

In Grondboor & Hamer 1971, nr. 2 las ik voor het eerst iets over de walvissen van Egypte (Heslinga en Schut, april 1971, nr.2, p.62). Dit artikel ging weliswaar over de fossiele walvisresten van Nederland, maar er stond ook een skelet van *Zeuglodon* (nu: *Saghacetus*) *osiris* in afgebeeld, dat zou zijn gevonden in Egypte. Vele jaren later vond ik meer literatuur over de Egyptische walvissen. Zo stond in 'Aan de Waterkant', van Carl Zimmer (1998) dat op een plaats in Egypte, 'Wadi Hitan' 349 walvis skeletten zouden liggen!

Wadi Hitan, het dal der walvissen over oerwalvissen in Egypte en de evolutie der walvissen

Henk Jan van Vliet,

H.J. van Vliet, A. Tasmanstraat 41, 3531 GS Utrecht, tel. 030-2944218

In oktober 2002 kreeg ik informatie over een excursie naar de Fayoem-oase in Egypte (Afb. 1). Er zouden zeer interessante plaatsen in de directe omgeving van de Fayoem worden bezocht, zoals Wadi Hitan – het Dal der Walvissen, en Gebel Qatrani – bekend vanwege een versteend bos en als vindplaats van Oligocene zoogdieren (Simons & Rasmussen, 1990). De excursie maakte deel uit van de Internationale Geologische Conferentie die in 2002 in Caïro werd georganiseerd. Dit artikel beoogt meer bekendheid te geven aan de locatie Wadi Hitan en aan het plan, van deze streek een geologisch reservaat te maken. Om de daar gevonden fossielen in een breder kader te

plaatsen, komt eerst de evolutie van de walvis aan bod. Nieuwe ontdekkingen hebben de laatste jaren geleid tot nieuwe inzichten. Onze landgenoot Thewissen heeft bij het onderzoek een vooraanstaande rol gespeeld.

De evolutie van de walvis

Nog maar 25 jaar geleden was de vroegste fase van de evolutie van de walvissen, de **Cetacea**, een groot mysterie. De toen bekende, oudste walvisachtigen waren al geheel aangepast aan het leven in zee. Darwin had in de eerste uitgave van 'The Origin of Species' (1859) de stelling geponeerd, dat walvissen van landzoogdieren zouden afstammen. Dit

leverde hem hoon en kritiek op, mede vanwege gebrek aan concreet bewijsmateriaal. Flower ordende in 1883 de familie der Walvissen in Balein- en Tandwalvissen; de **Mystacoceti** en de **Odontoceti**. Later werden hieraan de uitgestorven Oerwalvissen, de **Archaeoceti** toegevoegd. Flower vermoedde dat de voorouders van de walvissen op otters hadden geleken. Deze dieren hadden volgens hem grote staarten en waren nauwelijks behaard. Ook deze theorie was wegens het ontbreken van fossielen niet meer dan speculatie.

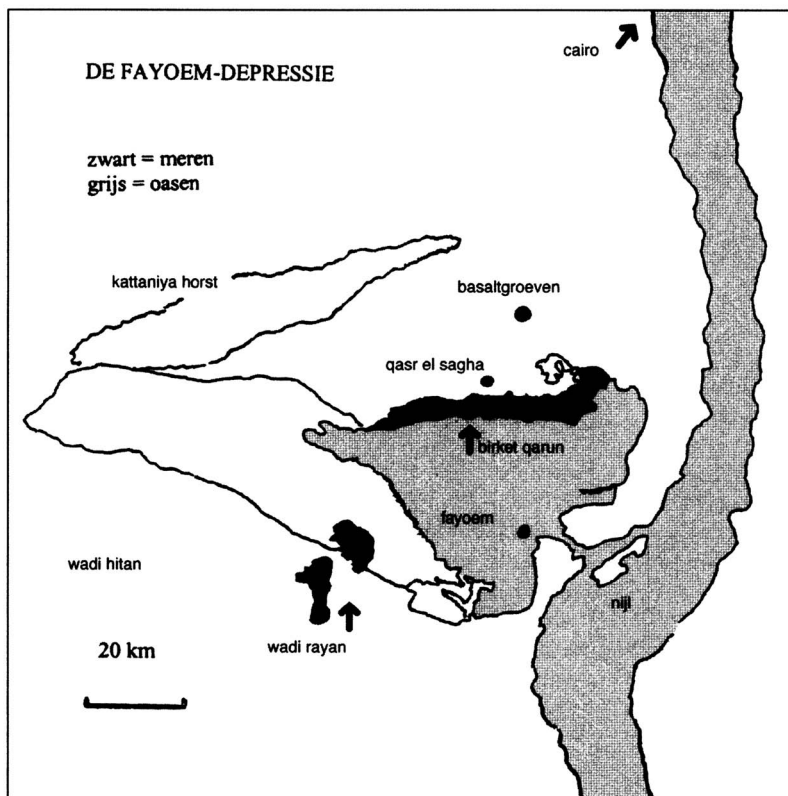
Al in 1832 werd in de Verenigde Staten de eerste oerwalvis, *Basilosaurus*, ontdekt. Een Amerikaanse rechter stuurde in dat jaar naar de Amerikaanse Vereniging voor Wijsbegeerte fossiele beenderen, gevonden in een heuvel nabij de Ouachitarrivier in Louisiana. Ten onrechte schreef Harlan deze in 1834 toe aan een zeereptiel en gaf het de naam *Basilosaurus* ('koningsreptiel'). In 1835 stuurde een andere rechter, nu uit Alabama, grote botten op, die door Harlan aan een zelfde diertje werden toegeschreven. Hij schatte dat het beest wel 45 meter lang moest zijn geweest. Owen onderkende in 1839 dat deze fossielen walvisbeenderen waren en doopte het diertje om tot *Zeuglodon*. Desondanks is de officiële naam *Basilosaurus* gebleven (Zimmer, 1998).

