

Hambach,

Bruinkoolgroeve in het Mioceen van Nordrhein-Westfalen (D)

door Garmt Zuidema,
met medewerking van Aukjen Nauta

Toen mijn vriend Wilfried Bollig mij vroeg mee te gaan op 23 augustus 2008 naar Hambach I, de op één na grootste bruinkoolgroeve ter wereld, heb ik direct ja gezegd. Ik wist nog niet welke enorme sensatie mij te wachten stond. Ik had al het artikel van prof. A.J. van Loon in *Gea* gelezen dat over de enorme bruinkoolmijn in centraal Polen ging. Die mijn is streng verboden toegang en er wordt in dat artikel met geen woord gerept over eventueel te vinden fossielen. Daarom in dit artikel wel aandacht voor fossielen die gevonden kunnen worden..

Op zaterdagmorgen 8.45 uur stonden we met veertien personen: Duitsers, Zwitsers, Fransen en één Hollander, op het grote parkeerterrein van de mijn te wachten op de gepensioneerde geoloog, die ons zo'n 6 uur lang zou begeleiden over het 8500 ha grote terrein waar de bruinkool in dagbouw wordt gewonnen. We werden rondgereden in een omgebouwde vrachtwagen met banken. De chauffeur bleef de hele dag in de buurt, ook wanneer we te voet delen van de groeve gingen bekijken. Na afloop, om ongeveer 15.30 uur, toen iedereen onvergetelijke indrukken van de immens grote groeve had opgedaan en rijkelijk voorzien was van fossielen, gaf de geoloog ons nog uitleg bij de tentoonstelling in één van de gebouwen op het complex. De tentoongestelde fossielen, hoofdzakelijk boombladeren, laten de verschillen zien tussen de Mioceen en Pliocene vormen en recente bladeren.

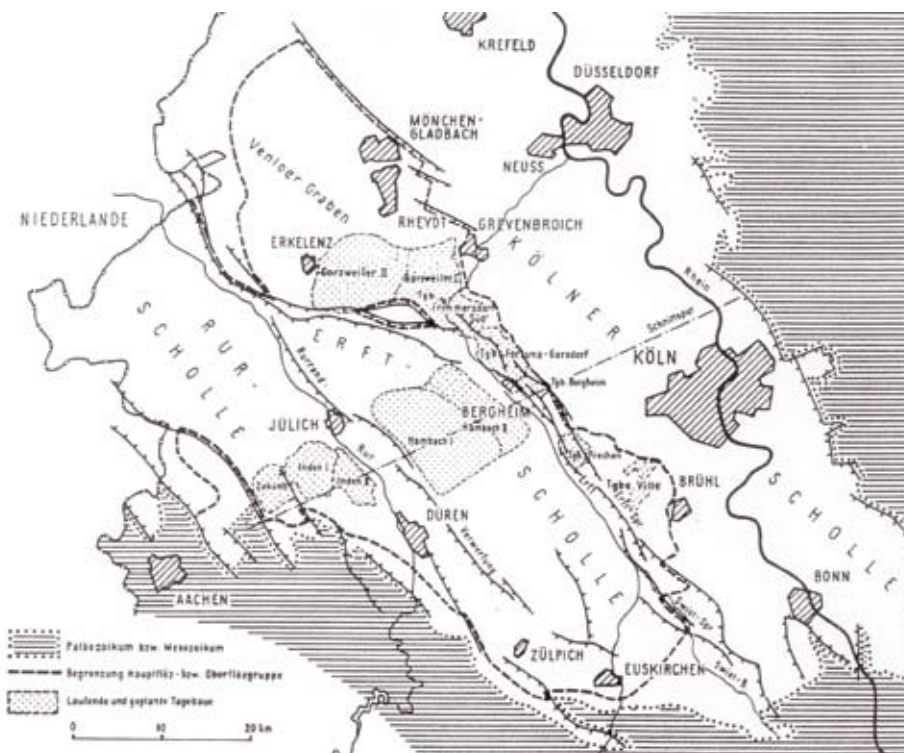
Het bruinkoolgebied

De bruinkoolgroeve Hambach I ligt ongeveer 15 km ten westen van Keulen. In de directe nabijheid van de groeve liggen de dorpen Elsdorf, Oberzier, Niederzier en Hambach (afb. 1). Exploita-

tie begon in 1984. De grootte van de totale concessie is 8500 ha en bevat (geschat) 2,5 miljard ton bruinkool. De groeve was in 2007 bijna 3400 hectare groot. Afb. 1. Om de bruinkool te winnen moet meer dan zes keer zoveel grond verplaatst worden als er bruinkool gewonnen wordt. De totale diepte van de groeve is ongeveer 400 meter. De Hambacher bruinkool geeft een gemiddelde warmtewaarde van 9800 kJ per kilogram, bij een watergehalte van 55% en een asgehalte van 4%.

