

Het Eemien

door G. Spaink, Rijks Geologische Dienst, Haarlem

Het Pleistoceen wordt terecht ook wel het IJstijdvak genoemd. Het mag wel als genoegzaam bekend worden geacht, dat het niet gedurende het gehele IJstijdvak koud is geweest, maar dat er een sterke afwisseling was tussen de ijstijden, de glacialen en de daartussen liggende warme interglaciale tijden. Het kon tijdens de interglaciale tijden hier zelfs warmer zijn dan tegenwoordig, zo is de gemiddelde temperatuur van de huidige Noordzee $\pm 10^{\circ}\text{C}$ en is de gemiddelde temperatuur van de Eemzee tijdens de warmste perioden waarschijnlijk $\pm 15^{\circ}\text{C}$ geweest, hoewel de heer A. v. d. Werff op grond van de door hem onderzochte diatomeeënflora uit het Eemien tot een gemiddelde temperatuur van 18° tot 20°C aanneemt, overeenkomend met de huidige Middellandse Zee (Spaink, 1958, blz. 23). Hoeveel ijstijden er tijdens het IJstijdvak zijn geweest is nog steeds niet met zekerheid bekend. Zo blijkt o.a. het Cromerien, dat vroeger als één interglaciaal werd beschouwd uit een complex van meerdere glacialen en interglacialen te bestaan. Een nadere indeling van het 'Cromerien' is nog in onderzoek. In elk geval zijn reeds 3 interglacialen erin herkend (Zagwijn, van Montfrans en Zandstra, 1971).

Het landijs heeft mogelijk twee maal Nederland bereikt, de eerste keer mogelijk tijdens het Elsterien (Jelgersma, 1966) en de tweede keer tijdens het Saalien, waarin half Nederland onder een ijskap kwam te liggen. Deze laatste ijsbedekking heeft in Nederland diepe sporen achtergelaten. De maximale uitbreiding van het ijs in Nederland kwam tot de bekende lijn Haarlem-Amersfoort-Nijmegen-Duisburg. Vooral Ter Wee (1962) heeft de Saalien-glaciatie en de ijsbewegingen, voornamelijk in Noorden en Midden-Nederland, diepgaand onderzocht. Het landijs, dat Nederland over de drooggevallen Noordzeebodem naderde penetreerde ons land met een aantal grotere en kleinere gletschers, die aan het aaneengesloten landijsdek vooraf gingen. Tesch (1927) berekende uit de niveau-verschillen van diverse glaciële verschijnselen een dikte van zo'n 200 meter voor deze gletschers, o.a. uit de diepe ligging van het keileem in het IJseldal (80 m. —N.A.P.) en de stuwwalhoogte met de bestrooiing van de Noordelijke eratica van meer dan 100 meter bij Hoog Soeren. Deze dikke gletschers vormden diepe voren in het landschap, de gletscherdalen. Zijdelings drukten zij de bodem weg, waardoor de hoge stuwwallen ontstonden rondom de maximale uitbreidingen van het landijs. Een deel van deze stuwwallen markeert nu nog het landschap, zoals het Gooi, de Utrechtse heuvelrug, de Veluwezoom en ook de Hondsrug in Groningen. Bij hun penetratie in Nederland drongen de gletschers uiteraard eerste de laaggelegen delen, zoals rivierdalen binnen en volgden deze, de dalen daarbij sterk uitdiepend. Toen de gletschers zich weer uit ons land terugtrokken, lieten zij een sterk geprononceerd landschap achter met diepe dalen, hoge stuwwallen, grote keileem- en morainevelden, etc. Met het afsmelten van de gletschers kwam met het water ook veel sediment vrij, dat de gletschers hadden opgenomen. Dat werd met het smeltwater afgevoerd en om de gletschers en in de nieuw ontstane smeltwater-rivierdalen weer afgezet, direct om de gletschers het grove materiaal,

verder van de gletschers weg de fijnere sedimenten. Deze smeltwaterafzettingen noemt men fluvioglaciale afzettingen. Deze fluvioglaciale afzettingen vulden deels de vrijgekomen gletscherdalen weer op en nivelleerden de hoogteverschillen enigszins.

