

Enschede afzettingen

1.1 Algemeen

De Enschede afzettingen zijn de hoogst gelegen (jongste) afzettingen die behoren tot de Oostelijke rivierafzettingen. Ze worden onderscheiden van de onderliggende Harderwijkafzettingen door de afwezigheid van Rijn- en Maas componenten. Deze komen in de onderliggende Harderwijkafzettingen nog in kleine hoeveelheden voor (o.a. Bunnikrijn afzettingen), in de Enschedeafzettingen is sprake van vrijwel zuivere Oostrivier componenten.

De naam komt voor het eerst voor bij Crommelin (Crommelin, 1938) die in de zware mineraalinhoud een specifieke groep onderkende die hij de Enschede Provincie noemde. In 1958 (Zonneveld, 1958) voert Zonneveld de Formatie van Enschede formeel in. Hierna wordt er weinig verder over gepubliceerd. In de toelichting op de Geologische kaart (Zagwijn et al, 1975) wordt een verdere beschrijving gegeven.

1.2 Lithologie

De afzettingen bestaan, met name onderin, uit exclusief Oostrivier afzettingen uit Oost- en Noord-Europa. De onderzijde van de Enschede afzettingen wordt over het algemeen lokaal gekenmerkt door het voorkomen van zeer grofkorrelige zanden en grinden. In deze afzettingen komt een serie van de grofste niet-glaciale Neogeen te dateren sedimenten voor. Naar boven toe worden de afzettingen fijnkorreliger, hoewel grove grindlagen aanwezig blijven. Het hogere deel kent een mengzone met Rijn componenten. Dit wijst op het terugkeren van de Rijn naar het noorden van Nederland.

Deze Rijnaafzettingen vallen dan onder de Urk-afzettingen. De Enschede-afzettingen dagzomen in Nederland alleen in stuwwallen. Ze wordt wel veelvuldig aangeboord. Het is een belangrijk deel van de zoetwateraquifer in Noord-Nederland.

De afzetting is opgebouwd uit kalkloze tot iets kalkhoudende, iets geligwitte fijne tot zeer grove zanden, lokaal fijne grinden. Sterke wisselingen in korrelgrootte zijn karakteristiek. Soms bevat ze een spoor grof grind. De grinden zijn zelden groter dan 2 cm (KB 10). De samenstelling heeft tot 3% lydiet en bontzandsteen. De bontzandsteen kan afkomstig zijn uit Noord-Duitsland, Denemarken of van Helgoland.

