

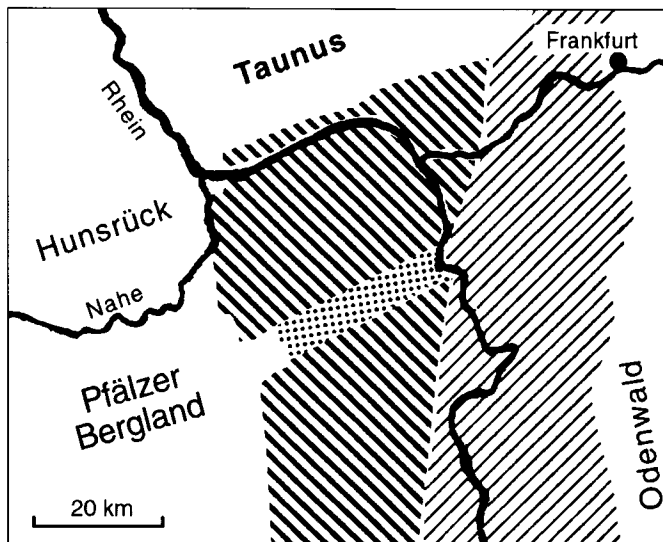
# Het Bekken van Mainz:

## 30 miljoen jaar geleden kwam de zee opzetten

door drs. Wouter H. Südkamp \*)

### Inleiding

Het Bekken van Mainz, dat in dit artikel centraal staat, is evenals het Bekken van Parijs - ook uit het Tertiair - bekend om zijn fossielrijkdom. De wordingsgeschiedenis wordt pas duidelijk als ook de laat-Paleozoïsche ondergrond en de randgebieden in de beschouwing worden betrokken. Het Bekken van Mainz vormt met de Oberrheingraben (Boven-Rijn-slenk) een schollenlandschap. De verschillende schollen hebben zich langs breuken in de aardkorst ten opzichte van elkaar bewogen. Zo ligt de Boven-Rijn-slenk ca. 100 meter lager dan het westelijk daarvan gelegen Bekken van Mainz, dat tussen de Boven-Rijn-slenk en het Pfälzer Bergland is "blijven hangen" en aldus een randschol van eerstgenoemde vormt.



Afb. 1. Geologisch/tektonisch kaartje, waarop de ligging van het Bekken van Mainz (dik gestreept) is aangegeven. Dun gestreept = Boven-Rijn-slenk. Gestippeld = horst van Alzey-Nierstein

Vroeger werd onder het Bekken van Mainz een groter gebied verstaan, dat ook de oostelijk gelegen Boven-Rijn-slenk en mogelijk eveneens diens noordoostelijke uitloper: de kom van Hanau en het Bekken van Wetterau, omvatte. Thans wordt het Bekken van Mainz tektonisch, en daarmee enger, gedefinieerd. De vorm is ongeveer driehoekig en de grenzen zijn als volgt: in het noorden het Devonische Rijnleisteengebergte, in het oosten de westelijke (noord-noordoost verlopende) hoofdstrandstoring van de Boven-Rijn-slenk, in het zuiden de Triassische Voor-Pfalz en in het westen het Pfälzer Bergland, waar hoofdzakelijk sedimentaire en vulkanische gesteenten uit het Rotliegendes (Vroeg-Perm) aan de aardoppervlakte komen. Er moet overigens een onderscheid gemaakt worden tussen het aldus tektonisch omschreven Bekken van Mainz en de maximale verspreiding van de zee,

die via de dalen en tussen de harde kwartsietruggen door tot ver in het Rijnleisteengebergte (?Eifel) kon doordringen. Midden in het Pfälzer Bergland bevindt zich het Pfälzer zadel, dat zich - met Tertiaire storings - in het Bekken van Mainz als Alzey-Niersteiner-horst voortzet. Deze horst verdeelt het Bekken van Mainz/Rheinhessen in een noordelijk en een zuidelijk deel. Afb. 1. Wij zullen ons tot het noordwestelijke deel beperken.

Het landschap is licht glooiend (met bergtoppen tussen de 200 en 300 m hoog) en wordt doorsneden door enkele in breedte verschillende dalen (Appel- en Wiesbach en Selz). Deze dalen zijn van Pleistocene ouderdom.

