

De unieke Eocene flora en fauna van Messel (D): een bijzonder kijkje in het verleden

door Anne Rutger Fortuin,
a.r.fortuin@vu.nl

Elke aardeliefhebber heeft wel eens zo'n moment gehad dat hij of zij graag eens in de geologische tijd zou willen terugreizen, om zo zelf te kunnen ervaren hoe de aarde er op zeker moment bij stond. Tijdreizen kunnen we niet, maar niet getreurd! Er zijn namelijk plekjes op aarde waar, door bijzondere omstandigheden, zoveel vroegere levensresten bewaard zijn gebleven, dat ze ons een fantastische inkijk bieden in het leven gedurende een bepaalde geologische periode.

De tegenwoordig als UNESCO Werelderfgoed erkende groeve Messel bij Darmstadt is zo'n vindplaats. De afgelopen tientallen jaren zijn uit de fijn gelaagde, bitumineuze kleisteen bij het dorpje Messel zoveel goed bewaarde planten- en dierenresten gevonden, dat een goed tijdsbeeld van planten en dieren op het vasteland tijdens het Eoceen gereconstrueerd kan worden; iets wat zelden mogelijk is. Dit artikel, een combinatie van reisverslag, geologische- en paleo-ecologische gegevens en uiteraard informatie over de vele vondsten, kon geschreven worden dankzij de vele publicaties en informatie die op websites te vinden is.

De directe aanleiding tot het schrijven van dit verhaal is het feit dat nu in Geologisch Museum Hofland te Laren (GMH) één van

de belangrijkste Messelvondsten is te zien (zie Gea, juni 2012). Is de GMH-jubileumtentoonstelling 'En toen kwam ...de mens' alleen al de moeite van een reisje waard vanwege de gelegenheid om beroemde schedels en botten van vroege mensen in hun samenhang te kunnen bekijken, de aanwezigheid als replica van het vrijwel volledige skelet van het aapje *Darwinius masillae* is minstens even bijzonder. De soortnaam *masillae* geeft al



Afb. 1A. Detail van het centrale deel van de groeve. Dit gedeelte ligt ca. 60 m onder het maaiveld.

Afb. 1B. (Kopie van foto in Senckenberg Museum) Een wetenschappelijke opgraving is gaande. De Messelklei is hierop goed te zien.

aan dat dit dier afkomstig is uit Messel. Over de betekenis van dit aapje voor de evolutie van de primaten is de nodige discussie in paleontologenkringen ontstaan, zie het slot van dit artikel. Meer lezend over *Darwinius*, alias *Ida*, ontstond niet alleen het plan om deze vindplaats te bezoeken, ook liet de Gearedactie merken een uitgebreider Messelverhaal op prijs te zullen stellen. In september volgde daarom een reis richting Messel, inclusief een bezoek aan de expositie die rondom de mooiste Messelschatten is ingericht in het schitterende Senckenberg Museum in Frankfurt. In het museum van Darmstadt bevindt zich ook een mooie Messelverzameling, maar dit museum is wegens een verbouwing al tijden gesloten en viel helaas af. In Messel zelf is ook nog het gratis te bezoeken dorpsmuseum met, naast vondsten, ook informatie over de groevegeschiedenis (www.messel-museum.de). Bescheidener Messelcollecties zijn er bijvoorbeeld ook in München te zien (Bayerische Staatssammlung), of in Karlsruhe (Staatliches Museum für Naturkunde).

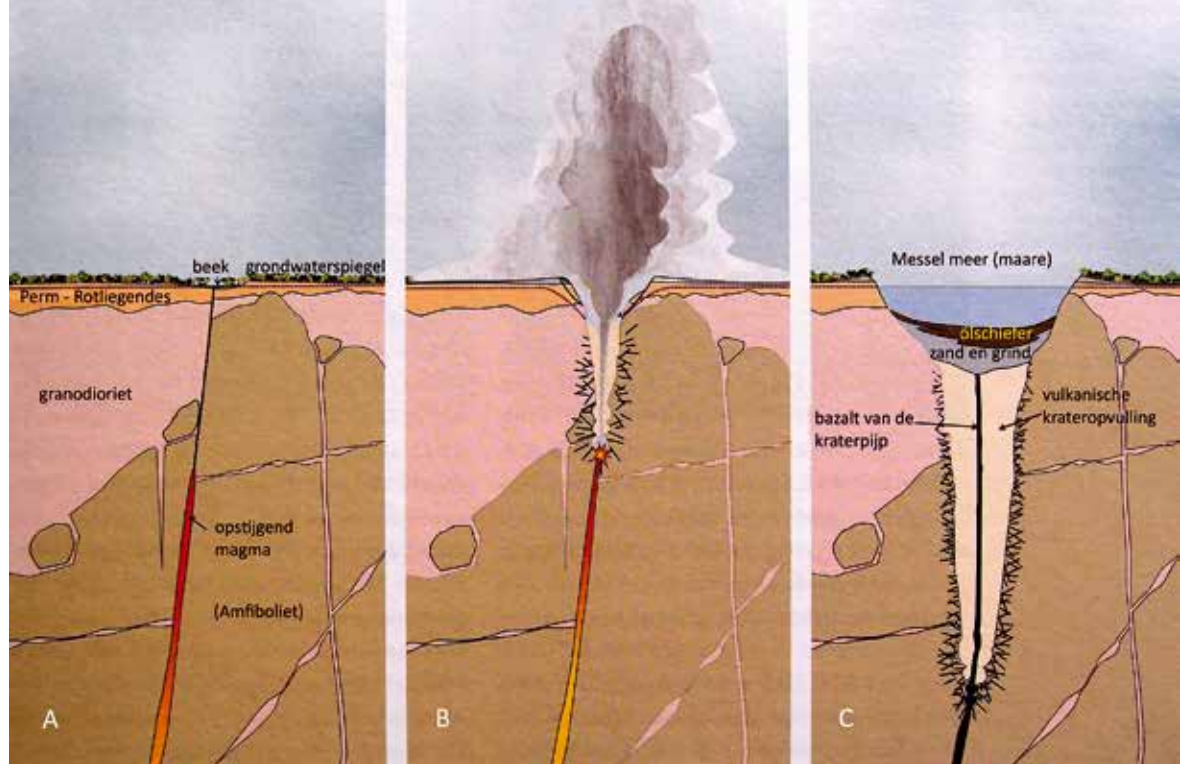
Messel revisited

Voor deze schrijver vormden Messel en Senckenberg een soort 'sentimental journey'. Als jong geologiestudent, deelnemer aan een Eifel-Rijndalexcurisie onder leiding van de toenmalige paleontologieprofessor Von Koenigswald, stonden deze locaties op het programma. Nog goed herinner ik me het modderige gat waarin donkere, bitumineuze kleien ontsloten waren, Ölschiefer genoemd, waarin we wel een tijdje vrij mochten rondscharrelen, deze kleisteen volgens de laminatie opensplijtend. Toen werd de groeve nog actief geëxploiteerd door de firma Ytong, als grondstof voor een lichte bouwsteen met die naam. Nu is zelf zoeken verboden, tenzij voor wetenschappelijk onderzoek, zoals medewerkers van Senckenberg doen die er hun tentjes hebben staan. Alleen onder toezicht zijn excursies vanuit het bezoekerscentrum mogelijk. Dankzij het bezit van verrekijker en teelens vond ik het uitzicht op het inmiddels aardig begroeide groevertrein vanaf het dak van het bezoekerscentrum deze keer wel mooi genoeg (afb. 1).

Toen de bemodderde Utrechtse eerstejaars destijds weer naar hun bus gedirigeerd werden was ik de trotse bezitter van een gave snoekachtige vis (afb. 2). Dit fossiel is helaas kort na deze excursie spoorloos verdwenen. De dief zal er weinig plezier aan beleefd hebben, want zonder deskundige conservering vallen



Afb. 2. De beensnoek *Atracosteus strausi* is een veel voorkomend visfossiel.



