

BIAXiaal

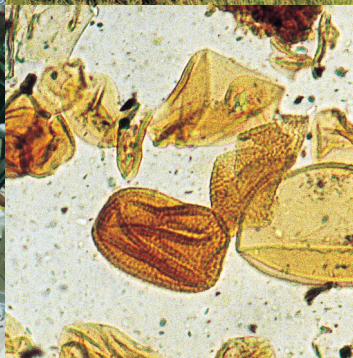
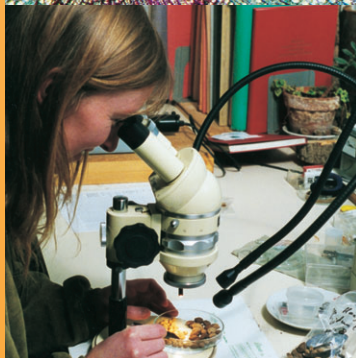
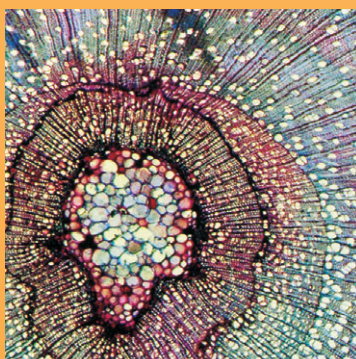
40

**Het landschap in Zuidelijk Flevoland
tussen 9500 en 4300 BP.**

**Een landschapsreconstructie in
het gebied Wet Bodembescherming**

W. Gotjé

maart 1997



**Onderzoeks- en Adviesbureau
voor Biologische Archeologie en Landschapsreconstructie**

Colofon

Titel:

BIAX*iaal* 40

Het landschap in Zuidelijk Flevoland tussen 9500 en 4300 BP. Een landschapsreconstructie in het gebied Wet Bodembescherming.

Auteur:

W. Gotjé

Opdrachtgever:

Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB)

ISSN: 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 1997

Correspondentie adres:

BIAX *Consult*

Hogendijk 134

1506 AL Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

fax: 075 – 61 49 980

e-mail: BIAX@BIAX.nl

1 Inleiding

1.1 Drie onderzoeken

In het kader van een groots opgezet onderzoek naar de landschappelijke veranderingen in en de bewoningsgeschiedenis van het meest zuidelijke deel van Zuidelijke Flevoland (zie fig. 1) tijdens het Holoceen zijn eind 1994 een aantal projecten van start gegaan. Ten eerste is in opdracht van De Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) in 1994 een onderzoek naar de opbouw van de ondergrond in het gebied Wet Bodembescherming begonnen met als doel om het voormalig landschap in de vorm van een serie paleogeografische en paleobotanische kaarten te kunnen schetsen. Ten tweede is door de aanleg van de snelweg A27 in Zuidelijk Flevoland ten zuidoosten van Almere een opgraving van een archeologische vindplaats uitgevoerd door de Rijksdienst voor Oudheidkundig Bodemonderzoek (ROB) te Amersfoort. De opgraving vond plaats op kavel Kz48 tussen het kanaal de Hoge Vaart en de Tureluurweg (geografische coördinaten 151.600; 481.200) (zie figuur 1). De opgraving is uitgevoerd van november 1994 tot oktober 1996 en stond onder leiding van de provinciaal archeoloog van Flevoland drs. J.W..H. Hogestijn. De vindplaats was ontdekt tijdens een inventariserend booronderzoek op het traject van de toekomstige snelweg A 27 (Exaltus, 1993) en ligt op een met veen en klei bedekte dekzandrug langs de bedding van de voormalige rivier de Eem. Uit de voorlopige gegevens blijkt dat de vindplaats als jachtkamp in gebruik is geweest in het Mesolithicum en het Vroeg Neolithicum (tussen 6100 en 5700 BP). Ten derde zijn in opdracht van Rijkswaterstaat op de hierboven genoemde opgraving van Kz48 een 13-tal kernen gestoken om de exacte zand/veen grens te bepalen en te dateren ten behoeve van de reconstructie van de voormalige grondwaterstand in het gebied.

Uit al deze gegevens kan geprobeerd worden om het voormalig landschap met zijn bewoning te reconstrueren. Dit verslag geeft een overzicht de resultaten van het onderzoek ten behoeve van de landschapsreconstructie in het gebied Wet Bodembescherming. Vrijwel alle gegevens zijn verzameld door de auteur. De boringen van profiel 3 zijn uitgevoerd in samenwerking met D.G. van Smeerdijk van *BIAX Consult*, terwijl de paleobotanische analyses van boring 28 en 85 geheel door D.G. van Smeerdijk zijn uitgevoerd.

1.2 De reconstructie van voormalige landschappen

De reconstructie van een voormalig landschap is een meerstappen proces. Eerst moet de (veen)stratigrafie van het te reconstrueren gebied nauwkeurig worden onderzocht. Hiertoe moet een netwerk van boringen worden uitgezet over het gebied, waarbij zoveel mogelijk langs potentiële gradiënten in het voormalig landschap moet worden geboord (d.w.z. loodrecht op rivieren en pleistocene opduikingen). Bij de beschrijving van het veen moet worden gelet op het voorkomen van zaden, hout, wortelresten, bladresten, mosresten e.d., terwijl tevens moet worden gekeken naar de hoeveelheid humeuze matrix (de amorfiteit) van het veen en de mate van doorworteling. De amorfiteit is een maat voor de omzetting van het veen. Op grond van deze gegevens kunnen de diverse veentypen worden gekarakteriseerd (zie o.a. Gotjé, 1993). Hiertoe is op verschillende plaatsen in het gebied dat onder de Wet Bodembescherming valt (zie fig. 1) een serie boringen gezet, die nauwkeurig beschreven zijn met nadruk op de samenstelling van het veen. Een uitleg van de profielen wordt behandeld in hoofdstuk 2.