Albert Koch had rond 1845 veel walvisbotten gevonden in Alabama. Enkele hiervan werden later verkocht aan Teylers Museum te Haarlem. Het gaat om *Zygorhiza kochii* (waaronder de eerste complete schedel die bekend was, Afb. 2) en *Basilosaurus cetoides*. Er is ook een gipsafgietsel van een *Dorudonschedel* uit de Fayoem te zien, in 1908 door Van Deinse aan het museum geschonken.

De Duitse geoloog Schweinfurth vond in 1879 de eerste Afrikaanse *Basilosaurus*, door Dames beschreven in 1883 en 1884. Hij deed deze vondsten op het eilandje Gezirit al-Qorn in het meer Birket Qarun in de Fayoem-oase (Simons & Rasmussen, 1990). Later werd aan de noordzijde van het meer ook een rijke walvisfauna ontdekt, maar de meeste botten daar zijn afgerond en liggen door elkaar. Deze dieren leefden in het Midden tot Laat-Eoceen.

In 1883 vond Schweinfurth bij Caïro in de berg Mokattam (de Midden-

Afbeelding 1.
Overzicht van de Fayoem-depressie.



Afbeelding 2.
Schedel van
Zygorhiza kochii
(Teylers museum)



Eocene Mokattamformatie) de resten van een nog iets oudere en primitievere walvis: *Protocetus atavus*. In dezelfde formatie werd hogerop *Eocetus schweinfurthi* gevonden. Daarom werd algemeen aangenomen, dat de walvissen in Afrika tot zeezoogdieren waren geëvolueerd.

Gedurende vele jaren werden geen oudere walvisresten gevonden. Wel werd er een verhitte discussie gevoerd, of de voorouder van de walvissen een evenhoevige was, dan wel een mesonychide. Mesonychiden vormden een doodlopende loot aan de stamboom der hoefdieren. Het waren carnivoren, geen planteneters. Hoewel walviseiwitten en walvis-DNA meer verwantschap vertonen met dat van evenhoevigen, in het bijzonder met de nijlpaarden, leek het primitieve walvisgebit meer op dat van een *mesonychide*. Dit laatste argument woog zwaarder, temeer omdat de nijlpaarden pas zo'n 30 miljoen jaar na de oudste walvissen op aarde waren verschenen.

Nieuwe ontdekkingen

Gingerich bestudeerde in de jaren '70 van de twintigste eeuw Vroeg-Tertiaire landzoogdieren. In de Eocene mariene afzettingen bij Ganda Kas (Pakistan) vond hij in 1975 een tand die hij toeschreef aan een mesonychide. Deze nieuwe soort werd Gandakasia genoemd. Pas later bleek Gandakasia een walvisachtige.

Enkele jaren hierna vond Gingerich dicht bij Ganda Kas in een Eocene laag met kleine landzoogdieren een schedel die, op grond van het gehoororgaan kon worden geïdentificeerd als een primitieve walvisach-

tige. Deze staat nu bekend onder de naam *Pakicetus*. Moderne walvissen hebben geen trommelvlies; er zijn dikke ligamenten voor in de plaats gekomen die geen geluid geleiden. Een ander bot, de bulla, heeft deze functie overgenomen. Dit bot heeft een zekere draaiing ondergaan en is zwaar en massief geworden.