1.3 Zware mineralen

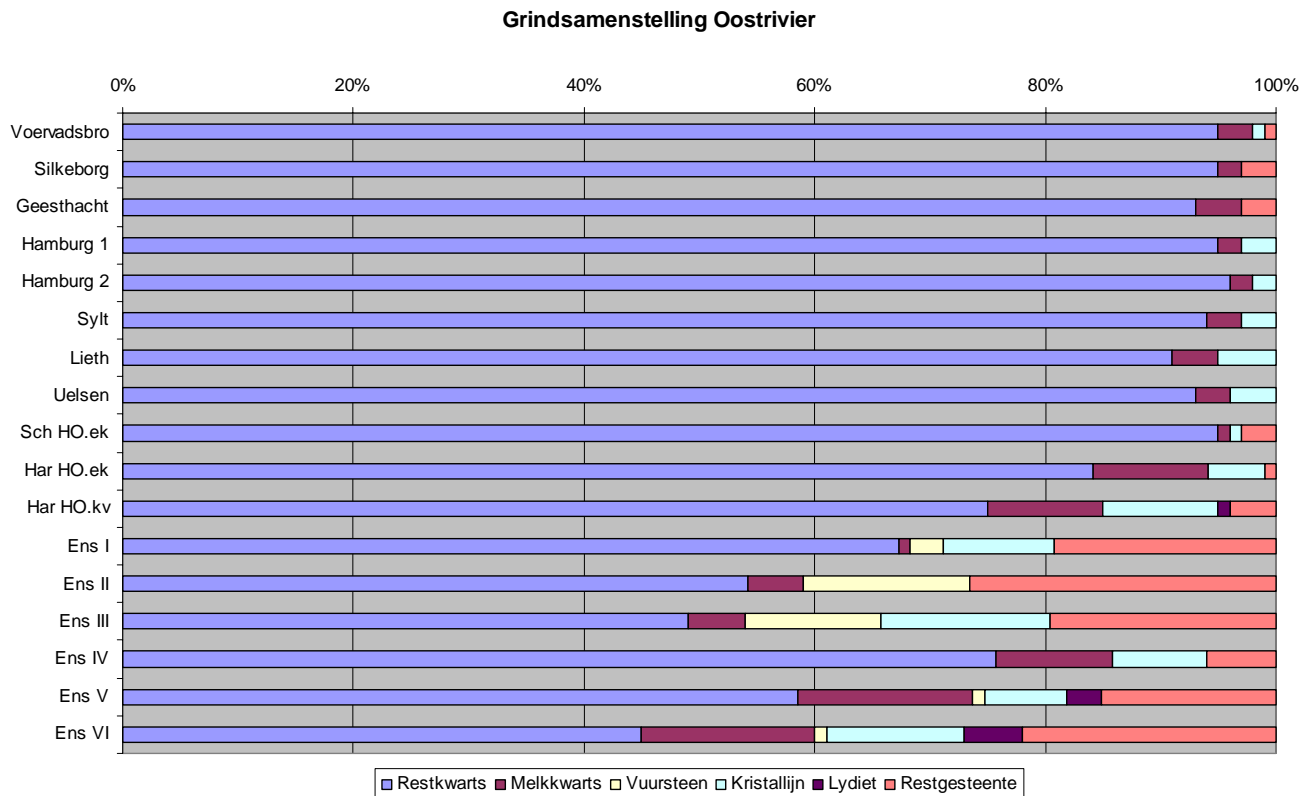
In de zware mineralen-assemblages komen granaat, epidoot, hoornblende voor naast een aantal stabiele mineralen. Voorts komt een paar procent topaas voor (uit het Erzgebirge, vooral bovenin de afzettingen). Over algemeen is deze assemblage stabiel dan RM afzettingen. In de zware mineraaldiagrammen zijn er geen duidelijke subzone's te onderscheiden. Het gehalte aan metamorfe mineralen is gewoonlijk wat hoger dan in de onderliggende HO.kv. Dit kan wijzen op een wijziging van het brongebied van de Oostrivier.

1.4 Grind

Op o.a. de Veluwe komen in de afzettingen de grind tot stenen (80 cm) bevattende Hattemlagen voor met stenen afkomstig uit de Botnische Golf en Dalarna, een mogelijke aanwijzing voor een zeer nabije ijsschap van een grote glaciatie. De Hattem-lagen worden door de NITG-TNO (Bosch, 2003) ingedeeld bij de top van de Peize-afzettingen op basis van het afwezig zijn van porfier (met name Thüringer Woudporfier) en zijn daarmee ouder dan de E3. In boring 11H-16 valt het laagpakket van Weerdinge (de Mengzone) samen met de E4/U1. Onderin de boring 11H-16 ligt nog een volledige E3, hieronderin kunnen de Hattem-lagen liggen. Er zou dan daadwerkelijk een correlatie tussen de Gilzerbaanlagen (S3 / MIS 18) en de E3 kunnen zijn. Deze Hattem-lagen zijn mogelijk ook gevonden in de Noordzee (Laban, 1995).

