

OWAL

35

41

BIBLIOTHEEK
HOOFDKANTOOR T. N. O.

1 DEC. 1960

KONINGSKADE 12
's-GRAVENHAGE

Aus dem Leben der Wale

von

E. J. SLIJPER

VO

.465

Sonderabdruck aus

Verh. Naturf. Ges. Basel	Band 71	Nr. 1	S. 140–148	Basel, Juni 1960
--------------------------	---------	-------	------------	------------------

Aus dem Leben der Wale¹

von

E. J. SLIJPER

Zoologisches Laboratorium der Universität Amsterdam

Mit 5 Abbildungen

Die Ordnung der Wale (*Cetacea*) zerfällt in zwei scharf getrennte Unterordnungen: die Zahnwale (*Odontoceti*) mit Zähnen in den Kiefern (wenn das Gebiss auch manchmal sehr stark reduziert sein kann, wie zum Beispiel bei den Tintenfisch fressenden Pottwalen und Ziphiiden), und die Bartenwale (*Mystacoceti*), die keine Zähne besitzen und ihre Nahrung mit Hilfe von Barten erbeuten. Unter den Bartenwalen unterscheidet man wieder die Glattwale (lange Barten, keine Furchen auf der Bauchseite, ohne Rückenflosse), wie zum Beispiel Nordkaper und Grönlandwal, die Grauwale (Grauwal aus dem Pazifischen Ozean) und die Furchenwale (kurze Barten, Furchen auf der Bauchseite, mit Rückenflosse), wie zum Beispiel der Blauwal, Finnwal, Seiwal, Zwergwal und Buckelwal. In den antarktischen Gewässern wurden in der letzten Zeit jährlich etwa 1500 Blauwale, 25000 Finnwale und 1250 Buckelwale gefangen. Der Weltertrag an Pottwalen beträgt etwa 8000 pro Jahr. Glattwale und Grauwale sind vollkommen geschützt.

Was uns bei diesen Tieren zuerst auffällt, ist ihre ungeheure Grösse. Ein Blauwal hat eine mittlere Länge von 25 und eine maximale Länge von 33 m. Das maximale Gewicht beträgt etwa 135000 kg, das ist das Gewicht von 4 Brontosauriern, 25 Elefanten, 150 Rindern, 1600 Menschen oder $2\frac{1}{2}$ Centuriontank. Der Fettertrag eines solchen Wales ist dem Butterfettertrag von 275 Rindern während eines ganzen Jahres gleichzusetzen. Diese enorme Grösse hat sehr merkwürdige Folgen in bezug auf Lebensweise und Physiologie der Tiere. So ist bei einem senkrecht tauchenden Blauwal der Druckunterschied und deswegen auch der Blutdruckunterschied zwischen Schnauzenspitze und Schwanzflosse etwa 3 Atmosphären. Die maximale Entfernung, in der man unter Wasser Gegenstände wahrnehmen kann, beträgt etwa 17 m. Dies bedeutet, dass die grossen Wale ihre eigene Schwanzflosse nicht einmal sehen können.

¹ Vortrag gehalten in der Sitzung der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, am 17. Februar 1960.

Die enorme Grösse bedingt auch, dass für diese Tiere nur eine einzige Art von Futter in Betracht kommen kann: das Plankton. Nur das Plankton kommt in solch ungeheuren Mengen vor und vermehrt sich so schnell, dass es diesen Riesen als Nahrung dienen kann. Auch die grössten Haifische sind Planktonfresser und man vermutet, dass dies bei den grössten Dinosauriern ebenso der Fall war. Das hauptsächliche Futter der grossen antarktischen Wale ist ein etwa 6 cm langer Krebs, *Euphausia superba*, der ganz allgemein als «Krill» bekannt ist (Abb. 1). Das Krill ernährt sich wieder von Diatomeen, die, wie bekannt, sehr viel Fett enthalten. Wenn das Fett dieser mikroskopisch kleinen Kieselalgen erst einmal das Krill und nachher den Wal passiert hat, können wir es als Walöl für die Herstellung von Margarine oder Seife verwenden. Das Krill befindet sich nur in einer ganz bestimmten Zone der antarktischen Gewässer, etwa zwischen 63° S und dem antarktischen Festland. Diese Zone wird aber im Winter von dem nordwärts schiebenden Packeis überdeckt und dann können die Wale das Futter nicht mehr erreichen und ziehen deshalb nordwärts nach den subtropischen und tropischen Gewässern. Dort findet die Paarung statt und werden im folgenden Winter die Jungen geboren; dort finden aber die Tiere jedoch manchmal gar keine oder jedenfalls viel weniger Nahrung als in der Antarktis. Die Fettreserve wird also verbraucht und wenn die Tiere im November oder Dezember nach dem Süden zurückkehren, sind sie stark abgemagert. Eine gewisse Einsicht in diesen Zug und die Wanderwege hat man schon durch Markierung der Tiere mit rostfreien stählernen Marken erhalten.