Pakicetus had de voor walvissen kenmerkende bullae, hoewel de draaiing nog maar zeer gedeeltelijk tot stand was gekomen. De schedel moest daarom toebehoren aan een walvisachtige, de oudste en primitiefste die ooit was gevonden.

In 1983 ging Gingerich naar Wadi Hitan in Egypte voor onderzoek naar *Basilosaurus*. Snel bleek hoeveel walvis skeletten daar lagen. Al meer dan een eeuw geleden was het bekken (pelvis) en het dijbeen (femur) van *Basilosaurus* bekend. Maar gedacht werd dat dit slechts rudimenten waren, die aan de buitenkant van het dier nauwelijks of niet zichtbaar zouden zijn geweest (Slijper, 1958; Thewissen & Williams, 2002). De vondsten van Gingerich leidden tot nieuwe conclusies. Zo vond hij in 1989 de botten van een complete voet (Thewissen en Williams, 2002). Nu kon worden geconcludeerd dat *Basilosaurus* uitwendige achterpoten had. Dat achterpoot en voet pas nu werden gevonden, is niet zo verwonderlijk: ze waren niet groter dan een kinderarm. Het dier zelf was meer dan 15 meter lang. Vermoedelijk hadden de achterpoten een functie bij de paring.

Thewissen kwam in opleiding bij Gingerich. In 1991 zocht ook hij in Pakistan naar landzoogdieren. Samen

met Arif, onderdirecteur van de Pakistaanse Geologische Dienst vond hij echter een tamelijk compleet skelet van een primitieve walvis – inclusief delen van een voorpoot en een achterpoot. De achterpoot was beduidend beter ontwikkeld dan die van *Basilosaurus*. De achterpoten van dit nieuwe dier waren zelfs groter dan de voorpoten. Deze walvis zou wellicht op het land hebben kunnen lopen. Het dier kreeg de naam *Ambulocetus natans*, de 'zwemmende wandelwalvis' (Thewissen, 1996).

Gingerich en Thewissen publiceerden in 2001 elk een artikel over de nieuwe vondsten. In *Science* beschreef Gingerich twee nieuwe soorten: *Artiocetus clavis* en *Rhodocetus balochistanensis* (Gingerich ea., 2001). Van deze laatste waren vrijwel complete voor- en achterpoten gevonden. De vorm van twee middenvoetsbeentjes (de astragalus en het os cuboideum) was karakteristiek voor evenhoevigen. De voorouder van de walvis was dus een evenhoevige, zoals eiwit- en DNA-analyses al hadden voorspeld. De dieren moeten zich echter in het water beter thuis hebben gevoeld, dan op het land.

Thewissen beschreef in *Nature* twee vrijwel complete skeletten: dat van de *Ichthyolestes pinfoldi*, een dier zo groot als een vos, en dat van *Pakicetus atlocki*, een dier met de afmetingen van een wolf (Thewissen, Williams, Roe & Hussain, 2001). De nu gevonden overblijfselen van *Pakicetus* omvatten ook gedeelten van de rest van het skelet. De skeletten waren zelfs compleet genoeg om een vergelijkende analyse met andere zoogdiergroepen te maken. De auteurs vergeleken verschillende skeletdelen (tanden, schedel en enkel) tussen enerzijds *Pakicetus* en *Ichthyolestes*, en anderzijds mesonychiden en evenhoevigen. Ook zij concludeerden dat de voorouder een evenhoevige was. De discussie over de afstamming van de walvissen werd met deze twee artikelen beslecht. Ook bleek dat *Pakicetus* een landdier, geen waterdier was. De stamboom kon nu worden vervolgd tot de fase dat de walvissen nog op het land leefden.

Onderverdeling van de archaeoceti

Een overzicht van de nu bekende soorten is te zien in tabel 1. De oudst bekende 'walvisachtigen' zijn de **Pakicetidae**. Dat deze dieren 'walvissen' waren, is voornamelijk te

Tabel 1. – De Archaeoceti van Thewissen; de Archaeoceti uit Europa; de Basilosauridae uit Egypte