Het Bekken van Mainz ontstond, te beginnen in het Eoceen, door het inzakken van de Boven-Rijn-slenk. De oudste Tertiaire afzettingen aldaar zijn Midden-Eocene bitumineuze leistenen, die door de groeve Messel bij Darmstadt (vondsten van o.a. het oerpaardje) bekend zijn geworden. De daling voltrok zich verder in een uitloper van de Boven-Rijn-slenk, namelijk de Variscisch verlopende (noordoost-zuidwest) Nahe-kom (deze werd in het artikel "Schatten uit Rheinland-Pfalz" (Gea 1999, nr. 2) beschreven). Vanaf het Midden-Oligoceen kon de zee eerst het Bekken van Mainz, vervolgens ook de daarin gelegen eilanden en ten slotte zelfs de hoger gelegen randgebieden (o.a. de Hunsrück) overstromen.

De ondergrond was sinds het Keuper (Laat-Trias) - ongeveer 160 miljoen jaar lang - vasteland geweest. Oorspronkelijk waren afzettingen uit het Buntsandstein, de Muschelkalk en grote delen van het Keuper in het Bekken van Mainz aanwezig, maar deze Trias-afzettingen zijn door de vergaande erosie verdwenen. Hierdoor werden de hardere Laat-Paleozoïsche afzettingen (Devonische kwartsieten en vulkanieten, zoals rhyoliet) blootgelegd. De oude morfologie vormde nog in het Eoceen een duidelijk reliëf, maar dit werd door de jongere Tertiaire afzettingen afgevlakt. De ondergrond bestaat ook voor een deel uit sedimentaire gesteenten uit het Rotliegendes; deze komen bijvoorbeeld in de horst van Alzey-Nierstein aan of nabij het aardoppervlak.

Doordat gedurende het Midden- en Laat-Oligoceen de intercontinentale binnensee - ten gevolge van bodembewegingen - van minder binnenstromend zeewater werd voorzien, konden de uitmondende rivieren een toenemende verbraking en verzoeting veroorzaken. Dit is door de verarming van de fauna en het voorkomen van slecht ontwikkelde vormen aantoonbaar. De daling van het gebied ging door tot in het Aquitaniën (Onderste Vroeg-Mioceen). Nog één keer was van een transgressie in het Bekken van Mainz sprake. Ten oosten van de Wiesbach werden Vroeg-Miocene kalken afgezet. Vanaf het Pliocene en in versterkte mate in het Pleistoceen werd het gebied opgeheven en kwam het boven water te liggen. De tektonische bewegingen en de klimatologische omstandigheden tijdens de glacialen en interglacialen (Pleistoceen) leidden tot de vorming van rivierterrassen. Tijdens de laatste ijstijd (Würm) werd onder invloed van de wind kalkrijke löss afgezet.

De fossielen van het Bekken van Mainz zijn al sinds de tweede helft van de 17e eeuw bekend. Hun ontstaan werd toen niet goed begrepen en aan de zondvloed toegeschreven. Pas in de

\*) Wouter Südkamp is organisator en leider van geologische excursies in Rheinland-Pfalz en Bekken van Mainz.