Afb. 3. Het ontstaan van de Messel-explosiekrater, bewerkt naar een ontwerp door M. Felder en F.J. Harms in het UNESCO-Vernissage nummer. A. Het eerste begin: magma dringt langs een diepe slenkbreuk omhoog. B. Magma komt in contact met diep grondwater, stoom ontwikkelt zich, gevolgd door één of meer enorme explosies van stoom gemengd met as en gesteenteblokken. C. De kraterpijp is opgevuld met basalt, terwijl het bovenste deel vol water raakt: het Messelmeer is ontstaan.

de olie- en waterrijke Messelfossielen binnen korte tijd in brokjes uiteen. Er zijn in Messel inmiddels duizenden van zulke visen gevonden, dus niet getreurd, goede conservering was me toch niet gelukt vrees ik.

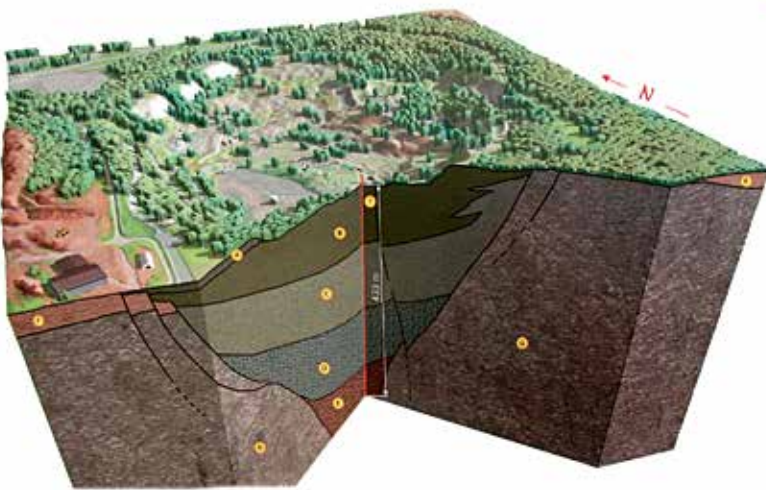
Dat deze groeve in 1995 tot Werelderfgoed is opgewaarderd verbaast tegenwoordig niemand meer. Het heeft echter maar een haartje gescheeld, of de oude groeve was omgebouwd tot de grootste afvalstort van de deelstaat Hessen. Wetenschappers, waaronder de vertebratenpaleontoloog prof. Wighart von Koenigswald (Bonn), neef van mijn vroegere paleontologieprofessor, en andere natuurliefhebbers hebben tussen 1971 en 1991 voor het behoud van de verlaten groeve moeten vechten. Het leek een vergeefse strijd, de politiek zag behoud niet zitten en bewerkstelligde daarmee de feitelijke vernietiging van dit erfgoed van onschatbare waarde. Uiteindelijk is toch in het voordeel van de beschermers beslist en heeft het Bondsland Hessen de groeve kunnen verwerven, waarbij het in 1992 een contract afsloot met Museum Senckenberg, dat vanaf dat moment verantwoordelijk is voor de afgraving.

Geologische ligging en ontstaan

Geologisch hoort de bosrijke omgeving van Darmstadt-Messel nog net tot de noordelijke uitlopers van de Boven Rijndal Slenk, waar deze naar het oosten toe begrensd wordt door het Odenwald met zijn vele Permische zandstenen. Darmstadt en Messel liggen op een wat omhoog gekomen randbreukschol, de Sprendlinger Horst. De Boven Rijndal Slenk zelf, waardoor dus de Rijn zijn weg naar de Noordzee heeft gevonden, is een 300 km lange rekstructuur die bij Basel begint. De breukactiviteit die de vorming van de slenk inzette begon in het Eoceen, de tijd waarin ook de Messelschalties zijn afgezet. Deze schalties hebben een uiterst beperkte geografische verspreiding. Om deze reden en hun lacustriene (=meer) karakter nam men nog niet eens zo heel lang geleden aan dat langs de nieuw gevormde rekbreuken plaatselijk afvoerloze meertjes ontstonden (Walter, 1995). Dankzij geofysisch onderzoek, aangevuld met een boring in 2001 die 433 m gesteente in het midden van de groeve kernde, weten we nu zeker dat het ontstaan heel wat spectaculairder moet zijn geweest. De basis van de boring wordt namelijk gevormd door vulkanische tuffen die liggen op sterk verbroken, zo niet verbrijzelde gesteenten van de oude ondergrond (Carbonische granodioriet). De huidige interpretatie is dan ook

dat langs de breukzone oprijzend heet magma (1000°C) vrij dicht onder het oppervlak in contact kwam met grondwater. Dat leverde een zgn. phreatomagmatische uitbarsting op; de stoomketel explodeerde om zo te zeggen (afb. 3). Mogelijk is dit meerdere malen gebeurd.

Veel lezers zullen de vulkanische Eifelmaaren kennen en dit Messelmeer is daarmee vergelijkbaar. Van de ringwal, bestaande uit vulkanische bommen en tuf, is door latere erosie echter niets meer in het huidige landschap overgebleven. Wat bleef was een diep kratermeer met steile oevers. Berekeningen geven aan dat dit meer tussen 300 en 400 m diep moet zijn geweest terwijl de doorsnede ervan slechts een 1500 m was. Dit meer was omringd door een naar het water aflopend talud van vulkanische tuf en as van de ringwal. Ondanks de dichte begroeiing werd dit reliëf aangetast door erosie en dat leverde kleimineralen op (vooral smectiet) die in het meer terecht kwamen en daar een flink pakket klei hebben achtergelaten. Verstoorde sedimentlagen geven aan dat dit talud, samen met de steile oevers, af en toe sedimentverglijdingen in het meer tengevolge had. Het is daarom niet vreemd dat er nogal eens een landbewoner is verdrongen en op de diepere meerbodem terecht is gekomen. Toch lijkt er meer aan de hand geweest te zijn, zoals we verderop zullen lezen.



Afb. 4. Blokdigram van de geologische opbouw van groeve Messel, zoals aanwezig bij het bezoekerscentrum bij de groeve. A: vanaf 1965 kunstmatig aangebracht puin. B: de Ölschiefer Formatie, M.-Eoceen. C: klei, zand en grind. D: vulkanische tuf, gedateerd op 47,8 Ma. E: explosiebreccie. F: Rotliegendes (Perm). G: kristallijn grondgebirg (Carboon), granodiorieten en amfibolieten.

Nog voor de ingang van het bezoekerscentrum bij de groeve geeft een blokdigram uitleg over de geologische opbouw en laagopeenvolging (afb. 4). Na binnenkomst kunnen ook onderdelen van de 433 m lange boorkern geïnspecteerd worden. Men is er zowaar in geslaagd om deze stratigrafie tot een aansprekende virtuele belevenis te maken, 'Expeditie Boorgat' genaamd. Bezoekers moeten plaats nemen in een ronde ruimte die een vergrote boorschacht voorstelt. Door knappe projecties en realistische geluiden lijkt je ineens door een gesteentekolom naar beneden te zakken. Leuk gedaan. Een stem geeft uitleg.

De basis van de boring is breccieus kristallijn gesteente, verbroken door de kracht van de stoomexplosie(s). Vanaf -373 m volgen lapillituffen. Een ingesloten basaltfragment op -286 m heeft men gebruikt voor een radiometrische datering ($^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -methode). De ouderdom van $47,8 \pm 0,2$ miljoen jaar die dit opleverde, geeft aan dat dit vulkanisme zich afspeelde gedurende het vroege Midden-Eoceen (etage Lutetien). Afb. 5 toont een bijzonder insluitel in de lapillituf, bestaande uit verkoold hout (-284 m).