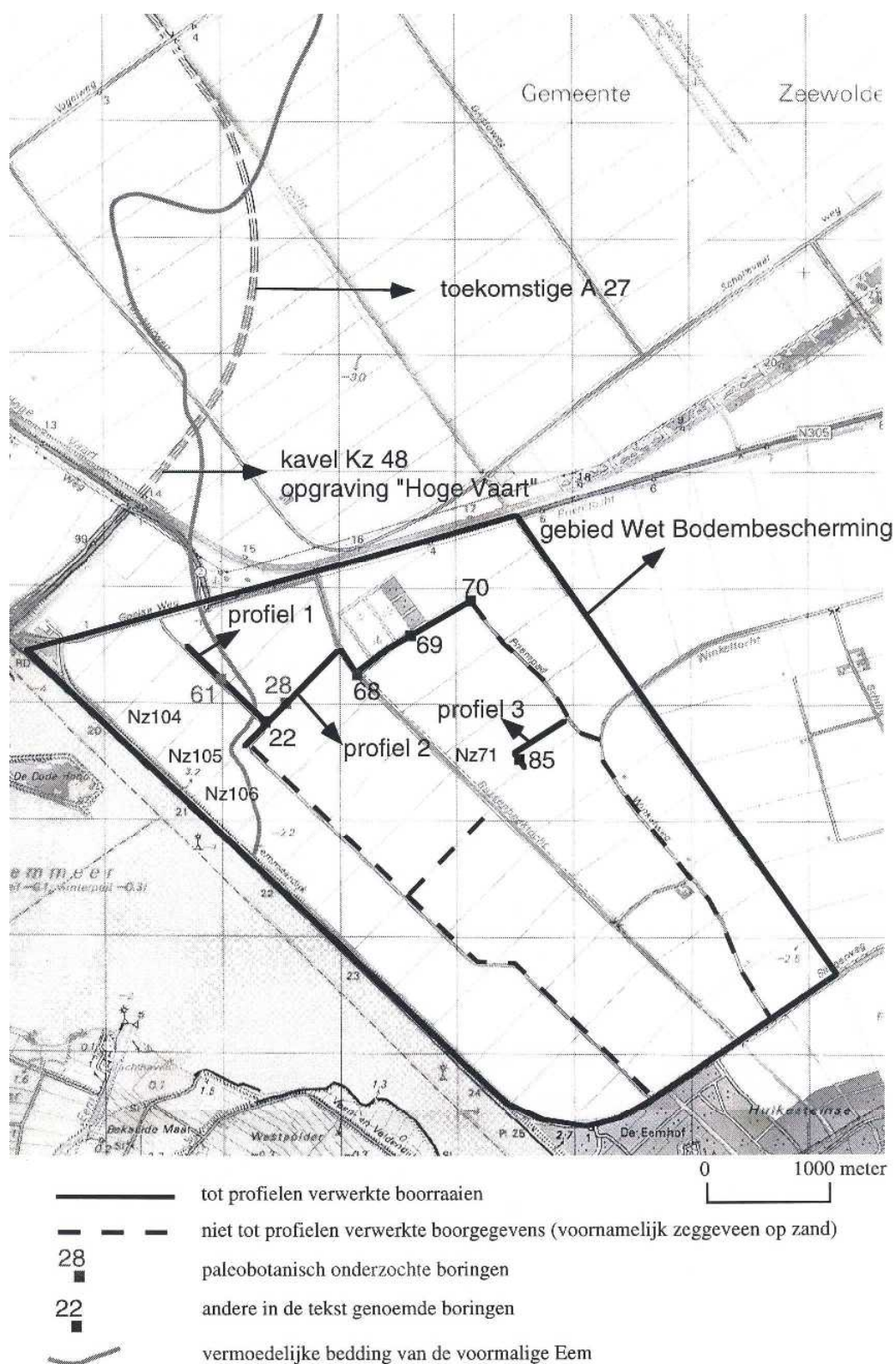


Fig 1 De locatie van het gebied Wet Bodembescherming met de boorraaien en de geanalyseerde boringen. Ten tweede moet een aantal voor de profielen karakteristieke veensequenties worden gemonsterd voor verdere analyse (pollen en macroresten). De exacte veensamenstelling kan dan worden vastgesteld terwijl tevens

materiaal verzameld kan worden om de belangrijkste overgangen in het veen te dateren. Tijdens de boorcampagne zijn daartoe drie karakteristieke boorkernen meegenomen naar het Instituut voor Pre- en Protohistorische Archeologie van de Universiteit van Amsterdam. De locatie van de geanalyseerde kernen is weergegevens in figuur 1. De resultaten van de analyses zijn weergegeven in hoofdstuk 3.

Ten derde moet de verandering van de grondwaterstand in de tijd worden vastgesteld. Een daartoe uitgevoerd onderzoek heeft echter niet de gewenste resultaten opgeleverd. Om die reden is ervoor gekozen gegevens uit andere onderzoeken naar de voormalige zee- en grondwaterstand in het Holoceen (Van der Plassche, 1982; Gotjé, 1993) toe te passen bij het huidige onderzoek. Weliswaar is het huidige te reconstrueren gebied qua ligging in het voormalige kustgebied en ontstaansgeschiedenis te vergelijken met het gebied dat Gotjé (1993) heeft onderzocht (Noordoostpolder), maar genoemde auteur heeft tevens laten zien dat in het Holoceen de stand van het grondwater nogal afhankelijk is van de lokale geomorphologie en ligging in het kustgebied. Het is daarmee maar de vraag of de extrapolatie van reeds bekende gegevens naar het te onderzoeken gebied toepasbaar is. In ieder geval zijn de gegevens van de lokale grondwaterstand nodig om te bepalen welk deel van het pleistocene substraat door holocene afzettingen bedekt is in de te reconstrueren periode. Tabel 1 geeft de uit de literatuur (Van der Plassche, 1982; Gotjé, 1993) afgeleide grondwaterstanden in Flevoland in de tijd weer, die gebruikt zijn bij de vervaardiging van de paleogeografische kaartjes. Een vergelijking van tabel 1 met een in 1997 genomen datering op de vindplaats “Hoge Vaart” (Spek et al., 1996), suggereert dat de gegevens van tabel 1 niet geheel toepasbaar zijn op het gebied Wet Bodembescherming. De basis van het veen op het pleistocene dekzand bleek op een diepte van -5,95 meter NAP een ouderdom van ca. 5600 BP te hebben, terwijl tabel 1 een ouderdom van ca 5400 BP vertoont. Dit pleit voor een gedegen onderzoek naar de grondwaterstand in de tijd in het gebied Wet Bodembescherming.

grondwaterstand	ouderdom
-12 m NAP	6800 BP
-8 m NAP	6000 BP
-7.5 m NAP	5900 BP
-7 m NAP	5750 BP
-6.5 m NAP	5600 BP
-6 m NAP	5400 BP
-5,5 m NAP	5200 BP
-5 m NAP	5000 BP
-4,5 m NAP	4750 BP
-4 m NAP	4500 BP

Tabel 1. De grondwaterstanden in de tijd

2 Boorcampagne

2.1 Inleiding

Hoewel in het hele gebied Wet Bodembescherming en iets daarbuiten is geboord (zie figuur 1), zijn drie profielen karakteristiek voor het hele gebied (zie profielen). Profiel 1 geeft een doorsnede weer door de voormalige bedding van de Eem, profiel 2 toont de veensamenstelling direct langs de rivier ("de oever"), terwijl profiel 3 de sequentie op ca 3.5 km van de rivier laat zien op en rond een voormalige opduiking van het pleistocene substraat. Profiel 1 en 2 staan loodrecht op elkaar en hebben een gemeenschappelijke boring (boring 22). Profiel 3 is met behulp van tussenboringen aan de andere twee profielen gekoppeld. Deze tussenboringen en overige boringen zijn niet in profielen verwerkt. Het merendeel van deze boringen bestaat uit verslagen veen op een dunne laag restveen, of uit zeggeveen.

2.2 Resultaten

2.2.1 Profiel 1 en Profiel 2

De opbouw van profiel 1 en twee laten zich goed met elkaar vergelijken en worden daarom samen besproken. In de profielen zijn globaal vier lagen onderscheiden.

Laag 1: zeggeveen op zand

In de diepste delen ligt, blijkens de boorgegevens, rietveen of zeggeveen op zand. Echter uit de macrorestenanalyse bleek dat veel van het in het veld als Riet (in profiel 1, boringen 61, 60, 11, 57 en 58) herkende materiaal in werkelijkheid uit resten van Waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*) bestond. Dit wordt bevestigd door de vele zaden van Waterdrieblad in deze laag. Het bovenste deel van laag 1 is in beide profielen wel vaak rietrijk. Tevens is in dit rietrijke deel van laag 1 een laag klei gevonden in profiel 1, die uitwigt tegen het pleistoceen substraat in boring 55 op ca. -8 meter NAP. Deze kleilaag in laag 1 is weergegeven met stippelijntjes.

Uit de dateringen blijkt dat de rietrijke top gevormd is tussen 6800 en 6100 (zie de dateringen in profiel 1 en de paleobotanische analyses). Rond Lelystad komt ook een kleilaag voor die rond -8 meter NAP uitwigt en blijkens dateringen vlak voor 6100 BP is afgezet (Ente et al., 1986). In dat gebied wordt deze kleilaag als een oude fase van de Calais II klei beschouwd, omdat men enerzijds aanneemt dat de Calais I fase voor 6300 BP geëindigd is en anderzijds dat er geen Calais I klei is afgezet rond Lelystad. Als wordt aangenomen dat de rijkdom aan Riet een weerslag is van getijde invloed (zie o.a. Gotjé, 1993) dan heeft de mariene invloed zich al vanaf 6800 doen gelden en is het mogelijk dat er sprake was van invloed van de Calais I transgressie in het Eemstroomgebied.

Laag 2: detritus/broekveen/klei/zeggerietveen

Laag 2 bedekt het zegge- en rietveen van de vorige laag of het substraat voor zover dat nog niet door veen bedekt is. De laag bestaat in profiel 1 en 2 uit detritus en broekveenresten. In de nabijheid van de voormalige Eem is in de detritus en het broekveen tevens een laag klei ingesloten. In profiel 1 gaat de klei lateraal over in een bandje

rietveen dat in boring 64 op 6 meter beneden NAP uitwigt tegen het pleistocene substraat. In profiel 2 bevindt zich midden in laag 2 een laag zeggerietveen die lateraal overgaat in de klei die in de detritus is afgezet klinkvrij uitwigt tegen het zand op ca. 6 meter beneden NAP in boring 48. In beide profielen is in laag 2 met stippellijntjes de kleihoudende laag aangegeven.

Op grond van de uitwighoogte is het aannemelijk dat het om Calais II klei gaat. Ook uit gegevens van Rijkswaterstaat in Lelystad blijkt dat er klei in de Calais II transgressie is afgezet. De datering van deze laag in de paleobotanische kern 61 laat zien dat deze laag tussen 5800 en 5300 BP is gevormd. Dit zijn standaard ouderdommen voor veen onder en op de Calais II klei in het holocene kustgebied (zie o.a. Zagwijn, 1986). De zeggerietveenlaag uit het midden van deze laag in profiel 2 is blijkens de dateringen in de paleobotanisch onderzochte boorkernen gevormd tussen 5700 en 5500 BP. Schattingen van de ouderdom van de Calais II kleilaag in boring 61 wijzen ook op een ouderdom van tussen de 5700 en 5500 BP. De bekende zeespiegel- en grondwaterstandsgegevens laten verder zien dat het zeeniveau rond 5400 BP zo'n 6 meter beneden NAP bedroeg. Enkele decimeters getijdebewegingen meegenomen wijst dit opnieuw op sedimentatie van de klei voor 5500 BP.