In het grind van de Enschede afzettingen komt porfier, graniet, bontzandsteen en lydiet voor. In Friesland (KB 10) wordt in de afzettingen grind gevonden afkomstig uit het stroomgebied van de Elbe (vooral Saale en Munde, in mindere mate de Weser). Hiermee heeft ze meer Middenduits grind dan de onderliggende Harderwijk afzettingen hetgeen een aanwijzing kan zijn voor veranderingen in het oorsprongsgebied. De Hattem-lagen bevatten extreem veel gepolijste lydieten (Maarleveld, 1983). Zeer opvallend is het voorkomen van niet-gerolde vuursteen in de Hattem-lagen, wat niet afkomstig kan zijn uit de vuursteenleverende Maas (de Oostrivier en RM sluiten elkaar in de Enschede afzettingen immers uit). De hoekige vuursteen moet eigenlijk van een noordelijk gelegen ijsschap afkomstig zijn (anders zou de vuursteen door transport zijn afgerond). Nabij de Reeshof zijn in de grinden eveneens hoekige vuurstenen aangetroffen (zie de Sterksel S3). NB: in boring Nijland, 10E-50, is in de Hattemlagen Gneiss en Graniet gevonden waarvan men stelt dat ze uit Scandinavie komen. Volgens Lüttig (Lüttig, 1961) komt de bulk van de Fenoscandinavische stenen uit de regio 15 OL en 57 NB (omgeving zuid-Zweden). Maarleveld (Maarleveld, 1956) geeft een hoeveelheid grindanalyses die, gecombineerd met gegevens afkomstig uit de diverse kaarbladen in verschillende groepen is in te delen.

Het grindgehalte van de Oostrivier is mijns inziens in te delen in zes te onderscheiden groepen in de Enschede afzettingen, 2 groepen in de Harderwijk afzettingen en een groep in de Scheemda afzettingen. Deze indeling is gebaseerd op het gehalte aan Restkwarts in verhouding tot Melkkwarts en Kristallijn gesteente



De groepen kunnen vanzelfsprekend in elkaar overgaan, ze hoeven niet te wijzen op leeftijdsverschillen. Het tevens onbekend hoe deze groepen binnen de sequenties passen. In andere afzettingen (Sterksel, Tegelen) zijn de verschillen tussen de groepen significant.

Zagwijn (Zagwijn, 1975) geeft tellingen van boring 20B-24, Enkhuizerzand (zie profiel WE 520). Hieruit komt naar voren dat de onderzijde van -74/-133 tot klasse Ens-IV behoort en dat de bovenzijde, na een erosieve grens op -66, tot klasse Ens-V overgaand in Ens-VI. Mogelijk dat er nog een erosieve grens aanwezig is op -82. Of deze laatste twee klassen los van elkaar gezien kunnen worden is onduidelijk. Klasse Ens-I, -II en Ens-III zijn gekenmerkt door veel meer Vuursteen en Kristallijn gesteente. Deze zijn niet aangetroffen in 20B-24. Klasse Ens I zou ook tot de Harderwijk afzettingen kunnen behoren. In ieder geval worden deze Maarleveld monsters (Ens I, II en III) alleen in het westen van Nedersachsen aangetroffen, niet in Nederlandse monsters. Ze worden verder buiten beschouwing gelaten.

Op basis van de zware mineralen kan 20B-24 worden ingedeeld in de Formatie van Enschede (E1, E2 en de onderzijde van E3) een Sterksel (de bovenzijde van de E3 en de onderzijde van de E4, mogelijk een U1) en een Formatie van Urk met meer (>20%) augiet . Deze laatste is een Mengzone tussen de terugkerende RM (dus post MIS 17) en de verzwakkende Oostrivier. Een aparte opmerking verdient het deel wat mogelijk de U1 is: de zware mineralen wijzen al op (veel) Rijn invloed, terwijl het grind nog Oostrivier is. Een dergelijk verschijnsel is ook opgemerkt door Kasse die bemerkte dat de zware mineralen al duidelijk Rijn zijn terwijl het grind voornamelijk Maas gedomineerd bleek.