Op de tufafzetting volgen ongeveer 100 m goedgelaagde zanden, grinden en kleien, afgewisseld met een enkele bruinkool-



Afb. 5. Foto van lapillituf uit de boorkern (Ø 10 cm) met een ingesloten stuk verkoold hout.



laag. Pas na deze fase van snelle sedimentaanvoer en opvulling van het steilste reliëf begon de rustige bezinking van overwegend klei en silt, de latere Ölschiefer, die de bovenste 140 m van het pakket vormt. In een verse aansnijding (afb. 6) is te zien dat het om oliehoudende, fijngelamineerde tot zeer dun gelaagde kleisteen gaat, met daarbij ook sideriet- (FeCO_3) laminae. Af en toe zijn er ingeschakelde dunne zandlaagjes, een gevolg van plotselinge veranderingen in de sedimentaanvoer, die de normale kleibezinking even onderbraken. Waar die millimeter dunne laminae het resultaat van een heel seizoen sedimentbezinking zijn, vertegenwoordigen die zandlaagjes plotselinge zandaanvoer als gevolg van bijvoorbeeld catastrofale regenval. Op basis van analyse van ritmieken binnen het sedimentatiepatroon neemt men aan

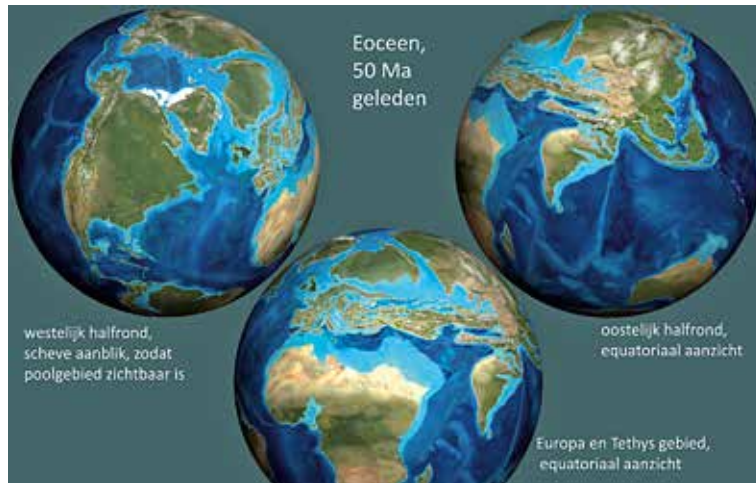


Afb. 6. Foto van een interval in de gelamineerde kleischalie (Messel Formatie) uit de boorkern (Ø 10 cm) met een grofklastische tussenlaag, waarschijnlijk als gevolg van bijzonder zware neerslag.

dat dit hele pakket binnen een miljoen jaar is afgezet, oftewel de Messelorganismen leefden ca. 47 Ma geleden.

Paleogeografische positie

Tijdens het Midden-Eoceen was de Atlantische Oceaan een stuk kleiner dan tegenwoordig. Centraal-Europa lag als een groot eiland te midden van andere geïsoleerde landmassa's, zoals bij de zuidrand, waar de Alpiene dekbladen zich aan het vormen waren. De toenmalige Noordzee bedekte een flink stuk van wat nu vasteland is (afb. 7). Europa lag bovendien zuidelijker dan nu. Volgens paleomagnetische reconstructies bevond Midden-Duitsland zich op ca. 40° noorderbreedte, oftewel ter hoogte van de huidige Middellandse Zee. Het klimaat, zoals dat voor Messel is vastgesteld uit florabeelden en de aanwezigheid van bijvoorbeeld krokodillen en palmbomen, was vrijwel tropisch en vochtig warm. Recent onderzoek aan de morfologie van huidmondjes van fossiel blad van enkele geselecteerde plantensoorten uit Messel (Grein et al., 2011) geeft aan dat het CO₂-gehalte van de atmosfeer in die tijd nog beduidend boven het huidige gemiddelde lag en bevestigt de aanname dat de polen op dat moment nog ijsvrij waren.



Afb. 7. Paleogeografische reconstructie van de aarde ca. 50 miljoen jaar geleden (naar: R. Blakey, 2011; Colorado Plateau Geosystems). Europa was meer een eilandrijk en lag door zeestraten gescheiden van het Baltische gebied, dat op zijn beurt weer door een zeestraat gescheiden was van het Aziatische blok.

Daarvoor, rond de overgang Paleoceen-Eoceen, 55 Ma geleden, was de paleogeografische situatie wezenlijk anders door wereldwijd lagere zeespiegelstanden. Toen bestonden er via Groenland landverbindingen tussen Amerika en Europa. Deze zijn van groot belang geweest voor de immigratie van nieuwe, moderne zoogdiertypen, die de primitievere, nog uit het Mesozoïcum stammende groepen uiteindelijk gingen vervangen. Deze dieren konden ook door de nu arctische gebieden migreren want ook daar heerste een gunstig klimaat, zoals aangetoond door de resten van loofbossen in die polaire streken. Het mooie van Messel is dat een bijzonder rijke fauna van landdieren bekend is van kort na deze fase van snelle faunaveranderingen. Van de tegenwoordig achttien zoogdierordes zijn er in Messel negen aanwezig, terwijl aan het eind van het Eoceen vrijwel alle ordes op aarde aanwezig zijn (behalve die van de aardvarkens; Storch, 2004).

Opvallend van diverse Messeldieren is dat de recente vertegenwoordigers alleen in Noord- en/of Zuid-Amerika voorkomen, zoals bijvoorbeeld de buidelrat en de kolibrise. Omgekeerd is echter het oudste paardentype juist uit Europa bekend.

Stinkende modder met inhoud

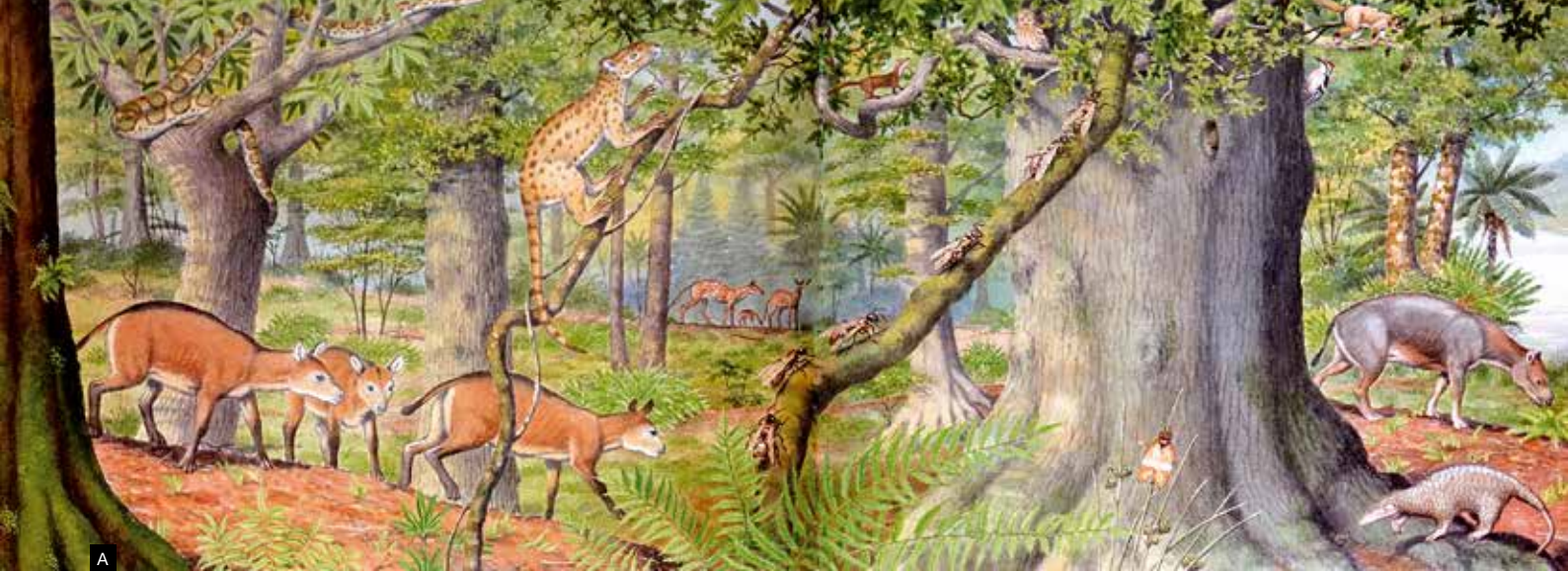
Een donkere kleur en laminatie zijn de meest opvallende sedi-

menteigenschappen van de Messelklei. Deze kleur geeft aan dat er een zekere hoeveelheid organisch materiaal aanwezig is. Op een zee- of meerbodem met voldoende zuurstofcirculatie door de waterkolom zal bodemleven aanwezig zijn. Deze organismen zorgen ervoor dat afgestorven organische substanties, zoals dode dieren en bezinkende algen, hetzij samen met kleipartikels als voedsel gebruikt worden, dan wel met behulp van bacteriën weggroten. Een seizoensgebonden laminatie door kleine verschillen in korrelgrootte en aanvoer zal door dergelijke bioactiviteit verstoord worden en verdwijnt. Met andere woorden, fijne laminatie in sediment wijst op de afwezigheid van bodemorganismen tijdens de sedimentatie. In een diep en klein meer, zoals het Messelmeer, zal de zon het bovenwater makkelijk opwarmen, terwijl het diepe water relatief koel zal blijven. Omdat warm water lichter is dan kouder water ontstaat er een temperatuursprong en wind en golven zullen niet in staat zijn om het diepere water met het bovenwater te mengen. De zuurstofrijke en warme waterkolom zal ca. 20 m dik zijn geweest. Daarin konden vissen, krokodillen en schildpadden een goed leven hebben, maar veel dieper moesten ze zich niet wagen, ze zouden stikken. De aanvankelijk nog aanwezige zuurstof in het diepere water raakte snel opgebruikt door oxidatie van het bezinkende organische materiaal (=rotting), zodat dit opging in de geochemische kringloop. Op de vervolgens geheel zuurstofloze bodem werden door afwezigheid van bodembewonende dieren de afgezonken kadavers niet gegeten, terwijl ze ook niet konden verrotten, en zo raakten deze onder bedekkend sediment. Wel waren er anaerobe bacteriën die de organismen met een bruine, slijmerige 'huid' omgaven, waardoor zelfs resten van beharing van zoogdieren of hun maaginhoud intact bleven.