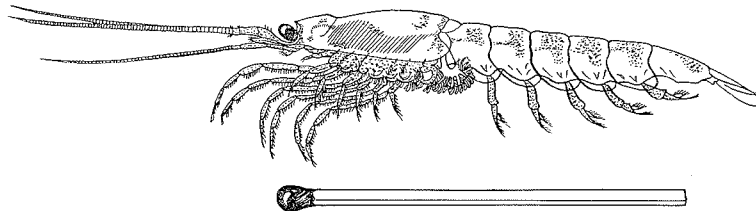


Abb. 1. «Krill», *Euphausia superba* DANA, die Hauptnahrung der grossen Wale. Gestrichelt = grün (Diatomeen); punktiert = orangefarben (Carotin). Nach SLIJPER, 1958.

Selbstverständlich können die Wale die ungeheuren Mengen so kleiner Tiere wie das Krill nicht mit einem normalen Gebiss erbeuten. Sie besitzen dazu den wie ein Sieb (vgl. Planktonsieb) wirkenden Apparat der Barten. Barten sind kulissenartig hintereinander vom Gaumen herabhängende Hornplatten, etwa 300 an jeder Seite des Maules, mit haarigen Fransen an der Innenseite. Wenn die Tiere fressen, nehmen sie eine grosse Menge Wasser und Krill in den Mund, schliessen ihn, bringen Mundboden und Zunge hoch, wodurch das Wasser seitwärts zwischen den Barten hin-

durch abfließt und das Krill an den Fransen hängen bleibt. Dass die Bartenwale von zahntragenden Vorfahren abstammen, wird bewiesen durch das Vorhandensein von Zahnkeimen in den Kiefern bei Föten.

Was man bei einer Meeresreise am häufigsten von den Walen zu sehen bekommt, ist die Atemwolke, der «Bläst». Weil diese auch in den wärmeren Gewässern sehr gut sichtbar ist, nimmt man an, dass die Abkühlung, welche die Kondensierung des Wasserdampfes verursacht, nicht durch die Luftkühle, sondern durch die Expansion der Atmungsgase entsteht. Die Atemluft wird nämlich mit ungeheurer Kraft durch den verhältnismässig engen Nasengang und das Spritzloch gepresst. Das Nasenloch (Spritzloch) befindet sich (mit Ausnahme des Pottwals) nicht vorn am Kopf, sondern an dessen Oberseite und zwar an der höchsten Stelle. Das hängt zusammen mit den stark rückenwärts liegenden Lungen. Die Tiere kommen deswegen beim Auftauchen – zumal wenn sie langsam schwimmen – in einer mehr oder weniger horizontalen Lage an die Oberfläche. In dieser Lage ist die Stellung der Nasenlöcher an der Oberseite des Kopfes am günstigsten.

Das Krill befindet sich hauptsächlich in den oberen 50 m und hier wieder besonders in den oberen 10 m des Wassers. Die Bartenwale tauchen deswegen meistens nicht tiefer als 10–50 m. Man hat mittels an Harpunen befestigten Manometern jedoch festgestellt, dass die Tiere sehr gut bis zu 350 m tauchen können. Der Pottwal kann eine Tiefe von etwa 1000 m erreichen, aber die meisten Delphine tauchen wahrscheinlich nicht tiefer als 5–10 m. In einer Tiefe von 350 m ist der Wal einem Wasserdruck von 35 Atm. ausgesetzt. Weil aber das Tier hauptsächlich aus einer unzusammendrückbaren Materie besteht, kann das nur für die luftgefüllten Lungen eine wesentliche Gefahr bedeuten. Deswegen sind die Lungen der tiefen Taucher im Vergleich mit den Lungen der Landsäugetiere klein. Ihr Gewicht und ihre Maximalkapazität beträgt (im Verhältnis zur Körpergrösse) ungefähr die Hälfte vom Gewicht und von der Kapazität der Lungen der Landsäuger, während die Lungen von Braunfischen und Delphinen etwa $1\frac{1}{2}$ bis 2mal so gross sind wie bei ihnen auf dem Lande lebenden Verwandten.