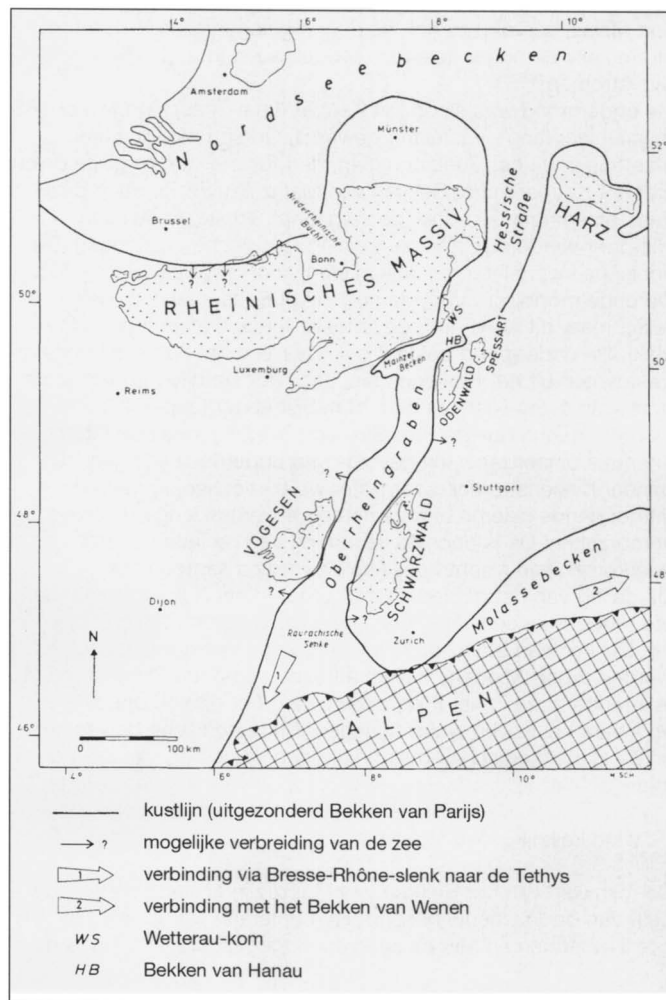
Zijn adres luidt: Gartenstrasse 11, D 55626 Bundenbach, BRD. Zie voor zijn artikel "Schatten uit Rheinland-Pfalz": Gea 1999, nr. 2.

loop van de 19e eeuw werd de fossielinhoud in veel wetenschappelijke publikaties wereldkundig gemaakt. In het onderstaande wordt de verdere beschrijving van het Bekken van Mainz en de daarin afgezette Tertiaire sedimenten beperkt tot die uit het Midden-Oligoceen. De redenen hiervan zijn dat de meeste fossielen in dit beroemde pakket zijn aangetroffen en dat de overige formaties zich buiten het door mij bestreken excursiegebied bevinden.

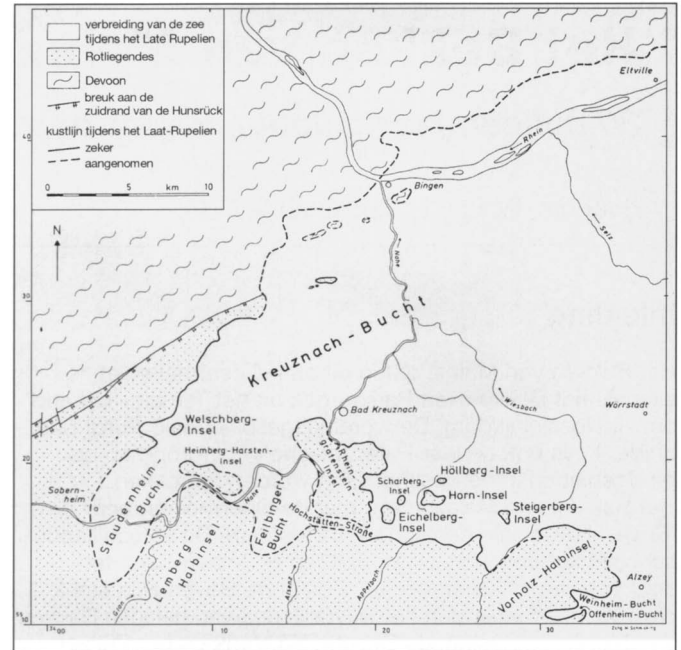
## Paleogeografie

Het klimaat ten tijde van het Oligoceen was subtropisch tot tropisch. Pollenanalyses wijzen op een flora die typisch is voor een warm klimaat. In het Midden-Oligoceen was de Boven-Rijnslenk als nauwe zeestraat verbonden met zowel de Noordzee - tot in het Mjõsa-gebied bij Oslo - als de Tethys-oceaan, die zich vanaf Zuid-Europa, over de Kaukasus en de Himalaya tot in Indonesië uitstrekte. Afb. 2. De microfossielen, die afkomstig zijn uit Krijt-afzettingen, duiden op een noord-zuidgerichte stroming tijdens het Onderste Midden-Oligoceen. Deze stroming draaide vanaf het Midden-Oligoceen om, waardoor de omvang van de West-Alpiene Eocene-fauna toenam. Ook de bivalven en de pelagische pteropoden wijzen op een verbinding met het Noordzeebekken via de Boven-Rijnslenk.