Een van de grootste problemen bij dagbouw op zo'n diepte en over zo'n groot oppervlak is het grondwater. Grote hoeveelheden water kunnen soms langs grote en kleine breuken de groeve instromen en de diepe delen onder water zetten. Om dit te voorkomen zijn putten geslagen met pompen die het grondwaterpeil tot 20 km rondom Hambach verlagen. Effecten van die grootschalige verlaging van de grondwaterspiegel zijn tot in Nederland merkbaar, zelfs tot in de op grote diepte (enkele honderden meters) aanwezige watervoerende pakketten. Zelfs tot in ons land is door deze bemaling het grondwaterpeil gezakt! Het gebied waar bruinkool gewonnen wordt, bevindt zich in de 4000 km² grote driehoek tussen Keulen, Aken en Mönchengladbach. Lokaal werd er al bruinkool gewonnen in de 17^{de} eeuw. Grootschalige (industriële) winning is begonnen aan het einde van de 19^{de} eeuw. Tegenwoordig wordt bruinkool gewonnen in drie immens grote groeves: Hambach, Garzweiler en Inden. Steenkool werd al in de 14^e eeuw gewonnen rond Aken, Inden en de rivier de Wurm. De winning breidde zich uit naar het noorden, waar de koollagen steeds dieper komen te liggen. Met de sluiting van de mijn Sophia-Jacoba in 1997 bij Hückelshoven (ongeveer 20 km ten zuidoosten van Roermond) wordt in dit gebied geen steenkool meer gewonnen.

Per jaar wordt 100 miljoen ton bruinkool uit de open groeves in dit gebied gehaald. Een nieuw veld bij Erkelens zal in 2010 in gebruik worden genomen en concessies zijn aangevraagd om het recente veld Hambach aanzienlijk te vergroten, zodanig dat de autobahn A4 zal moeten worden verlegd. De groeves waar de bruinkool gewonnen wordt schuiven langzaam op. Aan de 'voorkant' wordt de bruinkool afgegraven, aan de 'achterkant', waar de bruinkool al gewonnen is, wordt de groeve weer volgestort met de afgegraven sedimenten die boven de bruinkool lagen en wordt er een nieuw landschap gemaakt met nieuwe infrastructuur en dorpen. Ook is een groot meer gepland dat na het Bodenmeer het grootste van Duitsland moet worden. Tegen deze ontwikkeling bestaat overigens vanuit de bevolking en milieugroepen hevig verzet. Ook tegen de milieubelasting door 'Feinstaub' die bij de winning vrijkomt is, wordt actie gevoerd. Wel wordt bij de bruinkoolwinning in de groeve water verstoven om stof tegen te gaan en zijn er roefilters in de centrales.



Afb. 1. Een deel van de 3400 hectare grote mijn Hambach, een maat die haast niet voor te stellen is.

De geschiedenis van de bruinkoolwinning bij Hambach

In de open groeves zijn door de exploitatie lagen van Onder/Midden-Mioceen, Pliocceen en Pleistoceen ontsloten. De geschiedenis verliep in vogelvlucht als volgt.

- 1870–1922 Proefboringen naar vermoedelijke bruin- en steenkoolvoorkomens in het Hambacherwoud. Exploitatie bleek niet lonend!
- 1925–1926 Boringen o.a. ten westen van Witzweiler en ten oosten van Niederzier wijzen op bruinkoolformaties tot meer dan 150 m dik.
- 1927–1932 Concessie-aanvragen voor het gebied tussen Bergheim en Merkenpier. Eind 1932 is het mijnbouwgebied Hambach met meer dan 100 velden bijna geheel bezet.
- 1939 Oprichting van de Rheinische Braunkohlen Tiefbaugesellschaft M.B.H.
- 1940 Ingebruikname van Schacht 1 ten westen van Morschenich.
- 1942 Ingebruikname van Schacht 2.
- 1943–1954 Technische moeilijkheden.
- 1955 Einde van de ondergrondse bruinkoolwinning.
- 1972 Onderzoek naar de milieubelasting van de groot-schalige dagbouw Hambach.
- 1978 Aanvang voorbereidende werkzaamheden Hambach I.
- 1984 Ingebruikname van de groeve.

