kompaktknochen durch 7449
 feinmaschige Spongiosaknochen ersetzt. Diese sind leichter und 7514
 elastischer. An vielen Stellen sind außerdem Knochenelemente 7578
 durch Knorpel und sogar Fettgewebe ersetzt, dadurch werden die 7643
 hydrostatischen Eigenschaften des Walkörpers weiter verbessert. 7709
 Im Ohr und an der Schnauze findet sich eine nur bei Walen zu 7774
 findende Knochenform mit extrem hoher Dichte, die an Porzellan 7840
 erinnert. Diese hat besondere akustische Eigenschaften und 7901
 leitet den Schall besser als andere Knochen. Der Schädel aller 7968
 Wale ist charakteristisch verlängert, was gut bei dem hier 8028
 dargestellten Bartenwal ersichtlich ist. Dabei bilden die Kiefer- 8096
 und die Nasenbeinknochen ein vorspringendes Rostrum. Die 8157
 Nasenöffnungen liegen am Scheitelpunkt des Kopfes oberhalb der 8223
 Augen. Der hintere Teil des Schädels mit dem Hirnschädel ist 8289
 deutlich verkürzt und verformt. Durch die Verlagerung der 8349
 Nasenlöcher auf die Kopfoberseite verlaufen die Nasengänge 8411
 senkrecht durch den Schädel. Bei den Zahnwalen reicht der 8472
 Kehlkopf schnabelartig in diesen Gang hinein, bei den 8528
 Bartenwalen weicht selbiger dem Gang seitlich aus. Die Zähne 8593
 bzw. die Barten sitzen im Oberkiefer ausschließlich am 8650
 Maxillarknochen. Der Hirnschädel wird durch den Nasengang nach 8717
 vorn eingeeengt und ist entsprechend höher ausgebildet, wobei 8778
 sich einzelne Schädelknochen übereinanderschieben (Teleskopieren). 8847
 Die knöcherner Ohrkapsel, das Petrosum, ist mit dem Schädel nur 8914
 knorpelig verbunden, damit sie unabhängig von selbigem schwingen 8979
 kann. Aus diesem Grunde stellen isolierte Ohrkapseln häufige 9043

Walfossilien dar, die als Cetolithen bezeichnet werden. Bei	9106
vielen Zahnwalen ist der Schädel aufgrund der Ausbildung einer	9172
großen Melone und mehrerer Luftsäcke zudem asymmetrisch	9230
ausgebildet. Die Anzahl der Wirbel der Wirbelsäule beträgt	9293
abhängig von der Art zwischen 40 und 93 Einzelwirbel. Die	9354
Halswirbelsäule besteht wie bei allen Säugetieren aus sieben	9417
Wirbeln, die bei den meisten Walen jedoch stark verkürzt oder	9481
miteinander verschmolzen sind, was Stabilität beim Schwimmen auf	9548
Kosten der Beweglichkeit verschafft. Die Rippen werden von den	9615
Brustwirbeln getragen, deren Anzahl zwischen 9 und 17 betragen	9680
kann. Das Brustbein ist nur knorpelig und stark zurückgebildet.	9746
Die letzten zwei bis drei Rippenpaare sind bei allen Walen nicht	9814
mit dem Brustbein verbunden und liegen als Fleischrippen frei in	9881
der Körperwand, bei den Bartenwalen liegen alle Rippen mit	9943
Ausnahme des ersten Paares frei. Daran schließt sich der stabile	10011
Lenden- und Schwanzteil der Wirbelsäule an, dem alle weiteren	10076
Wirbel angehören. Unterhalb der Schwanzwirbel haben sich die	10140
Chevron-Knochen aus den Hämälbögen der Wirbel entwickelt, die	10206
zusätzliche Ansatzstellen für die Schwanzmuskulatur bieten. Die	10273
vorderen Gliedmaßen sind paddelförmig mit verkürzten Arm- und	10337
verlängerten Fingerknochen, um die Fortbewegung zu unterstützen.	10404
Sie sind durch Knorpel verwachsen. Am zweiten und dritten Finger	10473
kommt es zudem zu einer Vermehrung der Fingerglieder, einer so	10538
genannten Hyperphalangie. Das einzige funktionelle Gelenk ist	10603
das Schultergelenk, alle anderen sind (außer beim Amazonasdelfin	10671
(<i>Inia geoffrensis</i>)) unbeweglich. Ein Schlüsselbein fehlt	10734
vollständig. Da eine Fortbewegung des Wals auf dem Land nicht	10800
mehr erforderlich ist und bei den großen Arten aufgrund des	10861
Körpergewichtes auch nicht mehr möglich wäre, sind die	10917
Hintergliedmaßen stark verkümmert und nur noch als	10969
Skelettrudimente ohne Verbindung zur Wirbelsäule vorhanden.	11032
Besonders wichtig für die Lebensweise der Wale im Wasser ist der	11101
Aufbau des Atmungs- sowie des Kreislaufsystems. Der	11157
Sauerstoffhaushalt der Wale ist entsprechend hocheffektiv. Bei	11223
jedem Atemzug kann ein Wal bis zu 90 Prozent des gesamten	11284