Wenn der Pottwal tief taucht, dauert dies meistens etwa 50 Minuten; das Tier kann jedoch bis zu $1\frac{1}{2}$ Stunden unter Wasser bleiben. An der Oberfläche atmet er nachher etwa 6mal pro Minute während etwa 10 Minuten (Abb. 2). Finn- und Blauwale haben eine mittlere Tauchzeit von etwa 5–15 Minuten. Nachher bleiben die Tiere 5–10 Minuten an der Oberfläche mit einer Atemfrequenz von 1 pro Minute. Sie können jedoch bis zu 40 Minuten unter Wasser bleiben. Die Tauchzeit der kleineren Delphine ist meistens nicht länger als 5 Minuten. Die Wale können also viel länger unter Wasser bleiben als die übrigen Säugetiere. Die Arten, die am längsten unter Wasser bleiben, weil sie am tiefsten tauchen,

haben – gerade weil sie so tief tauchen – eine äusserst geringe Lungenkapazität und deswegen eine äusserst geringe Sauerstoffreserve in den Lungen (Abb. 3). Im Walkörper muss es also noch eine andere Sauerstoffreserve geben und diese befindet sich in den Muskeln, gebunden an Muskelhämoglobin. Während sich bei tauchenden Landsäugetieren, wie zum Beispiel beim Menschen, 34% der Sauerstoffreserve in den Lungen, 41% im Blut, 13% in den Muskeln und 12% in den übrigen Geweben befindet, sind diese Zahlen für den Wal 9% in den Lungen, 41% im Blut (das Transportmedium), 41% in den Muskeln und 8% in den übrigen Organen.

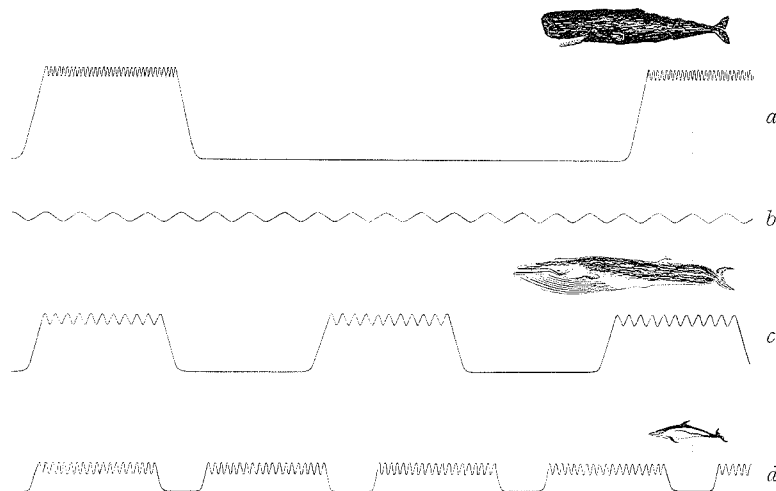


Abb. 2. Schema der Atem- und Tauchfrequenz bei den Cetaceen. Die Tiefe des Tauchens ist nur annähernd angegeben.

a) Pottwal mit einer sehr langen Tauchzeit (tiefes Tauchen). b) Ruhig an der Oberfläche schwimmender Pottwal. c) Finnwal, der von 10–15 Minuten taucht. d) Delfin, der dann und wann ein wenig tiefer taucht. Nach SLIJPER, 1958.