Het op wereldschaal afsmelten van de gletschers deed ook de zeespiegel weer rijzen. Men heeft aanwijzingen gevonden, dat de zeespiegel over de gehele wereld minstens 120 meter gedaald is tijdens het Weichselien (Jelgersma, 1961). De Saalien-glaciatie is in Europa en daarbuiten waarschijnlijk uitgebreider geweest, zodat de zeespiegel toen tijdens de maximale uitbreiding van het ijs nog lager heeft gestaan. In deze tijden waren vele van de huidige eilanden met het vaste land verbonden, zo was Engeland geen eiland, was de Indische Archipel een aaneengesloten continent en was de Beringstraat droog gelopen en waren Rusland en Alaska weer met elkaar verbonden door een landbrug, via welke de migratie van de landzoogdieren en ook van de praehistorische mens mogelijk was. (Hopkins, 1967).

Door het op wereldschaal weer stijgen van de zeespiegel liep ook de drooggevallen Noordzee weer vol. Tenslotte bereikte de zee ook weer het Nederlandse gebied en drong dit binnen. Dit gebeurde het eerst via de diepe gletscherdalen en rivierdalen, die in het algemeen naar het Noorden en het Noordoosten waren gericht. Altijd is aangenomen, dat de Eemzee het Nederlandse gebied het eerste bij Bergen penetreerde. Daar ligt n.l. een zeer diep gletscherdal annex rivierdal. De basis van de Eemlagen liggen daar op bijna 80 meter diepte, terwijl de basis van het Holoceen daar op pl.m. 40 meter diepte ligt. Normaal liggen de Eemlagen tussen 20 en 40 meter diepte. Zonneveld (1959) veronderstelt, dat het ontstaan van het dal van tectonische aard is. Dr. H. M. van Montfrans deelde mij echter mondeling mede, dat hij aan de hand van seismische profielen geen enkele aanwijzing vond van een synclinaal of enige andere tectonische depressie. Latere, vooral palynologische onderzoeken geven echter een geheel ander beeld te zien, dat verderop besproken zal worden.

De zee penetreerde dus het nederlands gebied via de gletscher- en rivierdalen, drong deze steeds dieper binnen en overspoelde tenslotte ook het land tussen deze dalen. Daarmee veranderde ook het waterregiem. In de dalen kan het water met de getijden alleen maar heen en weer, dus een pendelende beweging maken, maar toen de zee meer aaneengesloten werd zullen de oorspronkelijke dalen snel volgesedimenteerd zijn en verdween het oorspronkelijke relief. Alleen langs de randen van de Eemzee bleven de dalen als baaien min of meer intact, zoals het Scheldedal, het Rijn (IJssel) dal bij de Noordoostpolder tot onder Zwolle het oude Vechtdal boven Urk en de glaciale dalen als het Eemdal, een breed dal van Terschelling naar het Zuiden en het Hunzedal. Op dit laatste dal komen we nog terug.

Het Eemien werd warmer, de zeespiegel rees verder tot zij de hoogste stand bereikte nabij het klimaatoptimum. Met de Eemzee kwam uiteraard ook de mariene Eemfauna mee. De Eemfauna bevat een aantal elementen, die we tegenwoordig in de huidige Noordzee niet kunnen verwachten, omdat deze kouder is dan de Eemzee is geweest. Soorten uit het lusitanische faunagebied waren algemeen in de Eemzee, zoals *Diodora apertura*, *Gibbula magus*, *Circulus striatus*, *Cingula vitrea*, *Alvania lactea*, *Cerithiopsis tubercularis* en *C. nana*, *Triphora perversa*, *Odostomia*-soorten, *Turbonilla*-soorten, *Ocenebra erinacea*, *Haedropleura septangularis*, *Modiolus adriaticus*, *Brachyodontus lineatus*, *Chlamys flexuosa*, *Divaricella divaricata*, *Cardium paucicostatum*, *C. exiguum*, *C. tuberculatum*, *Mactra glauca*, *Donax variegatus*, *Gari depressa*, *Gastrana fragilis* en *Angulus distortus*. Een deel van deze soorten is ook in de Eemlagen in Denemarken gevonden. (Nordmann, 1908, 1928).

