

OWAL  
29

BIBLIOTHEEK  
HOOFDKANTOOR T.N.O.  
5 FEB. 1962  
KONINGSKADE 12  
s-GRAVENHAGE

GREPEN UIT HET LEVEN VAN WALVISSSEN EN DOLFIJNEN

door

Prof. Dr. E. J. Slijper

Overdruk uit Natuurkundige Voordrachten, Nieuwe Reeks No. 39, Jaargang 1960 - 1961

TNO  
11459



## GREPEN UIT HET LEVEN VAN WALVISSSEN EN DOLFIJNEN

door

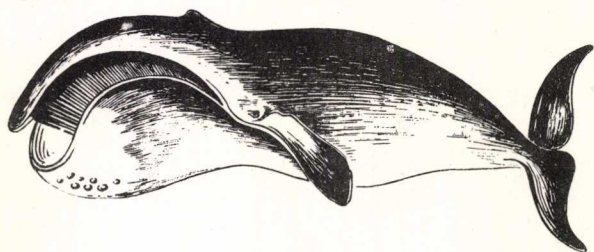
Prof. Dr. E. J. Slijper

Onder de heden ten dage nog levende Walvisachtigen (*Cetacea*) onderscheidt men twee verschillende groepen: de Baardwalvissen (*Mystacoceti*) en de Tandwalvissen (*Odontoceti*). De Baardwalvissen hebben geen tanden in hun bek, doch bezitten in plaats daarvan aan weerszijden van het gehemelte een lange rij hoornplaten, de baarden of baleinen. Dat dit een secundaire aanpassing aan hun wijze van voeding is en dat zij afstammen van voorvaderen, die wel in het bezit van tanden waren, blijkt uit de aanwezigheid van tandkiemen bij de ongeboren jongen. Bij foeten van de Gewone Vinvis met een lengte tussen 30 cm en 3 m (ouderdom 3-8 maanden) vindt men in het slijmvlies zowel van de onder- als van de bovenkaak een rij tandjes-in-aanleg, waarvan sommige door het bezit van knobbeltjes zelfs nog sterk aan een kies doen denken. Bij oudere foeten verdwijnen deze tandkiemen weer en beginnen zich de baleinen te ontwikkelen.

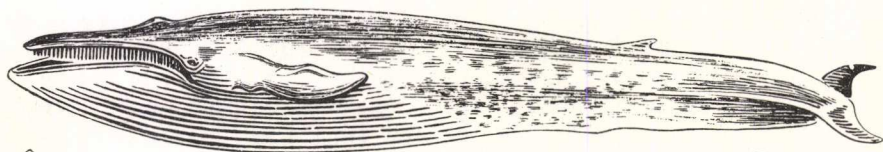
Onder de Baardwalvissen onderscheidt men weer de Echte Walvissen (*Balaenidae*), met een sterk naar boven gebogen bovenkaak, lange baleinen en een zeer dikke speklaag, waardoor de kadavers blijven drijven wanneer de dieren gedood zijn. Zij bezitten geen rugvin, geen groeven op de keel en borst en zij tonen een tamelijk plumpe lichaamsbouw (figuur 1). Het zijn dan ook langzame zwemmers, en dat is, met het feit dat de kadavers blijven drijven, de reden waarom onze voorvaderen in de 17e en 18e eeuw met zoveel succes jacht op deze dieren hebben kunnen maken. De Groenlandse Walvis en de Noordkaper zijn door deze al te intensieve jacht dan ook zeer sterk in aantal teruggelopen. Zij mogen volgens de hedendaagse bepalingen alleen maar door de inheemse bevolking van de Arctische gebieden gevangen worden, een maatregel die de soorten voor uitsterven behoedt.

Met hun door mankracht voortbewogen sloepen konden onze voorvaderen uit de 17e en 18e eeuw de snelle Vinvissen (*Balaenopteridae*), die bovendien zinken wanneer zij gedood zijn, niet bemachtigen. Deze slanke dieren, met een rechte bovenkaak, korte baleinen, een rugvin, groeven op borst en keel en een in het algemeen dunnere speklaag, hebben tot het einde van de vorige eeuw een bijna paradijselijk bestaan op aarde geleid. Toen echter stoomschepen voor de walvisjacht beschikbaar kwamen, toen men de kadavers met lucht kon oppompen en toen Svend Foyn in 1865 het eerste bruikbare harpoenkanon construeerde, was het met hun rust gedaan en ontwikkelde zich eerst in de Arctische, doch na 1905 ook in de Antarctische wateren, een intensieve walvisvaart, waarbij men in de eerste plaats jacht maakt op de Blauwe en de Gewone Vinvis (figuur 1). De Noordse Vinvis en de Bultrug worden meer door de tro-

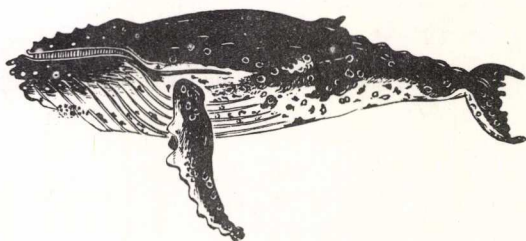
Naar een voordracht gehouden voor de Koninklijke Maatschappij voor Natuurkunde "Diligentia" te 's-Gravenhage op 18 november 1960.



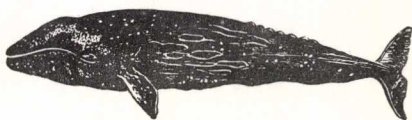
Groenlandse Walvis



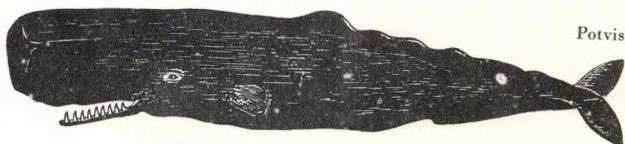
Blauwe Vinvis



Bulrug



Grijsze Walvis



Potvis

Figuur 1. Enkele grote vertegenwoordigers van de Walvisachtigen. Naar SLIJPER, 1954.