Er is veel onderzoek gedaan naar de bodemomstandigheden in het Messelmeer. De laminatie - vaak zijn de laminae na compactie nog maar 0.1 mm dik - blijkt vooral veroorzaakt door seizoensverschillen. Gedurende het nattere seizoen bezonken vooral kleideeltjes, terwijl in het droge seizoen zich waterbloei door diatomeeën en groenalgen (vooral de soorten *Tetraedron minimum* en *Botryococcus sp.*) voordeed. Deze laatste microorganismen zinken af na de bloei en vormen zo een dun algenvlies op de bodem, waarna weer kleiiger sediment volgt. Uiteindelijk hebben vooral deze groenalgen bijgedragen tot het snel opraken van de zuurstof op de bodem en vervolgens tot de vorming van een olieachtige substantie, kerogeen, ook wel aardwas genoemd. Kerogeen is een verzamelnaam voor een groot aantal chemische verbindingen die vooral in een zuurstofloze omgeving worden gevormd en uit lange koolwaterstofketens zijn opgebouwd (alkanen C₁₈H₃₈ en hoger) en een hoog molecuulairgewicht bezitten.

Naar een goede preservatie

Zoals opgemerkt verkrumelen de waterhoudende en kerogeenrijke kleien bij indrogen. Conservering was problematisch tot dat in 1961 prof. Kühne een methode ontwikkelde, de *transfermethode*, waarmee de fossielen op kunsthars worden geprepareerd. Met deze methode kan het sediment verwijderd worden terwijl het organisme in de oorspronkelijke positie gefixeerd blijft. Overigens werd al in de jaren '50 van de vorige eeuw met kunstharspreparatie gewerkt en geëxperimenteerd (zie *transfer technique*, Wikipedia). Zodra een fossiel is gevonden wordt volgens deze methode de vondst allereerst in water gelegd om uitdroging te voorkomen. Een eerste reiniging is dan mogelijk. Eenmaal gereed voor overbrenging wordt het fossiel op een ondergrond geplaatst, met een blower gedroogd (de kleur wordt lichter) en met een in water oplosbare lak bedekt. Deze lak dringt in het bot en andere organische resten, maar niet in de klei, die impermeabel is. Als de lak is ingetrokken, wordt de vondst ingebed in modelleerleki. Vervolgens wordt een epoxyhars op de plaat aangebracht die zo een nieuwe onderlaag voor



Afb. 8. Messelfaunabeelden naar het boek van Palmer (2009). Plaat A geeft het bosrijke deel weer, terwijl de daaraan grenzende plaat B het oever- en meer-gedeelte toont met zijn bewoners. Deze platen en vele andere zgn. menageriebeelden van beroemde vindplaatsen zijn tot eind 2013 te zien in Geologisch Museum Hofland, Laren.

het fossiel vormt. Als deze fase achter de rug is en het fossiel goed is gedroogd, kan de preparatie vanaf de andere kant beginnen. Voorzichtig wordt de klei verwijderd en worden lak en lijm gebruikt om de skeletdelen te stabiliseren; een nauwkeurig werkje. Uiteindelijk blijft alleen het geprepareerde skelet over. Dit dus dankzij het feit dat de lak wel in het fossiel dringt maar niet in de klei.

De hierboven geschetste methode is echter niet toepasbaar op insecten en plantenresten omdat deze delen niet goed hechten aan kunsthar. Ze worden daarom in glycerine bewaard. Dankzij de uitstekende staat van conservering kunnen de Messelfossilien goed gereconstrueerd worden en kan er een duidelijk fauna- en florabeeld geschetst worden. De wetenschappelijke tekeningen van Peter Barrett in het boek van Douglas Palmer: *'Evolutie - Historisch Panorama van Leven op Aarde'* geven daarvan een aardig beeld (afb. 8, pl. A en B).

Flora, insecten en andere beesten

Bewaard gebleven plantenresten, zoals palmladeren en andere typisch (sub)tropische grote bladeren, geven ondubbelzinnig aan dat Messel tijdens het Eoceen onderdeel was van een (sub)tropisch regenwoud. Vertegenwoordigers van 96 plantenfamilies van angiospermen (bloeiende planten) zijn gevonden in de vorm van gefossiliseerde bladeren, vruchten en uiteraard ook stuifmeelkorrels. Waarschijnlijk was de oeverzone minder dicht begroeid met vooral lagere struikachtige gewassen en varens.

Grassen kwamen in het regenwoud nauwelijks voor. De aanwezigheid van notenbomen of thee-struiken spreekt tot de verbeelding, net als klimplanten en lianen. Ook beuken, kastanjes en eiken hoorden tot het bomenbestand. Waterplanten kwamen juist niet erg veel voor.

De meest voorkomende macrofossilien in de Messelgroeve zijn insecten. Meer dan vierhonderd soorten zijn inmiddels bekend, waarbij aquatische soorten minder goed vertegenwoordigd zijn dan landinsecten, die nogal eens te water zijn geraakt. Kevers vormen de best vertegenwoordigde groep, maar muggen, bijen, wespen, kakkerlakken en termieten zijn ook regelmatig gevonden. In een Duits krantenbericht over het werk in de groeve vertelt één van de medewerkers dat zij een keer het aantal gevonden insectenresten heeft geturfd en tot duizend kwam in vijf dagen. Het aardige van kevers is dat hun schilden compleet met pigmenten bewaard zijn gebleven. De achterplaat van dit Gea-nummer toont enkele voorbeelden, zoals het nu nog voorkomende vliegend hert. De reuzen vliegende mier met een spanwijdte tot 15 cm is wel het meest bijzonder.

Van de gewervelden leveren de zoogdieren en reptielen de meest tot de verbeelding sprekende vondsten op, maar laten we met de vissen beginnen als meest voorkomende groep. Er zijn meer dan tienduizend exemplaren gevonden, die tot acht soorten beperkt zijn, alle jagers. Dit grote aantal is niet verbaazingwekkend in een lacustrien milieu en overtreft het aantal gevonden reptielen en vogels met ongeveer een factor honderd.



Afb. 9. Deze twee schildpadden van de soort *Allaeochelys crassesculptata* lijken tijdens een liefdesomstrengeling om het leven te zijn gekomen.

De gevonden soorten zijn o.a. baars- en snoekachtigen. Deze laatste vissen lijken wel op een snoek, ook qua leefwijze, zoals de meest voorkomende soort *Atracosteus strausi* (afb. 2; deze soort zal ik vroeger ook wel uit de klei gehaald hebben), maar ze horen tot een andere groep, die gekenmerkt wordt door benige schubben (Lepisosteidae). Verwante soorten komen tegenwoordig nog voor in Noord- en Midden-Amerika. Het bijzondere van deze vissen is dat ze een vergrote zwemblaas hebben die hen in staat stelt om extra zuurstof te leveren als de nood aan de man komt. Dankzij hun uitstekende preservatie kan de maaginhoud ook vaak bestudeerd worden, zodat de prooidieren bekend zijn. Bij studie van de schubpatronen is opgevallen dat groeiwijkingen vrij veel voorkomen. Dit kan met voedselgebrek te maken hebben (een geïsoleerd meer, veel exemplaren) of met andere ecologische stressfactoren. Een unieke vondst is de palingsoort *Anguilla ignota*. Palingen zijn trekvisseren die als aaltjes vanuit de oceaan het land binnentrekken. Het Messelmeer kan daarom niet al te ver van een rivierstelsel verwijderd zijn geweest.