Luftvolumens der Lunge austauschen, bei einem Landsäugetier	11347
liegt dieser Wert etwa bei 15 Prozent. In der Lunge wird der	11412
eingeatmeten Luft durch das Lungengewebe etwa doppelt soviel	11475
Sauerstoff entzogen wie bei einem Landsäuger. Die Lunge selbst	11542
beinhaltet in den Alveolen ein doppeltes Kapillarnetz, der	11603
Sauerstoff wird außer im Blut und der Lunge in verschiedenen	11667
Geweben der Wale gespeichert, vor allem in der Muskulatur, in	11732
welcher der Muskelfarbstoff Myoglobin für eine effektive Bindung	11800
sorgt. Diese lungenexterne Sauerstoffspeicherung ist beim	11860
Tieftauchen überlebenswichtig, da ab einer Tauchtiefe von etwa	11925
100 Metern das Lungengewebe durch den Wasserdruck nahezu	11985
vollständig komprimiert wird. Beim Tauchvorgang wird der	12044
Sauerstoffverbrauch durch Absenkung der Herzstätigkeit und der	12109
Blutzirkulation massiv gesenkt, einzelne Organe werden während	12174
dieser Zeit nicht mit Sauerstoff versorgt. Manche Furchenwale	12240
können dadurch bis zu 40 Minuten tauchen, Pottwale zwischen 60	12305
und 90 Minuten und Entenwale sogar zwei Stunden. Die Tauchtiefen	12375
liegen dabei im Durchschnitt bei etwa 100 Meter, Pottwale	12436
tauchen bis zu 3.000 Meter tief. Der Magen der Wale besteht aus	12504
drei Kammern. Der erste Bereich wird von einem drüsenlosen und	12570
sehr muskulösen Vormagen gebildet (der bei den Schnabelwalen	12634
fehlt), danach folgen der Hauptmagen und der Pylorusmagen, die	12700
beide mit Drüsen zur Verdauung ausgestattet sind. An die Mägen	12767
schließt sich ein Darm an, dessen Einzelabschnitte nur	12824
histologisch unterschieden werden können. Die Leber ist sehr	12887
groß und besitzt keine Gallenblase. Die Nieren sind stark	12948
abgeflacht und sehr lang. Sie sind in mehrere tausend	13003
Einzelläppchen (Reniculi) aufgeteilt, um effektiv arbeiten zu	13069
können. Die Salzkonzentration im Blut der Wale ist niedriger als	13138
die im Meerwasser; die Nieren dienen daher auch zur	13193
Salzausscheidung. Das ermöglicht den Walen, Meerwasser zu	13255
trinken. Der ursprüngliche Karyotyp der Wale beinhaltet einen	13320
Chromosomensatz von $2n = 44$. Sie besitzen vier Paare	13377
telozentrischer Chromosomen (Chromosomen, deren Zentromer an	13442
einem der Telomere sitzt), zwei bis vier Paare	13492