Laag 3: zeggeveen en broekveen/detritus

Op laag 2 bevindt zich een laag die in profiel 1 voornamelijk uit broekveen bestaat. In boringen 60, 11, 57 en 58 van profiel 1 gaat de broekveenlaag naar boven toe over in een laag detritus. In profiel 1 bevindt zich in de bovenkant van laag 3 af en toe nog een laagje zeggeveen (bijv. boring 65, 66, 61 en 8). In profiel 2 bestaat laag 3 voornamelijk uit zeggeveen, die in een aantal boringen zeer sterk doorworteld is en vaak goed geconserveerd.

Laag 4: broekveen/detritus

Deze laag is alleen onderscheiden in profiel 2 en bestaat uit broekveen en detritus.

2.2.2 Profiel 3

Profiel 3 bestaat globaal uit 3 lagen, die zich het duidelijkst manifesteren in boringen 83, 84, 85 en 86. In het noordoostelijke deel van de raai (boring 96, 99 en 101) blijkt een diepe depressie aanwezig te zijn in de pleistocene ondergrond, die gevuld is met detritus, waarin een laag broekveen en zeggeveen aanwezig is. Lateraal gaat de detritus over in waterdribladrijk zeggeveen, waarin onderin ook regelmatig verbrande plantenresten zijn aangetroffen. Verder zit halverwege de zeggeveenlaag een laag zwart, geoxydeerd zeggeveen, die lateraal in een ogenschijnlijk verstoorde bodem overgaat. Omdat de paleobotanisch onderzochte kern 85 afkomstig is uit het zuidoostelijk deel van het profiel wordt de opbouw van het profiel besproken aan de hand van de boringen 83, 84, 85 en 86.

Laag 1 houtrijk zeggeveen

Volgens de beschrijvingen in het veld bestaat dit veen uit houtrijk zeggeveen. Deze laag is alleen gevonden in boring 84 en 85. De laag wigt uit rond -6,00 m NAP.

Laag 2 broekveen

Bovenop laag 1 bevindt zich een laag die in het veld als broekveen is beschreven. De laag wigt uit op ca. -5,75 meter NAP.

Laag 3 waterdriebladrijk zeggeveen

Deze laag is opgebouwd uit zeggeveen. In boring 83, 84 en 85 is de onderkant van de laag zwart gekleurd, terwijl middenin een goed geconserveerde laag aanwezig is. Over het algemeen is de gehele laag rijk aan resten van Waterdrieblad.

3 Analyses

3.1 Monsternamen en bereiding van de geanalyseerde monsters

Uit elk standaardprofiel is een boring uitgekozen voor analyse. (boring 61 uit profiel 1, boring 28 uit profiel 2, boring 85 uit profiel 3.). De monsternamen heeft als volgt plaatsgevonden. De boorkernen zijn gestoken met een gutsboor met een diameter van 5 cm. Aanvankelijk is uit de drie boorkernen om de 10 cm een plak met een dikte van 1 cm (ca. 10-15 cm³) genomen. Rond duidelijk herkenbare veenovergangen is echter dichter gemonsterd, terwijl soms ook dikkere plakken zijn genomen. Na een eerste analyseronde zijn op belangrijke veranderingen van de veensamenstelling extra monsters genomen, zodat over het algemeen elke 5 cm bemonsterd is.

Na monsternamen zijn de monsters eerst een nacht in een 5% NaOH oplossing weggezet en de volgende dag gezeefd over een 250µ zeef. Het residu is vervolgens geanalyseerd met behulp van een binoculair en een microscoop. Hierbij is de hoeveelheid van alle herkenbare resten vastgesteld. Veel resten zoals zaden, watervlooien en knopschubben zijn absoluut geteld, terwijl taxa die niet te tellen zijn, zoals de hoeveelheid zeggeworteltjes, zijn uitgedrukt als percentage van het gehele monster.

In totaal kunnen een aantal lagen worden vastgesteld in boorkernen. De opeenvolgende vegetatieovergangen lijken samen te hangen met de aan- of afwezigheid van sterke schommelingen in de grondwaterstand.

De bijgeleverde grafieken tonen de analyse resultaten. Alle taxa waar een "%" teken achter staat, geven het aandeel van dat macrorest in het monster ten opzichte van de andere resten (zie bijgevoegde diagrammen).

3.2 Resultaten

3.2.1 Boring 61, profiel 1 een beeld van de afzettingen uit de Eembedding

Laag A (590-505 cm) zeggenvegetatie met *Menyanthes trifoliata* en *Betula*

De basis van de gehele sectie bestaat uit goed met zeggen doorworteld veen, waarin veel resten (zaden, katjesschubben en helmhokjes) van *Betula* spec. zijn aangetroffen. Hout en bladresten zijn overigens nauwelijks aanwezig. Verder zijn in de diepste monsters (590 en 587 cm) veel zaden van *Carex rostrata/vesicaria* aangetroffen. Vanaf monster 583 cm zijn tevens vrijwel continu resten van *Thelypteris palustris* en *Menyanthes trifoliata* gevonden. Ook zijn in een aantal monsters nog enkele zaden van *Lycopus europaeus*, *Carex pseudocyperus* en *Typha* spec. gevonden en een klein beetje *Equisetum fluviatile* epidermis.

Het voorkomen van *Carex rostrata* en/of *C. vesicaria* wijst op beginnende veenvorming in matig voedselarme tot matig voedselrijke natte milieus (Weeda et al., 1994). Als de veenvorming op gang is gekomen krijgt normaliter *Menyanthes trifoliata* ook een kans. *Menyanthes trifoliata* groeit namelijk juist daar waar de bodem tenminste weinig is, terwijl *Carex rostrata* en *C. vesicaria* juist groeien op een zandig of lemig substraat (Weeda et al., 1994). *Menyanthes trifoliata* komt verder tegenwoordig vaak voor samen met *Carex rostrata* en *Equisetum fluviatile* en in meer gesloten vegetaties met *Thelypteris palustris* (Weeda et al., 1988). Zowel *Menyanthes trifoliata*, *Carex rostrata* als *Carex vesicaria* komen voor op plekken waar water van verschillende herkomst en samenstelling (regen-, bron- en rivierwater) bijeenkomen (Weeda et al., 1988, 1994). De vele *Betula*-resten in combinatie met de afwezigheid van hout suggereren dat *Betula* niet op de monsterplek zelf maar wel in de buurt

van de monsterlocatie heeft gegroeid. *Betula*-zaden kunnen zich, doordat de zaden zijn voorzien van vleugels over een groot gebied verspreiden. De katjesresten kunnen zich echter minder goed verspreiden. Waarschijnlijk stonden er dus wel degelijk berkenbomen in de buurt. Waarschijnlijk stonden deze op de overgang van veengebied naar droogliggend pleistoceen substraat (ca. 10-25 meter afstand, zie profiel 1). De overige taxa (*Lycopus europaeus*, *Carex pseudocyperus* en *Typha spec.*) zijn karakteristiek voor oevervegetaties langs voedselrijk open water en laten zien dat dergelijke vegetaties nabij waren.

interpretatie: verdrinking van het substraat, naar boven toe toenemend nat

Laag B (505-445 cm) rietvegetaties met elzen

Het veen uit deze laag bestaat voornamelijk uit resten van *Phragmites australis* (epidermis, zaden en septen). De hoeveelheid resten van Cyperaceae zijn sterk afgenomen. Verder zijn continu *Alisma plantago-aquatica*-zaden, *Alnus*-resten en hout- en boombladresten aangetroffen. In het onderste deel van laag B is ook een klein percentage *Equisetum fluviatile* epidermis aangetroffen. In het bovenste deel van deze laag neemt hoeveelheid epidermis resten van *Phragmites australis* sterk af en zijn naast enkele *Phragmites australis*-zaden met name resten van *Typha spec.*, *Carex appropinquata/diandra/paniculata*, *C. elata/nigra/trinervis/acuta* en relatief veel Cladocera aangetroffen. Ook zijn nog enkele zaden van *Menyanthes trifoliata* en *Nymphaea alba* gevonden. In de laag als geheel zijn ook regelmatig zaden van ruigtekruiden aangetroffen (*Urtica dioica*, *Lycopus europaeus*, *Mentha aquatica*, *Lythrum salicaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Solanum dulcamara*).