In de groeve Hambach werken 1500 werknemers in en om de groeve. Er zijn 10 enorme schepraderbaggermachines (graafmachines) en transportbanden met een lengte van 94 km. Afb. 2, 3. Bij de winning wordt gebruik gemaakt van kunstmatige regen om de hoeveelheid stof te reduceren. Het lawaai van de draaiende delen van de machines wordt zoveel mogelijk tegengegaan door smering met biologische raapolie.

| | |
|--|------------------------------------|
| De karakteristieken van een schepraderbaggermachine: | |
| Capaciteit | ca. 24.000 m ³ per dag. |
| Bouwkosten | ca. 202 miljoen DM |
| Gewicht | ca. 13.500 ton |
| Gehele lengte | ca. 240 meter |
| Gehele hoogte | ca. 95 meter |
| Geïnstalleerd aandrijfmechanisme | ca. 20.000 kW |
| Kabellengte | ca. 160 km |
| Bezetting | 4 à 5 personen |
| Inhoud van één bak van het scheprad | 6,6 m ³ |

De geologie van het bruinkolengebied

De Nederrijnbocht

De uitgestrekte bruinkoolafzettingen liggen in het gebied dat de Nederrijnse Laagvlakte genoemd wordt. Deze ligt tussen Aken, Roermond, Wesel en Bonn in. Gedurende de laatste 30 miljoen jaar was dit een dalingsgebied waarin een 1300 meter dik pakket van mariene en fluviatiele afzettingen zijn gevormd met plaatselijk tot 100 meter dikke bruinkoolafzettingen. Het gebied maakt deel uit van het NW-Europese Riftstelsel, een stelsel van slenkstelsels waartoe de Rijndalslenk in Zuid-Duitsland, de Leine Slenk in Midden-Duitsland en het Roerdal Riftstelsel met de Roerdalslenk in Nederland behoren. Deze naar het noordwesten lopende structuur zet zich voort tot in de huidige Noordzee. In feite is de Nederrijnse Laagvlakte de

Afb. 2. Groeve Hambach met schepraderbaggermachine. Vanaf de machine loopt een lopende band waarop de bruinkool vervoerd wordt.



Afb. 3. De mensen naast het scheprad laten zien hoe groot de graafmachine is.

meest zuidoostelijke uitstulping van het dalende Noordzee Bekken. De nederrijnse Laagvlakte wordt begrensd door de sinds het Mioceen omhooggekomen Paleozoïsche gesteenten van het Ardennen-Eifel Massief en het Bergisches Land. Het gebied is nog steeds tektonisch actief, gezien de aardbevingen die zich hier nog steeds voordoen langs de voornamelijk van zuidoost naar noordwest verlopende breuksystemen. Afb. 4.

De tektonische geschiedenis van het gebied wordt gedomineerd door een NW-ZO lopend, horizontaal georiënteerd stress patroon dat geleid heeft tot een ondergrondstructuur die overheerst wordt door een van NO naar ZW gerichte rek. De Roerdalslenk is de belangrijkste tektonische structuur; hij wordt gekenmerkt door een sterke daling terwijl de tektonische blokken tussen andere breuksystemen minder daling vertonen.

In dwarsdoorsnede is het zuidoostelijk deel van het bekken onderverdeeld in de Roerdalslenk, het Erftblok en het Keulse blok (van zuidwest naar noordoost). Het westelijke deel bestaat uit de Roerdalslenk, het Peelpblok, het Venlo Blok (met het Peel Blok als onderdeel daarvan) en het Krefelder Blok aan de oostelijke zijde.