Oost in %	Melkkwarts	Restkwarts	Vuursteen	Kristallijn	Lydiet	Overig	Interpretatie
SCH HO.ek	0-1	95	0	1	0	3	Deze groep kenmerkt zich door extreem veel restkwarts
HAR HO.ek	2-20	65-95	0	3-8	0-1	2-10	Deze groep kent al een lichte RM invloed wat zich uit in een hoger gehalte aan Melkkwarts en Overig
HAR HO.kv	1-25	55-85	0-2	5-15	0-2	5-15	Deze groep wordt onderscheiden op basis van meer Kristallijn gesteente. In boring 39F-224 kent de HO.kv twee kristallijn pieken (tot 15%), In deze boring neemt het gehalte aan restkwarts in de HO.ek naar boven toe van 70 tot 90%. Dit laatste kan wijzen op een afnemende RM-invloed.
ENS I	0-2	70-75	2-5	5-15	0-1	15-25	Deze groep benadert de Harderwijk groepen nog het meest.
ENS II	1-5	40-50	5-15	20-35	0	15-30	
ENS III	1-10	40-60	5-15	10-20	0-1	15-25	
ENS IV	5-15	70-80	0-1	5-10	0-1	2-10	
ENS V	10-25	50-65	0-2	4-10	1-5	10-20	De ENS-IV, ENS-V en de ENS-VI hebben mogelijk connecties met de Mengzone (Rijninvloed) vanwege de hoeveelheid Melkkwarts.
ENS VI	10-25	40-50	0-2	5-15	0-10	15-30	

1.4.1 Grote blokken

Grote blokken komen in Nederland onder andere voor in de S3 (Gilzerbaanbrokken). Ze komen bijvoorbeeld ook voor in de eerste glaciale afzettingen in Polen. Deze worden aangetroffen onder de Brunhes/Matuyama magnetochron en zijn hiermee ouder dan 0,78 Ma.

Ze zijn gevonden in de Noordzee (Laban, 1995) en in het westen van Cornwall (Hampshire-Sussex coast). Op ODP-site 982 zijn er op een mogelijk vergelijkbare niveau van de S1 en de S3 relatief grote rotsfragmenten (Ice Raft Debris) gevonden midden in de Atlantische oceaan. Voorts zijn er in ODP 982 rotsfragmenten gevonden (drie pieken hiervan vlak bij elkaar) uit, waarschijnlijk, het Pretiglien. Een mogelijk verspreidingsmedium van al deze blokken kunnen ijsschotsen zijn, afgebroken van noordelijker liggende ice-caps. De blokken zijn dan (mogelijk ook in Nederland te beschouwen als IRD). Ze geven een indruk van de gesteentesoorten aanwezig onder de (land)gletschers.

In de zuidelijke Noordzee was er hiernaast misschien sprake van het aan de zuidzijde afgeloten zijn van het Kanaal (de landengte tussen Frankrijk en Engeland zou pas doorbreken in het Elsterien). Er zou dan een soort binnensee bestaan kunnen hebben tussen de ijsskaprand en de hogere delen rondom de zuidelijke Noordzee. In deze binnensee dobberden de ijsschotsen rond.

Dit zou kunnen verklaren waarom de Hattemlagen in Groeve de Boer (blad 270-28) vrijwel alleen uit Scandinavische zwerfkeien bestaat (dichter bij het ijs), te Maarn is er al een aantoonbare zuidelijke invloed (10-20%) en in Brabant is de invloed vrijwel alleen zuidelijk (met een enkele uitzondering: de Kei van Oudenbosch na, een uit de "Donderakker", mogelijk te dateren op S3, opgegraven Scandinavische zwerfkei).

Alleen, dit heeft de volgende implicatie: deze zuidelijke stenen zouden dan ook zuidelijker (in de Ardennen) moeten zijn opgepakt door ijsschotsen. Aangezien de Ardennen in die tijd volop bezig waren met een tectonische stijging lijkt een ijsskap me uitgesloten. De brongebieden in de Ardennen waren nog niet al te hoog opgeheven.

NB: De stenen konden alleen naar vele hooggelegen punten drijven tijdens hoog water. In een IJstijd (waarin in ijskappen veel water is vastgelegd) is de zeespiegel laag. Dit leidt mijns inziens tot de volgende conclusie:

Of het landijs is wel tot in Zuid-Nederland geweest. In dat geval ontbreken alle te verwachten kenmerken van zo'n ijsbedekking (grondmorene, eindmorene etc.). Of er was daadwerkelijk sprake van een binnensee tussen de ijsskap en topografische hoogten. Een binnensee die dan tevens het Kanaal heeft afgesloten (tussen Bretagne en Cornwall).