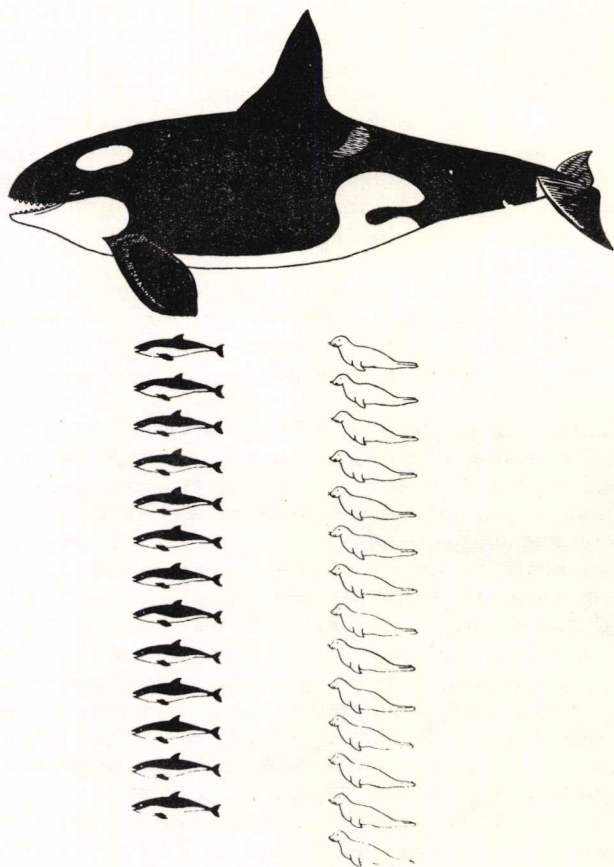


pische en subtropische landstations gevangen. De Dwergvinvis, die niet langer dan 9 m wordt, komt voor de grote walvisvaart als object niet in aanmerking en wordt alleen op een aantal stations buiten de tropen, vooral in Japan en Noorwegen, gevangen. De Blauwe Vinvis vormde in de dertiger jaren het belangrijkste object van de Antarctische walvisvaart. Tegenwoordig is dat de Gewone Vinvis omdat de Blauwe door een te intensieve jacht in aantal is afgenomen en men zich bovendien thans niet meer zo diep in het drijfjars waagt, waar de Blauwe Vinvis naar verhouding meer voorkomt dan de Gewone. Door internationale bepalingen is de hedendaagse walvisvaart streng gereglementeerd. Men hoopt door deze maatregelen het bestand voor de komende generaties te kunnen behouden. In de Antarctische wateren werden na de 2e wereldoorlog per jaar ongeveer 1500 Blauwe Vinvissen, 25.000 Gewone Vinvissen en 1250 Bultruggen gevangen.

De derde groep van Baardwalvissen is die der Grijze Walvissen (*Rhachinae*) met als enige recente vertegenwoordiger de Grijze Walvis uit het Noordelijk deel van de Stille Oceaan (figuur 1). Het dier was omstreeks 1930 bijna uitgeroeid, maar door beschermende maatregelen neemt het bestand weer vrij snel toe.

Onder de Tandwalvissen (*Odontoceti*) komt slechts één soort als jachtobject voor de grote Walvisvaart in aanmerking: de Potvis, waarvan er ieder jaar over de gehele wereld ongeveer 8000 worden gevangen (figuur 1). De Potvis leeft vooral in de tropische en subtropische wateren in grote kudden, die men als harems zou kunnen betitelen, omdat zij bestaan uit één enkele oude stier met een aantal wijfjes en jongen. Om het bezit van deze harems wordt telken jare door de stieren hevig gevochten. De mannetjes die overschieten, ondernemen lange tochten naar de Arctische en Antarctische wateren. De harems blijven in de warme gebieden. De reglementering van de Potvisjacht levert lang niet zulke grote moeilijkheden op als zich bij de Baardwalvissen voordoen, omdat er een aanzienlijk verschil in lengte tussen de mannetjes (tot 18 m) en de wijfjes (tot 12 m) bestaat, en men dus door het instellen van een lengtelimiet de vrouwelijke dieren beschermen kan. Potvissen voeden zich voornamelijk met Inktvissen, een week en vrij gemakkelijk te bemachtigen voedsel, dat geen grote eisen aan het gebit stelt. Tandvissen komen bij de Potvis dan ook alleen voor in de onderkaak, zij het ook dat men bij iedere Potvis nog wel een aantal in het tandvlees verborgen, sterk gereduceerde bovenkaakstanden kan vinden. Potvisstraan is geen vet in de eigenlijke zin des woords, het is meer een wasachtig produkt, dat niet geschikt is voor de menselijke consumptie maar wel voor de vervaardiging van fijne smeeroliën en vooral voor toepassing in de cosmetische industrie (huidcrèmes, lippenstiften). Deze industrie gebruikt ook het uit de apotheek bekende walschot (*spermaceti*), dat zich bevindt in het machtig ontwikkelde spermacetikussen op de kop en dat ongeveer de zelfde chemische samenstelling heeft als de Potvisstraan.

De overige Tandwalvissen zijn ten dele inktviseters met een nog veel sterker gereduceerd gebit dan wij bij de Potvis aantreffen (bijvoorbeeld de Spitsnuitdolfijnen, de Butskop, de Gramper), doch voor het overgrote deel viseters, zoals de talrijke soorten van Dolfijnen, de Rivierdolfijnen en de Bruinvissen. De geduchte Orca, waarvan de mannetjes een lengte van 9 m bereiken, voedt zich behalve met vis vooral met Zeezoogdieren als Dolfijnen, Bruinvissen, Zeehonden en jonge Walrussen (figuur 2). Zij vallen zelfs in kudden van 3-40 stuks de grote Walvissen aan, waarbij zij het vooral op de tong en de lippen voorzien hebben.



Figuur 2. In de 2 x 1,5 m metende voormaag van een 7,5 m lange Orca vond ESCHRICHT 13 Bruinvissen en 14 Zeehonden, die alle nog geheel intact waren. De vijftiende Zeehond bevond zich nog in de keel. Naar SLIJPER, 1958.

Onder de Walvisachtigen kan nog een derde onderafdeling onderscheiden worden: de Oerwalvissen of *Archaeoceti*, die reeds ongeveer 25 miljoen jaren geleden uitgestorven zijn en waarvan wij de eerste fossielen kennen uit een tijd die ongeveer 45 miljoen jaren achter ons ligt (zij leefden in het Eoceen en Oligoceen). Deze deels slang-, deels torpedovormige dieren bezaten nog een echt Roofdierengebit, dat echter sterk doet denken aan dat van de tegenwoordige Crabeater Seal, een Zeehond die zich vooral met kreeften en krabben



voedt. Daaronder bevinden zich ook de kleine planktonische kreeften, die het hoofdvoedsel van de grote Baardwalvissen vormen. Ook in sommige andere kenmerken tonen de Oerwalvissen een grotere overeenkomst met de Baardwalvissen dan met de Tandwalvissen, zodat zij waarschijnlijk veel meer met de eerste dan met de laatste verwant zijn.