Tektonische setting en Tertiaire afzettingen

De structuur van Midden-Europa is al gevormd in de Variscische orogenese, die 300 miljoen geleden eindigde. Na deze tektonische fase ontstond ten noorden van het Rheinische Schiefergebirge een bekken, gevormd door hetzelfde zuidoost-noordwest breuksysteem dat nu nog actief is. In het bekken vormde zich een afwisseling van mariene sedimenten, rivierafzettingen en



grote pakketten veen. Eind Krijt en begin Tertiair (65 miljoen jaar geleden) werden mariene kalken afgezet: de Hückelhoven schisten. Tijdens het Laat-Paleoceen werden voornamelijk nog mariene afzettingen gevormd: de Brückerheid Schichten en Antweiler Schichten. Laatst genoemde afzettingen bestaan voor een deel ook uit rivierafzettingen. Van het Eoceen zijn geen afzettingen bekend in de Nederrijnse Laagvlakte. In het Oligoceen gaat het gebied door toenemende rek in de aardkorst sterk dalen en kan de zee weer diep het bekken van de Nederrijnse Laagvlakte indringen.



Afb. 4. Structurele kaart met de belangrijkste breuken en blokken van de basis van het Tertiair. (uit: Geluk et al., 1994, *Stratigraphy and tectonics of the Roer Valley Graben. Geologie en Mijnbouw*, 73, 129–141)

De oudste Oligocene sedimenten zijn de Ratheimer Schichten en de Gereonsweiler Schichten, met daarna de (mariene) Walsumer Schichten, de Ratinger Ton en de Lintforter Schichten. In deze periode waren er in het Zevengebergte, dat ten zuidoosten van de Nederrijnbocht ligt, vulkaanuitbarstingen.

Tijdens het gehele Tertiair kende de zeespiegel sterke fluctuaties en in combinatie met de tektonische bewegingen heeft dat geleid tot een afwisseling van mariene en continentale afzettingen in het bekken. Aan het einde van het Oligoceen werd de complete Nederrijnbocht overstroomd door de zee. In de 21 miljoen jaar daarna trok de zee zich terug. In et zuiden van het bekken begint dan de ontwikkeling van de eerste regionale veenlagen (Flöz Kerpen). In het Onder-Mioceen (18 miljoen jaar geleden) begint de vorming van een uitgestrekt veenpakket: de Hauptflöz. De maxi-



Afb. 5. Op Afb. 4. De jongste vindplaats die we bezochten ligt in het Pliocene, hoog in de groeve. In een lange zandwand, afgewisseld met kalkig gesteente vonden we redelijk veel dennenappels in verschillende soorten tot wel 15 cm groot en diverse soorten noten. Verder vonden we in het vrij zachte gesteente bladafdrukken van walnoot, eik en populier. Zie afb. 7, 8, 9.



Afb. 6. Fossiel hout uit het Boven-Mioceen, net boven de bruinkool.

male dikte van deze bruinkoollaag is ongeveer 100 meter. Dat pakket is echter door de druk van bovenliggende sedimenten in de loop van de tijd sterk ingeklonken en geschat wordt dat de oorspronkelijk dikte van de bruinkoollaag ongeveer 2.5 tot ruim 3 maal zo dik is geweest.

De dikke bruinkoollaag van de Hauptflöz vertoont een aantal uitlopers in westelijke richting. De ontwikkeling daarvan hangt samen samen met perioden van (regionaal) lagere zeespiegelstanden waardoor de veengebied zich kon uitbreiden. Twee belangrijke van deze naar het westen voorkomende veenlagen zijn de Flöz Morken en de Flöz Frimmersdorf, respectievelijk zo'n 17 en 15 miljoen jaar oud. Deze twee veenlagen komen ook voor in de ondergrond van Zuidoost-Nederland. De zilverzanden in Zuid-Limburg bevinden zich tussen deze twee bruinkoolpakketten in. Westelijk van de Hauptflöz komen in Nederland de mariene afzettingen van de Formatie van Breda voor. In de kustzone van die zee worden tijdens het Laat-Mioceen de zogenoemde Neurather Zanden afgezet. Dat zijn in een kustomgeving gevormde afzettingen die tijdens een fase met hoge zeespiegelstand tot ver naar het zuidoosten in het bruinkoolgebied zijn doorgedrongen. In het Laat-Mioceen zijn er als gevolg van zeespiegelmobiliteit nog een aantal in westelijke richting voorkomende uitlopers van het veen ontstaan. De Flöz Garzweiler komt voor op de overgang van het Midden- naar het Laat-Mioceen. De Flöz Schophoven is de laatste westelijke uitloper van het veen die tegen het einde van het Mioceen gevormd is.