In Polen zijn uit de oudste ijstijd grote blokken en gepolijste lydieten gevonden. In West-Engeland zijn grote blokken gevonden op dateerbare niveau's. Hiervan heeft West (West, 2002) een samenvatting gemaakt.

Uit deze samenvatting blijkt dat deze zwerfstenen voorkomen in lagen met fossiele resten (met name Olifant) met een oudere leeftijd dan Eemien. Voorts komen stenen en grind in deze lagen voor waarvan de herkomst van verder gelegen is. Er zijn in Zuid-Engeland verbanden gevonden met afzettingen in Noordwest-Frankrijk en de Kanaaleilanden. De zwerfstenen zijn vaak opvallend hoekig, niet afgerond zoals de zwerfstenen uit Drenthe. De grote stenen worden vaak gevonden aan de basis van een grindige laag. Lydiëten zijn soms afgerond en gepolijst o.a. te Portland.

Soms is het grind afkomstig uit Schotland en Noord-Engeland. Dit kan eigenlijk moeilijk om Cornwall heen gedobberd zijn om zich te concentreren op Chesil Beach te Dorset. Dit zou eigenlijk moeten betekenen dat het Kanaal afgesloten was en er ook daar een binnenzee geweest moet zijn. Zeer interessant is het voorkomen van rode zandsteen in de lagen, mogelijk afkomstig uit Denemarken, Noord-Duitsland of Helgoland. Hiermee lijkt de grindassociatie sprekend op de Hattemlagen.

Te Brighton is o.a. *Littorina litorea* aangetroffen naast *Mammuthus*, *Rhinoceras*, *Hippopotamus* (zou post-5e of pre-MIS 15 moeten zijn) in een verhoogd strand (mogelijk indicatie van een hogere zeespiegel). Aminozuur (ASR)-datering van schelpmateriaal zou op ouder dan MIS 5e wijzen, mogelijk MIS 7. Hiernaast komt *Equus ferus* voor. Deze datering is eigenlijk in tegenspraak met het voorkomen van *Hippopotamus*.

Te Selsey zijn de zoogdieren wat nader geanalyseerd. Gevonden zijn o.a.: *Elephas antiquus*, *Elephas primigenius*, *Rhinoceras tichorhinus*, *Equus caballus*, *Bison priscus*, *Bos longifrons*, *Cervus elephas*, en *Canis lupis*.

Te West-Wittering is boven de laag met zwerfstenen een venige klei aangetroffen met *Corbicula fluminalis*, *Rhinoceras*, zoet- en zoutwaterschelpen en plantenzaden. Reid (1899) vond 94 verschillende soorten planten waaronder een aantal uitgestorven en zelfs twee mediterrane soorten. Er werden 70 soorten molusken gevonden, waarvan 62 zoetwatersoorten o.a. *Paludestrina marginata*. Zoogdiersoorten waren o.a.: *Microtus amphibius*, *Rana temporaria*, *Esox lucius* en *Anguilla vulgaris*. Deze afzettingen zijn onderin volledig zoetwater, bovenin meer estuarien. De leeftijd van de veenlaag zou Ipswichian kunnen zijn. Gezien het feit dat de zwerfkei afzettingen in ieder geval ouder dan het Elsterien moeten zijn, blijft voor wat betreft de grofheid uiteindelijk het Don-glaciaal over, MIS 16 (E3, S3 in de nederlandse afzettingen).

2 Standaardboring en sequenties

2.1 Algemeen

In de Enschede afzettingen is een viertal sequenties onderkend gescheiden door SB's.