subtelozentrischer und ein bis zwei große Paare	13541
submetazentrischer Chromosomen. Die übrigen Chromosomen sind	13605
metazentrisch - haben also das Zentromer etwa in der Mitte - und	13670
sind eher klein. Bei den Pottwalen (Physiteridae), den	13730
Schnabelwalen (Ziphiidae) und den Glattwalen (Balaenidae) kam es	13803
konvergent zu einer Reduktion der Chromosomenzahl auf 42 Paare.	13870
Wale sind vor allem Meerestiere und in allen Meeren der Welt	13935
anzutreffen. Einige Arten schwimmen dabei auch in die Flussdelta	14003
und sogar bis in die Flüsse hinein. Nur wenige Arten leben	14065
dagegen ausschließlich im Süßwasser, dabei handelt es sich um	14128
vier als Flussdelfine zusammengefasste Arten. Während viele	14191
marine Arten der Wale wie etwa der Blauwal, der Buckelwal und	14257
auch der Schwertwal ein Verbreitungsgebiet haben, das fast alle	14323
Meere umfasst, gibt es auch einzelne Arten, die nur lokal	14383
vorkommen. Dazu gehören etwa der Kalifornische Schweinswal in	14448
einem kleinen Teil des Golfs von Kalifornien sowie der Hector-	14514
Delfin in einzelnen Küstengewässern bei Neuseeland. In den	14577
Meeren gibt es sowohl Arten, die die tieferen Meeresgebiete	14640
bevorzugen als auch Arten, die häufig oder ausschließlich in	14702
Küstennähe und Flachwasserbereichen leben. Die Aufteilung der	14768
Lebensräume ergibt sich im Normalfall entlang bestimmter	14827
Temperaturgrenzen in den Ozeanen, entsprechend liegen die	14887
Verbreitungsgebiete der meisten Arten entlang spezifischer	14948
Breitengrade. Viele Arten leben entsprechend nur in tropischen	15014
oder subtropischen Gewässern, etwa der Brydewal oder der	15073
Rundkopfdelfin, andere findet man nur im Bereich des südlichen	15138
(etwa den Südlichen Glatttdelfin oder den Stundenglasdelfin) oder	15208
nördlichen Polarmeeres (den Narwal und den Weißwal). Diese	15273
vertikale Ausbreitung wird vor allem durch Landmassen als	15333
natürliche Barrieren unterbrochen. So existieren von vielen	15395
kosmopolitischen Arten einzelne Populationen im pazifischen, im	15461
atlantischen und im indischen Ozean, außerdem kommen einige	15522
Arten grundsätzlich nur in einem dieser drei getrennten Ozeane	15587
vor. So findet man etwa den Sowerby-Zweizahnwal und den Clymene-	15655
Delfin nur im Atlantik, den Weißstreifendelfin und den	15713