Diese grosse Sauerstoffreserve in den Muskeln erklärt zum Teil das merkwürdige Missverhältnis zwischen der langen Tauchzeit und der geringen Lungenkapazität. Man hat jedoch berechnet, dass sie keine vollständige Lösung des Problems gibt. Man ist gezwungen anzunehmen, dass der Stoffwechsel, namentlich in den Muskeln, während des Tauchens in anderer Weise stattfindet als während der Zeit, in der die Tiere an der Oberfläche verbleiben. Es ist sehr wahrscheinlich, dass während des Tauchens ein anoxydativer Stoffwechsel in den Muskeln stattfindet und die Blutzufuhr dann auch sehr gering ist.

Die geringe Lungenkapazität erklärt ebenfalls, warum bei den Walen keine Caissonkrankheit auftritt. Die arteriellen und venösen Wundernetze im Blutgefäßsystem, die eigentümlichen klappenlosen, longitudi-

nal Venen im Wirbelkanal, die wie ein Ventil wirkenden hintereinander liegenden Sphincteren in den Bronchien, der schnabelförmig in den Rachen hineinragende Kehlkopf und manche andere Merkmale, sind als Anpassungen an Druckschwankungen im Blutgefäß- und Atmungssystem aufzufassen. Diese Druckschwankungen treten auf beim Tauchen und Auftauchen sowie bei der Atmung, besonders beim Ausatmen, wenn die Lungen unter grossem Druck nahezu völlig geleert werden. Während das Volumen der normalen Atemluft bei den Landsäugetieren nur etwa 15% der Maximalkapazität der Lungen beträgt, atmen die Wale immer maximal ein und aus; es beträgt daher das Volumen der Atemluft etwa 90% der Maximalkapazität (Abb. 3). Bei den kleinen Zahnwalen mit ihrer verhältnismässig grossen Lungenkapazität spielt dies eine viel grössere Rolle als bei den grossen Bartenwalen, beim Pottwal und beim Entenwal. Die obengenannten Anpassungen an die Druckschwankungen sind daher bei den kleinen Zahnwalen viel besser ausgebildet als bei ihren tief tauchenden Verwandten.

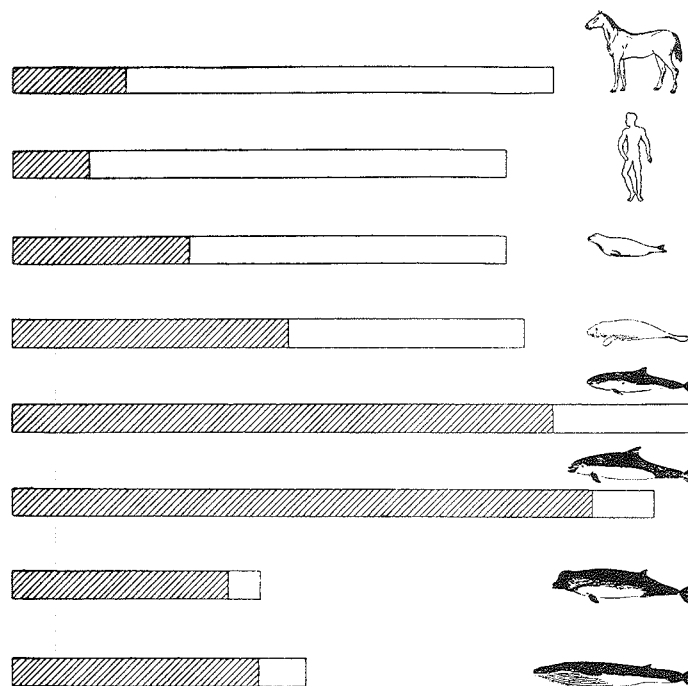


Abb. 3. Schema der Lungenkapazität bei Pferd, Mensch, Seehund, Seekuh, Braunfisch, Tümmeler, Entenwal und Finnwal. Die Länge der Blöcke gibt die Maximalkapazität der Lungen je 100 kg Körpergewicht an. Gestrichelt: Atemluft (Volumen der Luft einer Ein- und Ausatmung) in % der Maximalkapazität. Nach IRVING und SCHOLANDER aus SLIJPER, 1958.