2.2 Sequenties

2.2.1 E1

De onderste sequentie zou het equivalent moeten zijn van de S1. Dit kan gesteld worden op basis van het feit dat de S2 en de E2 lateraal in elkaar lijken over te gaan en dat de S1 de eerste vulling is van een IVF (incised valley fill) die op haar beurt weer het gevolg was van de insnijding rond 0,9 Ma. De laatste sequentie van de Harderwijk afzettingen, de H5, kenmerkt zich door het voorkomen van RM vermengingen in de Oostelijke rivier afzettingen, de S1 is een zuivere RM afzetting in Zuid-Nederland. De E1 zou dan een zuivere Oostelijke afzetting moeten zijn, gelegen in Noord-Nederland en gelegen onder de E2. Misschien dat de grove lagen onderin boring Texel-noord (profiel ZONW-1) hier nog een restant van zijn. Omwille van de telling wordt de eerste veel voorkomende Enschede afzetting de E2 genoemd. Een van de grindassociaties (Ens-I, II, of III) zou bij de E1 kunnen horen. Door de grote zeespiegelverlaging kan het zijn dat de E1 afzettingen alleen op de diepste delen van het Noordzeebekken hebben plaatsgevonden.

2.2.2 E2

De tweede sequentie is een van de meer wijdverbreide Enschede afzettingen (vergelijk de S2). Net als de E1 komt ook de E2 vooral in de diepst weggezakte delen voor. Ze is vaak grofkorrelig maar in het westen (profiel WE 520) zijn er mogelijk meer fijnkorrelige sedimenten. De bovenzijde is vaak een dunne kleilaag, de onderzijde een grove grindige laag. De afzettingstijd zou op MIS 20/19 gesteld kunnen worden, gelegen tussen 0,82 en 0,76 Ma. In theorie zou bovenin de Brunhes/Matuyama magnetochron gevonden kunnen worden. Helaas is deze sequentie in Nederland nergens ontsloten. Wel wordt deze B/M grens aangetroffen in het Pietersberg-terras.

2.2.3 E3

De derde sequentie heeft andere kenmerken dan de E1 en de E2. Lokaal is er overgang naar de S3 met Rijn invloeden, vooral onder Noord-Holland (zie profiel WE 575, onder Berggum). De sequentie is over het algemeen te beschouwen als een grote fine-up. De Rijninvloed kenmerkt zich door het voorkomen van augiet/alteriet in kleine hoeveelheden (tot 5%). Verder neemt het melkkwartsgehalte in het grind toe naar 5-10%.

2.2.4 E4

De vierde sequentie komt voornamelijk voor in het oosten van Nederland. Iets ten westen hiervan komt een Mengzone voor met relatief veel augiet/alteriet (tot 20%). Onderin de E4 komt in Groeve de Boer (op de Hondsrug) een gestuwde laag met grove stenen tot keien voor met een glaciale oorsprong (Scandinavische granieten). Deze glaciale stenen zijn misschien te correleren met de MIS-16 (Don glaciaal) waarin mogelijk een ijskap heeft bestaan in Noord-Duitsland. De E4 ligt lokaal topografisch erg hoog, mogelijk tot 10 [m-NAP] bij Emmen, profiel WE 540. Bovenin E4 ligt lokaal een kleilaag. Mogelijk is deze chronologisch te correleren met de Rosmalen-kleilagen (MIS 15) .

3 Profielen

3.1 WE 520

Dit west-oost profiel tussen Bergen en Schoonebeek laat zien dat onder Noord-Holland en het IJsselmeer de oudste Enschede afzettingen te vinden zijn. Boven de BB (Bavelien Boundary) komt een grove circa 20 meter dikke sequentie voor met in boring 20B-24 (IJsselmeer) een zware mineraalassociatie die in 1975 (Zagwijn, 1975) tot de Enschede formatie werd gerekend. Ze ligt boven kleilagen (die op hun beurt onder de BB liggen) die mogelijk tot het Bavelien behoren en te Scharwoude (19E-101) tot de Bunnikrijn-2 gerekend worden. Bovenin deze sequentie bevindt zich een uitgestrekte kleilaag. De hierboven gelegen E3 gaat onder Noord-Holland (o.a. Schoorl) lateraal over in mogelijk RM afzettingen van de S3. Het grind behoort tot de Ens-IV.