Nördlichen Glattdelfin nur im Nord-Pazifik. Bei wandernden	15777
Arten, deren Fortpflanzungsgründe häufig in tropischen und deren	15844
Nahrungsgründe in polaren Regionen liegen, kommt es zudem sowohl	15911
im Atlantik als auch im Pazifik zur Ausbildung von südlichen und	15979
nördlichen Populationen, die durch die Wanderungen genetisch	16042
voneinander getrennt werden. Bei einigen Arten führt diese	16103
Separierung der Populationen schlussendlich zur Bildung neuer	16168
Arten, so etwa beim Südkaper und den beiden Nordkaperarten im	16233
Atlantik und Pazifik. In europäischen Gewässern konnten	16293
insgesamt 32 Walarten nachgewiesen werden, darunter 25 Arten,	16357
die zu den Zahnwalen und sieben, die zu den Bartenwalen gehören.	16424
Die meisten Wale sind äußerst gesellige Tiere mit einem hoch	16488
entwickelten Sozialverhalten, nur wenige Arten leben paarweise	16553
oder als Einzelgänger. Die Walgruppen, als Schulen bezeichnet,	16620
bestehen dabei meistens aus 10 bis 50 Tieren, zu bestimmten	16681
Gelegenheiten (bei Massenaufreten von Nahrung oder zur	16741
Paarungszeit) können die Gruppen jedoch auch weit über 1.000	16805
Tiere umfassen. Auch Vergesellschaftung mit anderen Walarten ist	16874
dabei möglich. Die einzelnen Schulen haben eine feste	16930
Hierarchie, wobei die vorrangigen Stellungen durch Beißen,	16992
Schieben oder Rammen bestimmt werden. Das Verhalten in der	17055
Gruppe ist nur in äußersten Stresssituationen wie Nahrungsmangel	17123
und in Gefangenschaft aggressiv, im Normalfall ist der Umgang	17188
friedlich. Dabei spielen Kontaktschwimmen, gegenseitiges	17247
Streicheln und Stupsen eine große Rolle. Ebenfalls bekannt sind	17315
die spielerischen Verhaltensweisen der Tiere, die sich in	17375
Luftsprüngen, Saltos, Wellenreiten oder Flossenschlagen äußern	17442
und auch bei ausgewachsenen Tieren vorkommen. Zur Kommunikation	17509
untereinander geben die männlichen Tiere gesangsähnliche Töne	17573
und Melodien ab (Walgesang), die über hunderte Kilometer im	17638
Wasser zu hören sind. Neuere Forschungen haben ergeben, dass	17702
wohl jede Walpopulation ihren eigenen typischen Gesang	17759
entwickelt. Manchmal lässt sich sogar ein einzelner Wal an	17820
seinem spezifischen, unverwechselbaren Gesang identifizieren.	17883
Manche Walarten sind zur Erzeugung von bis zu 622	17936

unterschiedlichen Lauten fähig. Vergleiche älterer mit heutigen	18002
Tonaufnahmen zeigen, dass sich die Zusammensetzung der Laute im	18069
Lauf der Jahre deutlich verändert bzw. entwickelt. Die Wale	18133
jagen auch in der Gruppe, wobei sie sich häufig mit anderen	18194
Tierarten zusammentun. So findet man viele Delfinarten gemeinsam	18262
mit großen Thunfischen auf Jagdzügen, die großen Fischeschwärmen	18329
folgen. Der Schwertwal (<i>Orcinus orca</i>) jagt in Schulen auch	18394
andere, sogar größere Wale. Buckelwale (<i>Megaptera novaeanglia</i>)	18462
bilden in Gemeinschaftsarbeit Blasenteppiche, mit denen sie	18524
Kleinfisch- und Krillschwärme eingrenzen und in denen sie dann	18589
mit geöffnetem Maul auftauchen. Bei den meisten Walarten konnte	18656
man einen jahreszeitlichen Fortpflanzungszyklus feststellen, bei	18722
dem der Eisprung der Weibchen mit der Hauptaktivität der Hoden	18789
bei den Männchen zusammenfällt. Dieser Zyklus ist meistens mit	18855
saisonalen Wanderungen gekoppelt, die bei vielen Arten zu	18915
beobachten sind. Zur Paarung gehen die meisten Zahnwale keine	18980
festen Bindungen ein, bei vielen Arten haben auch die Weibchen	19046
mehrere Partner während einer Saison. Die Bartenwale gelten	19110
dagegen als weitgehend monogam innerhalb der einzelnen	19165
Fortpflanzungsperioden, dauerhafte Bindungen gehen sie jedoch	19229
ebenfalls nicht ein. Die Tragezeit der Wale dauert zwischen neun	19297
und 16 Monate, wobei die Dauer nicht zwingend abhängig von der	19362
Größe ist. Schweinswale tragen ebenso wie die riesigen Blauwale	19429
etwa 11 Monate. Wale bringen in der Regel immer nur ein Junges	19496
zur Welt, bei Zwillingsgeburten stirbt meistens ein Jungtier, da	19564
die Mutter nicht genügend Milch für beide Jungtiere aufbringen	19630
kann. Die Geburt erfolgt bei den Zahnwalen meistens mit dem	19693
Schwanz voran, so dass die Gefahr des Ertrinkens für das	19753
Neugeborene minimal ist, bei den Bartenwalen mit dem Kopf voran.	19821
Nach dem Geburtsvorgang wird das Jungtier schnell zum ersten	19885
Atemzug zur Oberfläche transportiert, wobei bei vielen Arten	19949
mehrere Artgenossen als „Hebammen“ tätig werden. Die Jungtiere	20014
haben bei der Geburt etwa ein Drittel der Körpergröße der	20075
Erwachsenen und sind sehr schnell eigenständig aktiv,	20130
vergleichbar mit den Nestflüchtern bzw. Laufjungen der	20187