In het westelijke deel van het Bekken van Mainz beukte de binnenzee met veel kracht (mogelijk ook door de getijdenwerking bepaald) tegen een kust, die uit kliffen en fjorden met talrijke daarvoor gelegen eilanden bestond. Afb. 3. Een dergelijke kust, waar een buitengewoon soortenrijke fauna leeft, is maar zelden "fossiel" bewaard gebleven. De verst van de kust gelegen



Afb. 2. Paleogeografisch kaartje van Noordwest-Europa ten tijde van het Rupelien. Naar Hartkopf & Stapf (1984)



Afb. 3. Paleogeografisch kaartje van de noordwestelijke uitloper van de binnenzee van het Mainzer Bekken ten tijde van het Midden-Oligoceen. Naar Hartkopf & Stapf (1984)

eilanden (Ölberg, Steigerberg) waren maximaal 20 km<sup>2</sup> groot. De zee drong naar het zuidwesten door in de Nahe-kom, waar hij tot zelfs voorbij Sobernheim reikte. Afb. 4. In het zuiden van de zogenoemde Bocht van Kreuznach boog de kustlijn sterk naar het oosten om als gevolg van het hoger gelegen Pfälzer zadel en het brede Lemberg-schiereiland. Laatstgenoemde



Afb. 4. Zandgroeve in het Unterer Meeressand in de omgeving van Bad Sobernheim in het uiterste noordwesten van het Bekken van Mainz. Het zand wordt gewonnen; de barietknollen ("erwten") zijn niet bruikbaar en worden uitgezeefd (rechts). Foto: R. Kumm

vormde met zijn relatief harde magmatische gesteenten een barrière. Het rhyoliet-massief van Bad Kreuznach (Eiland van Rheingrafenstein) stak als groot eiland boven de zee uit. Ten zuiden van de horst van Alzey - aan de zuidkust van het Vorholz-schiereiland - bevond zich de bocht van Weinheim, die als een verdrongen rivierdal wordt beschouwd.

## Stratigrafie

Het Oligoceen, 38-25 miljoen jaar geleden, is het jongste tijdvak van het Paleogeen (Vroeg-Tertiair). De stratigrafische indeling heeft een lithologische en paleontologische basis (zoals bivalven

en Globigerinen, dat zijn foraminiferen). Voor ons belangrijk is het Midden-Oligoceen: het Rupelien. Dit is genoemd naar de kleiputten van Rupelmonde nabij Antwerpen en duurde ongeveer 4 miljoen jaar.

De pteropoden-biozone in het Rupelien is buiten het Bekken van Mainz ook in de Rijnslenk, het Noordwest-Duitse Rupelien en België aanwezig. De knaagdierfauna van Heimersheim bij Alzey is voor het Europese Tertiair referentielocaliteit voor de grens tussen het Midden- en Laat-Oligoceen (Suevium). Het nannoplankton en de dinoflagellaten (ééncellige algen) zijn belangrijk om de grens tussen de Rupelklei en het zogenoemde Schleichsand te kunnen vaststellen.

**Tabel I. De stratigrafische eenheden van het Oligoceen (Tertiair) in het Bekken van Mainz**

**Mioceen**

Laat-Oligoceen	Chattien	Süsswasserschichten
		Cyrenen-mergel

Midden-Oligoceen	Rupelien	Oberer Meeressand / Schleichsand
		Unterer Meeressand / Rupel-klei

Vroeg-Oligoceen	Latdorfien	Mittlere Pechelbronn-Schichten
-----------------	------------	--------------------------------

**Eoceen**

Aan de kust werden achtereenvolgens het Unterer en Oberer Meeressand afgezet (Tabel I). Equivalenten hiervan in het bekken zijn respectievelijk de Rupelklei en het Schleichsand. De aanvankelijke ondergrond van deze formaties vertoont een sterk reliëf, dat ontstond gedurende de lange periode dat het gebied een vasteland met veel erosie was.