CETACEA Brisson, 1762	Ouderdom	Voorkomen
<p>Pakicetidae <i>Ichthyolestes pinfoldi</i> Dehm & Oettingen-Spielberg, 1958 <i>Pakicetus attockii</i> West, 1980</p>	<p>Vroeg- Midden-Eoceen Eoceen: Lutetien Eoceen: Lutetien</p>	<p>Voorkomen: Azië India; Pakistan (Azië) India; Pakistan (Azië)</p>
<p>Ambulocetidae Thewissen, Madar & Hussain, 1996 <i>Ambulocetus natans</i> Thewissen, Hussain & Arif, 1994 <i>Gandakasia potens</i> Dehm & Oettingen-Spielberg, 1958</p>	<p>Vroeg- Midden-Eoceen Vroeg-Eoceen Midden-Eoceen</p>	<p>Voorkomen: Azië Pakistan (Azië) Pakistan (Azië)</p>
<p>Remingtonocetidae Kumar & Sahni, 1986 <i>Attockicetus praecursor</i> Thewissen & Hussain, 2000 <i>Dalanistes ahmedi</i> Gingerich, Arif & Clyde, 1995a <i>Kutchicetus minimus</i> Bapai & Thewissen, 2000 <i>Remingtonocetus domandaensis</i> Gingerich, ul Hag, Khan & Zalmout, 2001 <i>Remingtonocetus (Protocetus) harudiensis</i> Sahni & Mishra, 1975 <i>Remingtonocetus (Andrewsiphius) sloani</i> Sahni & Mishra, 1972</p>	<p>Vroeg- Midden-Eoceen Midden-Eoceen Midden-Eoceen Midden-Eoceen Midden-Eoceen Midden-Eoceen Midden-Eoceen</p>	<p>Voorkomen: Azië Z-Azië Pakistan (Azië) India (Azië) Pakistan (Azië) India; Pakistan (Azië) India; Pakistan (Azië)</p>
<p>Protocetidae Stromer, 1908 <i>sensu lato</i> <i>Artiocetus clavis</i> Gingerich, ul Hag, Zalmout, Khan & Malka, 2001 <i>Eocetus schweinfurthi</i> Fraas, 1904a <i>Rodhocetus balochistanensis</i> Gingerich, ul Hag, Zalmout, Khan & Malka, 2001</p> <p>Protocetidae Stromer, 1908 <i>sensu</i> O'Leary, 1998 <i>sensu stricto</i></p> <p><i>Microzeuglodon (Squalodon?) wingei</i> <i>Protocetus atavus</i> Fraas, 1904a <i>Pachycetus (Dorudon?) humilis</i> <i>Pachycetus robustus</i> <i>Platyosphys paulsonii</i> Brandt, Kellog, 1936</p>	<p>Midden-Eoceen Eoceen: Lutetien Midden- Boven-Eoceen Eoceen: Lutetien</p> <p>Midden-Eoceen Oligoceen Midden-Eoceen Laat-Eoceen Laat-Eoceen Vroeg-Oligoceen</p>	<p>Voorkomen: Azië; Afrika; VS Pakistan (Azië) Egypte (Afrika) Pakistan (Azië)</p> <p>Voorkomen: Azië; Afrika; Europa; VS; N.Zeeland Denemarken (Europa) Egypte (Afrika); W-VS Duitsland (Europa) Duitsland (Europa) O-Europa</p>
<p>Basilosauridae Cope, 1868 Basilosaurinae <i>Basilosaurus (Zeuglodon) cetoides</i> Harlan, 1834 <i>Basilosaurus drazindai</i> Gingerich et al., 1997 <i>Basilosaurus ((Hydrarchos,(Pro-)Zeuglodon) isis</i> Andrews, 1906 <i>Basiloterus hussaini</i> Gingerich et al., 1997</p> <p>Dorodontinae Miller, 1923 <i>Ancalacetus simonsi</i> Gingerich & Uhen 1996 <i>Chrysocetus healyorum</i> Uhen & Gingerich, 2001 <i>Dorudon (Pro-)Zeuglodon) atrox</i> Andrews, 1906 <i>Dorudon? elliotsmithii</i> Dart, 1923 <i>Dorudon intermedius</i> Dart, 1923 <i>Dorudon? sensitivus</i> Dart, 1923 <i>Dorudon stromeri</i> (= <i>D.atrox?</i>) Kellog, 1936 <i>Dorudon zitteli</i> Stromer, 1903 <i>Phococetus vasconum</i> Delfortrie, loc cit.; Kellog, 1936 <i>Saghacetus (Zeuglodon) osiris</i> Dames, 1894 (Egypte) <i>Zygorhiza kochii</i> Reichenbach, 1847 <i>?Zygorhiza (Balaenoptera) juddi</i> (Seeley, 1881)</p>	<p>Vroeg- Midden-Eoceen Midden- Laat-Eoceen Midden- Laat-Eoceen Priabonien Midden-Eoceen</p> <p>Laat-Eoceen Midden- Laat-Eoceen Bartonien-Priabonien Laat-Eoceen Laat-Eoceen Laat-Eoceen Laat-Eoceen Laat-Eoceen Oligoceen (Suevien) Midden-Eoceen Laat-Eoceen Laat-Eoceen</p>	<p>Voorkomen: Azië, Afrika, N-Amerika, Europa, Australië Alabama; Florida; Mississppi, VS Pakistan (Azië), Egypte (Afrika) Egypte (Afrika); Jordanië (Azië) Pakistan (Azië)</p> <p>Egypte (Afrika) Z.Carolina (VS) Egypte (Afrika) Egypte (Afrika) Egypte (Afrika) Egypte (Afrika) Egypte (Afrika) Egypte (Afrika) Frankrijk (Europa) Egypte (Afrika) Alabama ; Florida, VS Engeland; Italië?; Spanje? (Europa)</p>
<p>AUOCETA (Cetacea sensu stricto)</p>		