landlebenden Säuger. Beim Säugen spritzt die Walmutter die Milch 20257
 aktiv mit Hilfe der Muskulatur der Milchdrüsen in das Maul des 20324
 Jungen, da es keine Lippen zum Saugen hat. Diese Milch hat in 20391
 der Regel einen sehr hohen Fettanteil von 16 bis 46 Prozent, 20455
 wodurch die Jungtiere sehr rasch an Größe und Gewicht zunehmen. 20522

Die Säugezeit ist meistens lang, sie beträgt bei vielen 20580
 Kleinwalen etwa vier Monate und bei großen Arten häufig über ein 20648
 Jahr, was mit einer engen Bindung der Mutter an ihre Nachkommen 20716
 einhergeht. Für die Aufzucht der Jungtiere sind bei allen Walen 20784
 allein die Muttertiere zuständig, bei einigen Walarten gibt es 20849

jedoch so genannte „Tanten“, die die Jungtiere ebenfalls 20906
 gelegentlich säugen. Die meisten Wale werden spät 20958
 geschlechtsreif, typischerweise mit sieben bis zehn Jahren. 21019
 Diese Fortpflanzungsstrategie erbringt wenige Nachkommen, die 21084
 dafür eine hohe Überlebensrate haben. Auch hier gibt es sowohl 21149

schnellere Arten wie den La-Plata-Delfin, der bereits mit zwei 21216
 Jahren geschlechtsreif ist, jedoch nur etwa 20 Jahre alt wird. 21281
 Der Pottwal erreicht die Geschlechtsreife dagegen erst mit etwa 21348
 20 Jahren, kann dafür aber zwischen 50 und 100 Jahre alt werden. 21415
 Neben dem Menschen haben die meisten Walarten aufgrund ihrer 21479

Größe nur sehr wenige Fressfeinde. Besonders nennenswert sind an 21547
 dieser Stelle nur größere Haie, die gelegentlich kleinere 21607
 Walarten angreifen und töten, sowie andere, meist größere, 21667
 Zahnwale. Beinahe berüchtigt ist in diesem Zusammenhang der 21730
 Schwertwal, der neben Robben, Pinguinen und anderen Meerestieren 21799

auch fast alle anderen Kleinwale attackiert. In Schulen 21858
 genannten herdenartigen Verbänden greifen Schwertwale auch große 21925
 Bartenwale an, meist um die bei ihnen schwimmenden Jungtiere zu 21991
 erbeuten. Erzählungen über „Walfriedhöfe“, an denen sich die 22052
 Überreste dutzender verendeter Wale angesammelt haben sollen, 22116

sind - ähnlich wie die Geschichten über „Elefantenfriedhöfe“ - 22177
 wissenschaftlich nicht haltbar. Dennoch stellen die einzelnen 22240
 Walkadaver, die in die Tiefsee abgesunken sind, wichtige 22299
 abgeschlossene Ökosysteme auf dem Meeresgrund dar. Erst neuere, 22366
 aufwändige Expeditionen mit Hilfe von ferngesteuerten 22422