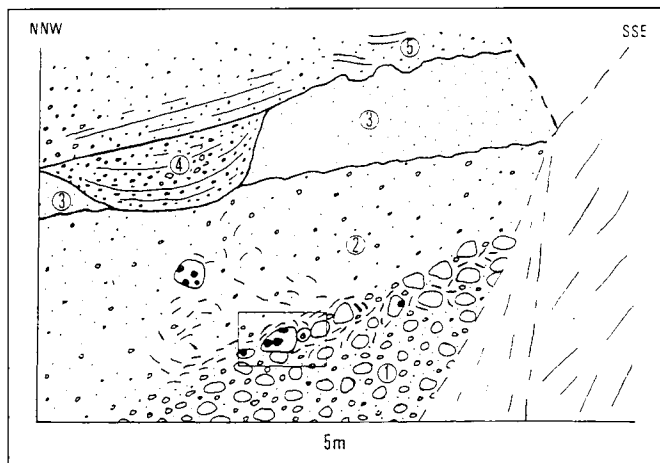
Het Schleichsand bevindt zich vaak middenin hellingen en is bekend om zijn afglijdingen (daar komt ook de naam vandaan). In het westelijke Bekken van Mainz kan aan de hand van de daar voorkomende weekdieren plaatselijk een driedeling van het Schleichsand worden gemaakt. Van oud naar jong spreekt men dan van de Cythereen-, *Chenopus*- en Papillaten-biozone.

**Lithologie en sedimentologie**

Het Meeressand is in het bereik van de branding aan de kust afgezet. Het zijn fijn- tot grofklastische gele zanden, rolstenen en kiezels, waarvan de samenstelling afhangt van de gesteentesamenstelling van de toenmalige klippen. Zie afb. 4.



Afb. 5. Door de zee bewerkte toenmalige rotskust uit rhyoliet aan de voet van de Steigerberg



Afb. 6. Profiel in het Unterer Meeressand (Midden-Oligoceen) aan de zuidwestelijke helling van de Steigerberg met opgevulde geul (4) en puinlichaam (1). De zwarte punten op de rolstenen stellen opgegroeide oesters voor; de kleine strepen in (1) en (2) duiden op losse oesterkleppen in het sediment; rechts stort. Naar: Neuffer, Rothausen & Sonne (1978)

Kenmerkend is de schuine gelaagdheid, die de toenmalige strandhelling representeert. Daar waar het klif door de erosie werd aangetast, vindt men de resten ervan terug als door de branding uitgeholde en gladgeslepen rhyolietrotsen. Afb. 5. Doorgaans dwars op de kust staan erosiegeulen, die door de getijdenwerking zijn ontstaan. De rolstenen zijn door de branding goed afgerond. In de Steigerberg zijn de rolstenen breccieus, wat komt doordat het rhyolitische lavafront verregaand afgekoeld was, niet meer gelaagd kon uitstromen en zodoende uiteenbrak. Een deel van de rhyoliet bevat langgerekte holtes, die stroomrichting is nog te zien. Vaak maken ook fijne, donkerrode zandstenen als "Fremdkörper" deel uit van de rhyoliet. Het profiel onderaan de Ölberg vertoont homogene rhyoliet en een bijzonder sterke faciëswisseling. De lagen wiggen naar het toenmalige eiland uit en bereiken meer naar het bekken toe grotere diktes. De rolsteenlagen in de Steigerberg daarentegen kunnen over grote afstand vervolgd worden. Afb. 6 en 7. Samen met de goede sortering duidt dit op hoogenergetische omstandigheden. De rolstenen, die tot ca. vijf meter groot zijn, zijn waarschijnlijk ten gevolge van een aardbeving van de ondermijnende kust afgebroken. Afb. 8.



Afb. 7. Naar het bekken toe uitwiggende afzettingen in het Unterer Meeressand (Steigerberg)

In het Unterer Meeressand komen concentraties van schelpengruis (Duits: *Schill*) voor. Deze zijn ontstaan doordat, ten gevolge van een plotselinge overgang van relatief rustige naar stormvloedachtige omstandigheden, een *Glycimeris*-gemeenschap werd blootgelegd, bewerkt, weggespoeld en vervolgens elders afgezet. Afb. 9.