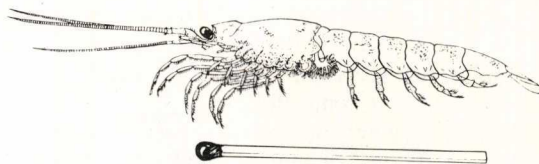
Een van de meest opvallende kenmerken van de Walvisachtigen is wel de enorme grootte die deze dieren kunnen bereiken. De grootste vertegenwoordiger is de Blauwe Vinvis, met een gemiddelde lengte van 25 m, een maximale lengte van 33 m en een maximaal gewicht van 135.000 kg. Dat is het gewicht van 4 Brontosaurussen, 25 Olifanten, 150 Runderen, 1600 Mensen of  $2\frac{1}{2}$  Centuriontank. Het is het grootste dier dat ooit op aarde heeft geleefd en één Blauwe Vinvis levert ons evenveel traan als 275 Runderen in een geheel jaar aan melkvet produceren.

Dat zulk een enorm dier alleen maar in het water kan leven, valt gemakkelijk in te zien wanneer men bedenkt dat bij het groter worden van een dierlijk organisme (onder behoud van de algemene lichaamsvorm) het gewicht toeneemt in de 3e macht, doch het oppervlak van de dwarse doorsnede van de spieren en daarmee de kracht van die spieren, slechts in de 2e macht. Alleen in het water, waar de opwaartse kracht de zwaartekracht neutraliseert, kunnen dieren een zekere groottelimiet overschrijden.

Toch worden zij ten aanzien van hun levenswijze en levensverrichtingen ook in dit milieu voor zeer merkwaardige problemen gesteld. Wanneer bijvoorbeeld een 30 m lange Blauwe Vinvis verticaal duikt of weer naar boven komt, bestaat er tussen de punt van zijn snuit en de punt van zijn staart een drukverschil van 3 atmosfeer. Dit drukverschil manifesteert zich vooral in de bloeddruk, en het bloedvatenstelsel toont dan ook allerlei aanpassingen die deze drukschommelingen kunnen opvangen, zoals de wondernetten, de grote aderen in het wervelkanaal of de verwijdingen van de leveraderen. Zelfs in helder water dringt het door voorwerpen teruggekaatste licht niet verder dan 17 m door, wat betekent dat de grote walvissen zelfs hun eigen staartvin niet kunnen zien en dat zij voor de oriëntering op enige afstand van hun ogen geen gebruik kunnen maken.

De enorme grootte van de walvissen betekent tevens, dat er maar één groep van organismen als voedsel voor deze kolossale dieren in aanmerking komt: het plankton. Of – wat misschien juist gezegd is – zij konden zich alleen maar tot zulke reusachtige dieren ontwikkelen omdat zij zich met plankton voedden, want ook de talrijke uitgestorven kleine Baardwalvissen bezaten geen tanden en moeten althans hoofdzakelijk planktoneters geweest zijn. Slechts het plankton komt in zulke enorme hoeveelheden voor en vermeerderd zich zo snel, dat het als voedsel voor zulke reuzen in aanmerking komt. Ook de grootste Haaien zijn planktoneters en misschien hebben de grootste Reuzenreptielen (*Dinosauria*) zich wel eveneens met plankton gevoed.

Order plankton verstaat men alle levende organismen, plantaardig en dierlijk, die zwevend in het water voorkomen. De Walvissen voeden zich echter slechts met een zeer speciaal deel van dit plankton en wel hoofdzakelijk met kleine kreeften. Het hoofdvoedsel van de Antarctische Walvissen is het „krill“, een ongeveer 6 cm lang kreeftje, luisterend naar de naam *Euphausia superba* (figuur 3). De diertjes lijken wel een beetje op garnalen, hoewel het systematisch gesproken geen garnalen zijn. Hun zeer doorzichtige lichamen zijn op tal van plaatsen fraai oranje-rood gekleurd door carotine, het voorstadium van



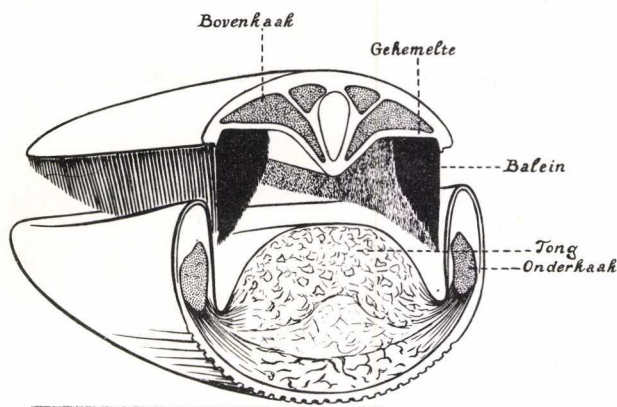
Figuur 3. „Krill“, een kleine Kreeftachtige, *Euphausia superba* Dana. Gearceerd: groene maaginhoud (Diatomeeën); gestippeld: oranje-rood gekleurd door carotine. Gewijzigd naar MACKINTOSH and WHEELER 1929.

het vitamine A, waardoor walvistraan en vooral walvislever veel van dit vitamine bevatten. Noch in de traan, noch in de lever vindt men echter het vitamine D, zodat de walvis zeker geen „levertraan“ produceert, zoals men ten onrechte wel eens veronderstelt. Een groene plek in het lichaam van het „krill“ wordt veroorzaakt door de maaginhoud, bestaande uit Diatomeeën (Kieselwieren). Deze microscopisch kleine plantjes bevatten naast bladgroen veel vet en het is dat vet, dat wij, via het krill, via de walvis en via de fabriek uiteindelijk als margarine op ons brood smeren of waar wij in de vorm van zeep onze handen mee wassen.

Het „krill“ komt alleen in een bepaalde zone van de Antarctische wateren, tussen ongeveer 63° Z.B. en het vasteland, in voor de walvissen bruikbare hoeveelheden voor. Deze zone wordt in de winter (onze zomer) echter door het naar het Noorden schuivende pakijns bedekt en, waar de walvissen zich met gemak tussen het drijfijs begeven, is dit pakijns zo dik dat het de dieren van hun voedselbron afsluit. De walvissen trekken dan naar de tropische en subtropische wateren, waar zij paren en waar in de volgende winter de jongen geboren worden. Er zijn in de warme wateren zeer zeker plaatsen waar de walvissen voedsel kunnen vinden, maar in het algemeen is dit gebied toch veel armer dan de koude wateren, zodat de dieren in de lente (onze herfst) sterk vermagerd in het Zuiden terug komen. Een deel van de dieren schijnt af en toe een seizoen in de tropen over te blijven, maar de meeste zullen toch wel aan deze jaarlijkse trek deelnemen. Door de dieren met roestvrije stalen pennen te merken heeft men een zeker inzicht in de trek van de walvissen gekregen, en daarmee ook enig inzicht in het verband tussen de bestanden waar de Antarctische fabrieksschepen enerzijds en de landstations van Australië, Nieuw-Zeeland, Z.-Amerika en Afrika anderzijds op jagen.