Unterwasserfahrzeugen (ROVs), ermöglichten taxonomische und	22488
ökologische Forschungen an Walkadavern. Derzeit sind etwa	22549
dreißig Tierarten bekannt, die sich allem Anschein nach	22607
ausschließlich von Walkadavern ernähren. Dazu gehören unter	22669
anderem Ringelwürmer wie die Osedax-Arten. Möglicherweise sind	22736
schon der Aufprall der tonnenschweren Wale auf dem Meeresgrund	22802
und die sich dadurch ausbreitenden Druckwellen ein Signal für	22866
viele Tierarten, den Kadaver aufzusuchen. Zu den ersten	22925
Besuchern zählen Haie und Raubfische. Schleimaale finden den Weg	22995
entlang einer chemischen „Duftspur“, die durch Meeresströmungen	23059
verbreitet wird. Die Zersetzung von Fett und Fleisch der Wale	23126
dauert mindestens ein Jahr und ist von einer Abfolge	23181
verschiedener Lebensgemeinschaften begleitet. Auch die	23238
fetteichen Knochen der Wale können noch mehrere Jahre lang als	23305
Energielieferanten dienen. Spezialisierte Bakterien und	23364
Archaeen, die mit Hilfe der durch die Verwesung entstehenden	23428
Schwefelwasserstoffe Chemosynthese in der lichtlosen Tiefsee	23492
betreiben können, sind dann die Basis für die Ernährung von	23554
Muscheln und Krebsen. Lange Zeit hatten Paläontologen geglaubt,	23623
die Vorfahren der Wale seien die Mesonychia gewesen, eine Gruppe	23692
von fleischfressenden Huftieren. Das lag an der ähnlichen	23752
Beschaffenheit von Schädel und Zähnen. Später kam es jedoch zu	23819
Studien auf den Gebieten Molekularbiologie und Immunologie, die	23887
nachwiesen, dass die Wale stammesgeschichtlich eng mit den	23947
Paarhufern (Artiodactyla) verwandt sind. Die Entwicklungslinie	24016
der Wale begann also im frühen Eozän, vor mehr als 50 Millionen	24083
Jahren, mit frühen Paarhufern. Fossilfunde zu Beginn des 21.	24148
Jahrhunderts haben dies bestätigt. Das auffälligste gemeinsame	24213
Merkmal von Walen und Paarhufern betrifft das Sprungbein	24274
(Astragalus), ein Knochen im oberen Sprunggelenk (Knchel). Es	24346
ist bei den frühen Walen durch doppelte Gelenkrollen	24401
(„Rollbein“) gekennzeichnet, ein anatomisches Merkmal, das sonst	24468
nur noch bei den Paarhufern in Erscheinung tritt. Entsprechende	24535
Funde liegen aus den frheoznen Ablagerungen des Tethysmeeres	24601
in Nordindien und Pakistan vor. Das Tethysmeer erstreckte sich	24668

während dieser Zeit als flaches Meer zwischen dem asiatischen	24732
Kontinent und der nordwärts strebenden Indischen Platte. Den	24797
meisten molekularbiologischen Befunden zufolge sind die	24854
Flusspferde die nächsten lebenden Verwandte (Schwestergruppe)	24921
der Wale. Für diese Auffassung sprechen auch einige gemeinsame	24987
anatomische Merkmale, etwa Übereinstimmungen in der Morphologie	25054
der hinteren Backenzähne. Der Fossilbericht kann diese vermutete	25122
Verwandtschaft jedoch nicht untermauern, denn die ältesten	25182
bekanntesten Fossilbelege der Flusspferde reichen nur etwa 15	25243
Millionen Jahre zurück. Die ältesten Walfossilien sind hingegen	25311
etwa 50 Millionen Jahre alt. 2007 erstellte eine Gruppe um den	25377
Paläontologen Hans Thewissen einen alternativen Stammbaum.	25440
Demnach waren die nächsten Verwandten der frühen Wale die	25501
Raoellidae, eine ausgestorbene Gruppe von Paarhufern. Beide Taxa	25571
bilden demzufolge gemeinsam die Schwestergruppe der übrigen	25632
Paarhufer einschließlich der Flusspferde: Die vermutete nahe	25697
Verwandtschaft gründet sich Thewissen zufolge auf Merkmale des	25763
Raoelliden <i>Indohyus</i> . Dies sind vor allem der knöchernen Ring am	25830
Felsenbein (<i>Bulla tympanica</i>), dem Involucrum, ein	25885
Schädelmerkmal, das bislang nur von Walen bekannt war, sowie	25948
weiteren Merkmalen der Vorbackenzähne (Prämolare) und der	26011
Knochenstruktur. Mithilfe des Fossilberichts lässt sich der	26074
allmähliche Übergang vom Land- zum Wasserlebewesen	26128
nachvollziehen. Die Rückbildung der Hinterbeine gestattete der	26194
Wirbelsäule eine höhere Flexibilität. Dadurch wurde es möglich,	26261
dass Wale sich mit dem vertikalen Schwanzschlagen im Wasser	26324
fortbewegen. Die Vorderbeine wandelten sich zu Flossen um und	26389
verloren dabei ihre ursprüngliche Beweglichkeit. Das Ohr der	26453
heutigen Wale ist nicht mehr nach außen geöffnet, die	26508
Nasenlöcher wanderten von der Kopfspitze nahe der Mundöffnung	26573
nach oben, so dass der Wal „im Vorüberschwimmen“ durch das	26632
dorsale Blasloch atmen kann. Während bei den Vorfahren der Wale	26700
auf dem Land die Zähne in Schneide-, Eck-, und Backenzähne	26764
unterteilt sind, glichen sich die Zähne des Wals einander an,	26828
was das Fischfressen erleichtert (Übergang von der Heterodontie	26896