De E3 is door de E3 aan de top geerodeerd gezien de dikteverschillen in de E3. De E3 gaat onder Noord-Holland over in fijnkorrelige afzettingen die tot de S3 gerekend kunnen worden. Hier weer boven ligt de E4 die in 20B-24 tot de Mengzone gerekend kan worden door het aanwezig zijn van augiet in significante hoeveelheden. Het grind is hier gewijzigd in een Ens-V assemblage. De hoogste grindassemblage, de ENS-VI wordt tot de Urk afzettingen gerekend (U1).

3.2 ZONW-01

Het profiel tussen de Nederrijnbocht en Texel laat zien dat de E2 en de S3 daadwerkelijk een zelfde soort geschiedenis hebben meegemaakt als vulling van een SB-dal waarna de afzettingen zich over de rest van het oppervlakte konden uitbreiden. Beide worden afgetopt door een kleilaag die tot de MIS 19 (Waardenburg) kan worden gerekend. Zowel de E1 als S1 vullen alleen de diepste delen van de BB-SB. De kleilagen van de MIS 17 zijn eveneens correleerbaar waarna de MIS 16 het einde inluit van de Oostrivier afzettingen.

4 Flora en Fauna

In boring 11E-79 (Warrebosk, Kaartblad 11) zijn in de Urkafzettingen boven de Mengzone, pollen aangetroffen die door de RGD op Cromerien-IV zijn gedateerd (*Picea*, *Alnus*, *Quercus*, *Ulmus*, *Taxus*, *Chenopodiaceae*, *Hystrichosphaeridae*, *Foraminifera*, *Molusca* ergo: kustnabij).

Twee meter boven dit niveau bevindt zich nog volgens de pollenassemblage een gematigd warm (koel) niveau. Boring 11C-90 biedt mogelijk de volgende kleilagen: op 23 [-NAP] meter een Holsteinien assemblage (ca. 0,42 Ma), 17 meter daaronder een niet onderzochte kleilaag met een interglaciale polleninhoud (ca. 0,52 Ma). Op 45-48 meter ligt hier een zeer warme assemblage (Rosmalen, MIS 15?) en op 53-58 een warme polleninhoud (0,6 Ma?).

5 Regionale bijzonderheden

Naar het oosten toe (KB 12) worden de afzettingen kleilaag- en glauconietloos, meer naar het westen (KB 19) is het voorkomen van kleine hoeveelheden kalk en glauconiet juist karakteristiek voor de afzetting. Dit verschil kan komen uit de aanwezigheid van Rijn-materiaal (kalk) of erosieresten uit Duitsland (glauconiet). Grote steenlagen worden in de Enschede afzettingen gevonden op verschillende diepten. Het geheel staat bekend als Hattem-lagen (Zandstra, 1971).

In Noord-Holland (KB 19o) worden deze Hattemlagen beschreven boven een kleilaag met Tertiaire pollen (Bavelien?, Waardenburg?) in de onderkant van Enschede. In Drenthe (KB 16o) is onderin de afzettingen een dun kleilaagje met Waalien(??) pollen (mogelijk Bavelien).

Grote blokken zijn aangetroffen in groeves nabij Breda en Halsteren (Stuurman, 1990, pp 36). Volgens Kasse (Kasse, 1988) zouden deze behoren tot het basale deel van de Alphenzanden. Zelf vermeldt hij deze blokken niet. In theorie is Halsteren te westelijk voor Sterksel afzettingen.

Een andere aardige theorie is dat Scandinavische gletschers de Botnische en Finse Golf zover uitschuurden dat ze van een grote riviervallei (de Oostrivier) veranderden in een ondiepe (binnen)zee. Hierdoor zou de Oostrivier succesievelijk van haar brongebieden beroofd worden.

Voorts gaat de Oostrivier vanzelfsprekend minder waterdragend worden waardoor de afzettingen fijnkorreliger en minder uitgebreid kunnen zijn

Zowel in Oost-Nederland (ws. uit de I-Ens) als op Sylt (volgens de Duitsers is het Syltien van Pliocene ouderdom) zijn veel Ordovicische sponzen gevonden in zwerfstenen. Het herkomstgebied van de sponzen betreft de oude (Ordovicische) kusten van Baltica, een zuidelijk herkomst-gebied derhalve voor de Oostrivier. Het Ordovicium dagzoomt namelijk in een smalle strook van de zuidpunt van Zweden via de noordpunt van Bornholm naar het noorden van Litouwen (Talinn).