Het spreekt wel vanzelf, dat de grote walvissen de zeer kleine kreeften onmogelijk met een gewoon gebit van tanden en kiezen zouden kunnen bemachtigen. Zij bezitten dan ook een apparaat, dat in principe overeenkomt met het apparaat dat wij mensen gebruiken voor het vissen van plankton: een zeef. Aan iedere kant van de bek hangen van het gehemelte een 300 à 400 platen van hoorn, die als coulissen achter elkaar gerangschikt zijn, naar beneden (figuur 4). De afstand tussen de opeenvolgende platen bedraagt ongeveer 8 mm en aan de binnenzijde zijn zij van een harige franje voorzien. Om te eten nemen de walvissen een enorme hap van het „krill“, dat in zulke dichte massa's kan voorkomen, dat het water er een brei-achtig aspect door krijgt. Dan sluiten de dieren hun bek, brengen tong en mondbodem omhoog en laten daardoor het





Figuur 4. Schematische tekening van de kop van een Vinvis met baleinen. Gewijzigd naar HENTSCHEL, 1937 uit SLIJPER, 1958.

water tussen de baleinen door naar opzij weglopen. Maar het „krill” blijft aan de harige franje hangen en wordt dan met behulp van de tong ingeslikt.

Wat men van een walvis op zee altijd het eerst te zien krijgt, is de ademwolk, de „blâst”. In de warme wateren is deze vrijwel even goed zichtbaar als in de koude. Daarom neemt men aan, dat de condensatie van de waterdamp in de uitgeademde lucht niet veroorzaakt wordt door de kou van de buitenlucht maar door de afkoeling, die ontstaat bij het uitzetten van de ademplucht wanneer deze onder grote druk door het nauwe spuitgat (neusgat) naar buiten geperst wordt. Men heeft namelijk bij Grijze Walvissen opgemerkt, dat wanneer de dieren zeer voorzichtig uitademen – blijkbaar om niet op te vallen –, er ook nauwelijks iets als een dampwolk boven het spuitgat ontstaat.

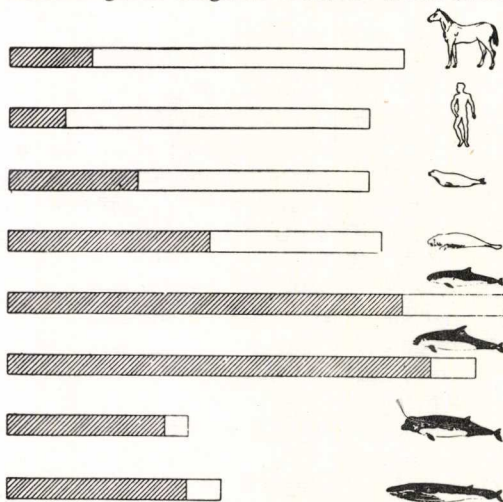
Bij de Potvis ligt het spuitgat (neusgat) vooraan in de kop, maar deze ligging is ongetwijfeld niet de oorspronkelijke, want de door heen omgeven neusgangen in de schedel liggen precies op dezelfde plaats waar zij ook bij de andere Walvisachtigen liggen, nl. zeer ver naar achteren (figuur 1). Bij alle andere Walvissen en Dolfijnen ligt het spuitgat dan ook niet vooraan in de snuit maar boven op de kop. Dit hangt samen met het feit dat de longen meer aan de rugzijde van de borstkas zijn gelegen dan bij op het land levende Zoogdieren en dat zij zich ook vrij ver naar achteren uitstrekken. Door deze ligging van de met lucht gevulde longen neemt het lichaam van de walvis, althans wanneer de dieren in een langzaam tempo bovenkomen, een vrijwel horizontale stand in het water in. Bij deze stand is de ligging van de neusgaten boven op de kop voor de ademhaling bij het bovenkomen het gunstigst.

Het „krill” komt hoofdzakelijk in de bovenste 50 m, in zeer grote hoeveelheden echter vooral in de bovenste 10 m van het water voor. In de meeste gevallen behoeven de Baardwalvissen dus niet dieper dan 10-50 m te duiken, maar met behulp van aan harpoenen bevestigde manometers heeft men vastgesteld, dat zij, indien de omstandigheden daartoe leiden, zonder bezwaar tot een diepte van 350 m duiken kunnen. De meeste Dolfijnen komen niet dieper dan 5-10 m, maar de Potvis en de Butskop zijn in verband met hun voedsel, dat voor het overgrote deel uit Inktvissen bestaat, zeer diepe duikers. Zowel



aan de soorten van Inktvissen, die men in de magen van de dieren gevonden heeft, als aan skeletten van Potvissen, die in op de bodem van de zee liggende telegraafkabels verward raakten en daardoor een ontijdige dood vonden, heeft men kunnen vaststellen, dat althans de Potvis in staat is tot een diepte van 1000 m te duiken. De dieren staan daar onder een druk van 100 atm., en op een diepte van 350 m toch in ieder geval nog onder een druk van 35 atm.

Daar echter hun lichaam praktisch geheel uit onsamendrukbare materie bestaat, heeft deze druk alleen betekenis voor de met lucht gevulde longen. Omdat de borstkas zeer beweeglijk is, mag aangenomen worden dat de longen tot ongeveer 10% van hun maximale volume samengedrukt kunnen worden, hetgeen betekent dat drukverschillen binnen en buiten de borstkas pas beneden een diepte van 100 m zullen optreden. Hoe kleiner de inhoud van de longen is, des te minder moeilijkheden zullen zich beneden deze diepte voordoen. Daarom is bij alle diep duikende Walvisachtigen de inhoud van de longen klein in verhouding tot de situatie bij hun op het land levende verwanten. Omgerekend op de grootte van het lichaam bedraagt de inhoud van de longen van Baardwalvissen, Potvissen en Butskoppen slechts ongeveer de helft van de longcapaciteit van de landzoogdieren. Bruinvissen en Dolfijnen hebben naar verhouding echter een  $1\frac{1}{2}$  à 2 maal zo grote longinhoud als de landdieren (figuur 5).