Op sommige plaatsen zijn de kustsedimenten na afzetting door de precipitatie van bariet, kalk en mangaanhoudende ijzerverbindingen verhard. Een bekend voorbeeld zijn de in het uiterste



Afb. 8. De resten van fossiele schelpen bevinden zich met name tussen de grote rolstenen uit het Unterer Meeressand (Steigerberg)

noordwesten van het Bekken van Mainz gevormde "erwten". Deze ronde tot ovale barietconcreties ontstonden daar waar, door breuken in de ondergrond, bariumchloriet-houdend warm bronwater kon opstijgen. Tezamen met de zwavelwaterstof van de ontbindende organismen werd bariumsulfaat gevormd. Dat de knollen om een fossielrest zijn heengegroeid, kan men soms nog aan de concentrische gelaagdheid herkennen. Hoewel de kalk van de schalen meestal is opgelost, is de vorm daarvan door dit verhardingsproces nog net op tijd bewaard. Op grond van de fossielinhoud van de barietconcreties kunnen deze of aan het Unterer Meeressand (marien karakter, vooral bivalven en slakken), of aan het Oberer Meeressand (weinig bivalven en relatief veel ingespoelde plantenresten) worden toegeschreven. Afb. 10. Door de infiltratie van ijzer- en mangaanhoudende oplossingen werd het zand later aaneengekit, waardoor de conserveringstoestand van de fossielen (Horet) te vergelijken is met die in de barietknollen. Het verder van de kust in dieper water afgezette equivalent van het Unterer Meeressand is de Rupelklei. Het is een donkere tot blauwgrijze, soms groengrijze leem, die een wisselend gehalte



Afb. 9. Steenkern van de slak *Ampullina crassatina*, uit het Unterer Meeressand van het Bekken van Mainz. Herkomst: Welschberg bij Waldböckelheim. Breedte 9 cm. Collectie en foto: Schlossparkmuseum Bad Kreuznach.

aan fijnkorrelige kalk en zand bevat, zodat de Rupelklei als mergel is te beschouwen. De Rupelklei vormt de ondergrond van vele dalen in Rheinhessen, zoals dat van de Wiesbach. Gidsfossiel is de bivalve *Portlandia (Nuculana, Leda) deshayesiana*.

Evenzo is het jongere Schleichsand het equivalent van het Oberer Meeressand. Het is een fijnzandige, glimmer- en kalkhoudende mergel met een blauwe tot lichtgrijze, soms ook groengrijze kleur. De sedimentatie had in ondiep water plaats, waar de milieu-omstandigheden veranderden (verzoeting van het bekken).

## Paleontologie

De rijke fossielinhoud uit het Midden-Oligoceen van het Bekken van Mainz werd vooral door vindplaatsen als Weinheim bij Alzey, de Kreuzberg bij Bretzenheim en de Welschberg bij Waldböckelheim bekend. Tegenwoordig zijn deze niet meer toegankelijk. Op de beroemde vindplaatsen bij Weinheim (Trift, Zeilstück, Neu- en Wirtsmühle) mag niet meer verzameld worden. De aanwijzing tot geologisch monument betekende overigens niet dat deze ontsluitingen niet verder werden aangetast (puinstort). Bij het samenstellen van mijn excursies ben ik daarom aangewezen op nog werkende of kortgeleden gesloten groeves. Voor de determinatie van de fossielen kunnen vooral de omvangrijke inventarisaties van de bivalven (door Kuster-Wendenburg, 1973) en gastropoden (door Neuffer, 1973) worden gebruikt. Beide zijn inmiddels gereviseerd (Kuster-Wendenburg, 1982 en Neuffer, 1984). Onder de bivalven bevinden zich maar liefst 148 soorten. In het Meeressand zijn in het bijzonder de Limiden, Astartiden, Spondylen, Chamiden, Carditiden en deels de Luciniden vertegenwoordigd. De Pectiniden zijn hoofdzakelijk tot het Meeressand beperkt. De bivalven-gemeenschap duidt op een marien milieu uit de littoraal-neritische zone aan een rijk geschaakte kust. In het Schleichsand overheersen de bodembewonende Corbuliden en Myiden uit de bovenste littorale zone. Zij duiden op wisselende milieu-omstandigheden (brak tot zout water). De gastropoden tellen 173 soorten. De meeste komen in het



Afb. 10. Opengeslagen barietknol met versteend hout uit het Unterer Meeressand (foto: J. Roelofs)

Unterer Meeressand voor. Dit is echter niet zozeer afhankelijk van de ouderdom van de formatie, alswel van de faciës-omstandigheden. Ook de gastropoden wijzen vanaf het Schleichsand op een afname van de echte mariene soorten ten gunste van de in brak en zoet water levende soorten.