6 Referenties

6.1 Litteratuur

Dienst Grondwaterverkenning TNO / VU Amsterdam	1990	De hydrologische systeemanalyse van westelijk Noord-Brabant en omgeving	Rapport nr OS 90-25-A
Doppert J.W.C., Zonneveld J.I.S.	1955	Over de stratigrafie van het fluviatiele Pleistoceen in west-Nederland en Noord-Brabant.	Mededelingen Geologische Stichting nieuwe stijl 8, p.13-30
Kasse, K.	1988	Early-Pleistocene tidal and fluvial environments in the Southern-Netherlands and Northern- Belgium	Thesis, Free University, Amsterdam
Laban	1995	The Pleistocene glaciation in the Dutch sector of the North-Sea	Thesis, Amsterdam
Lüttig G.W, Maarleveld G.C.	1961	Nordische geschiebe in ablagerungen prä-Holstein in den Niederlanden (Complex van Hattem	Geologie en Mijnbouw nr 4 pp 163-174
Maarleveld	1983	A note on ventifacts and the shape, angularity and surface polish of lydites in fluvial deposits and in stone pavements	Geologie en Mijnbouw 62, p 451-454
Stuurman, R et al	1990	Hydrologische systeemanalyse van Noord-Brabant en omgeving	TNO-DGV 1990 rap.no OS 90-25-A
Zagwijn, W.H. van Staalduinen, C.J.	1975	Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland	RGD, Haarlem
West	2002	Erratics of the Hampshire-Sussex Coast	http://www.soton.ac.uk/~imw/erratic.htm
Zandstra, J.G.	1971	Geologisch onderzoek in de stuwwal van de oostelijke Veluwe bij Hattem en Wapenveld	Mededelingen Rijks Geologische Dienst, Nieuwe Serie 22: 215-259
Zonneveld, J.I.S.	1958	Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen.	Meded. Geol. Stichting, N.S. 12:31-64

6.2 Kaartbladen RGD

Bisschops, J.H.	1973	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Eindhoven Oost (51o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Bisschops J.H., Broertjes J.P, Dobma W.	1985	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Eindhoven West (51W)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Bisschops, J.H.	1989	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Utrecht (31o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
De Groot, T.A.M.	1988	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Heerenveen (11w en 11o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Hageman, B.P.	1964	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Goeree-Overflakkee (43w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Kuyl, O.S.	1980	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Heerlen (62 en 62o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
NITG-TNO	2001	Toelichtingen bij de kaartbladen XIII en XIV Breda-Valkenswaard en Oss-Roermond	Geologische Atlas van de Diepe Ondergrond van Nederland, Utrecht
Ter Wee, M.W.	1976	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Sneek (10w en 10o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Ter Wee, M.W.	1979	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Emmen (17w en 17o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Ter Wee, M.W.	1966	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Steenwijk (16o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van de Meene, E.A.	1977	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Arnhem (40 oost)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van den Toorn J.C.	1967	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Venlo-west (52 w)	Geologische Stichting, Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1965	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, bladen Zeeuws-Vlaanderen west en oost (54 /44 w en 54/44o)	Geologische Stichting Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1970	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Schouwen-Duiveland (42o en 42w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1972	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Walcheren (48w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1978	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Beveland (48o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem

Van Staalduinen C.J.	1979	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Rotterdam West (37w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Verbraeck, A.	1984	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Tiel (39w en 39o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Verbraeck A., Bisschops J.H	1971	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Willemstad Oost (43o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Westerhof, W.E., de Mulder, E.F.J., de Gans, W.	1988	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Alkmaar (19 o en 19w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Zagwijn W.H., Van Staalduinen	1975	Toelichting bij de geologische kaart van Nederland	Rijks Geologische Dienst