zur Homodontie). Eine besondere und relativ späte Entwicklung	26962
trat bei den Bartenwalen auf: Sie bekamen Barten, das sind	27025
Strukturen aus einem hornähnlichen Protein. Einer der ältesten	27091
Vertreter der frühen Wale (Archaeoceti) ist Pakicetus aus dem	27159
mittleren Eozän vor annähernd 50 Millionen Jahren. Das etwa	27223
wolfsgroße Tier, dessen Skelett nur zum Teil bekannt ist, besaß	27290
noch funktionstüchtige Beine und lebte in Ufernähe. Auch sein	27355
gut ausgebildetes Rollbein lässt auf einen Archaeoceten	27413
schließen, der sich noch gut an Land fortbewegen konnte. Seine	27478
lange Schnauze weist eine ursprüngliche, carnivore Bezahnung	27541
auf. Dementsprechend wird Pakicetus in frühen	27589
Rekonstruktionsversuchen als ein amphibisch lebender Räuber	27651
dargestellt. Als wichtigste Übergangsform vom Land- zum	27710
Meeresleben gilt der etwa 49 Millionen Jahre alte in Pakistan	27776
entdeckte Ambulocetus („laufender Wal“), der bis zu drei Meter	27842
lang wurde. Die Gliedmaßen dieses Archaeoceten waren an das	27905
Schwimmen angepasst, eine Fortbewegung an Land war aber noch	27969
möglich. Dort bewegte er sich in gebeugter Haltung und robbte	28033
wahrscheinlich wie ein Seehund. Seine Schnauze war langgestreckt	28101
mit weit oben liegenden Nasenlöchern und Augen. Der Schwanz der	28169
Tiere war sehr kräftig und unterstützte die Fortbewegung.	28229
Ambulocetus lebte in Mangrovenwäldern im Brackwasser und	28289
ernährte sich in der Uferzone als Beutegreifer von Fischen und	28355
anderen Wirbeltieren. Aus der Zeit vor etwa 45 Millionen Jahren	28424
wurden weitere Arten wie Indocetus, Kutchicetus, Rodhocetus und	28492
Andrewsiphius entdeckt, die deutlich an das Leben im Wasser	28555
angepasst waren. Die Hinterbeine dieser Arten waren bereits	28618
stark zurückgebildet, und die Körperform erinnert an die der	28680
Robben. Rodhocetus, ein Vertreter der Protocetidae, wird als der	28749
erste „hochseetüchtige“ Wal angesehen. Sein Körper war	28805
stromlinienförmig und er hatte feingliedrige und verlängerte	28866
Hand- und Fußknochen entwickelt, zwischen denen wahrscheinlich	28931
eine Schwimnhaut gespannt war. Die bei Landsäugetern im Bereich	28997
des Beckens verschmolzene Lendenwirbelsäule bestand bei ihm aus	29063
losen Einzelknochen, die eine Unterstützung der Schwimmbewegung	29130