Na de wetenschappelijke beschrijving van de soortenrijke weekdieren, volgde van lieverlee de inventarisatie van de overige fauna en de flora. Deze bestaan uit fyto- en nannoplankton, foraminiferen, ostracoden, scaphopoden, macroflora, zoogdieren, brachiopoden, koralen, bryozoën, kreeftachtigen (Cirripedia = zeepokken, en decapoden), echinodermen, vissen, amfibieën en reptielen. Wat de zoogdieren uit het Unterer Meeressand betreft, zijn de ribben en volledige skeletten van de zeeke *Halitherium schinzii* opmerkelijk. Een exemplaar daarvan is in het Slotparkmuseum van Bad Kreuznach te zien.

Microfossielen als foraminiferen en ostracoden kunnen door het nemen van een monster (500 g is voldoende) worden verzameld.

Thuis kan het monster droog of nat in verschillende zee fracties worden gescheiden. De variëteit aan formaniferen is zeer groot: meer dan 500 soorten. Bij de ostracoden zitten ongeveer 40 soorten.

Het uitzeven van monsters is beslist de moeite. In de zandgroeve "Rheingrafenwiese" kwamen op deze wijze de eerste resten van op het land levende zoogdieren en de eerste selenodonte artiodactylen (evenhoevigen met sikkelvormig kroonoppervlak op hun kiezen) in het Oligoceen van het Bekken van Mainz aan het licht.

## Literatuur

### - Algemeen:

H. FALKE (1960): Rheinessen und die Umgebung von Mainz. Sammlung geologischer Führer. Band 38. Gebrüder Borntraeger, Berlin, 156 pp.

V. KNEIDL (1984): Hunsrück und Nahe. Geologie, Mineralogie und Paläontologie. Ein Wegweiser für den Liebhaber. Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 128 pp.

K. ROTHHAUSEN & V. SONNE (1984): Mainzer Becken. Sammlung geologischer Führer. Band 79. Gebrüder Borntraeger, Berlin, Stuttgart, 203 pp.

### - Lithologie, sedimentologie:

F.O. NEUFFER, K. ROTHHAUSEN & V. SONNE (1978): Fossilführende Rinnenfüllung im Unteren Meeressand an einer Insel-Steilküste des Mitteloligozän-Meeressandes (Steigerberg bei Eckelsheim, Mainzer Becken). 1. Aufschluß, Makro- und Mikrofauna. In: Mainzer geowiss. Mitt., 6, pp. 99-120

C. HARTKOPF & K.R.G. STAPF (1984): Sedimentologie des Unteren Meeressandes (Rupelium, Tertiär) an Inselstränden im W-Teil des Mainzer Beckens (SW-Deutschland). In: Mitt. Pollichia, 71, pp. 5-106

### - Paleontologie:

E. KUSTER-WENDENBURG (1973): Die Gastropoden aus dem Meeressand (Rupelium) des Mainzer Tertiärbeckens. In: Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 67, 170 pp.

F.O. NEUFFER (1973): Die Bivalven des Unteren Meeressandes (Rupelium) im Mainzer Becken. In: Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 68, 113 pp.

E. KUSTER-WENDENBURG (1982): Bestandsaufnahme der Gastropoden im "prä-aquitane" Tertiär des Mainzer Beckens. In: Mainzer geowiss. Mitt., 10, pp. 83-130

H. TOBIEN (1982): Einführung zur Bestandsaufnahme der Flora und Fauna im "prä-aquitane" Tertiär des Mainzer Beckens. In: Mainzer geowiss. Mitt., 10, pp. 7-11

F.O. NEUFFER (1984): Bestandsaufnahme der Bivalven des "prä-aquitane" Tertiärs im Mainzer Becken. In: Mainzer geowiss. Mitt., 13, pp. 157-193

## Geologische monumenten in Zuid-Limburg op CD-rom

In Zuid-Limburg komen op een groot aantal plaatsen gesteenten uit een ver geologisch verleden aan de oppervlakte. Deze cd-rom presentatie neemt u mee langs 33 plaatsen die als geologisch monument zijn ingericht. Ze geven een beeld van circa 330 miljoen jaar geschiedenis van de Zuid-Limburgse bodem.

Het programma installeert automatisch en als systeemeisen voor uw computer wordt een 486 of pentium met Microsoft Windows 95, 98 of NT aangeraden met minimaal 8 mb intern geheugen.