zien aan het gehoororgaan, maar ondanks de bullae hadden ze het gehoor van landdieren. De neusopening lag voor de snijtanden, ook dit is kenmerkend voor landdieren. Bij de huidige walvissen is de neusopening naar achteren verschoven en ligt helemaal achter de snuit. Net als bij de overige archaeoceti bestond het gebit uit ongelijke tanden en kiezen. De huidige tandwalvissen hebben min of meer gelijkvormige, kegelvormige tanden, waar de baleinwalvissen geen tanden meer hebben (deze zijn overigens in aanleg wel aanwezig). De nekwervels waren lang, dit in tegenstelling tot die van moderne walvissen. Het heiligbeen of sacrum bestond uit vier vergroeide wervels, zoals alleen bij landdieren. Uit de wervels en poten bleek dat deze dieren zich goed hadden kunnen voortbewegen op het land. Het moeten zelfs hardlopers zijn geweest! Pakicetidae worden alleen gevonden in Pakistan en Noordwest-India; de fossielen zijn ongeveer 53 tot 48 miljoen jaar oud (Williams, 1998).

De **Ambulocetidae** hadden evenals zeekeoien zware botten, zodat ze zich vermoedelijk vlak onder het wateroppervlak drijvend konden houden. Mogelijk konden ze, net als de huidige krokodillen, plotseling uit het water opspringen om hun prooi op de kant te grijpen. *Ambulocetus natans* had de grootte van een walrus. Resten van Ambulocetidae zijn uitsluitend in Pakistan gevonden. Deze zijn 49 miljoen jaar oud.

Ten opzichte van de Ambulocetidae, waren de oogkassen van de **Remingtonocetidae** kleiner. De snuit was langgerekt en de neusopening is iets naar achteren verschoven. De gehooropeningen lagen wijd uit elkaar. Fossielen zijn gevonden in afzettingen van Pakistan en India en zijn tussen de 49 en 43 miljoen jaar oud.

De **Protocetidae** waren geheel aan het water aangepast. Ze waren de eerste walvissen met de typerende walvisstaart (Buchholtz, 1998; web-

site van Thewissen). Het heiligbeen bestond uit slechts één of enkele niet vergroeide wervels. Hun voortbeweging op het land leek waarschijnlijk op die van de huidige zeehonden. Ze konden zwemmen door zowel met de achterpoten te peddelen, als door de staart op en neer te bewegen. Vermoedelijk waren ze snelle waterroofdieren en konden ze zich daarom over grotere afstanden verspreiden. Tot deze groep horen de eerste walvisachtigen die buiten Pakistan en India zijn gevonden, namelijk in Afrika en Noord-Amerika. Ze leefden ongeveer 47 tot 40 miljoen jaar geleden.

Bij de **Basilosauridae** lag de neusopening ergens halverwege de snuit. De achterpoten waren sterk gereduceerd en speelden bij de voortbeweging geen rol meer. Hiervoor diende de horizontale staartvin. De staartwervels waren, waar de staartvin begon, aan buik- en rugzijde ('*dorso-ventraal*') afgevlakt en werden vanaf de aanhechting van de achtervin veel breder dan hoog of lang. De nek was kort. Het schouderblad was groot. Spaakbeen en ellepijp (*radius* en *ulna*) waren afgeplat, wat past bij de transformatie van voorpoot tot vin (Uhen, 1998). Verder is er een afgeronde wervel in de staart, waardoor de bewegingsmogelijkheden voor de staartvin aanzienlijk werden vergroot. Een dergelijke 'balwervel' hebben hedendaagse walvissen ook (Thewissen & Sunil Bajpai, 2001). Ze bewogen zich voort door middel van hun staartvin en door kronkelende en golvende bewegingen met hun lichaam te maken.