Figuur 5. Schema aangevende de maximale hoeveelheid lucht die de longen kunnen bevatten (de gehele balk) en de hoeveelheid lucht, die bij iedere ademhaling uit- en ingeademd wordt (ademplucht; het gearceerde gedeelte). Alles berekend per 100 kg lichaamsgewicht bij een Paard, de Mens, een Zeehond, een Zeekoe, een Bruinvis, een Tui-melaar, een Butskop en een Vinvis. Naar gegevens van IRVING and SCHOLANDER uit SLIJPER, 1958.

Een diep duikende Potvis blijft meestal ongeveer 50 minuten onder water, maar hij kan indien nodig een duik van  $1\frac{1}{2}$  uur maken. Na zo'n diepe duik zijn de zuurstofreserves van het dier echter zodanig uitgeput, dat het ongeveer 10 minuten aan de oppervlakte moet blijven. Gedurende die tijd ademt het met

een frequentie van ongeveer 6 ademhalingen per minuut. Voor zo'n groot dier is dat zeer snel en men kan het dan ook gerust als „hijgen" betitelen. Zwemt een Potvis namelijk enige tijd achter elkaar rustig aan de oppervlakte, dan bedraagt zijn ademfrequentie niet meer dan één ademhaling in de 2 à 3 minuten. Blauwe en Gewone Vinvissen schijnen tot 40 minuten te kunnen duiken, maar zij blijven in den regel niet langer dan 5-15 minuten onder water. Daarna zwemmen zij 5-10 minuten aan de oppervlakte en komen gemiddeld eenmaal per minuut boven om adem te halen. Bruinvissen en Dolfijnen duiken niet langer dan 3-5 minuten (figuur 6).

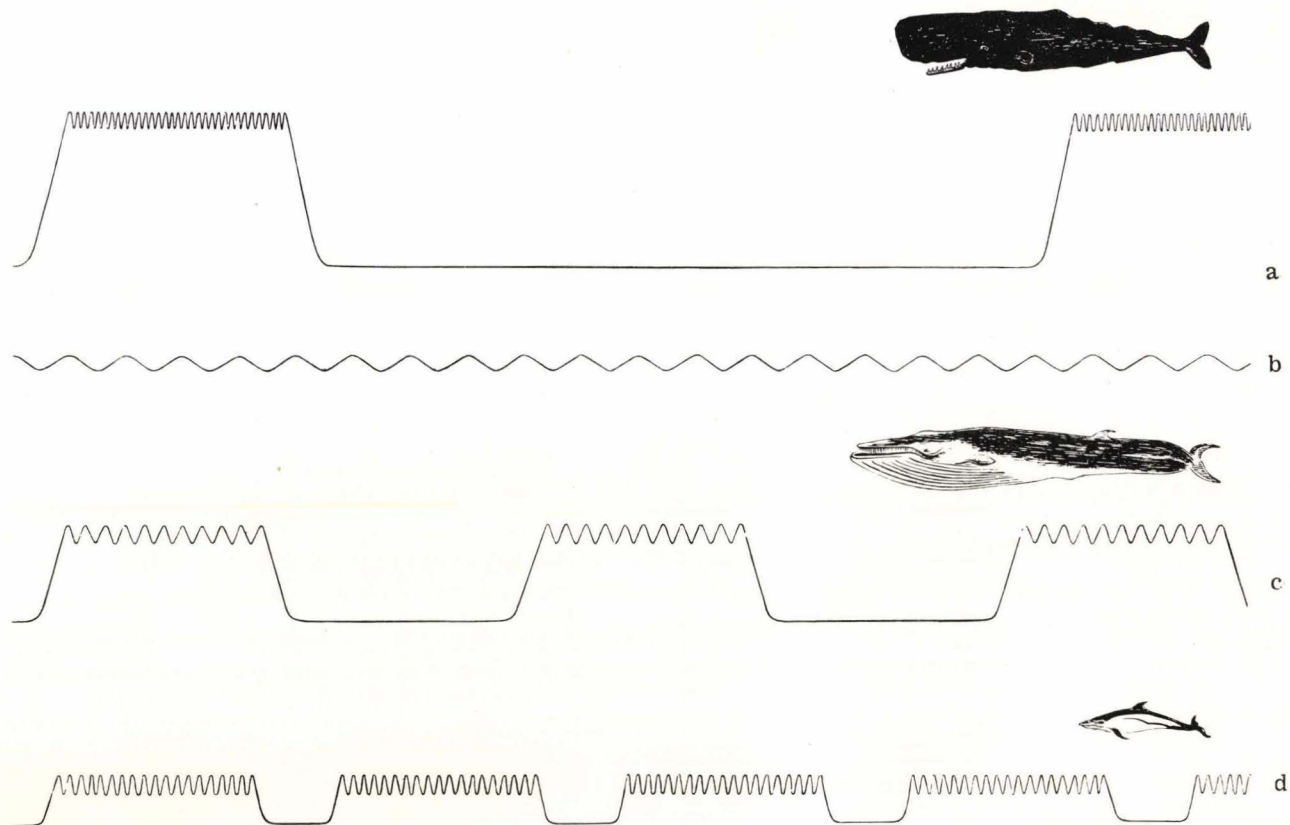
De diepe duikers blijven dus het langst onder water en bezitten, juist in verband met dit diepe duiken, de kleinste longinhoud, zodat zij de geringste hoeveelheid lucht mee naar beneden kunnen nemen al bedraagt deze hoeveelheid bij een Gewone Vinvis dan toch altijd nog iets in de orde van 2000 liter. Deze paradoxale situatie zou niet kunnen bestaan, indien de dieren, behalve de lucht in hun longen, nog niet een andere zuurstofreserve bezaten. Deze bevindt zich bij alle Walvisachtigen in de spieren, waar grote hoeveelheden zuurstof aan de spierhemoglobine gebonden kunnen worden. Wanneer een mens duikt neemt hij 34% van zijn zuurstofreserve mee in de longen, 41% in het bloed, 13% in de spieren en 12% in de overige weefsels. Wanneer een Walvis duikt, bevindt zich echter slechts 9% in de longen, doch 41% in het bloed, 41% in de spieren en 8% in de overige weefsels. Dat de hemoglobine van het bloed niet meer zuurstof bindt moet toegeschreven worden aan het feit, dat een hogere zuurstofbindingscapaciteit een snelle afgifte van de getransporteerde zuurstof aan de spieren, gedurende de tijd dat de dieren die spierreserve weer aanvullen (bij het zwemmen aan de oppervlakte), zou verhinderen.