Het Nauw van Calais is waarschijnlijk lang dicht gebleven, maar werd tenslotte ook overspoeld, zodat er een directe verbinding met het lusitanische faunagebied ontstond. Het lusitanische faunagebied strekt zich uit van het Kanaal tot aan de straat van Gibraltar en bestrijkt dus vooral de Franse Westkust de Portugese kust en de Spaanse Atlantische kust. Met het warmer worden van de zee breidde de lusitanische fauna zich naar het Noorden uit.

Tenslotte werd het Noorden van de Britse eilanden bereikt en werd de Eemzee vanuit het Noorden gepenetreerd door de lusitanische Eemfauna, waarbij deze fauna Denemarken en Nederland vrijwel gelijktijdig bereikte (Spaink, 1958). In 1958 was dit nog een hypotese, die om nadere bevestiging vroeg. Deze bevestiging kan misschien komen uit het onderzoek van de Zuidelijke Noordzeekom door de Rijks Geologische Dienst, waaraan de schrijver dezes meewerkt en alle boringen en andere monsters op de mollusken onderzoekt. Het is gebleken, dat ook in België mariene Eemlagen gevonden zijn. (Paepe & Vanhoorne, 1972, idem & Deraymaeker, 1972). Het betreft Eemafzettingen met een zeer arme molluskenfauna, waarin schaars enige lusitanische elementen in voorkomen als *Bittium reticulatum* en *Venerupis decussatus*. Ook in het Zuidelijk deel van de Zuidelijke Noordzeekom zijn schaars Eemcomponenten aangetroffen. Een uitbundige warme Eemfauna is echter nergens gevonden tussen Nederland en het Nauw van Calais. Wel zijn duidelijk Eemfauna's gevonden voor en ter hoogte van de Nederlandse kust, maar daar zijn zij ook te verwachten. Het Noordzee-onderzoek is nog in volle gang en het is nog te vroeg om goed gefundeerde conclusies te trekken, maar dit zal bij een gevorderd onderzoek zeker mogelijk zijn.

Tijdens de warmste fase van het Eemien was ook de zeestand het hoogst. Bij Amersfoort werd het Eemdal geïnundeerd. Dikke pakketten met rijke schelpenlagen werden daar afgezet. Deze afzetting bij Amersfoort vormt de type-localiteit van het Eemien. Het Eemien is genoemd naar het riviertje de Eem, dat van Amersfoort naar het IJsselmeer loopt. (Harting, 1874). Bij Amsterdam lag een stuwwal, waar de Eemzee niet overheen kwam. Deze stuwwal ligt nu nog in de ondergrond, begraven onder het Weichselien dekzand en het marien Holoceen. Voor deze stuwwal lag in de Eemtijd een strandvlakte, waarop dikke schelpenpakketten werden afgezet. Boven deze voormalige zeer schelprijke strandvlakte lag een polder, de Slotermeerpolder. Deze polder lag midden in het Amsterdamse uitbreidingsgebied. Voor het bouwrijp maken van de weilanden werd het zand uit de ondergrond van deze polder opgezogen, waardoor de polder weer in een meer veranderde, het Slotermeer. De zanden, steriele zanden uit het Weichselien en zeer schelprijke zanden uit de strandvlakte van het Eemien werden overal om het Slotermeer opgespoten. Na het opspuiten moesten de terreinen een aantal jaren blijven liggen om in te klinken en vast te worden. Tijdens deze jaren is de zeer rijke Eemfauna op grote schaal verzameld en onderzocht door amateurs, leden van de Amsterdamse Malacologische Werkgroep o.l.v. de schrijver dezes. Door dit grote onderzoek is onze kennis van de Eemfauna zeer toegenomen. Vele nieuwe soorten voor de Nederlandse bodem, nieuwe soorten voor de Eemlagen en zelfs geheel onbekende soorten werden gevonden (Spaink, 1957, 1958). Samen met de kennis, opgedaan uit vele boringen in de Eemlagen en nu in de Noordzee kunnen we wel zeggen, dat de Eemfauna de best bekende fossiele molluskenfauna in Nederland is.