Hoewel Basilosauridae vermoedelijk wereldwijd voorkwamen, zijn ze vooral gevonden in Egypte en aan de oostkust van Noord-Amerika. In Europa (Engeland, Frankrijk, Denemarken, Duitsland) zijn slechts enkele, fragmentarische vondsten gedaan: een paar kiezen en tanden, enkele wervels. Ze leefden in het Midden tot Laat-Eoceen, tussen de 41 en 35 miljoen jaar geleden.

Er wordt een onderverdeling in twee subfamilies gehanteerd: de **Basilosaurinae** en de **Dorudontinae**. De Basilosaurinae werden tot 18 meter lang en moeten tot meer dan 5800 kilo hebben gewogen. De Dorudontinae werden 'slechts' 5 meter lang en wogen tot meer dan 1100 kilo. Sommigen menen dat uit Dorudontinae de mo-

Afbeelding 3.
Skelet *Basilosaurus isis*.





Afbeelding 4.
Skelet *Basilosaurus isis*
met ribben.

derne walvissen zich hebben ontwikkeld. Hun lichaam was echter veel 'slangachtiger' dan dat van een recente walvis.

De eocene walvissen van Fayoen

De excursie

Tijdens de excursie bleek Wadi Hiton allerm minst gemakkelijk bereikbaar. Het eerste deel van de tocht voerde 50 kilometer over een geasfalteerde tweebaansweg. Na de afslag naar Wadi Rayan begon de woestijn. Na ongeveer 15 kilometer hield ook de weg op en was het nog ruim een uur rijden naar Wadi Hiton over een onduidelijk karrenspoor. Direct bij de ingang van Wadi Hiton lag het eerste skelet. Een fraai specimen, bestaand uit een twintigtal forse wervels met op de meeste plaatsen de dwarsuitsteeksels redelijk goed behouden (Afb. 3). Het was, te oordelen naar de grootte, een *Basilosaurus*, maar een onvolgroeid exemplaar. De epiphyseschijven waren namelijk nog niet geheel gesloten.

Enkele kilometers verder kwamen we in het Dal der Walvissen. Hier lagen de skeletten her en der in het zand verspreid – in korte tijd telden we er twintig. Sommige bleken vrijwel compleet, zelfs nog met ribfragmenten (Afb. 4). Andere waren weinig



Afbeelding 5.
Schedel *Basilosaurus isis*.

meer dan een bijeengeraapte verzameling botstukjes die nagenoeg niet meer waren te identificeren. Op andere plaatsen lagen bruinige stenen vol botten. We merkten een tweetal grote schedels op, die in stukken waren gebroken (Afb. 5). Het woestijnlandschap was adembenemend mooi; opwaaiend zand heeft grillige en onverwachte vormen in de rotsen uitgesleten (Afb. 6).

De geologie van Wadi Hitan

Gedurende het Eoceen maakte Wadi Hitan deel uit van een ondiepe zee, van ongeveer 300 bij 175 kilometer. In het oosten stond dit bekken in contact met de Thetys; in het noorden en westen was er een landtong, de Kattaniya Horst die het gebied daar van de open zee afsloot. In de woestijn bij Fayoem is de Maadiformatie uit het Midden- tot Laat-Eoceen ontsloten (Said, 1990). De afzettingen zijn bij Wadi Hitan 50 meter dik en worden genoemd naar Gebel Gehannam ('Duivelsberg', vanwege de schroeiende hitte 's zomers). In deze formatie wordt de oerwalvis *Basilosaurus* aangetroffen. In het Laat-Eoceen werd het bekken bij Fayoem steeds ondieper als gevolg van sedimentatie. Het milieu veranderde van vol marien naar brak en zoet water; hogerop in de sedimentatiereeks worden vooral rivierafzettingen gevonden. De Oligocene en Miocene afzettingen bij Birket Qarun zijn continentaal van karakter (Dolson ea., 2002).

De huidige Fayoem-depressie is pas veel later, gedurende het Pliocene en vroege Pleistoceen ontstaan door

winderosie. Het meer Birket Qarun vormde zich op natuurlijke wijze, doordat de Nijl de smalle strook land die de laagvlakte van de rivier scheidt, meer dan eens overstromde en het gebied vulde met water. In het Pleistoceen was het meer groter dan tegenwoordig; dit vroegere meer wordt 'Moeris' genoemd.

De fauna van Wadi Hitan

De volgende walvissoorten zijn geïdentificeerd: *Basilosaurus (Zeuglodon) isis*, *Dorudon atrox*, *Saghacetus osiris*, *Ancalacetus simonsi* en mogelijk *Pontogeneus brachyspondylus* (Dolson ea., 2002).