De vele resten van *Phragmites australis* wijzen op de aanwezigheid van rietgemeenschappen, terwijl de continue aanwezigheid van *Alnus*, houtresten en bladresten op de ontwikkeling van broekbossen wijzen. *Alisma plantago-aquatica* is een oeverpionier, die in uiteenlopende vegetatietypen optreedt. De voornaamste eis die de plant stelt aan haar standplaats is de aanwezigheid van natte, open grond waarin zuurstof kan doordringen. De plant groeit vooral op plaatsen die 's zomers lange tijd droog liggen maar wel nat blijven, ofwel zeer ondiep onder water staan (Weeda et al., 1991). De Cladocera, *Menyanthes trifoliata*, *Nymphaea alba*, *Equisetum fluviatile* en bladresten wijzen op plekken die langdurig tot permanent onder water staan. Behalve *Urtica dioica* zijn de aangetroffen kruiden karakteristiek voor ruigten, struwelen en verlandingsvegetaties op natte, matig tot zeer voedselrijke bodems (Van der Meijden, 1983). Hun aanwezigheid wijst op een geringe humificering van de bovenlaag en dus op periodes met lage grondwaterstanden. *Urtica dioica* groeit op droge tot vochtige zeer voedselrijke bodems (Van der Meijden, 1983). De combinatie van rietgemeenschappen en broekbosresten wijzen op een mozaïek van natte plekken met riet en soorten van permanent natte milieus en drogere plekken die slechts periodiek onder water stonden en waar elzen groeiden. *Carex appropinquata/diandra/paniculata* en *C. elata/nigra/trinervis/acuta* zijn alle moeras- en oeverplanten. De opkomst van deze taxa vormt het begin van de verlanding van de natste plekken in de vegetatie en een overgang naar door Cyperaceae gedomineerde vegetaties.

interpretatie: seizoensgebonden wisselingen in de waterstanden

Laag C (445-420 cm) zeggenvegetaties

Deze laag is vrijwel geheel opgebouwd uit goed geconserveerde Cyperaceae worteltjes. Verder zijn er nog relatief veel zaden aangetroffen van *Carex spec.*, *Carex elata/nigra/trinervis/acuta* en *Typha spec.*, terwijl ook enkele zaden zijn gevonden van *Carex appropinquata/diandra/paniculata* en *Alisma plantago-aquatica*. Ook *Menyanthes trifoliata* is nog vertegenwoordigd in enkele monsters. Hoewel de hoeveelheid hout- en bladresten

sterk zijn gedaald, zijn nog wel *Alnus*-zaden en katjesschubben gevonden. Verder zijn op een *Eupatorium cannabinum* zaad en wat *Lythrum salicaria* zaden na alle resten van kruiden verdwenen. Hoewel *Alnus* zich kennelijk nog heeft kunnen handhaven in de nabijheid van de monsterlocatie, wijst de dominantie van Cyperaceae op het ontstaan van een zeggenvegetatie. Omdat de conservering van het materiaal nogal goed is, is het waarschijnlijk dat het venig substraat hoogstens een zeer korte periode in het jaar droog stond. De meer permanent natte omstandigheden verklaren ook het verdwijnen van de ruigtekruiden.

interpretatie: vrij stabiele waterstanden en permanent nat milieu

Laag D (420-400 cm) detritus

Laag D bestaat voor een groot deel uit boombladresten, hout en resten van *Alnus* (zaden, katjesschubben, antheren). De hoeveelheid Cyperaceae wortels is tot ca. 10 % gedaald. Verder zijn bladresten van *Thelypteris palustris* aangetroffen en is vrijwel continu een klein aandeel *Phragmites australis*-epidermis aangetroffen in sommige monsters samen met *Phragmites australis*-zaden. Naast enkele *Carex* spec.-zaden zijn verder ook continu Gramineae-zaden en Cladocera aangetroffen, terwijl ook één keer een *Nymphaea alba*-zaad is gevonden. Ook zijn in enkele monsters diverse ruigtekruiden aanwezig (*Urtica dioica*, *Filipendula ulmaria*, *Lythrum salicaria*, *Rumex* spec.). De grote hoeveelheid bladresten suggereren dat de condities continu zeer nat zijn geweest. De Cladocera bevestigen dat idee. Echter lijken de zaden, katjesschubben en met name de antheren van *Alnus* te wijzen op de lokale aanwezigheid van *Alnus* en dus ook op periodes met drogere condities. Ook *Thelypteris palustris* kan alleen overleven als de grondwaterstand niet langdurig boven het substraat staat, terwijl de aanwezigheid van ruigte-kruiden op een zekere humificering en dus op droge periodes wijst. Het ene *Nymphaea alba*-zaad laat echter ook zien dat er nog contact met dieper open water optrad. De geringe doorworteling, de boombladresten en het *Nymphaea alba*-zaad in combinatie met soorten uit periodiek natte milieus suggereren sterk dat deze laag uit detritus bestaat en gevormd is in ondiep open water waarlangs broekbos groeide.

interpretatie: seizoensgebonden wisselingen van de waterstand

Laag E (400-345 cm) klei/detritus

Deze laag bestaat volgens de beschrijving tijdens het monsteren onderin uit slappe ondoorwortelde ongerijpte klei (monsters 398, 391 en 388 cm) en voor de rest uit ondoorwortelde detritus. Karakteristiek zijn de vele resten van open water soorten (*Stratiotes aloides*, Cladocera, *Alisma plantago-aquatica*, *Sagittaria sagittifolia*, *Nymphaea alba*), de continue aanwezigheid van *Thelypteris palustris* resten, zaden van *Carex appropinquata/diandra-/paniculata* en de zaden van *Typha* spec.. Verder zijn met name in de onderste helft van de laag regelmatig resten van *Alnus* gevonden (zaden, katjesschubben en antheren), terwijl bovenin de laag veel boombladresten zijn aangetroffen. Ook zijn regelmatig zaden van *Carex pseudocyperus* aangetroffen en met name in het bovenste deel van de laag diverse ruigtekruiden (*Urtica dioica*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Eupatorium cannabinum*, *Filipendula ulmaria*, *Solanum dulcamara*, *Rumex hydrolapathum*, *Mentha aquatica*) en kruiden van natte matig voedselrijke graslanden (*Epilobium palustre*) en verlandingsvegetaties (*Potentilla* type). Uit de aanwezigheid van *Stratiotes aloides*, *Nymphaea alba* en *Sagittaria sagittifolia* in deze laag moet worden aangenomen dat er sprake was van verlanding in open water met weinig stroming. *Stratiotes* komt voor in open water met een minimale diepte van 40 cm en overwintert door op de weke modderbodem te

zakken (Schaminée et al., 1995). Inderdaad bevindt zich onder deze laag een laag detritus (zie laag D). De onderste drie monsters uit deze laag bestaan uit slappe ongerijpte klei en de klei is daarom onder water afgezet en vervolgens nooit drooggevallen. Omdat bekend is dat brak water wordt gemeden door *Stratiotes aloides* en *Sagittaria sagittifolia* zal de klei onder zoete condities zijn afgezet. Omdat de genoemde open water soorten geen uitgestrekte vegetaties vormen in zoetwatergetijdige milieus, moet worden aangenomen dat de klei snel en incidenteel is afgezet. Afgesneden rivierarmen van de grote rivieren vormen overigens een natuurlijke groeiplaats voor *Stratiotes aloides* (Van Donselaar-ten Bokkel Huinink, 1961). Blijkens de talrijke Cladocera-resten kwamen tussen de ondergedompelde groeiwijze van *Stratiotes aloides* continu watervlooien voor. Dat wijst op een vrij open structuur van de *Stratiotes*velden ter plekke omdat watervlooien groenwieren gebruiken als voedsel en groenwieren licht nodig hebben voor een goede ontwikkeling. De oevervegetatie langs het open water bestond verder uit *Thelypteris palustris*, *Carex appropinquata/diandra/paniculata* en *Carex pseudocyperus*. Het bovenste deel van deze laag is rijker aan bladresten en met name aan ruigtekruiden. In de monsters met het hoogste aantal ruigtekruiden beginnen de hoeveelheid resten van *Stratiotes* sterk af te nemen. Bladresten wijzen op permanent ondiep open water, terwijl de ruigtekruiden voorkomen op plaatsen die nat zijn maar niet permanent onder water staan. Ook de toename van *Alisma plantago-aquatica* wijst op wat minder diep open water en op droogvallend substraat (zie laag B). Er is dus in de loop van deze laag, na de depositie van klei, een afname van de waterdiepte te constateren en mogelijk valt het substraat aan het eind van deze fase regelmatig droog.