Van de amfibieën en reptielen zijn kikkers het meest algemeen. Andere typische oeverdieren waren waterschildpadden, waarvan sommige in een parende houding zijn aangetroffen (afb. 9). Onder de reptielen is de visetende kleine kaaiman *Diplocynodon* vaker gevonden (afb. 10). De eerste beschrijving van dit dier dateert uit 1877, terwijl de grootste krokodil, *Asiatosuchus* (afb. 8, pl. B,



Afb. 10. De krokodil *Diplocynodon darwini* (van bovenaf gezien) is de meest voorkomende reptielensoort. Ze lijken op tegenwoordige kaaimannen en schijnen vooral op vis gejaagd te hebben. Zowel jongen van 15 cm lengte als volwassen exemplaren van 2 m lang zijn gevonden.

rechts bij de oever) vergelijkbaar is met de huidige nijlkrokodil en 4 m lang werd. Een van de mooiste reptielenvondsten is wel de 2 m lange wurgslang, *Paleopython fischeri* (afb. 11).

De diversiteit van de vogels moet aanzienlijk geweest zijn, zoals wordt aangetoond door de ca. vijftig verschillende soorten die er zijn gevonden. Veel typen zouden ons bekend voorkomen, zoals ijsvogels, zwaluwen, haviken of kraanvogels (afb. 8, pl. B). Van een spechtachtige (afb. 8 pl. A, rechtsboven) is de maaginhoud gevonden waaruit blijkt dat het dier zich aan druiven tegoed heeft gedaan. Andere soorten, zoals de enorme loopvogel *Gastornis* (tot 2 m hoog; afb. 8, pl.



Afb. 11. De *Paleopython fischeri* is een schitterend bewaard gebleven python van 2 m lengte. De soort is vernoemd naar de vroegere Duitse minister Joschka Fischer, die indertijd veel gedaan heeft voor het behoud van Messel als fossielenvindplaats.

B midden-achter), zijn uitgestorven. Van dit dier is maar één bot gevonden. Omdat deze vogel ook elders in Paleogene afzettingen is gevonden, was dit ene bot voldoende om zijn aanwezigheid te kunnen concluderen. Het is wel goed om ons te realiseren dat er in deze Eocene tijd nog geen grote jagende zoogdieren waren en dat dit soort grote loopvogels met hun enorme bek (afb. 8) deze rol tot op zekere hoogte kunnen hebben vervuld. Dat is althans een klassieke veronderstelling waar andere deskundigen het tegenwoordig weer niet mee eens zijn; die denken juist aan een rol als planteneter.



Afb. 12. *Leptictidium nasutum* was een huppelaar, die zich op krachtige en goed ontwikkelde achterpoten voortbewoog. Het dier meet van kop tot staart ongeveer 70 cm.

Zoogdieren

Messel is het meest beroemd geworden door de zoogdiervondsten, waaronder de voorlopers van de paarden. De Messelfaunaplaat (afb. 8, pl. B) toont op de voorgrond twee vertegenwoordigers van deze oldtimers: links vooraan een vermoedelijke insecteneter (*Eurotamandua*) en rechts daarvan een grote, muisachtige huppelaar of renner op lange achterpoten (*Leptictidium*). De vondst van *Eurotamandua*, een tandenloze miereneter, wekte in vakkringen meer sensatie op dan de vondst van de oerpaardjes, omdat dit het enige volledige exemplaar is dat buiten Zuid-Amerika is gevonden. Deze vondst stelt duidelijk vragen ten aanzien van mogelijke migratieroutes van zijn voorouders, want dit continent was tot in het Pliocen gescheiden van Noord-Amerika en al vanaf het begin van het Laat-Krijt van Afrika en de rest van Gondwanaland. De precieze taxonomische positie van dit dier is nog niet helemaal duidelijk; sommigen wijzen op de mogelijke relatie met een andere insecteneter uit Messel, het schubdier *Eomanis* (zie pl. A, afb. 8, rechts vooraan). Het huppende dier *Leptictidium* (zie ook afb. 12) was tot 75 cm lang. Vanwege de aparte bouw en onduidelijke taxonomische plaats van de Proteutheria (een in het Laat-Oligoceen uitgestorven groep van zoogdieren die tot in het Mesozoïcum teruggaan) wordt ook dit dier tot de meer bijzondere vondsten gerekend. Naast kangoeroes en mensen was dit ook de diersoort die zich op twee ledematen is gaan voortbewegen. Gevonden voedselresten in de maag geven aan dat het een alseeter was die vooral op kleine dieren joeg.

Ook *Buxolestes* (pl. B, afb. 8, rechts met vis in bek) behoort tot de vroege zoogdiergroep van de Proteutheria. Er zijn twee soorten gevonden: een grotere en een kleinere. Het waren goed



Afb. 13. Op de voorgrond twee reconstructies van het kleine oerpaardje *Eurohippus parvulus*. Rechts daarvan zien we één van de gevonden skeletten van een drachtige merrie, terwijl links op de achtergrond het skelet van de grotere soort *Eurohippus hassiacum* is te zien.

zwemmende jagers die het net als nu de otters vooral op vis hadden gemunt, al wijst een gevonden maaginhoud ook op een plantaardig menu. *Buxolestes* was echter geen familielid van de otters, zijn groep heeft het Neogeen niet gehaald. Ook in Noord-Amerika waren deze zwemmende jagers wijd verbreid (Von Koenigswald, 2006).

Oerpaardjes

Rechts op de voorgrond van plaat B zien we juist een modern dier in opkomst, één van de beroemde oerpaardjes (*Eurohippus parvulus*, afb. 13), vertegenwoordigers van de groep van de onevenhoevigen (net als de tegenwoordige neushoorns en tapirs). Inmiddels zijn er 60 vrijwel complete paardskeletten gevonden, waaronder acht zwangere merries. De soort *parvulus* is het kleinste en meest gevonden (40 exemplaren). Het had de grootte van een foxterrier (schouderhoogte 30-35 cm). Anders dan bij de huidige paarden hebben ze nog een wat bolle rug, zoals herten en antilopen. Hun leefwijze in de onderbegroeiing van het oerbos zal niet veel anders geweest zijn. De andere soort *Propalaeotherium hassiacum* had een schouderhoogte van 55-60 cm, maar een vergelijkbare leefwijze (pl. A, voorgrond links, afb. 8). Zoals afgebeeld aten deze voorlopers van de echte paarden nog geen gras - dat was er nog niet - maar bladeren. Pas veel later, bij koelere klimaten en met open grasvlaktes volgde de verdere ontwikkeling naar graseten en draven, waarbij ook de paardenhoef zich ontwikkelde vanuit de nog duidelijk aanwezige tenen bij deze Messeldieren.

Plaat A helemaal rechts toont het dier *Hyrachyus minimus*, de zogenaamde 'oertapir'. Deze zeldzame soort is het tot dusverre grootste dier dat in Messel is gevonden, met de grootte van een wolf. Het is het vlaggenschip van de collectie in Darmstadt, niet alleen vanwege de grootte, maar ook vanwege de uitstekend geslaagde preparatie uit de begintijd van de *transfer methode*. Echte roofdieren zijn in Messel niet gevonden, op twee soorten na. Daarvan is *Parodectes*, afgebeeld in de boom boven het groepje *Propalaeotheriums* (pl. A, afb. 8), slechts eenmaal gevonden, terwijl de kleinere, wezelachtige *Messelogale* daar rechts van op een andere boomtak is afgebeeld (4 ex. gevonden). Een andere klimmer, maar geen roofdier, zie pl. B, afb. 8, is afgebeeld op een van de grote moerascypressen. Dit is *Kopiodon*, nóg een vertegenwoordiger van de groep van vroege zoogdieren, de Proteutheria. Uit de bouw van de ledematen valt op te maken dat het een eekhoornachtige klimmer is geweest en de gevonden maaginhoud wijst op een vegetarisch dieet. Tot slot nog iets over de vele vleermuizen die gevonden zijn. Vleermuizen zijn enorm gespecialiseerde dieren en vormen tegenwoordig de meest soortenrijke zoogdiergroep met ca. 950 beschreven soorten. Ook in Messel zijn meerdere soorten gevonden, die men weer probeert te koppelen aan verschillende leefwijzen. Onderzochte resten van de maaginhoud geven namelijk aan dat deze verschillende soorten ook andere voedselvoorkeuren hadden.