In 1998 waren er al 349 skeletten ontdekt, maar inmiddels is dit aantal opgelopen tot 407. Bij analyse van de vondsten is gebleken dat er 97 al of niet complete skeletten van *Basilosaurus* liggen, waarvan slechts één van een juveniel exemplaar. Van *Dorudon atrox* zijn 82 skeletten gevonden. Merkwaardigerwijs zijn hiervan 26 (41%) afkomstig van jonge dieren. Hieruit is afgeleid, dat *Dorudon* naar de toenmalige zee bij Wadi Hitan trok om te kalven. De plaats lag beschut door de aanwezigheid van eilanden voor de kust. Het water was er ondiep, warm en voedselrijk doordat er verschillende rivieren op uitmondde. *Basilosaurus* zou de rover zijn geweest die op *Dorudon* joeg. Sommige *Dorudon*-schedels vertonen inderdaad bijtsporen van vermoedelijk *Basilosaurus*.

Dorudon-skeletten liggen meestal in een cirkel, omdat na de dood de lange rugspieren zich samentrokken.

Het lijkt zo of de dieren in hun eigen staart wilden bijten. *Basilosaurus*-skeletten liggen veel rechter. Dit suggereert een verschillende musculatuur – niet verschillend gezien het verschil in grootte. Van veertien *Basilosaurus*-skeletten in situ is de onderlinge oriëntatie vergeleken. Het bleek dat acht hiervan ofwel noord-zuid zijn gericht, ofwel omgekeerd. Mogelijk is deze voorkeursrichting bepaald door zee-stromingen. Waarschijnlijker is echter dat deze richting overeenkomt met de toenmalige kust, waar de dieren op zijn gestrand door de getijdenwerking. Dit laatste is aannemelijker, omdat er evenveel dieren noord-zuid liggen als zuid-noord.

Er zijn drie soorten zeezoeken gevonden: *Eosiren*, *Eotheroides* en *Protosiren*. Deze skeletten wijken nauwelijks af van de huidige soorten en hun levenswijze zal vermoedelijk ook niet veel anders zijn geweest. Ook werd een skelet van het amfibisch levende landdier *Moeritherium* aangetroffen; wellicht een prooi die in zee is gesleept. Wat de reptielen betreft: er zijn verschillende soorten schildpadden gevonden. Overblijfselen van krokodillen zijn relatief zeldzaam. Wervels van zeeslangen komen vaak voor. Er zijn voorts talrijke resten gevonden van beenvissen en kraakbeenvissen. Grotere haaien (bijvoorbeeld *Isurus praecursor*) zijn niet algemeen. Tand van kleinere soorten, zoals *Carcharinus* zijn daarentegen snel te vinden (Afb. 7). Ook is er een rijke invertebratenfauna en microfauna aangetroffen.

Verspreid kwamen steenkernen van mollusken voor. We vonden een gastropode van 25 centimeter lang. Opzienbarend was ook een verkieselde boomstam van 10 meter lengte, klaarblijkelijk een stuk drijfhout dat vol zat met wormgaten. Er was een laag in de zandsteenrotsen te zien vol opgevulde gangen waar eens mangrovewortels in de bodem hadden gestaan.

De noodzaak tot een reservaat of park
De huidige staat van de skeletten van Wadi Hitan is slecht. Sinds kort zijn enkele skeletten provisorisch met wat paaltjes en touwen omgeven. De erosie door wind en zand gaat onverminderd voort. Verder wordt de locatie slecht of niet bewaakt. Soms worden zelfs skeletten geroofd: tijdens de excursie bleek,

Afbeelding 6.
Wadi Hitan (Maadiformatie):
zandsteenformaties



dat het skelet van een zeekoe met grove hand was uitgegraven en meegenomen.

Het gebied is weliswaar al tot beschermd gebied verklaard - het staat onder Egyptisch-Italiaans protectoraat - maar in de praktijk blijkt dit nauwelijks effect te hebben. Er is maar één oplossing, namelijk dat het een geologisch reservaat wordt, met een continue bewaking. Bescherming kan goed worden gecombineerd met het ontwikkelen van nieuwe toeristische mogelijkheden. Momenteel wordt de Fayoom nauwelijks door toeristen bezocht. Er kan een lokaal museum komen, met zowel ruimte voor de archeologische aspecten, als ook voor de geologie en paleontologie van de streek. Er zouden excursies naar Wadi Hitan en Birket Qarun kunnen worden gehouden. Inmiddels wordt reeds gewerkt aan het aanvragen van subsidies bij UNESCO. Ook wordt geprobeerd de Egyptische overheid bij deze plannen te betrekken, maar vermoedelijk ontbreken daar de benodigde middelen.