interpretatie: aanvankelijk mogelijk getijdeinvloed, later verlanding en wisselingen in de waterstand

Laag F (345-242 cm) elzenbroekbos

Het veen uit deze laag bestaat weer uit naar boven toe steeds beter doorworteld veen. Het veen bestaat voornamelijk uit Cyperaceae wortels, houtresten en houtige worteltjes. Verder zijn er met name zaden van *Alnus* aangetroffen, hoewel in het onderste deel van de laag ook zaden van *Carex appropinquata/diandra/paniculata*, *C. pseudocyperus*, *C. elata/nigra/trinervis/acuta*, *C. spec.*, *Alisma plantago-aquatica* en *Mentha aquatica* zijn aangetroffen. In deze fase is dus een volledige verlanding opgetreden naar een elzenbroekbos. Normaliter gaat een verlanding van open water naar elzenbroekbos via een stadium waarin zeggen (met name *Carex pseudocyperus* en *C. paniculata*) domineren (zie o.a. Westhoff et al., 1971; Gotjé, 1993). Deze tendens is wel waar te nemen, maar niet zo duidelijk als zou kunnen. Het zeggenstadium lijkt overschaduwd te zijn door een sterke toename van *Alnus* in de vegetatie. Het lijkt dat er dus op dat op de monsterlocatie een zeer snelle successie is opgetreden en de grondwaterstand snel onder het substraat kwam te liggen. Overigens is vanaf ca. 317 cm diepte de dominantie van *Alnus* resten een feit. Door interpolatie van de dateringen moet dit rond 5050 BP plaats hebben gevonden.

interpretatie: snelle verlanding en successie

Laag G (242-228 cm) zeggenvegetaties

De top van de boring bestaat uit een rijkelijk met Cyperaceae wortels doorgroeid veen. Verder zijn zaden van *Carex spec.*, *C. elata/nigra/trinervis/acuta* en *Typha spec.* vertegenwoordigd. In het onderste monster zijn ook nog relatief veel zaden van *Lythrum salicaria* en *Alnus* gevonden. In deze laag is de vegetatie dus opgebouwd uit Cyperaceae, waarin aanvankelijk nog *Alnus* en *Lythrum* groeiden. Bij een doorgaande successie treedt er in een

broekbos een doorgaande verarming en verzuring op die aanvankelijk leidt tot het binnendringen van *Betula* en vervolgens het ontstaan van voedselarme van regenwater afhankelijke vegetaties. In deze fase is echter vanuit een broekbos een vegetatie ontstaan die normaliter vooraf gaat aan broekbosvegetaties. De gemiddelde waterdiepte is dan ook toegenomen en/of het substraat viel slechts kort droog, waardoor *Alnus* niet langer kon overleven en de successie een stap terug is gezet (zie o.a. Gotjé, 1993).

interpretatie: verdrinking, stabielere grondwaterstanden

3.2.2 Boring 28, profiel 2 een beeld van de oeervegetatie langs de Eembedding

Laag A (475-407 cm) rietzeggevegetatie

Deze laag bestaat vrijwel geheel uit monocotylenwortels en vanaf monster 460 cm. ook uit *Phragmites australis* epidermis. Gezien de zaden van *Typha* spec. in de onderste twee monsters zal een groot deel van de monocotylenwortels uit de laag van *Typha* spec. afkomstig zijn. In de bovenste monsters van deze laag zijn zaden van *Phragmites australis*, *Carex elata/nigra/trinervis/acuta* en *C. rostrata/vesicaria* aangetroffen samen met zaden van enkele ruigtekruiden (*Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Urtica dioica*) en enkele resten van *Alnus* spec. en *Betula* spec.. Hoewel in die bovenste monsters nog voornamelijk *Phragmites australis* epidermis en monocotylenwortels zijn aangetroffen, is tevens veel hout (25%) en iets boombladresten (10%) gevonden. Ook zijn twee keer zaden van *Alisma plantago-aquatica* aangetroffen (monsters 440 en 430 cm).

De eerste niet-waterplanten die normaliter in de oeervezone groeien zijn: *Scirpus lacustris*, *Typha angustifolia* en *Phragmites australis*. *Scirpus lacustris* groeit in het diepste water, gevolgd door *Typha angustifolia* het ondiepere deel van het open water en *Phragmites australis* in het meest verlandende deel van deze vegetatiezone. Ten grondslag aan deze zonering ligt het feit dat *Scirpus* en *Typha angustifolia* onder water kunnen kiemen, in tegenstelling tot *Phragmites* die vanaf de oeervegetatie met zijn lange wortelstokken het open water (Westhoff et al., 1971). *Typha angustifolia* prefereert echter een vrij weke bodem en kan alleen aan de rustige lijzijde grote velden vormen (Westhoff et al., 1971). Nadat dergelijke vegetaties zich hebben ontwikkeld kunnen bij een doorgaande successie diverse *Carex* gemeenschappen zich vestigen. Op het moment dat de grondwaterstand langdurig op of onder het substraat komt te staan vestigen diverse ruigtekruiden en *Alnus* zich in de *Carex* vegetatie.

Op deze monsterlocatie kon door verdrinking van het pleistocene substraat zich eerst *Typha*-rijke vegetatie ontwikkelen die gaandeweg steeds rijker aan *Phragmites australis* werd. De zaden van *Alisma plantago-aquatica* wijzen erop dat hoewel de vegetatie halverwege deze fase zeer nat was, het substraat af en toe ook droog viel. *Alisma plantago-aquatica* stelt als voornaamste eis aan zijn standplaats dat er enige doorluchting van het substraat plaats vind. De plant groeit vooral op plaatsen die 's zomers lange tijd droog liggen maar wel nat blijven, ofwel zeer ondiep onder water staan (Weeda et al., 1991). Aan het einde van deze fase zijn ook planten (*Carex*, *Alnus*, kruiden) aanwezig die op een doorgaande successie en gemiddeld lagere grondwaterstanden wijzen. De boombladresten geven echter aan dat de vegetatie vrijwel permanent onder water stond. Deze contradictie wijst of op inspoeling van allochtoon materiaal uit vegetaties die in een verder stadium van successie verkeren of op de ontwikkeling van een mozaïekachtige vegetatie met permanent natte plekken en regelmatig droogvallende plekken.

interpretatie: verdrinking van het substraat

Laag B (407-367 cm) detritus

Het onderste deel van deze laag (t/m 382 cm.) bestaat voornamelijk uit houtresten (25-75%), terwijl er vrijwel geen monocotylenwortels en *Phragmites australis* epidermis meer aanwezig is. Boombladresten zijn ook nog steeds gevonden (ca. 10%). Verder zijn enkele zaden aangetroffen van de oeverplanten *Phragmites australis*, *Typha* spec., *Carex elata/nigra/trinervis/acuta*, *C. pseudocyperus*, *C. rostrata/vesicaria*, *C. appropinquata/diandra/paniculata*, *Alnus* resten en diverse ruigtekruiden (*Eupatorium cannabinum*, *Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Urtica dioica*, *Sonchus* spec.) en *Epilobium palustre*. Ook is één keer een bladstekel van *Stratiotes aloides* gevonden en in twee monsters bladresten van *Thelypteris palustris* en zaden van *Betula* spec..

In het bovenste deel van deze laag neemt het aandeel onbepaald materiaal, monocotylenwortels (10%) en *Phragmites australis* epidermis (<5%) toe, terwijl het aandeel bladresten (10%) gelijk blijft. De hoge percentages hout zijn niet meer aangetroffen. Hoewel niet in hele grote hoeveelheden, zijn in het veen uit dit deel van laag B tevens continu bladstekels van *Stratiotes aloides* aangetroffen en in twee monsters zaden van *Menyanthes trifoliata*. Ook zijn in toenemende mate resten van *Alnus* spec. en zaden van *Carex elata/nigra/trinervis/acuta*, *C. rostrata/vesicaria*, *C. pseudocyperus* en *Typha* spec. Van de kruiden en ruigtekruiden zijn dan alleen nog zaden van *Epilobium palustre*, *Eupatorium cannabinum*, *Lycopus europaeus* en *Lythrum salicaria*. aanwezig.