Afb. 14. Een uitgeklapte kaak van de halfaap *Eurepolemur kelleri*, afkomstig uit een gevonden uitwerpsel.

Primates

Primates is de naam voor de zoogdierenorde waartoe ook de mens behoort. Er zijn twee onderordes, die van de echte apen (Anthropoidea) en die van de halfapen. Binnen de halfapen wordt de groep van de spookdiertjes tot de nauwste verwanten van de echte apen gerekend en samen daarmee worden ze ook wel tot de onderorde van de Haplorhini ('droogneuzen') gerekend, tegenover de andere onderorde van de "natneuzen" (Strepsirrhini). De halfapen en apen hebben gemeenschappelijke voorouders gehad, waarbij de oudst bekende primatenfossielen uit het Vroeg-Eoceen bekend zijn. Dit zijn de Adapidae, een groep die in het Laat-Mioceen van het wereldtoneel is verdwenen. Van de moderne halfapen kennen we de lemuren het best, die met name op Madagaskar tot ontwikkeling zijn gekomen, zoals de ringstaartmaki's. Deze sociale dieren worden o.a. gekenmerkt door het bezit van een zgn. toilet- of vlooi-klauwtje aan de tweede teen van de voet en een 'kam' van lang uitgegroeide onderkaaktanden. Deze morfologische kenmerken, die een rol in dit verhaal gaan spelen, ontbreken echter bij de oudere Adapidae.

Tot voor kort waren er in Messel maar een zevental primatenresten van enkele lemuren gevonden, zoals de schedel van *Eurepolemur kelleri* (afb. 14). Waarom geen hele skeletten, zoals zo vaak, maar fragmenten? Het lijkt erop dat deze aapjes verslonden zijn door kaaimannen of krokodillen, mogelijk zelfs door de visotterachtige *Buxolestes* (zie afb. 8). Toch is er een vrijwel compleet primatenskelet tevoorschijn gekomen, inmiddels bekend als Ida (afb. 15A). Beroemd dan wel omstreden, omdat het in de pers wel is aangeprezen als een directe voorloper in de evolutie richting de mens, wat echter een overdreven waardering is voor dit mooie en belangrijke fossiel. De koosnaam Ida ligt makkelijker in de mond dan *Darwinius masillae*, de officiële naam die het meekreeg bij de wetenschappelijke publicatie en presentatie in 2009. Charles Darwin is vernoemd vanwege het samenvallen van de publicatie met zijn 200^{ste} geboortejaar. Ida was een apenmeisje, een nachtdiertje met grote oogkassen dat niet veel ouder dan één jaar is geworden, zo blijkt uit de melktandjes die ze nog had.

Ida verschijnt op het toneel

Achteraf blijkt dat in 1983, toen verzamelaars nog hun gang konden gaan in de verlaten Messelgroeve, één van hen de ontdekking van zijn leven deed: uit een opengespleten kleisteenbrok kwam een compleet aapachtig skelet! De vinder moet niet alleen een kundig preparateur zijn geweest, gezien de staat waarin Ida verkeert, hij moet ook beseft hebben dat het om een primate ging vanwege het feit dat de afgeplatte uiteinden van de vingerkootjes wijzen op de groei van nagels. Verkocht de vinder/preparateur vervolgens de minst mooie helft door aan een an-

dere verzamelaar en hield hij zelf het mooiste deel? Of verkocht hij de beide helften apart en heeft een latere verzamelaar uiteindelijk het hoge bedrag van een miljoen dollar opgestreken, dat voor Ida moest worden betaald? In elk geval kreeg de primatopaleontoloog Jens Franzen rond 1996 een preparaat in handen om te bestuderen en te publiceren (Franzen, 2000) als de zesde vondst van een Messelprimate en waarvan we nu weten dat het de tegenhelft van Ida betrof. Dat stuk was in het bezit van een Zwitserse verzamelaar, terwijl het nu eigendom is van een museum in Wyoming.

Hoe Ida's achtergrond ook is, over de vroegere eigenaar(s) kan ik niet veel positievers zeggen dan dat ze in elk geval Ida voor het nageslacht hebben behouden. Door een belangrijke vondst als Ida alleen voor jezelf te willen houden (een egoïstisch trekje dat wel meer verzamelaars kenmerkt) is namelijk de wetenschap de kans ontnomen om deze unieke vondst vroegtijdig te kunnen onderzoeken onder eervolle vermelding van de vinder/preparateur. Bovendien zou directe kennisgeving van zo'n belangrijke vondst Messels kansen om niet in een vuilstort te hoeven veranderen hebben vergroot.

De stille eigenaar van Ida wilde dus geld zien en hij vond een discrete fossielenhandelaar bereid om als tussenpersoon te fungeren onder de voorwaarde van strikte geheimhouding van zijn naam en het uitzien naar een persoon die er een miljoen dollar voor over zou willen hebben. Vervolgens confronteerde deze verkoper de hem bekende en in Oslo werkzame paleontoloog Jørn Hurum met deze vondst. Toen deze de eerste detailopnames zag - zo schrijft hij in het voorwoord van het boeiende boek van Colin Tudge over Ida - kon hij er twee nachten niet van slapen. Hurum herkende namelijk meteen de unieke waarde van dit fossiel voor de wetenschap en met name voor de geschiedenis van de primaten, maar de prijs leek onoverbrugbaar. De grote betekenis van Ida ligt namelijk besloten in het feit dat dit niet alleen de eerste volledig bewaard gebleven primate is, maar dat ook nog eens in een tijdsbestek - het Eoceen - waarin de scheiding tussen de Strepsirrhini en de Haplorhini moet hebben plaatsgevonden. Hurum had geluk. Na grondig overleg en vooronderzoek was zijn werkgever, het museum van de universiteit van Oslo, bereid er de hoge prijs voor te betalen. En zo is Ida, de Mona Lisa van de paleontologie, definitief gehuisvest in Oslo. Het jonge dier vernoemde Hurum al snel liefkozend naar zijn eveneens nog tandenwisselende dochtertje Ida.

Na de stille aankoop van Ida in 2007 heeft een specialistenteam bijna twee jaar in het geheim uitvoerig onderzoek aan haar resten verricht, wat dus resulteerde in de benoeming van *Darwinius masillae* (Franzen et al., 2009). Toen teamleider Jens Franzen Ida voor het eerst zag, beseftte hij meteen de treffende overeenkomst met de incomplete Messelvondst die hij eerder beschreven had en dat nu ineens het minder fraaie tegenstuk bleek te zijn. Dit tegenstuk had hij correct beschreven als een product bestaande uit twee skeletdelen, een kop- en borststuk en een lendestuk, netjes aangevuld met nagemaakte delen om een compleet skelet te imiteren (afb. 15B). De onechte delen vielen namelijk bij het maken van een röntgenopname direct door de mand als 'vals'.

Ida is door het team ingedeeld bij de Adapoidea, een onomstreden conclusie. Het onderzoek toont overtuigend aan dat Ida een vrij klein, fruitetend en boombewonend dier was, dat zich goed kon vastgrijpen en springen (afb. 8, pl. B, rechtsboven in de boom). Gezien de grote naar voren gerichte oogkassen was het zeer waarschijnlijk een nachtdier, iets wat Franzen (2000) bij de studie van de tegenhelft ook al concludeerde. De anatomie van Ida vertoont naast kenmerken van de Strepsirrhini ook anatomische kenmerken van de echte apen, de Haplorhini. Onder andere de aanwezigheid van een vergroeid schedeldak met een relatief grote herseninhoud en een vrij platte snuit wijzen daarop. Ida zou daarmee een overgangsvorm tussen beide groepen kunnen vertegenwoordigen en een centrale positie innemen in de ontwikkeling van de oerapen tot de mens. Uitdrukkelijk vermeldt het team (Franzen et al., 2009) dat ze *Darwinius* niet zien

als een echte aap, wel concluderen ze dat dit dier - en daarmee de hele groep van de Adapoidea - dichterbij de apen dan bij de halfapen zou kunnen horen dan tot dusverre gedacht. Dat bleek staan op zere tenen van sommige collega's....