Overigens heeft men berekend, dat de binding van een grote hoeveelheid zuurstof aan de spierhemoglobine toch nog maar ongeveer de helft van de zeer lange duiktijden bij de diepe duikers kan verklaren. Op grond van bepaalde aanwijzingen is men dan ook wel gedwongen aan te nemen, dat met name in de spieren, de stofwisseling gedurende de tijd, die de dieren onder water doorbrengen, op andere wijze verloopt dan aan de oppervlakte. Het is zeer waarschijnlijk dat gedurende het duiken althans in de spieren een voornamelijk anoxydatieve stofwisseling plaats vindt, dat de bloedcirculatie in de spieren dan sterk gereduceerd is en dat de phase van de verbranding, waarvoor zuurstof nodig is, althans ten dele uitgesteld wordt tot de dieren zich weer aan de oppervlakte bevinden.

De naar verhouding zeer geringe longinhoud van de diepe duikers verklaart tevens, waarom bij deze dieren geen caissonziekte optreedt. Proefnemingen hebben namelijk bewezen, dat de stikstofbellen in het bloed alleen plegen op te treden wanneer een duiker voortdurend van verse lucht voorzien wordt en hij dus grote hoeveelheden lucht verwerkt.

Behalve de hierboven genoemde aanpassingen aan langdurig en diep duiken tonen de Walvisachtigen ook vooral een aantal aanpassingen aan drukschommelingen. Deze drukschommelingen treden niet alleen op bij het snel duiken of weer boven komen, maar ook bij de ademhaling. Bij het uitademen wordt de lucht namelijk onder grote druk door de nauwe neusgangen geperst, zodat in de borstkas drukschommelingen kunnen optreden, die in principe dezelfde zijn als bij het zg. Valsalva-effect. Bovendien wordt bij iedere ademhaling door de Walvisachtigen een veel groter percentage van de maximale longinhoud uitgeademd (ongeveer 90%) dan bij rustig ademende landzoogdieren (on-





Figuur 6. Schema van de ademfrequentie bij de Potvis (met (a) langdurige duik en (b) rustig zwemmend aan de oppervlakte), de Gewone Vinvis (c; duikperiode van 10-15 min.) en de Dolfijn (d; duikt slechts af en toe iets dieper). Naar SLIJPER, 1958.

geveer 15%) (figuur 5). Men zou kunnen zeggen, dat de Walvissen en Dolfijnen steeds zo diep mogelijk in- en uitademen, zodat steeds zeer grote hoeveelheden lucht verplaatst moeten worden. Bij de kleine Tandwalvissen (Bruinvissen, Dolfijnen), die een naar verhouding zeer grote longinhoud hebben, speelt dit alles een veel grotere rol dan bij de grote Baardwalvissen en de Potvis, die immers een zeer geringe longcapaciteit bezitten.

Dat is dan ook de reden waarom allerlei aanpassingen aan drukschommelingen, zoals de aderlijke en slagaderlijke wondernetten in het bloedvatensysteem, de overlangse, niet van kleppen voorziene aderen in het wervelkanaal, de sterk verwijde leveraderen, de als een ventiel werkende achter elkaar gelegen kringpiertjes om de bronchiën in de longen of het als een snavel in de neusgang uitstekende strottenhoofd, bij Bruinvissen en Dolfijnen veel beter ontwikkeld zijn dan bij de diepe duikers.

Hoewel de Walvisachtigen geen echte stembanden bezitten, kunnen zij met behulp van tal van andere plooiën in hun luchtwegen wel degelijk geluid voortbrengen. Deze geluiden, die met het ongewapende oor zowel onder als boven water waargenomen kunnen worden, zijn reeds sedert Aristoteles bekend. Engelse walvisvaarders hebben de geelwitte Beluga uit de Arctische wateren wegens zijn fluitende geluiden zelfs de naam „Zeekanarie" gegeven. Met behulp van een onder-water-microfoon (hydrofoon) kan men deze geluiden op een grammofoonplaat vastleggen. Het blijkt dan dat een hele reeks verschillende geluiden als blaffen, miauwen, fluiten, piepen, kreunen geproduceerd kan worden, die alle een zeer speciale biologische betekenis hebben. Sommige hebben de waarde van een dreigement, andere worden alleen in de paartijd gehoord, weer andere dienen om de onderlinge relaties in de kudde te onderhouden, want de meeste Walvisachtigen zijn kuddedieren.

Daar bij deze dieren de reuk geheel ontbreekt, en het gezicht slechts een zeer geringe rol – en dan nog alleen in de onmiddellijke nabijheid van het dier – kan spelen, zijn de dieren voor hun oriëntatie en communicatie geheel op het geluid en het gehoor aangewezen. De grenzen van geluidsproductie en gehoor liggen, voor zover tot op heden is vastgesteld, tussen 500 en 200.000 Hz. De bovenste gehoorgrens van de mens ligt bij tonen met een hoogte van 16.000 Hz, de meeste andere Zoogdieren komen niet boven 80.000 en alleen de Vleermuizen produceren en percipiëren even hoge tonen als de Walvisachtigen.

Het ligt dan ook voor de hand om aan te nemen, dat de Walvisachtigen zich voor hun oriëntatie van een zelfde soort Sonar-systeem zullen bedienen, als men dit voor de Vleermuizen in de lucht heeft aangetoond. Bij de Vleermuizen zou men van een soort Radar-, bij de Walvissen en Dolfijnen van een soort Asdic-apparaat kunnen spreken. In beide gevallen worden trillingen uitgezonden, die – nadat zij door vaste voorwerpen weerkaatst zijn – met behulp van het gehoororgaan waargenomen worden en zodoende het dier op de aanwezigheid van deze voorwerpen opmerkzaam maken. Proeven met Tuimelaars in de Verenigde Staten hebben aangetoond, dat deze dieren voor hun oriëntatie onder water zeer zeker van zulk een Sonar-apparaat gebruik maken.