Mensen met ideeën of ervaring omtrent de oprichting van een dergelijk reservaat, kunnen contact opnemen met Nina Prochazka, Manager Environment & Culture Unit van de North South Consultants Exchange: 27, Yahia Ibrahim St. apt. 4, Zama- lek, Cairo, Egypte, e-mail nina@nsce-inter.com of met de auteur.

Dankwoord

Ik wil mijn dank uitspreken aan Ton van Eiden en Theo Paymans voor het kritisch doorlezen van dit artikel.

Literatuur

Buchholtz, E.A., 1998. Implications of Vertebral Morphology for Locomotor Evolution in Early Cetacea. In: J.G.M. Thewissen red., *The Emergence of Whales, Evolutionary Patterns in the Origin of Cetacea*, pp. 325-351. New York and London: Plenum Press.

Dolson, J., Barkooby, A. el, Wehr, F., Gingerich, Ph.D. & Prochazka, N., 2002. The Eocene and Oligocene Paleo-Ecology and Paleo-Geography of Whale Valley and the Fayoum Basins: Implications for Hydrocarbon Exploration in the Nile Delta and Eco-Tourism in the Greater Fayoum Basin. *Excursiegids*.

Gingerich, Ph.G., Haq, M.ul, Zalmout, I.S., Khan, I.H. & Malkani, M.S., 2001. Origin of Whales from Early Artiodactyls: Hands and Feet of Eocene Protocetidae



from Pakistan. *Science*, 293, pp. 2239-2242.

Heslinga, F.J.M. & Schut, J., 1971. De fossiele Cetacea in Nederland. *Grondboor & Hamer* 25, pp.54-63, pp. 66-78; pp. 98-107.

Said, R., 1990. Cenozoic. In: R. Said, red., *The Geology of Egypt*, pp.451-507. Rotterdam: A.A. Balkema.

Simons, E.L. & Rasmussen, D.T., 1990. Vertebrate Paleontology of Fayum: History of Research, faunal review and future prospects. In: R. Said, red., *The Geology of Egypt*, pp.627-638. Rotterdam: A.A. Balkema.

Slijper, E.J., 1958. *Walvissen*. Amsterdam: D.B.Centen's Uitgeversmaatschappij.

Thewissen, J.G.M., Madar, S.I. & Hussain, S.T., 1996. *Ambulocetus natans*, an Eocene Cetacean (Mammalia) from Pakistan. *Frankfurt a.M.:Cour.Forsch.-Inst.Senckenberg*, 191.

Thewissen, J.G.M. & Sunil Bajpai, 2001. Whale Origins as a Poster Child for Macroevolution. In: *Bioscience*, vol 61, No 19, pp 1017-1039.

Thewissen, J.G.M., Williams, E.M., Roe, L.J. & Hussain, S.T., 2001. Skeletons of Terrestrial Cetaceans and the Relationship of Whales to Artiodactyls. *Nature*, 413, pp. 277-281.

Thewissen, J.G.M. & Williams, E.M., 2002. The Early Radiations of Cetacea (Mammalia): Evolutionary Pattern and

Developmental Correlations. *Annu.Rev.Ecol.Syst.* 2002, 33, pp.73-90.

Uhen, M.D., 1998. Middle to Late Eocene Basilosaurines and Dorudontines. In: J.G.M. Thewissen, red., *The Emergence of Whales, Evolutionary Patterns in the Origin of Cetacea*, pp.29-61. New York and London: Plenum Press.

Williams, E.M., 1998. Synopsis of the Earliest Cetaceans: Pakicetidae, Ambulocetidae, Remingtonocetidae, and Protocetidae. In: J.G.M. Thewissen, red., *The Emergence of Whales, Evolutionary Patterns in the Origin of Cetacea*, pp.1-28. New York and London: Plenum Press.

Zimmer, C., 1999. *Aan de Waterkant, over de evolutie van soorten*. Amsterdam/Antwerpen: Contact.

Websites:

De website Faiyum Diary is te vinden op: <http://www.nh.ultranet.com/~granger/FaiyumInstall2.html> tot en met <http://www.nh.ultranet.com/~granger/FaiyumInstall6.html>

Thewissen: <http://www.neoucom.edu/Depts/ANAT/Protocet.html>

Voor de Archaeoceti in Teylers Museum te Haarlem, zie: www.teylersmuseum.nl

Voor de Geologie van Egypte, zie: Meshref, Wafik M. Sr.: 'Basement Tectonic Map of Egypt'. mahmoud.essawy@oceanenergy.com

Afbeelding 7.
Haaientanden:
Carcharhinus-soorten.