Obwohl die Cetaceen keine Stimmbänder besitzen, sind Lautäusserungen schon seit ARISTOTELES bekannt. Der Weisswal (*Beluga*) hat sogar den Namen «Seekanarie» bekommen und von zahlreichen anderen Zahnwalen hat man oberhalb des Wassers Laute mit selbst unbewaffnetem Ohr feststellen können. Untersuchungen mit dem Hydrophon (Abb. 4) haben gezeigt, dass es sich um eine ganze Menge verschiedener Laute handelt (Bellen, Miauen, Pfeifen, Winseln), die alle eine ganz bestimmte biologische Bedeutung haben. Weil der Geruch vollkommen fehlt und dem Gesicht nur eine sehr untergeordnete Bedeutung zugeschrieben werden darf, bilden Gehör und Lautgebung für diese Tiere das einzige Verständigungsmittel. Das Gehör ist ebenfalls nahezu das einzige Sinnesorgan zum Aufspüren des Futters. Soweit bis jetzt festgestellt ist, liegen Lautbereich und Hörbereich der Cetaceen zwischen 500 und 200000 Hz. Weil sie kein anderes Sinnesorgan für die Fernorientierung im Wasser besitzen, liegt es auf der Hand anzunehmen, dass sie dies mit einer Art Sonar-System bewerkstelligen, in genau derselben Weise wie die Fledermäuse in der Luft. Versuche mit Tümmlern in den grossen Aquarien in den Vereinigten Staaten von Amerika haben gezeigt, dass die Tiere tatsächlich über ein solches Sonar-System (Asdic, Echolot) verfügen. Durch die akustische Isolation der beiden Mittelohren wird auch unter Wasser ein Richtungshören ermöglicht (beim Menschen ist es unter Wasser nicht möglich). Die geringe Masse und die grosse Spannung des Gehörknöchelchenapparates sowie gewisse Merkmale des inneren Ohres, ermöglichen die Perzeption der sehr hohen Töne.

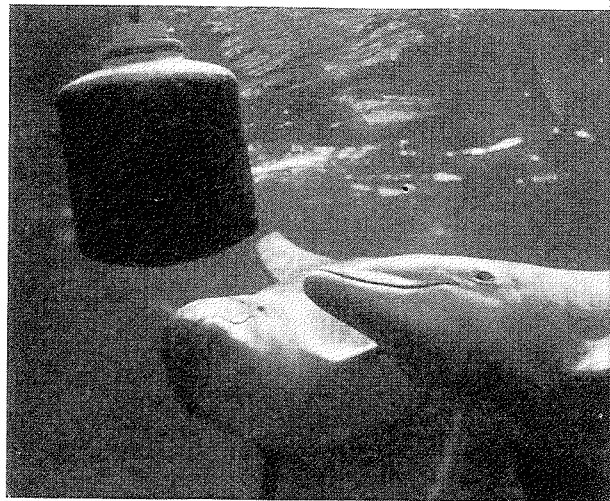


Abb. 4. Zwei Tümmler (*Tursiops truncatus* (MONT.)) im Aquarium Marineland (Flor.) beim Hydrophon. Aufn. H. F. S. ESSAPIAN.