Ida's betekenis omstreden

Nadat de vondstbeschrijving in 2009 met veel tromgeroffel en in bijzijn van Ida in New York wereldkundig gemaakt was, klonk al gauw ook kritiek. Zo vinden Seiffert en collega's nog datzelfde jaar (Seiffert et al., 2009) dat Ida en enkele andere Adapiformen wel bij de Strepsirrhini moeten horen en als groep zijn uitgestorven, waarbij de waargenomen antropoïde kenmerken een onafhankelijke ontwikkeling is geweest van die van de echte apen. Ze beklemtonen echter ook dat Ida een onvolgroeid dier was, waardoor sommige morfologische kenmerken niet goed geëvalueerd kunnen worden. Ook een andere Amerikaanse groep springt er bovenop (Williams et al., 2010) en zij argumenteren dat er niet voldoende harde gegevens zijn om *Darwinius* tot de eerste Haplorhini te rekenen. Uiteraard reageert het Ida-team (Gingerich et al., 2010; N.B. Von Koenigswald ontbreekt als eerdere co-auteur) met tegenargumenten, waarbij ze o.a. beklemtonen dat het aantal afgeleide kenmerken dat *Darwinius* deelt met de Haplorhini veel groter is dan dat met de Strepsirrhini. Persoonlijk heb ik geen eigen mening, het gaat hier om strijd tussen specialisten en welke kenmerken belangrijker zijn dan andere. Laten wij vooral hopen dat Messel meer primaten in petto heeft. Voorlopig moeten we Ida maar zien als een oertante, of een verre achternicht, een wezen in een zijlijn van onze familiestamboom.

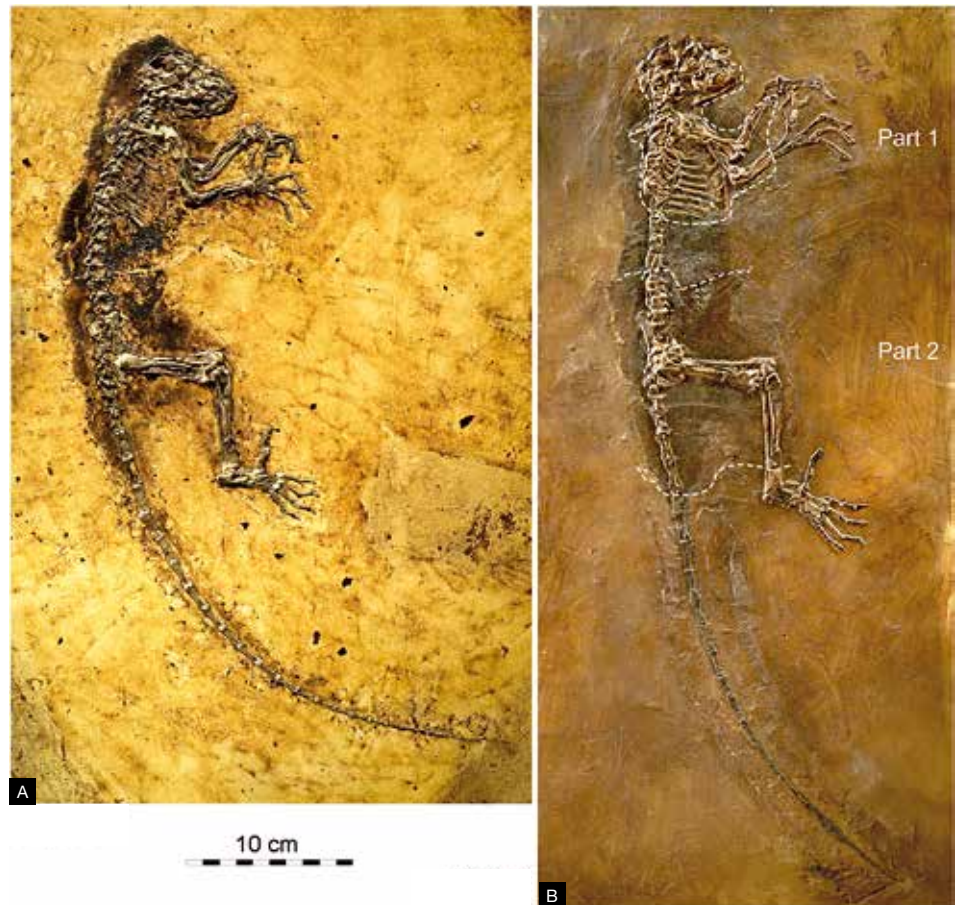
Vanwege de hierboven beschreven discussie viel mijn oog op een ander recent artikel van enkele leden van het oorspronkelijke *Darwinius*-team (Von Koenigswald et al., 2010). Ook daarin wordt een gevoelige tik uitgedeeld tegen de claim dat Ida een echte aap is. Het gaat o.a. over de betekenis van het vlooi-klauwtje en de slotsom is: "Het blijkt echter dat delen van de distale phalange (het eind van de teen/vingerkootjes) van *Darwinius* weggeborsteld kunnen zijn tijdens de preparatie en, in tegenstelling tot *Eurepolemur kelleri* (de andere Messelhalfaap, waar dit kenmerk wél te zien is), zijn er weinig anatomische kenmerken te onderscheiden op het tweede teenkootje. De geclaimde afwezigheid van het vlooi-klauwtje (N.B. een morfologisch kenmerk om de halfapen van echte apen te onderscheiden) is een onderwerp van voortdurende interpretatie". Nieuwsgierig geworden heb ik prof.

Afb. 15. *Darwinius masillae*. Ida werd al afgebeeld in het Geanummer van juni 2012. Hierbij tonen we de beide helften van de aanvankelijk gescheiden delen, zoals in 2009 bij de officiële beschrijving afgebeeld. Plaat A is het holotype skelet, van rechts opzij gezien en B toont de linker zijkant, het exemplaar dat zich nu in Wyoming bevindt en waarbij de wit omliggende delen origineel zijn en het overige een reconstructie is. Eén van de zes afgietsels die van het holotype gemaakt zijn voor wetenschappelijk onderzoek is in het bezit van museum Naturalis, dat het uitleende aan Geologisch Museum Hofland, waar het nu een van de pronkstukken is van de jubileumtentoonstelling 'En toen... kwam de mens'.

Von Koenigswald dit najaar gevraagd om zijn visie nader toe te lichten. Hij reageerde zo terug: "Ik ben ervan overtuigd dat Ida een lemuroïde vlooi-klauwtje had. Die is echter bij Ida niet geheel bewaard gebleven. Dat heeft mijn nachtelijke onderzoek opgeleverd..." en verder: "Ik heb er daarom vanaf gezien om met mijn collega's mee te publiceren in een aanvullend artikel waarin zij het Haplorhine karakter van *Darwinius* verder verdedigen. Mijn vrienden Jens Franzen en ook Philip Gingerich zijn met deze onttroning van Ida helemaal niet gelukkig, maar ja, *Darwinius* is een uitnemend fossiel". Kortom, Ida is wel een Mona Lisa, maar nog niet de heilige graal van de paleontologie zoals Jørn Hurum aanvankelijk dacht.

Onbeantwoorde vragen

Menig onderzoeker heeft zich afgevraagd waarom er zoveel landdieren op de bodem van het Messelmeer terecht zijn gekomen. Dan ga je theorieën bedenken. Een veel gehoorde mogelijkheid is die van periodiek ontwijkende CO₂-dampen vanuit de vulkanische ondergrond. Zoiets als mofetten: gaten of spleten in de bodem waaruit gassen ontsnappen. Dieren die aan de oever verbleven, of de vleermuizen die over het water scheerden, zouden nu en dan bedwelmd zijn geraakt en verdronken vervolgens. Von Koenigswald en collegae (2004) geloven daar niet erg in. Het lijkt hen onwaarschijnlijk dat in het rustige meer, zoals dat duizenden jaren na het vulkanische ontstaan aanwezig was, nog af en toe gasemanaties plaatsvonden. Er zijn geen overtuigende bewijzen voor gevonden. Zij denken eerder aan de periodieke waterbloei van cyanobacteriën. Het is algemeen bekend dat deze blauwalgen bij waterbloei in de voorzomer (en ook in de herfst) toxinen kunnen afscheiden, waardoor ook ons zwembadwater (zoals deze zomer in mijn omgeving) tijdelijk ongezond wordt en water drinken tot vergiftiging kan leiden. De onderzoekers wijzen erop dat dieren die door blauwalgen vergiftigd water drinken zeer snel onwel worden, bewusteloos raken en zo gemakkelijk verdrinken. Juist ook vogels en vleermuizen die veel



water drinken, kunnen zo makkelijk slachtoffer worden.