Een en ander brengt met zich mede, dat het gehoororgaan van de dieren niet alleen zeer hoge tonen moet kunnen waarnemen, maar dat ook het linker en rechter gehoororgaan op zodanige wijze akoestisch van elkaar geïsoleerd moeten zijn, dat een „richtinghoren" mogelijk is. Proeven van onze landgenoot Dudok van Heel (den Helder) hebben aangetoond, dat het bepalen van de



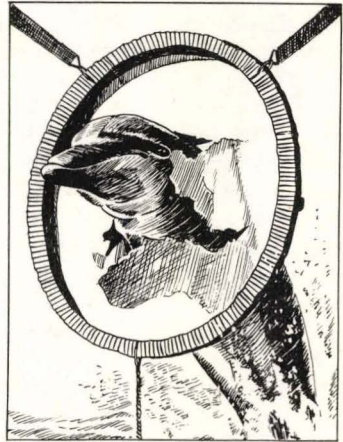
richting, waaruit een geluid het dier bereikt, bij Bruinvissen met dezelfde mate van nauwkeurigheid geschiedt als bij de mens. Het gehoororgaan is in zijn bouw dan ook inderdaad volkomen aan de bovengenoemde eisen aangepast.

Het feit, dat men in tal van grote aquaria in de Verenigde Staten (Marineland, Florida; Marineland, Californië, enz.) Tuimelaars en enkele andere Dolfinen in gevangenschap kan houden en observeren, heeft zeer veel tot vergroting van onze kennis van het gedrag der Walvisachtigen bijgedragen. De dieren blijken allerminst schuw te zijn, integendeel, zij sluiten gaarne vriendschap met de mens, laten zich uit de hand voeren, laten zich strelen en weten zelfs allerlei spelletjes, zoals het apporteren van een bal of andere voorwerpen, met de mens te spelen. Dit alles heeft men ook bij Tuimelaars in de vrije natuur wel waargenomen. Bekend is bijvoorbeeld de Tuimelaar van Opononi-Beach (Nieuw-Zeeland), die vele jaren lang met de badgasten speelde. De geringe schuwheid zal wel toegeschreven moeten worden aan het feit, dat de dieren zeer weinig natuurlijke vijanden hebben (de Orca speelt zeker geen grote rol) en dat zij door geen enkele natuurlijke vijand van boven het wateroppervlak bedreigd worden.

Dat men de dieren kan dressereren en ze zelfs vrij ingewikkelde circuskunsten als het luiden van een bel (figuur 7), het springen door een met papier bespannen hoepel (figuur 8), het trekken van een bootje en dergelijke kan leren, hangt waarschijnlijk in de eerste plaats samen met het feit, dat zij reeds van nature zeer speels zijn en ook zonder hulp van de mens graag met



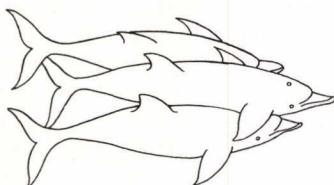
Figuur 7. Een Tuimelaar in het Aquarium Marineland (Florida) geeft door het luiden van een bel te kennen dat hij wel een vis zou lusten.



Figuur 8. Het springen door een met papier bespannen hoepel is een moeilijk te leren circuskunst omdat de dieren moeten springen naar een ruimte, die zij niet kunnen zien. Tuimelaar in het Aquarium Marineland, Florida.

veertjes, ballen of opgepompte autobanden spelen. In de tweede plaats hangt het samen met het feit, dat het dagdieren zijn en in de derde plaats maakt de omstandigheid dat deze dieren roofdieren zijn, hen zeer gevoelig voor een beloning in de vorm van een vis.

De meeste Walvisachtigen zijn sociale dieren. Tal van soorten, zoals de Gewone Vinvis, de Tuimelaar en de Griend, komen zelfs in troepen van 100-2000 dieren voor. Deze troepen bestaan dan uit dieren van beide geslachten en van zeer uiteenlopende ouderdom. Bij de Potvis daarentegen komt een haremverband voor, juist zoals men dat onder de overige Zoogdieren bij Zeeleeuwen of Bavianen aantreft. Hoe sterk de sociale bindingen bij Dolfijnen zijn, blijkt wel uit het feit, dat men enkele malen een zeer markant onderling hulpbetoon bij Tuimelaars in gevangenschap heeft kunnen waarnemen. Dieren, die gewond of bewusteloos waren, werden door twee soortgenoten naar de oppervlakte van het water gedragen om op deze wijze adem te kunnen halen. De helpers schoven daarbij hun kop onder de borstvinnen van het slachtoffer (figuur 9). Daar



Figuur 9. Twee Tuimelaars houden een gewonde en verdoofde soortgenoot boven water. Naar SIEBENALER and CALDWELL, 1956.

zij op deze wijze hun eigen spuitgat niet boven water konden brengen, moesten zij de zieke telkens even loslaten om zelf adem te kunnen halen. Een overeenkomstig gedrag heeft men gezien, wanneer jongen dood geboren werden of wanneer zij niet uit eigen beweging naar de oppervlakte van het water zwommen. Het is zelfs zeer aannemelijk, dat de wonderbaarlijke reddingen van mensen, die op het punt stonden te verdrinken maar door Dolfijnen aan land gebracht werden, op dit naar-boven-duw-gedrag berusten. Een andere uiting van het sociaal gedrag van Tuimelaars is de omstandigheid, dat behalve de moeder ook een ander volwassen vrouwelijk dier uit de kudde zich met de verzorging en bescherming van het jong bezig houdt. De activiteit van zulk een „tante" kent men verder alleen van Olifanten.

Zoals reeds gezegd werd, vindt de paring van de grote Antarctische walvissen in de warme wateren plaats. Er gaat veelal een uitvoerig paringsspel aan vooraf, maar de eigenlijke coïtus duurt slechts enkele seconden, juist als bij een stier of een hertebok. Soms schieten op het moment van de paring de dieren een heel eind verticaal uit het water omhoog, soms ook schijnt de handeling in horizontale stand plaats te vinden. In verband met de zeer snelle coïtus komt de penis in bouw geheel met die van de Herkauwers overeen.

Walvissen en Dolfijnen kunnen hun jong natuurlijk niet in een nest of een hol grootbrengen. Juist zoals een kalf of een veulen direct na de geboorte met de moeder meeloopt, moeten de jonge Walvisachtigen in staat zijn om direct na hun geboorte met de moeder mee te zwemmen. In tegenstelling met wat wij bij honden, katten, muizen of konijnen waarnemen, maar geheel overeenko-



mend met veulens of kalveren, worden de jongen van Walvissen en Dolfijnen dan ook zeer volkomen en derhalve ook zeer groot geboren. Een pasgeboren Blauwe Vinvis heeft een lengte van 7 m en een gewicht van 2000 kg. Walvissen kunnen het zich dan ook niet permitteren om meer dan één jong tegelijk ter wereld te brengen, zij zijn unipaar, juist zoals paarden en runderen. Het aantal tweelinggeboorten bedraagt bij de meeste soorten nog geen 1%. Uit den aard der zaak duurt de dracht tamelijk lang. Merkwaardigerwijze duurt zij echter even lang bij de kleine Dolfijnen als bij de grote Walvissen en wel ongeveer 10-12 maanden. Waar alle dieren hun leven als een praktisch even groot bevrucht ei beginnen, betekent dit dus, dat de grote Walvissen voor de geboorte veel sneller groeien dan de Dolfijnen. Alleen de Potvis vormt met de drachttijd van 16 maanden een uitzondering. Bij de Tandwalvissen liggen de foeten (de ongeboren jongen) altijd in de linker baarmoederhoorn. Bij de Baardwalvissen treft men ze echter zowel in de linker, als in de rechter hoorn aan. Er zijn twee vruchtvliezen: een amnion en een allantois.