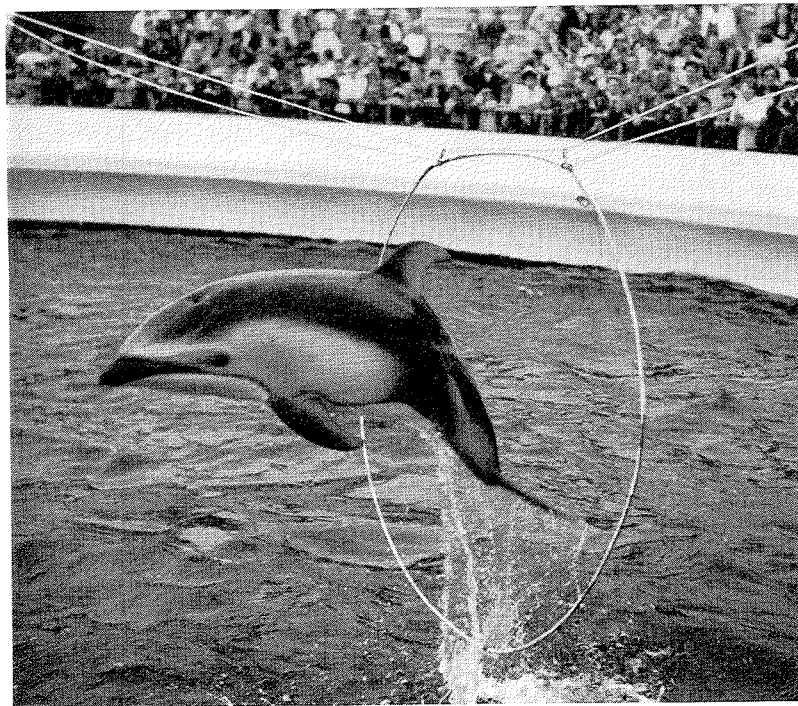


Abb. 5. Ein weiblicher Weißschnauzendelphin (*Lagenorhynchus obliquidens* GILL) springt im Aquarium Marineland (Cal.) durch einen über Wasser aufgehängten Reifen. Aufn. D. N. BROWN aus SLIJPER, 1958.

Die grossen Aquarien in den Vereinigten Staaten (Marineland (Cal.), Marineland (Flor.) usw.) haben es möglich gemacht, gewisse Untersuchungen über das Verhalten der dort in Gefangenschaft lebenden Delphine durchzuführen. Für das Publikum sind die Tümmeler, die Pazifischen Weißschnauzendelphine und die Grindwale äusserst attraktiv, weil sie gar nicht scheu sind, sich sogar streicheln lassen, und sehr spielerisch und leicht zu dressieren sind. Man kann sie lehren eine Glocke zu läuten, einen Ball zu apportieren, durch einen (sogar mit Papier bespannten) Reifen zu springen (Abb. 5) und, eingespannt in ein Geschirr, ein Boot mit einer jungen Dame und einem Hund darin zu ziehen. Auch in Freiheit lebende Delphine können auf eine derartige Weise Freundschaft mit dem Menschen schliessen, wie man das nicht nur in Opononi Beach (Neuseeland), sondern auch an anderen Stellen erfahren hat. Die geringe Scheu vor dem Menschen kann auf der Tatsache beruhen, dass die Tiere sehr wenig Feinde besitzen und namentlich nicht durch einen einzigen natürlichen Feind oberhalb der Wasserober-

fläche bedroht werden. Sie sind weiter Tagestiere (mit Ausnahme des Grindwals) und Raubtiere. Letztere sind immer sehr empfänglich für eine Belohnung in Form von Futter.

Die meisten Cetaceen sind soziale Tiere. Manche Arten (Finnwal, Tümmler, Grindwal) findet man gelegentlich in Trupps von 100 bis 1000 Tieren beiderlei Geschlechts. Beim Pottwal besteht ein Haremsverband wie bei Pavianen oder Seelöwen. Die soziale Rangordnung wird hauptsächlich durch Schlagen mit dem Schwanz, Stossen mit der Schnauze und Klappen mit den Kiefern ausgefochten. Bei Tümmlern ist eine sehr merkwürdige gegenseitige Hilfeleistung beobachtet worden. Wenn ein Tier verwundet oder bewusstlos ist, kommen zwei Artgenossen herbeigeschwommen, schieben ihren Kopf unter die Brustflosse des Verwundeten und tragen ihn an die Wasseroberfläche, damit er atmen kann. Auch nicht selbst schwimmende oder tote geborene Junge werden auf diese Weise an die Oberfläche gebracht.

Hinsichtlich der Fortpflanzung der grossen antarktischen Wale kann gesagt werden, dass die Paarung hauptsächlich in den tropischen und subtropischen Gewässern stattfindet. Es findet ein ausführliches Paarungsspiel statt, der Coitus selbst dauert jedoch nur ein paar Sekunden. Der Bau des Penis stimmt deswegen genau mit dem der Paarhufer (zum Beispiel Stier, Hirsch) überein. Weil die Neugeborenen der Cetaceen nicht in einer Höhle oder einem Lager gepflegt werden können, sondern sofort mit der Mutter mitschwimmen müssen, werden sie sehr gross und sehr vollkommen geboren. Alle Wale sind denn auch unipar; Zwillings- oder Mehrlingsgeburten betragen bei den meisten Arten noch nicht 1%. Die Tragzeit dauert ziemlich lang und zwar bei den grossen wie bei den kleinen Arten 10–12 Monate (nur beim Pottwal 16 Monate). Weil keine verzögerte Implantation festgestellt werden kann, ist das fötale Wachstum bei den grossen Arten also viel schneller als bei ihren kleinen Verwandten. Bei der Geburt haben die Jungen des Blauwals eine Länge von 7 m und ein Gewicht von etwa 2000 kg. Die Cetaceen haben eine epithelio-choriale, diffuse Plazenta. Bei den Zahnwalen liegen die Föten immer im linken Uterushorn, bei den Bartenwalen können sie jedoch in beiden Hörnern vorkommen. Sie sind von einem Amnion und einer Allantois umgeben.