Hoe kwam nu een boombewoner als Ida in het meer terecht? Haar skelet toont dat haar rechterpols gebroken is geweest, maar nog niet helemaal was genezen toen ze verdrong. Ook het bot van haar linkeronderarm is gebroken geweest. Ze was dus wat kreupel, maar waarnemingen aan recente lemuren met vergelijkbare verwondingen geven aan dat dit op zich geen reden tot sterven is. Een mogelijkheid is dat Ida zich samen met soortgenoten bij de meeroever bevond toen er een vulkanische ontgassing van CO₂ vanuit de diepte plaatsvond. De andere snelden weg, maar de kreupele kleine Ida raakte bedwelmd en verdrong. Een mooi verhaal. Maar ze kan ook gewoon met haar zere pootje uit een boom aan de oever gevallen zijn, zomaar, plons in het water van een flinke hoogte. Verdoofd door de klap verdrong ze. We weten de omstandigheden gewoon niet; meerdere oorzaken zijn mogelijk. Dat zoveel dieren gevonden worden die samen een tijdsbeeld schetsen, dat telt en het valt te hopen dat er nog veel meer moois gevonden wordt.

Alle foto's zijn door de auteur gemaakt (tenzij anders vermeld), deels in het Senckenberg Museum.

Geraadpleegde literatuur

- Diverse auteurs: UNESCO-Welterbe Fossilienlagerstätte Grube Messel - Momentaafnames aus dem Eozän. Vernissage, 21/05, 66p. *N.B. Dit nummer is in de Senckenberg-museumwinkel voor € 6 te koop en bevat veel foto's en informatie.*
- Franzen, J.L., 2000. Der sechste Messel-Primate (Mammalia. Primates, Notharctidae, Cercaminiinae). *Senckenbergiana lethaea*, 80 (1): 289-303.
- Franzen, J.L., 2006. *Eurohippus*, n.g., a new genus of horses from the Middle to Late Eocene of Europe. *Senckenbergiana lethaea*, 86(1): 97-102.
- Franzen, J.L., Gingerich, P.D., Habersetzer, J., Hurum, J.H., von Koenigswald, W. and Smith, B.H., 2009. Complete Primate Skeleton from the middle Eocene of Messel in Germany: Morphology and Paleobiology. *PLoS One*: 4(5): 1-27. *N.B. Dit is de wetenschappelijke beschrijving van Ida. U kunt het zelf op het web terugvinden en dan nog meer afbeeldingen bekijken onder: <http://www.plosone.org/article/info:doi/10.1371/journal.pone.0005723>*
- Gingerich, P.D., Franzen, J.L., Habersetzer, J., Hurum, J.H. en Smith, B.H., 2010. *Darwinius masillae* is a Haplorhine - Reply to Williams et al. (2010). *Journal of Human Evolution*, 59: 574-579.
- Grein, M., Konrad, W., Wilde, V., Utescher, T., en Roth-Nebelsick, A., 2011 Reconstruction of atmospheric CO₂ during the early middle Eocene by application of a gas exchange model to fossil plants from the Messel Formation, Germany. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 309: 383-391.
- Gruber, G. en Micklich, N. (eds.), 2007. *Messel - Schätze der Urzeit*, 3e druk 2010. Uitg. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 160 p. *N.B. Dit is een aanbevelenswaardig boek voor de wat meer geïnteresseerden vanwege de bijdragen door diverse specialisten, met goede afbeeldingen.*
- Koenigswald, W. von, 2006. Blick über den Ozean - Messel säuger aus Wyoming. *Fossilien* 23 (3): 151-156.
- Koenigswald, W. von, Braun, A. en Pfeiffer, T., 2004. Cyanobacteria and seasonal death: A new taphonomic model for the Eocene Messel lake. *Paläontologische Zeitschrift*, 78(2): 417-424.
- Koenigswald, W. von, Habersetzer, J., en Gingerich, P.D., 2011. Morphology and evolution of the distal phalanges in primates. *The World at the Time of Messel - 22nd Int. Senckenberg Conference*, p.91-94.
- Koenigswald, W. von, Rose, K.D., Grande, L., en Martin, R.D., 2005. Die Lebensweise eozäner Säugetiere (Pantolestidae und Apatemyidae) aus Messel (Europa) im Vergleich zu neuen Skelettfunden aus dem Fossil Butte Member von Wyoming (Nordamerika). *Geol. Jb.Hessen*, 132: 43-54.
- Palmer, D., 2009. Evolutie - Historisch Panorama van Leven op Aarde. Uitg. Tirion, Baarn, 368 p.
- Schaal, S., 2005. *Messel. Encyclopedia of life Sciences*, J.Wiley & Sons, Ltd., 4 p.
- Seiffert, E.R., Perry, J.M.G., Simons, E.L. en Boyer, D.M., 2009. Convergent evolution of anthropoid-like adaptations in Eocene adapiform primates. *Nature*, 461, 1118-1121.
- Storch, G., 2004. Die Grube Messel: Säugetiere am beginn ihrer großen karriere, Die Grube Messel. *Biol. In Unserer Zeit*, 34 (1): 38-45.
- Tudge, C., 2009. *Ida, het verhaal van een voorouder*. Uitg. Nieuw Amsterdam, 272 p. *N.B. Dit is een vlot geschreven aandrader voor wie meer over het spannende verhaal van Darwinius wil weten.*
- Walter, R., 1995. *Geologie von Mitteleuropa*. Uitg. Schweizerbart, Stuttgart, 566 p.
- Williams, B. A., Kay, R.F., Kirk, E.C. en Ross, C.F., 2010. *Darwinius masillae* is a strepsirrhine - a reply to Franzen et al. (2009). *Journal of Human Evolution*, 59: 567-573.

Boekbespreking

Bosatlas van de energie, Henk Leenaers/Lijn 43 (red.). Noordhoff Atlasproducties, 2012. 136 pag. ISBN 9789001120009 Prijs: 24,95.

De 'Bosatlas van de energie' is verschenen in de reeks *thema-atlassen* die Noordhoff sinds enkele jaren uitgeeft. Deze atlasen worden gefinancierd door betrokken partijen, in dit geval de energiewereld en diverse onderzoeksinstituten. Eerdere uitgaven in deze reeks zijn: 'De Bosatlas van ondergronds Nederland' en (in samenwerking met het KNMI) 'De Bosatlas van het klimaat'.

De thema-atlassen houden het midden tussen een echte atlas (zoals we van Bos gewend waren) en een goed gedocumenteerd boek, met vele grafieken, cirkel- en staafdiagrammen, informatieve kaarten van Nederland en de wereld, schematische voorstellingen en vele luchtfoto's.

In de 'Bosatlas van de energie' komt energie in al zijn aspecten aan bod: de Nederlandse geschiedenis met zijn windmolens

en stoomgemalen, turfwinning en het eerste begin van de olie- en gaswinning. De fossiele bronnen, met technische know-how (productie, transport, opslag en levering), zijn inmiddels uitgebreid met *hernieuwbare* energiebronnen, zoals wind, zon en biomassa, maar ook energie uit (afval)water en natuurlijke geothermie.

Naast energiegebruik komt energiebesparing ruim aan bod. Opvallend is het gestaag afnemend energiegebruik per inwoner; het gasverbruik is in de afgelopen dertig jaar bijna gehalveerd. In de atlas worden de binnenlandse energiestromen in internationaal perspectief geplaatst.

Last but not least komt ook geopolitiek, CO₂-uitstoot en klimaatverandering aan bod. Maar voor een atlas is het altijd riskant zich te wagen aan toekomstscenario's, want die zullen per definitie niet uitkomen zoals het verleden heeft bewezen. In de toekomst willen kijken maakt een atlas ook minder lang 'houdbaar'.

Annemieke van Roekel