Ook aan het Eemien kwam een einde. Het Eemien is een interglaciaal, er volgde dus nóg een ijstijd, het Weichselien. Na het klimaats-optimum met een Middellandse Zee klimaat werd het betrekkelijk snel weer kouder. De nieuwe ijstijd werd ingezet,

de gletschers begonnen zich weer uit te breiden, de zeespiegel begon weer te dalen. Het eerst verliet de Eemzee het hooggelegen Eemdal. Maar de temperatuursdalingen gingen niet gelijkmatig en was aan flinke schommelingen onderhevig. Tijdens één van deze schommelingen werd het weer zo warm, dat de gletschers begonnen af te smelten en de zeespiegel weer ging rijzen. Tijdens deze warme fase na het eigenlijke hoogtepunt drong de zee wederom het Nederlandse gebied binnen, maar nu ook gebieden, waar de Eemzee tijdens haar hoogtepunt niet was geweest, n.l. in Zuid Holland (Leiden, Gouda, Rotterdam) en Zeeland en drong het Rijndal en het Scheldedal binnen. De Eemfauna uit dit gebied is echter veel armer dan de fauna uit de 'klassieke' Eemlagen in Noord Holland, het Eemdal en het IJsselmeergebied. Warme, lusitanische soorten waren weinig present, de gewone kokkel, *Cardium edule*, vormde de hoofdmoot van de fauna (Brouwer 1941). Het was geen wonder, dat men deze afzetting lange tijd niet als Eemien heeft herkend. De dateringen liepen sterk uiteen van Holsteinien (en ouder) tot en met het Holoceen. Uit palynologisch onderzoek bleek, dat deze afzettingen tot het Laat Eemien behoort (van der Heide, 1957, 1965). Tijdens het Laat Eemien is de Eemzee niet meer in het Eemdal teruggekeerd, ook de strandvlakte onder het Slotermeer werd niet meer bereikt, zodat de zeestand minder hoog moet zijn geweest dan tijdens het klimaatoptimum. In het Hunzedal liggen eveneens Eemlagen. Maar ook hier ontbreekt de spontane warme lusitanische Eemfauna en voert *Cardium edule* de boventoon (Steenhuis, 1941).

De grote gelijkensissen tussen de fauna van Zuid-West Nederland en het Hunzedal is de reden, waarom ik het Eemien uit deze gebieden correleer (Spaalk, 1958). Waarom Zuid-Holland, Zeeland en het Hunzedal dan niet tijdens het klimaatoptimum van het Eemien met een hogere zeestand geïnundeerd zijn, is een nog niet beantwoorde vraag.

Maar tenslotte zette de laatste ijstijd goed door. De Eemzee trok zich geheel uit het nederlandse gebied terug. De rivieren, die op de Eemzee afvoerden, trokken achter de terugtrekkende zee aan. Daarbij werd hun verval steeds groter. Ze stroomden nu over een weinig geconsolideerde zandbodem zonder enige vaste begroeiing en sneden daar bij diep in. Hun eroderende werking moet zeer groot geweest zijn. In grote delen van Noord Holland werden de Eemlagen, die toen dus nog aan de oppervlakte lagen, op grote schaal 'omgeploegd' en omgewerkt door de verwilderde rivieren. We moeten daarbij ook denken aan het diepe dal, dat nog steeds bij Bergen lag. De basis van het Holoceen ligt plaatselijk op 40 meter diepte, terwijl deze elders niet dieper dan 20 meter en vaak minder diep ligt. Waarschijnlijk zijn de rivieren naar dit diepe dal gestroomd, door het grote verval diep insnijnd in de ondergrond. Pollenanalytische onderzoekingen van boringen in deze omgeving hebben aangetoond, dat deze fluviatiele erosie van het Eemien vooral heeft plaats gevonden in de allerlaatste fase van het Eemien, bijna op de grens van het Weichselien.