De jongen worden onder water geboren. In de grote aquaria van Marineland heeft men deze gebeurtenis meermalen kunnen observeren en zelfs filmen. De geboorte duurt meestal tamelijk lang. De weeën zijn duidelijk waar te nemen en bij de uitdrijving komt de staart van het jonghet eerst te voorschijn. Onder de 26 gevallen waarin de ligging bij de geboorte met zekerheid kon worden vastgesteld, heeft men nog maar eenmaal een hoofdligging waargenomen. Dat de ligging hier juist tegengesteld is aan die welke normaliter bij de unipare landzoogdieren voorkomt, vindt zijn verklaring in het feit dat de grootste massa zich bij de foeten van Walvissen in het voorste, doch bij de foeten van de betrokken landzoogdieren in het achterste gedeelte van het lichaam bevindt. En waar de ruimteverhoudingen in de buikholte bij beide in grote trekken dezelfde zijn, zal het jong van de landdieren met zijn kop en dat van de Walvisachtigen met zijn staart naar de geboorteopening gericht komen te liggen. Op het moment waarop de kop van de jonge walvis of dolfijn het moederlijk lichaam verlaat, staat de navelstreng strak gespannen en breekt zij op een zwakke plek dicht bij de buikwand van het jong. In normale gevallen zweemt het jong dan uit eigen beweging direct naar de oppervlakte van het water en ademt het niet voordat het spuitgat zich boven het wateroppervlak bevindt.

Dat Walvissen geen Vissen maar Zoogdieren zijn, blijkt niet alleen uit het feit dat zij door longen ademen, maar met name uit de omstandigheid dat de jongen met de moedermelk gevoed worden. Met het oog op de stroomlijnvorm van het lichaam bezitten de wijfjes geen uitstekende uiers, maar liggen de melkklieren onder de buikhuid verborgen. De tepels bevinden zich in kleine spleetjes aan weerszijden van de vrouwelijke geslachtsopening; door de stuwring in de melkklieren puilen zij bij het zogen een weinig naar buiten. Het jong kan de tepel dan ook wel in de mond nemen, maar daar het geen lippen bezit kan het deze tepel niet omvatten en kan het dus ook niet zuigen. Door samentrekking van de huidspierlaag van de buik, die over de tepel heen loopt, spuit de moeder de melk in de bek van het jong. Analyses, die men zowel bij Walvissen, als bij Potvissen en Dolfijnen heeft verricht, hebben aangetoond, dat de melk bij al deze dieren ongeveer dezelfde samenstelling heeft, en wel 40-50% water, 40-50% vet, 11-12% eiwit, 1-2% melksuiker en 1% zouten en vitaminen. Dat betekent in de eerste plaats dat de melk zeker 3 à 4 maal zo geconcentreerd is als bij de landzoogdieren, waardoor de tijd van het zogen bekort kan worden en de moeder zuinig met haar watervoorraad kan omgaan.

En zuinigheid met water is voor de stofwisseling van de Walvisachtigen een eerste vereiste, omdat zij weliswaar in water leven, maar in water met een veel hogere zoutconcentratie dan hun eigen lichaamsvocht, waardoor zij steeds de kans lopen dat water aan hun lichaam wordt onttrokken. De analyse toont in de tweede plaats, dat de melk zeer arm is aan suiker en zeer rijk aan vet. Het vetgehalte van de melk van landzoogdieren schommelt tussen 2 en 17% (Mens en Rendier), maar Zeehonden hebben ongeveer een zelfde samenstelling van de melk en dus ook een zelfde vetgehalte als de Walvissen.

Het zal stellig geen verwondering wekken, dat de jonge walvissen op zo'n vette melk goed groeien. De Blauwe Vinvis zoogt haar jong ongeveer 7 maanden en gedurende die tijd neemt het kalf in lengte van 7 tot 16 m toe en in gewicht van 2 tot 23 ton. Dat wil zeggen dat de jongen per dag  $4\frac{1}{2}$  cm langer worden en 100 kg zwaarder, men kan ze bij wijze van spreken haast zien groeien.

Om enig inzicht te krijgen in het vraagstuk hoeveel Walvissen jaarlijks in de Antarctische wateren geschoten mogen worden zonder dat het bestand achteruit gaat, dient men allereerst een grondige kennis van de snelheid van de voortplanting te bezitten. De Gewone Vinvis is op een leeftijd van ongeveer 6 jaren geslachtsrijp en de wijfjes krijgen daarna om de 2 à 3 jaren een kalf. De maximale levensduur bedraagt ongeveer 30-35 jaren en zo kan men berekenen dat een wijfje, dat deze leeftijd werkelijk bereikt, ongeveer 12 jongen ter wereld gebracht heeft. De leeftijd van de dieren kan bepaald worden met behulp van zekere kenmerken van de eierstokken en de baleinen, maar vooral met behulp van „jaarringen” die men op de „oorpluggen” aantreft. Deze „oorpluggen” zijn eigenaardige enigszins kegelvormige staven van afgestoten opperhuidscellen, die men in de uitwendige gehoorgangen van Baardwalvissen aantreft.

Onze kennis van de biologie der Walvissen is heden ten dage nog niet toe-reikend om met zekerheid een oordeel over de toestand van het walvissenbestand in de zuidelijke wateren te kunnen uitspreken en met name is deze kennis nog niet voldoende om op grond daarvan ingrijpende maatregelen aan de walvisindustrie voor te schrijven. Door het biologisch onderzoek intensief voort te zetten en uit te breiden moet het echter mogelijk zijn, dit inzicht te eniger tijd te verkrijgen.

#### *Literatuur:*

E.J. Slijper; Walvissen. Centen, Amsterdam 1958, 574 pag. 8<sup>o</sup>, 228 fig.  
In dit boek bevindt zich een uitgebreide literatuurlijst.