De ondoorwortelde staat van het weinig materiaal in het onderste deel van deze laag samen met de geringe hoeveelheden waarin zaden van alle aangetroffen taxa zijn gevonden suggereren dat aanvankelijk open water is ontstaan op de monsterlocatie. Dit wordt bevestigd door de boombladresten en de bladstekel van *Stratiotes aloides* in dit deel van de laag. De oevervegetatie in de buurt van de monsterlocatie heeft blijkens de aangetroffen zaden bestaan uit zeggen- en rietvegetaties, die rijk waren aan diverse ruigtekruiden. In het bovenste deel van de laag wijst de toename van de hoeveelheid zaden per taxon en de sterke toename van de hoeveelheid bladstekelresten van *Stratiotes aloides* op verlanding van het open water. *Carex pseudocyperus* is verder een plant die onder rustige condities de verlanding overneemt van *Stratiotes*, als de accumulatie in *Stratiotes* velden zover is gevorderd dat de weke modderlaag aan het oppervlak komt te liggen (Westhoff et al., 1971, deel 2). De vegetatie die dan meestal ontstaat is een min of meer drijvende wortelmat (drijftillen) waar allerlei andere planten op den duur een kiembodem vinden. De aanwezigheid van deze plant wijst dan ook in de richting van verlanding met deze drijftillen in het ondiepste deel van het open water. Eén van de eerste *Carex* soorten die volgt op *Carex pseudocyperus* is *Carex paniculata*. Dit taxon is ook naar boven toe in toenemende mate gevonden in de laag. De lichte doorworteling van het bovenste deel van de laag wijst, voor zover de wortels niet later het veen zijn ingegroeid, ook op een toenemende verlanding op de monsterlocatie zelf.

interpretatie: doorgaande verdrinking

Laag C (367-342 cm) zeggenvegetaties

Het veen uit deze laag bestaat voor ca. 50% uit monocotylenwortels. Tevens is iets *Phragmites australis* epidermis en hout aangetroffen. Het aandeel boombladresten is laag. De meeste taxa die in de vorige laag nog vertegenwoordigd waren komen nu niet of nauwelijks meer voor in de monsters. Het zijn voornamelijk de zaden van enkele *Carex* soorten (*Carex pseudocyperus*, *C. appropinquata/diandra/paniculata*, *C. elata/nigra/trinervis/acuta*, *C. spec.*), *Typha* spec. en *Alnus* spec. die gevonden zijn. Ook zijn in de hele laag

Urtica dioica zaden aangetroffen. Volgens de beschrijving tijdens de monsternamen, was er sprake van weinig omgezet, goed geconserveerd materiaal.

Gezien de goede doorworteling van het bestudeerde veen is in deze fase verlanding van het open water uit de vorige fase op de monsterlocatie zelf opgetreden. De geringe hoeveelheid aangetroffen zaden maken het moeilijk aan te geven welke taxa de verlanding hebben ingezet. Enkele van de kandidaten zijn *Typha spec.*, *Phragmites australis* en *Carex pseudocyperus*. De eerste kan direct in het open water kiemen, terwijl de tweede vanuit ondiepere delen met lange wortelstokken het open water binnendringt. De aanwezigheid van *Carex pseudocyperus* wijst in de richting van verlanding met deze drijfzaden (zie laag B).

interpretatie: verlanding, mogelijk met drijfzaden

Laag D (342-300 cm) detritus

Het veen uit deze laag bestaat voor het grootste deel uit onbepaald materiaal (ca 50%) en boombladresten (ca 30%). Er is slechts een laag aandeel monocotylenwortels aangetroffen, terwijl het aandeel hout aanvankelijk ook laag is maar naar boven toe toeneemt tot ca 50%. Verder zijn continu resten van *Alnus spec.* aangetroffen en zaden van *Carex pseudocyperus*, *C. appropinquata/diandra/paniculata*, *C. elata/nigra/trinervis/acuta*, *Typha spec.* en *Alisma plantago-aquatica*. Voorts zijn continu, hoewel met name in het onderste monster, *Stratiotes aloides* bladstekels gevonden. Bovenin de laag zijn nog wat zaden van enkele kruiden (*Epilobium palustre*, *Lythrum salicaria*, *Oenanthe aquatica*, *Potentilla palustris*, *Solanum dulcamara*) gevonden. Opvallend is verder nog de vondst van een *Viburnum opulus* zaad in het bovenste monster.

In veel opzichte lijkt de samenstelling van deze laag op het bovenste deel van het veen uit laag B. Er is dus weer sprake van verlanding in open water. Dat betekent dat de vegetatie uit de vorige fase is verdronken. *Viburnum opulus* is echter een soort van natte tot vochtige loofbossen en struwelen buiten moerassen, maar komt ook wel voor in de ondergroei van elzenbroekbossen (zie o.a. Clerckx et al., 1994). Kennelijk was er wel contact met vegetaties uit drogere milieus.

interpretatie: verdrinking

Laag E (300-253 cm) zeggenvegetatie/elzenbroekbos

Het veen in deze laag is opnieuw goed doorworteld met monocotylenworteltjes. Aanvankelijk is het veen rijk aan *Alnus* zaden en houtresten (sublaag E1), gevolgd door een laag waarin *Alnus* resten vrijwel niet meer worden gevonden en *Phragmites australis*, diverse *Carex* soorten en *Thelypteris palustris* de soortensamenstelling domineren (sublaag E2).

Sublaag E1 (300-278 cm) elzenbroekbos

Blijkens de goede doorworteling van het veen, de hoge percentages houtresten en de relatief hoge aantallen *Alnus* resten, vertegenwoordigt dit veen een elzenbroekbos. Naast enkele zaden van *Carex elata/nigra/trinervis/acuta*, *C. rostrata/vesicaria* en *Alisma plantago aquatica* zijn er nog zaden van enkele kruiden aangetroffen (*Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Oenanthe aquatica*, *Ranunculus spec.*, *Urtica dioica*). Deze planten zijn, behalve *Carex rostrata/vesicaria*, normaal voorkomende planten in de ondergroei van goed ontwikkelde elzenbroekbossen (zie o.a. Clerckx et al., 1994). In het bovenste monster van deze laag zijn verder nog enkele

Stratiotes aloides bladstekels aangetroffen. Broekbossen groeien daar waar de waterstand gemiddeld over het jaar genomen niet boven het substraat staat, terwijl *Stratiotes aloides* in open water van minimaal 40 cm diep groeit. Dit geeft aan dat aan het einde van deze fase hetzij contact is opgetreden met gebieden waar open water aanwezig was, hetzij ter plekke van de monsterlocatie de waterstand aanzienlijk is gestegen.

interpretatie: verlanding, successie, fluctuerende waterstanden

Sublaag E2 (278-253 cm) zeggenvegetaties

In deze sublaag zijn nog steeds veel monocotylenwortels gevonden. Echter zijn vrijwel geen *Alnus*-resten en houtresten meer aangetroffen. Blijkens de epidermisresten en zaden van *Phragmites australis*, *Typha* spec., van *Carex elata/nigra/trinervis/acuta*, *C. appropinquata/diandra/paniculata*, *C. spec.* was er op de monsterlocatie een zeggerietvegetatie aanwezig. In het onderste monster zijn ca. 20 bladstekels van *Stratiotes aloides* aangetroffen. Dat suggereert dat de overgang van elzenbroekbos naar rietzeggevegetaties begonnen is met periodes waarin de waterstand sterk steeg en contact optrad met gebieden met open water. De overgang van elzenbroekbos naar rietzeggeveen wijst hoe dan ook op een zekere vernatting, omdat normaliter bij een doorgaande successie elzenbroekbos zich juist ontwikkelt uit zeggerietvegetaties en grondwaterstanden in elzenbroekbos lager staan dan in zeggerietvegetaties. In het volgende monster zijn vervolgens veel resten van *Thelypteris palustris* gevonden. Dat wijst op een fase waarin grondwaterstand gemiddeld net tot op het maaiveld stond. In nog hogere monsters zijn weer een zaad van *Menyanthes trifoliata* en enkele zaden van *Nymphaea alba* gevonden. Deze soorten, en met name *Nymphaea alba*, komen voor in open water en wijzen dus opnieuw op contact met plekken waar open water aanwezig is geweest. Verder zijn continu zaden van *Epilobium palustre* in relatief hoge aantallen gevonden en een keer een *Potentilla palustris* zaad. Beide taxa zijn karakteristiek voor natte, matig voedselrijke tot voedselarme bodems en komen voor in graslanden en verlandingsvegetaties

interpretatie: verdrinking en stabielere grondwaterstanden

Laag F (253-220 cm) berkenbroekbos

De bovenste laag bestaat uit matig doorworteld veen. Enkele monsters waren verder nogal rijk aan houtresten, terwijl in de gehele laag steeds *Betula* spec. en *Alnus* spec. zaden zijn aangetroffen. Ook zijn nog zaden van *Carex elata/nigra/trinervis/acuta* aangetroffen. Gezien de gevonden taxa ontwikkelde zich dus een elzenberkenbroekbos op de locatie. Dat wijst op een afname in de gemiddelde grondwaterstand tot onder het substraat. De *Betula*-rijkdom van dit broekbos wijst verder op een afname van de hoeveelheid beschikbare nutriënten in het milieu en een ontwikkeling in de richting van oligotrofe vegetaties.

interpretatie: successie en verarming

3.2.3 Boring 85, profiel 3 een beeld van de veenontwikkeling op een dekzandrug

Laag A (275-210 cm) zeggenrijk berkenbroekbos

Deze laag wordt gekarakteriseerd door de continue aanwezigheid van monocotylenwortels en zaden van *Betula* spec. en diverse *Carex* soorten. De laag is op grond van enkele karakteristieke verschillen verder onderverdeeld in twee sublagen.