Tegen het einde van het Mioceen komen de rond de Nederrijnse Laagvlakte liggende gebergten omhoog en ontwikkelen zich riviersystemen die zand, klei en grind op de bruinkoolpakketten afzetten. De eerste rivieren zijn voorlopers van Rijn en Maas en hun sedimenten worden als Indener Schichten aangeduid. In het Pliocene zet deze ontwikkeling zich voort met de vorming van dikke pakketten riviersediment die Hauptkies genoemd worden. Het geheel van de Pliocene rivierafzettingen wordt beschreven als de Kiezeloëliet Formatie.

De bruinkool is ontstaan uit veenvormende vegetaties die vooral konden groeien in het gebied achter de kustlijn waar zich veel zoetwater kon verzamelen dat niet naar zee kon worden afgevoerd. Door de voortdurende daling van het bekken kon het gebeuren dat die situatie zich lange tijd kon handhaven en dat heeft uiteindelijk tot de uitzonderlijk dikke pakketten bruinkool geleid.



Afb. 7. Blad uit het Boven-Mioceen, Inden serie. Hoogte handstuk 13,5 cm.

1995 in het bezit van de universiteit van Bonn. De belangrijkste vondsten uit de groeve komen uit de Mioceen afzettingen boven de bruinkool. Deze afzettingen zijn niet te bezoeken door amateurs; zij zijn slechts toegankelijk voor de universiteit van Bonn. Afb. 5.

Resten van planten

In de ongeveer 400 m diepe bruinkoolmijn komen drie fossielrijke lagen voor. In het Mioceen zijn er sterke klimaatwisselingen geweest. In subtropische, vochtige perioden hebben zich grote pakketten plantenresten ontwikkeld (grassen, mos, naaldbomen, palmen, ginkgo's, mammoetbomen, moerascypressen en ceders). Er worden slechts bij uitzondering fossielen in de bruinkoollagen gevonden. Kalkschalen, botten en chitine worden door de zuren in het moeraswater ontleed. Ook plantendelen als bladeren, vruchten of zaden zijn in de bruinkool zelden terug te vinden. Slechts hout of bijzonder harde delen van planten konden tijdens het proces van turfvorming of inkoling bewaard blijven met behoud van vorm en structuur. Afb. 6, 7, 8.



Afb. 9. Pliocene dennenappel *Cathaya bergeri*, hoogte 11 cm.

De zandige en kleiige lagen die tussen en op de bruinkoolafzettingen voorkomen zijn plaatselijk rijk aan plantenresten. In zandige rivierafzettingen kunnen noten, vruchten, hout en schors gevonden worden. In silt- en kleilagen komen regelmatig bladfossielen voor. Wij vonden direct boven de bruinkool onder meer hout en bladeren van palmen. Afb. 9, 10, 11.

Resten van dieren

De fossiele diersoorten in de groeve zijn enigszins te vergelijken met die van de beroemde vindplaats Messel, waar vele zoogdieren, zoals het oerpaardje, compleet zijn gevonden. De condities van fossiliseren zijn hier veel minder goed geweest dan in Messel: in Hambach zijn slechts losse skeletdelen gevonden. Er zijn meer dan 250 platen gevonden van buik- en rugschild van de reuzenschildpad *Testudo* en van andere schildpadden. Er zijn fossielen gevonden van de bever *Anchiteriomys*, de visotter *Lutra* en van zoetwatervissen. De neushoorn leefde hier in het Mioceen, net als de grootste planteter van dit gebied, de vroege olifant *Gomphotherium*, een dier met twee stoottanden in de bovenkaak en twee in de onderkaak. In Hambach zijn drie stoottanden en een knieschijf gevonden. Verder zijn er delen van de buidelrat *Amphiperatherium* gevonden, talrijk insecteneters zoals de aan het water aangepaste *Dimyliiden* (*Plesiodimylus* en *Chainodus*). Daarnaast ook egel en spitsmuis. Er zijn vijftien soorten hamsters gevonden, marterachtigen zoals *Paralutra* en *Amphictis* en relatief veel tanden van *Ursavus*, de kleine oerbeer, voorvader van onze recente *Ursus*. Verder kwamen de slang *Ophisaurus* voor en kameleons. Kameleons en exotische fauna-elementen zijn belangrijke klimaatindicatoren. Van de krokodil *Diplocynodon* zijn vele tanden en huidplaten gevonden. Krokodillen kunnen zich slechts voortplanten wanneer de gemiddelde temperatuur van de koudste maand niet onder de 5°C komt. Daarmee zijn zij een goede indicator voor een gematigd, warm klimaat. Ook kameleons en