De omwerking van het Eemien in Noord Holland kon vooral aan de hand van het molluskenonderzoek van vele boringen worden vastgesteld. Om vele plaatsen is het autochthone Eemien gehalveerd of geheel omgewerkt tot de basis toe. Men vindt in de boringen in de betreffende gebieden een afzetting met een rijke, op het eerste gezicht normale autochthone Eemfauna. Deze afzetting werd dan ook voor autochthone Eemien aangezien. Het pakket bestaat uit grof zand met fijn grind en plaatselijk zeer veel schelpmateriaal (Spaalk, 1973). Maar toen werd in boring 19D/116 bij West Grafdijk, ten Oosten van het Alkmaarder Meer op 27 meter diepte een halve, maar verder goed geconserveerde en complete kaak gevonden, die door Drs. Kortebout van der Sluys (Rijksmuseum van Geologie en Mineralogie, Leiden) werd gede-

termineerd als *Dicrostonyx torquatus* Pallas, de Gekraagde Lemming (de kaak is opgenomen in de collectie van dit Museum). De Gekraagde Lemming is een arctisch zoogdiertje, dat in Europa tijdens het Weichselien een explosieve verspreiding had. De afzetting, waarin de kaak gevonden was, was als duidelijk Eemien gedateerd, hetgeen dus niet in overeenstemming kon zijn met het optreden van die Lemming in dezelfde afzetting. De vondst van die kaak was de reden, dat het Eemien nu 'met andere ogen' bekeken werd. Het bleek al spoedig, dat het marien schelpmateriaal vaak versleten en afgerond was. Maar wat belangrijker was, in de monsters met een rijke Eemfauna werden vrij veel land- en zoetwatermollusken gevonden, die, hoewel veelal teer en dunschalig, toch vaak goed geconserveerd en gaaf waren, terwijl het Eemmateriaal vaak versleten was. Nog duidelijker werd het, toen bleek dat een deel van de continentale mollusken een arctische verspreiding hadden, althans uit het Weichselien in West Nederland bekend zijn, zoals *Pisidium stewarti*, *Pisidium obtusale lapponicum*, *Planorbis acronicus*, etc. (Van Rechteren Altena, 1957). Maar ook werd een top van *Orcula dolium* gevonden, een soort, dat het liefst in een kalkrijk bergachtig gebied leeft. De continentale molluskenfauna in de boringen bleek een gematigd tot koud karakter te hebben. Opvallend was, dat veel materiaal uit stromend water gevonden werd, vele stevige, zwaar gebouwde kleppen van *Pisidium supinum*, *Pisidium henslowanum*, *Pisidium amnicum*, *Sphaerium solidum*, *Theodoxus fluviatilis*.

Alle afzettingen met land- en zoetwatermollusken worden tot het omgewerkte Eemien gerekend. De vondsten van de kaak van *Dicrostonyx torquatus* en van *Pisidium obtusale lapponicum* doen vermoeden, dat de fluviatile erosie plaats heeft gehad in een koude tijd, dus in het Weichselien. Dit zal voor een deel zeker juist zijn. De pollen-analytische dateringen geven echter over het algemeen een datering van eind Eemien. Ik stel mij aan de hand van de gevonden continentale mollusken een landschap van verlaten zandgronden voor (de verlaten zeebodem). Een open landschap, met hier en daar wat licht struikgewas en een lage, niet dichte vegetatie zoals b.v.: graslanden, hier en daar ondiepe meren en plassen en doorsneden door vele wilde meanderende rivieren, die overal insneden, en de stroombeddingen steeds weer verlegend. In de plassen en meren leefden zoetwaterdieren, die stilstaand tot stagnerend zoet water prefereren, in de rustige bochten, en afgesneden meanders soorten die wel enige, maar niet te sterke stroming prefereren. Aan de oevers, in de kleine bossages, in de graslanden enz. leefden de soorten, die open vochtige landschappen prefereren. Maar alle biotopen werden steeds weer na kortere of langere tijd door de meanderende rivieren aangesneden en opgeruimd. Daardoor wordt in de boringen in deze afzettingen alles dooreen gevonden uit zeer uiteenlopende biotopen. De riviererosie in Noord Holland moet plaats gevonden hebben van de regressie van de Eemzee uit dit gebied tot de tijd dat de kou van het Weichselien dominerend begon te worden en het water steeds meer vast gelegd werd door de steeds strenger en langer wordende winters. Tenslotte raakte de bodem permanent bevroren en ontstonden koude periglaciale toendra's.