des Rumpfes und Schwanzes ermöglichten. Daher war er ein guter Schwimmer, konnte sich an Land dagegen wahrscheinlich nur relativ schwerfällig bewegen. Mit dem späten Eozän vor etwa 40 Millionen Jahren bevölkerten Walarten das Meer, die keine Verbindung zum Land mehr besaßen, wie beispielsweise der bis zu 18 Meter lange Basilosaurus (früher Zeuglodon genannt). Der Übergang vom Land zum Wasser war also innerhalb von etwa 10 Millionen Jahren abgeschlossen. Im ägyptischen Wadi al-Hitan („Tal der Wale“, auch „Wadi Zeuglodon“) sind zahlreiche Skelette von Basilosaurus und anderen marinen Landwirbeltieren erhalten.	29196 29256 29320 29382 29448 29514 29577 29643 29711 29777
Lebendrekonstruktion von Dorudon atrox aus dem späten Eozän von Ägypten Die direkten Vorfahren der heutigen Wale findet man wahrscheinlich innerhalb der Dorudontidae, deren bekanntester Vertreter Dorudon zur selben Zeit wie Basilosaurus lebte. Beide Gruppen hatten bereits das für die heutigen Wale typische Gehör entwickelt, das deutliche Anpassungen an ein Leben im Wasser zeigt wie die feste Bulla, die das Trommelfell der Landsäuger ersetzt, sowie schalleitende Elemente für das Richtungshören unter Wasser. Die Handgelenke dieser Tiere waren versteift und trugen wahrscheinlich bereits die für heutige Wale typischen Flipper. Die Hinterbeine waren ebenfalls noch vorhanden, jedoch deutlich verkleinert und mit einem verkümmerten Becken verbunden. In der Folgezeit traten viele verschiedene Formen von Walen auf. Heute kennt man Fossilien von etwa 1.000 Arten, die in der Mehrzahl verschwunden sind, aber deren Nachfahren heute alle Ozeane bevölkern. Die Ordnung Cetacea wird klassisch in zwei Unterordnungen aufgeteilt: Bartenwale (Mysticeti) verdanken ihren Namen den Barten, kammartigen, an den Enden aufgefaserten Hornplatten, mit denen die Wale Kleintiere wie Plankton aus dem Meerwasser filtern, indem sie eine große Menge Meerwasser ins Maul nehmen und es durch die Barten auspressen. Beim Grönlandwal können die Barten über 4 Meter lang werden. Zu dieser Gruppe gehören die größten lebenden Tiere. Zahnwale (Odontoceti), zu denen auch die Delfine zählen, haben eine Reihe kegelförmiger Zähne, in beiden Kiefern (beispielsweise Delfine) oder nur im	29844 29908 29971 30040 30107 30171 30236 30300 30367 30429 30496 30552 30620 30687 30752 30817 30888 30955 31023 31088 31157 31222 31289 31353 31420

Unterkiefer, beispielsweise beim Pottwal oder den Schnabelwalen.	31488
Zahnwale zeichnen sich durch die Fähigkeit aus, ihre Umgebung	31553
mittels Echoortung wahrzunehmen. Während es bis in die 1970er	31617
Jahre noch Meinungen gab, dass Zahn- und Bartenwale sich	31678
aufgrund der Unterschiede im Körperbau, dem Schädel und auch der	31746
Lebensweise unabhängig voneinander entwickelt hätten, geht man	31810
heute von einem gemeinsamen Vorfahren aus und hält die Wale für	31876
monophyletisch. Für diese Annahme sprechen eine Reihe von	31937
gemeinsamen Merkmalen aller Wale (Apomorphien), vor allem der	32004
typische Aufbau der Ohrkapsel und auch des Gehirns, sowie die	32069
Fossilfunde, die eine Rückführung aller heute lebenden Wale auf	32136
eine gemeinsame Stammgruppe zulassen.	32174

(Quelle: Wikipedia: Auszug aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Wale>)