Het programma bestaat uit twee delen: een inleiding waarin uitgelegd wordt hoe we met de kwetsbare geologische monumenten om moeten gaan en een beschrijving van de 33 geologische monumenten, ruwweg in het gebied tussen Maastricht, Heerlen en Aken.

Per geologisch monument bevat de cd-rom een duidelijke en gedetailleerde kaart van de directe omgeving, een aantal pagina's met foto's van het monument en een uitgebreide beschrijving.

Binnen deze beschrijvingen kunnen er begrippen gebruikt worden die niet voor iedereen gesneden koek zijn. Deze kunnen aangeklikt worden, waarna er een verklaring van deze begrippen volgt.

De cd-rom is bedoeld voor geologisch geïnteresseerden en minder voor de verzamelaar van fossielen. Willen we dan toch fossielen zoeken dan zijn daar twee plaatsen voor: groeve 't Rooth in Cadier en Keer en natuurlijk de ENCI-groeve in Maastricht.

Informatie over openingstijden en het aanvragen van toestemming voor beide groeves vindt u ook op de cd-rom.

Doordat het programma opgezet is als een diaserie is het een zeer gebruikersvriendelijk programma, maar daardoor voor echte surfers een beetje star. De plaatjes van de geologische tabel, detailkaarten, etc. zijn zo mooi, dat mijn eerste opwelling was om ze uit te printen, maar die optie is niet aanwezig. Via een omweg kan dat echter wel. De pagina's (dia's) laten zich prima openen in het programma Power point van Microsoft en de figuren kunnen dan direct geprint worden of via het klembord overgezet naar een ander grafisch programma.

De prijs van Geologische monumenten in Zuid-Limburg is f 35,-.

De cd-rom kan besteld worden bij het Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, Postbus 6012, 2600 JA Delft. Telefoon: 015 2697348; fax: 015 2697450; e-mail: verkoop@nitg.tno.nl

Nico Taverne

## GEOCOMpositie 6

### Seismiek in vier dimensies

Het ontrafelen van de structuur van de ondergrond heeft een grote impuls gekregen door de seismiek: een methode waarbij schokgolven de grond in worden gestuurd. Op de grensvlakken tussen gesteentepakketten met verschillende eigenschappen worden deze golven deels teruggekaatst, deels afgebogen.

Op basis van de aard van de golven die uiteindelijk weer aan het aardoppervlak terugkomen, in combinatie met de duur tussen het uitzenden en weer opvangen, kan het verloop van gesteentepakketten in de ondergrond worden geïnterpreteerd.

Deze methode is in de loop der jaren steeds verder verfijnd; de laatste twintig jaar werd het zelfs veel beter mogelijk om niet alleen een soort dwarsdoorsnede samen te stellen, maar zelfs om de drie-dimensionale structuur te herkennen. Voor de opsporing van aardolie en aardgas, die vaak voorkomen in de top van min of meer koepelvormige structuren, is dat uiteraard van groot belang.

De techniek heeft zich inmiddels veel verder ontwikkeld, en het blijkt nu zelfs mogelijk om een vier-dimensionaal beeld te krijgen; de vierde dimensie is de tijd. Wat men in feite doet is het vaststellen van 3-D structuren, en - door herhaling van het seismisch onderzoek met bepaalde tussenpozen - de veranderingen daarin. Daarbij gaat het niet zozeer om verandering in de positie van de gesteentepakketten (al worden die bij de onttrekking van olie of gas vaak iets samengeperst; vandaar het optreden van - gelukkig meestal zeer kleine - aardbevingen in olie- en gasvelden), als wel om veranderingen die samenhangen met de verplaatsing van olie (en grondwater) in olievelden. Doordat men zo een veel beter inzicht krijgt in de manier waarop de vloeistof zich in de ondergrond beweegt, wordt het mogelijk om nauwkeuriger vast te stellen waar nieuwe boorputten (om olie uit de grond te halen) of nieuwe injectieputten (om water of stoom de grond in te spuiten met het doel de olie naar de productieputten 'op te drijven') moeten worden geplaatst om zoveel mogelijk olie te kunnen produceren.

Anonymus, 1998. Komt tijd, komt inzicht. Shell Venster, maart/april 1998, p.24-26.

A.J. van Loon