Lijst van gerefereerde en gebruikte literatuur

- J. Brouwer, 1941 - Bijdrage tot de kennis van het Hoogterras in mariene facies in den ondergrond van 's-Gravenhage en Wassenaar; *Geologie en Mijnbouw*, 3e jrg., ns. no. 3. pp 73-84 en no. 9, pp. 49-60.
- J. Harting, 1874 - De bodem van het Eemdal; *Versl. Kon. Ned. Ak. v. Wetensch.* 2e reeks, deel VIII

- S. v. d. Heide, 1957 - Correlations of the marine horizons in the Middle and Upper Pleistocene of the Netherlands, *Geol. & Mijnb.*, 19e jrg. ns. no. 7, pp. 272-276.
- 1965 - Problems of the marine Eemian in Europa; Rep. VIth Int. Congress on Quaternary, vol. I-Shorelines, Łódz, pp. 167-173.
- D. M. Hopkins, 1967 - The Bering land Bridge; Stanford Univ. Press, California.
- S. Jelgersma, 1961 - Holocene sea level changes in the Netherlands; *Med. Geol. Sticht. Ser. C-VI-No. 7*.
- 1966 - Geologische verkenning in de sluisput bij Peelo (Drente) Jaarverslag Geol. Stichting, pp. 61-67.
- V. Nordmann, 1908 - Eem-Zonerne; *Danm. Geol. Unders. II. Raekke, Nr. 17*.
- 1928 - Position stratigraphique des Dépôts d'Eem; *idem, Nr. 47*.
- R. Paepe & R. Vanhoorne, 1972 - Mariene Eemian deposits at Meetkerk (Belgian Coastal Plain); *Serv. Geol. Belg. Prof. Paper, No. 7*.
- R. Paepe, R. Vanhoorne & D. Deraymaeker, 1972; Eemian Sediments near Bruges (Belgian Coastal Plain); *idem, Prof. Paper No. 9*.
- A. Pannekoek e.a., 1956 - Geologische Geschiedenis van Nederland; *Kon. Ned. Geol.-Mijnb. Gen. & Geol. Stichting, 's-Gravenhage*.
- C. O. van Regteren Altena, 1957 - 5- Pleistocene Mollusca in The Excavation at Velsen; *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Ser. XVII, 2e stuk*.
- G. Spaink, 1958 - *Spisula hartingi* nov. spec., a new bivalve from the Eemian deposits in the Netherlands, *Basteria, Vol. 22/1, pp. 15-17*.
- 1958 - De Nederlandse Eemlagen I - Algemeen overzicht; *Wet. Med. Kon. Ned. hist. Ver., No. 29*.
- 1973 - Boringen ten behoeve van toekomstige zandospuitertijen; *De Kreukel. Jrg. 9/1, pp. 3-10*.
- J. F. Steenhuis, 1941 - Het verloop van de kustlijn van de Eemzee in Groningen; *Jaarverslag Geol. Stichting, pp. 65*.
- P. Tesch, 1927 - De glaciale kneding; *Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., 2e ser., deel XLIV, pp. 325-334*.
- M. W. ter Wee, 1962 - The Saalian glaciation in the Netherlands; *Med. Geol. Stichting, n.s., No. 15, pp. 57-76*.
- W. H. Zagwijn, 1961 - Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands, part I: Eemian and Early Weichselian; *Med. Geol. Stichting, n.s., No. 14, pp. 15-45*.
- W. H. Zagwijn, H. M. van Montfrans & J. G. Zandstra, - Subdivision of the 'Cromerian' in the Netherlands; pollen-analysis, palaeomagnetisme and sedimentary petrology; *Geol. & Mijnb., vol. 50/1, pp. 41-58*.
- J. I. S. Zonneveld, 1959 - Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoecen; *Med. Geol. Stichting, n.s., No. 12, pp. 31-64*.