Sublaag A1 (275-235 cm) berkenbroekbos met elzen

In deze sublaag bestaat het veen voornamelijk uit houtige wortels, die waarschijnlijk afkomstig zijn van bomen. Ook zijn monocotylenwortels en zaden van *Betula* spec., *Alnus* spec. en diverse *Carex* soorten. Dat *Betula* in ieder geval lokaal aanwezig was in de vegetatie blijkt uit het in lage hoeveelheden aangetroffen *Betula* wortelperiderm. Verder is het onderste monster (275 cm.) zeer rijk aan sklerotia van de bodemschimmel *Cenococcum geophilum*. In een aantal monsters zijn verder nog enkele zaden van *Typha* spec. en *Lythrum salicaria* aangetroffen.

Tijdens de verdrinking van het substraat ontstond op de monsterlocatie dus een berkenrijke zeggevegetatie, waarin ook elzen konden groeien. De aanwezigheid van moerasbomen betekent dat gedurende de gehele beschreven periode de grondwaterstand gemiddeld over het jaar genomen net onder het maaiveld stond, terwijl de rijkdom aan berken in het broekbos wijzen op matig voedselrijke, natte tot vochtige condities en dus op het ontbreken van contact met voedselrijker grond- of oppervlaktewater. Het ontbreken van indicatoren van open water bevestigt dat idee.

interpretatie: verdrinking substraat, matig voedselrijk, vochtig tot nat milieu

Sublaag A2 (235-210 cm) zeggenrijk berkenbroekbos

Het veen uit sublaag A2 bestaat niet langer uit veel houtige worteltjes. Het zijn met name resten van monocotylenwortels en hout die in sublaag A2 gevonden zijn. Tevens zijn vrijwel geen *Alnus* zaden meer gevonden, terwijl de hoeveelheid zaden van *Betula* en diverse *Carex* soorten, met name *C.*

elata/nigra/trinervis/acuta, sterk is toegenomen. Verder zijn onderin nog zaden van *Typha* spec. en *Epilobium palustre* aangetroffen, terwijl meer bovenin eerst een beetje *Phragmites australis* epidermis is aangetroffen en vervolgens in toenemende mate resten van mossen en zaden van *Potentilla palustris*, *Ranunculus* spec., *Carex rostrata/vesicaria* en *Nymphaea alba* zijn aanwezig samen met oögonia van Characeae.

De resten van Characeae en *Nymphaea alba* wijzen op contact met open water. De combinatie van *Potentilla palustris*, *Carex rostrata/vesicaria*, *Carex acuta* en mossen is juist karakteristiek voor plantengemeenschappen in matig voedselrijk milieus met stagnerend water, vooral in contactzones van voedselrijker en voedselarmer water (Westhoff en Den Held, 1975).

Hoewel ter plekke van de monsterlocatie dus een berkenrijke zeggevegetatie bleef groeien in een overwegend matig voedselrijk milieu zijn er steeds meer aanwijzingen voor permanent natte condities en zelfs voor een regelmatig contact met voedselrijker open water.

interpretatie: toenemend contact met voedselrijkere en vooral nattere milieus

Laag B (210-160 cm) waterdriebladrijke zeggevegetatie

Deze laag wordt gekarakteriseerd door de continue aanwezigheid van monocotylenworteltjes en *Menyanthes trifoliata* resten. Op grond van een aantal duidelijke verschillen in de aanwezigheid van enkele andere taxa is een verdere onderverdeling in drie sublagen gemaakt.

Sublaag B1 (210-180 cm) waterdriebladrijke zeggevegetatie met Witte waterlelie

Deze sublaag bestaat voor 80% uit monocotylenworteltjes. Van welke planten deze worteltjes afkomstig zijn is onduidelijk, omdat vrijwel geen zaden van monocotylen zijn aangetroffen, maar de meest waarschijnlijke kandidaten zijn Cyperaceae. Wel zijn continu zaden van *Menyanthes trifoliata*, *Betula* spec. en *Nymphaea alba* gevonden en is ook steeds een laag percentage *Menyanthes trifoliata* bladepidermis aangetroffen. De afwezigheid van hout, bladresten en andere resten van bomen suggereren sterk dat *Betula* niet op de monsterplek zelf groeide in deze fase maar op of langs het nog droogliggende pleistocene substraat in de directe nabijheid van de monsterlocatie. *Betula* zaden kunnen omdat ze vleugels bezitten grote afstanden afleggen door de lucht. Op de monsterlocatie groeide waarschijnlijk dus een *Menyanthes trifoliata* rijke zeggevegetatie. *Menyanthes trifoliata* is een plant die samen met *Carex acuta*, *C. vesicaria* en ook wel *Potentilla palustris* voorkomt in bepaalde plantengemeenschappen, die voornamelijk voorkomen langs oevers van stilstaande of zwak stromende wateren, vooral op minerale grond, in voedselrijk en/of oligohalien water. De waterstand is in de winter meestal hoog in dergelijke vegetaties (Westhoff en Den Held, 1975). De aanwezigheid van de open water plant *Nymphaea alba* in deze sublaag is daarmee dan ook mogelijk te verklaren, omdat zaden van die plant een groot drijfvermogen hebben. De overgang van *Betula*-rijke vegetaties naar *Betula*-loze of-arme vegetaties wijst op een zekere vernatting en verrijking omdat door successie normaliter vanuit *Betula*-rijke vegetaties een zeer voedselarm hoogveen vegetaties ontstaan. Het tegendeel is gebeurd.

interpretatie: toenemende voedselrijkdom en een vernatting

Sublaag B2 (180-170 cm) waterdriebladrijke zeggevegetatie met moerasvarens en mos

In deze sublaag, waarvan slechts twee monsters zijn bekeken, is het veen in iets mindere mate opgebouwd uit monocotylenworteltjes (ca. 60%) dan in sublaag B1, terwijl het aandeel *Menyanthes trifoliata* bladepidermis is toegenomen. Verder zijn er nog varenbladresten, *Thelypteris* wortelresten en iets mosresten aangetroffen. Er zijn ook nog steeds continu zaden van *Menyanthes trifoliata* en *Betula* spec. gevonden, samen met zaden van de kruiden *Epilobium palustre*, *Potentilla palustris* en *Stellaria palustris*. Er zijn geen zaden van *Nymphaea alba* meer aangetroffen, terwijl nu wel wat hout, boombladresten en zelfs enkele *Betula* katjesschubben zijn gevonden. De combinatie van bladresten, hout en *Betula* zaden en katjesschubben suggereren dat *Betula* nu ook op of direct naast de monsterlocatie groeide. De aanwezigheid van *Betula* en varens, waaronder *Thelypteris* wijzen op gemiddeld lagere grondwaterstanden dan in sublaag B1. Tijdens de boorcampagne is deze sublaag steeds als zwart/geoxydeerd beschreven. Ook dat wijst op het langdurig droogvallen van het venig substraat en daarmee op gemiddeld lagere grondwaterstanden. Dat er toch nattere periodes optraden in bepaalde delen van het jaar blijkt aan de nog immer aanwezige *Menyanthes trifoliata*. Samenvattend is er nog steeds sprake van wisselingen in de grondwaterstand, maar het contact met erg open water lijkt te zijn opgehouden. Mogelijk is de gemiddelde grondwaterstand zelfs lager dan in sublaag B1.

interpretatie: periodes met langdurig lage grondwaterstanden, het verdwijnen van het contact met open water

Sublaag B3 (170-160 cm) waterdriebladrijke zeggevegetatie met waterbies

In het uit deze sublaag onderzochte monster is het aandeel monocotylenworteltjes gedaald tot ca 30%, terwijl het aandeel *Menyanthes trifoliata* tot ca. 30% is gestegen en ook een klein aandeel Ericaceae worteltjes en *Eriophorum vaginatum* epidermis is gevonden. Verder zijn nog enkele zaden van *Betula* spec., *Menyanthes trifoliata*, *Potentilla palustris*, *Carex acuta*-type, *Carex cf. riparia*, *C. spec.* en met name *Eleocharis* spec. aangetroffen. Hout- en boomblad- of varenresten zijn niet meer gevonden.