Die Jungen werden im Wasser geboren, und zwar bei den antarktischen Walen, wenn die Tiere sich wieder in den warmen Gewässern befinden. Die Früchte werden nahezu immer mit dem Schwanz zuerst geboren. Bisher wurde nur einmal eine Geburt in Kopflage bei einem Tümmler beschrieben. Im Augenblick, in dem der Kopf des Jungen den mütterlichen Körper verlässt, ist die Nabelschnur straffgespannt und reisst dicht am Nabel des Neugeborenen, wo sich offensichtlich eine schwache Stelle befindet. Als Reiz für die ersten Atembewegungen

des Neugeborenen scheint die Trockenheit oder eine andere Eigenschaft der Luft zu wirken. Sobald das Neugeborene mit dem Spritzloch über Wasser kommt, fängt es an zu atmen. Bei ihrer Sorge für das Junge wird das Muttertier häufig von einer «Tante» unterstützt, genau wie bei Elefanten. Die Zitzen liegen in Hautfurchen beiderseits der Vulva. Während des Saugens treten sie durch den in der Mamma herrschenden Druck hervor. Da die Jungtiere keine Lippen besitzen, können sie die Zitze nicht umfassen; die Mutter spritzt die Milch mit einem kräftigen Strahl in den Mund des Jungen. Die Milch hat einen sehr hohen Prozentsatz an Trockensubstanz, der Fettgehalt beträgt 40–50%. Die Jungen wachsen deswegen sehr schnell. Während der Saugezeit von 7 Monaten wächst der Blauwal von 7 auf 16 m, das heisst $4\frac{1}{2}$ cm pro Tag; das Körpergewicht beträgt nach 7 Monaten etwa 23000 kg.

Um eine gewisse Einsicht in das Problem zu erhalten, wieviel Wale man jährlich in den antarktischen Gewässern schiessen darf, sollte man sehr genau über ihre Fortpflanzungsgeschwindigkeit informiert sein. Der Finnwal ist mit etwa 5 Jahren geschlechtlich erwachsen. Nachher bekommen die Weibchen jedes zweite Jahr ein einziges Kalb; dann und wann scheinen jedoch zwischen zwei Geburten drei statt zweier Jahre zu liegen. Die maximale Lebensdauer beträgt etwa 30–35 Jahre und so kann man berechnen, dass jedes Weibchen, wenn es dieses Alter erreicht, in seinem Leben etwa 12 Kälber geworfen hat. Für das Studium der Populationsdynamik dieser Tiere ist die genaue Altersbestimmung äusserst wichtig. Das Alter der Tiere kann bestimmt werden mit Hilfe der Barten, der Ovarien, aber besonders mit Hilfe des sogenannten «waxplug», der sich im inneren Teil des äusseren Gehörganges befindet und sehr schöne Jahresringe zeigt.

Wenn auch heutzutage unsere Kenntnisse von der Fortpflanzungsbiologie der Wale und namentlich von der Grösse der Walbestände noch nicht so weit fortgeschritten sind, dass den Vertretern der Walindustrie ein verantwortbares Gutachten über die genaue Zahl der jährlich zu fangenden Wale gegeben werden kann, haben unsere Kenntnisse dennoch in den letzten Dezennien sehr stark zugenommen und wird der Walbiologe hoffentlich in der Zukunft genaue Einsicht in dieses so wichtige Problem bekommen.

LITERATUR

- E. J. SLIJPER, *Walwissen*. Amsterdam, D. B. Centen's Uitgeversmaatschappij 1958, 574 pag., 8°. (Eine englische Übersetzung erscheint wahrscheinlich Anfang 1961 bei Hutchinson-London.)