Het Kwartair

Al 12 miljoen jaar geleden, dus ver voor het begin van het Kwartair, begon het ijs van Antarctica aan te groeien en begon het klimaat te veranderen, wat uiteindelijk leidde tot de uitbreiding van landijs. Deze verandering zette zich voort op het Noordelijk Halfrond, maar wel later. Belangrijke veranderingen in flora en fauna markeren de grens van Pliocene (Tertiair) naar Pleistoceen (Kwartair). Het Pleistoceen wordt gekenmerkt door een sterke afwisseling van koude en warme perioden, met daaraan gekoppelde zeespiegelveranderingen. In de koudste fase van het Midden- en Laat-Kwartair lag de zeespiegel wel meer dan 100 m lager dan tegenwoordig.

De Kwartaire deklagen op de bruinkool bestaan allemaal uit rivierafzettingen, in het zuidoosten van het bekken zijn dat afzettingen van de Rijn en lokale rivieren. Langs de grens met Nederland komen daar in de loop van het Pliocene en Kwartair ook afzettingen van de Maas bij.

Fossielen in Hambach I

Pas in 1984 zijn er in de groeve voor het eerst plantafdrukken gevonden. In 1986 zijn de eerste fossielen van dieren gevonden: in de volgende tien jaar meer dan 5000. Deze collectie is sinds

Afb. 8. Pliocene kalksteen met bladafdrukken. Breedte handstuk 13,5 cm.





Afb. 10. Pliocene noten: A. walnoot, *Juglans bergonensis*, 4 cm hoog.
B. noot *Carya globosa*, 5 cm hoog.

andere exoten zijn belangrijke klimaatindicatoren. De veenvormde vegetaties maakten deel uit van uitgebreide moerassen waar landzoogdieren maar moeilijk uit de voeten konden, behalve op de oevers van lokale riviertjes. De vondsten van veel reptielen (schildpadden en krokodillen) is hiermee in overeenstemming. De vegetatie van de moeraasen vertoont overeenkomsten met de Everglades in Florida en de Swamps van Okefenokee (Georgia). De fossiele fauna vondsten komen daar ook mee overeen. Bijzonder is dat er botten van apen gevonden zijn. Hambach is de meest noordelijke plek in Europa waar dergelijke fossielen gevonden zijn.

Bezoek aan de bruinkoolgroeves

Individueel bezoek aan de groeves is streng verboden. Alleen voor groepen onder geologische vlag (GEA-Kringen!) wil de directie wel een uitzondering maken. Een jaar van tevoren per brief aanvragen op papier van de organisatie. Eens per jaar is er een open dag.

Zie voor info: www.rwe.com. Telefoon PR: *0221 4800.

Met dank aan dr. Wim Westerhoff (TNO – Bouw en Ondergrond) voor zijn hulp bij dit artikel.

Literatuur

Van Loon, A.J., 1998. Een bruinkoolmijn als geologische goudmijn in een kunstmatig gebergte in centraal Polen. *Gea* 1998 nr. 4, blz.128–131.

R.W.E Power. Kraftwerk Niederauzem. Power im rheinischen Braunkohlenrevier.

Wützler, B. Geologische Führer Tagebau Hambach

Wützler, B. Pflanzen fossilien-Spuren tertiärer Wälder im Kreis Düren

Wützler, B. Bergheim und die Braunkohle. Fossilienfunde aus dem Rheinischen Braunkohlenrevier.

Aan het boekje Bergheim und die Braunkohle Fossilienfunde aus dem rheinischen Braunkohlenrevier van B. Wützler zijn veel gegevens voor dit artikel ontleend.

Foto's: mevr. N. van Meurs / G. Zuidema



Afb. 11. Midden-Miocene boomtak met sideriet, gevonden direct boven de bruinkool. Breedte 14 cm.