In deze sublaag is dus nog steeds *Menyanthes*-rijk zeggeveen gevormd. Nu zijn ook zaden van zeggen gevonden, waaronder *Carex acuta*-type. Het verdwijnen van varen- en boomresten en de toename van *Menyanthes*-resten wijzen duidelijk in de richting van meer permanent natte condities. Verder kan een deel van de monocotylen wortels afkomstig zijn van *Eleocharis* spec.. De Ericaceae en *Eriophorum* resten wijzen op een verarming van het milieu en een ontwikkeling in de richting van hoogveenvegetaties.

interpretatie: verarming, meer continu nat

Laag C (160-145 cm) mix van rietvegetaties en voedselarme vegetaties

Deze laag is gevormd door een mengsel van monocotylenwortels, houtresten, *Phragmites australis* epidermis, en resten van diverse hoogveenplanten (Ericaceae, *Sphagnum*, *Eriophorum vaginatum*). Ook zijn diverse ruigtekruiden aangetroffen van matig voedselrijke milieus (*Lycopus europaeus*, *Lythrum salicaria*, *Mentha aquatica*) en kruiden van matig voedselarme milieus (*Hydrocotyle vulgaris*, *Potentilla palustris*) samen met indicatoren voor open water zoals *Stratiotes aloides*, *Nymphaea alba* en *Alisma plantago-aquatica*. Verder zijn nog enkele sklerotia van de bodemschimmel *Cenococcum geophilum* aangetroffen. De combinatie van planten uit voedselarme en voedselrijke milieus samen met diverse indicatoren voor open water wijzen op een nogal dynamisch milieu waarin enerzijds een tendens is naar hoogveenvorming maar anderzijds tegelijkertijd sprake is van overspoeling en verrijking.

interpretatie: verarming en verrijking

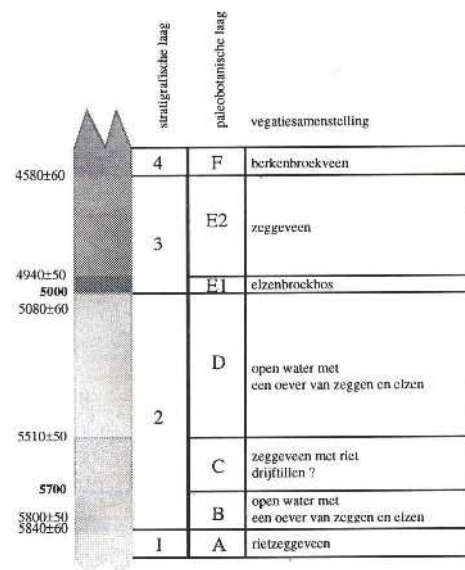
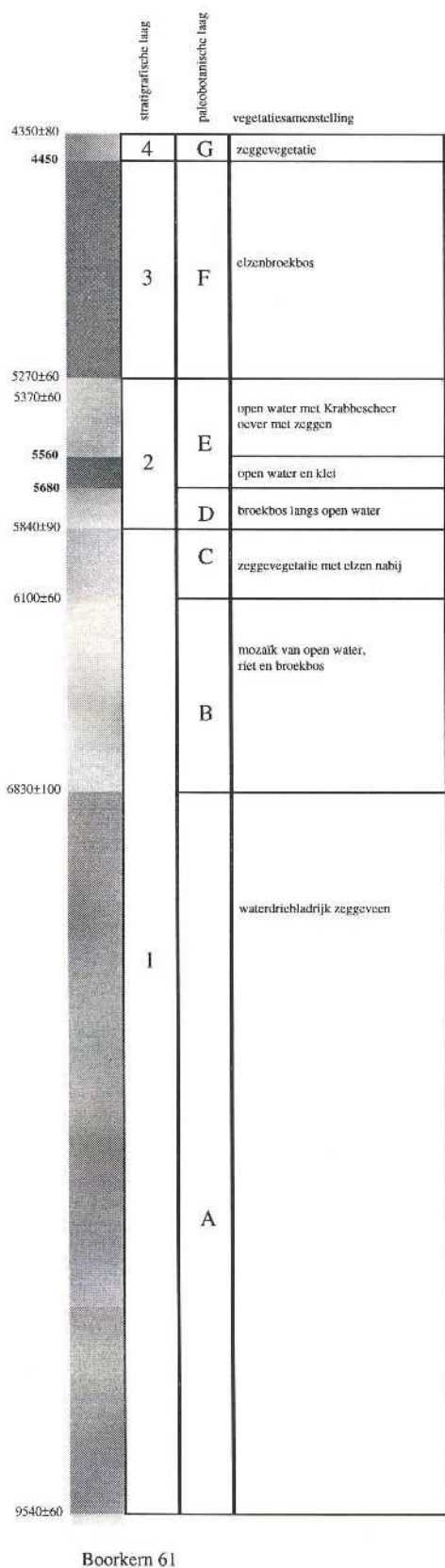
4 Dateringen en chronologie van de afzettingen

Om de belangrijkste vegetatieovergangen in de geanalyseerde kernen en daarmee de veenovergangen in de boorprofielen te dateren zijn uit de geanalyseerde boorkernen 17 monsters voor ^{14}C -datering opgestuurd naar het isotopen laboratorium van de Universiteit van Groningen. Monster GrA-2717 is met behulp van de versnellermethode gedateerd, terwijl de rest van de monsters op conventionele wijze is gedateerd. De resultaten van de dateringen staan weergegeven in tabel 2.

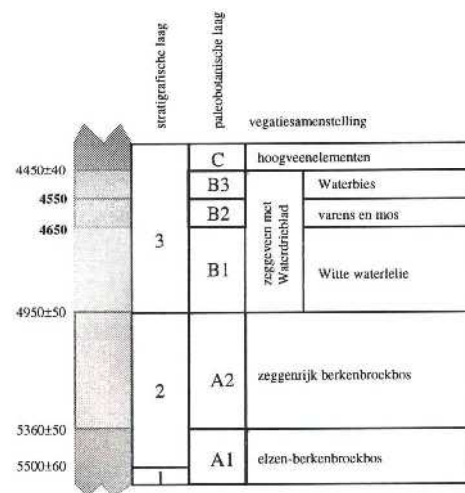
nummer	boring	diepte top	diepte onder	ouderdom
GrA-2717	61	-5,88	-5,90	9540±60
GrN-22245	61	-5,02	-5,08	6830±100
GrN-22246	61	-4,43	-4,47	6100±60
GrN-22247	61	-4,18	-4,23	5840±90
GrN-22248	61	-3,59	-3,64	5370±60
GrN-22249	61	-3,42	-3,47	5270±60
GrN-22250	61	-2,28	-2,30	4350±80
GrN-22251	28	-4,05	-4,11	5840±60
GrN-22252	28	-3,80	-3,87	5800±50
GrN-22253	28	-3,38	-3,46	5510±50
GrN-22254	28	-3,11	-3,18	5080±60
GrN-22255	28	-2,75	-2,80	4940±50
GrN-22256	28	-2,50	-2,55	4580±60
GrN-22257	85	-2,54	-2,59	5500±60
GrN-22258	85	-2,32	-2,37	5360±50
GrN-22259	85	-2,04	-2,08	4950±50
GrN-22260	85	-1,54	-1,64	4450±40

Tabel 2 De ^{14}C dateringen van de belangrijkste paleobotanische overgangen (dieptes in meters onder maaiveld)

In figuur 2 zijn de implicaties van de dateringen weergegeven voor wat betreft de ouderdom van de diverse stratigrafische lagen en paleobotanische lagen. Op grond van deze gegevens kan een chronostratigrafisch profiel door het gebied worden opgesteld. Deze is weergegeven in figuur 3. In beide figuren is een aantal dateringen weergegeven zonder foutenmarge en als vet lettertype. Dat zijn ouderdommen die berekend zijn door tussen twee dateringen te interpoleren. Deze chronostratigrafische gegevens vormen de basis voor de landschapreconstructie die volgt in hoofdstuk 5.



Boorkern 28



Boorkern 85

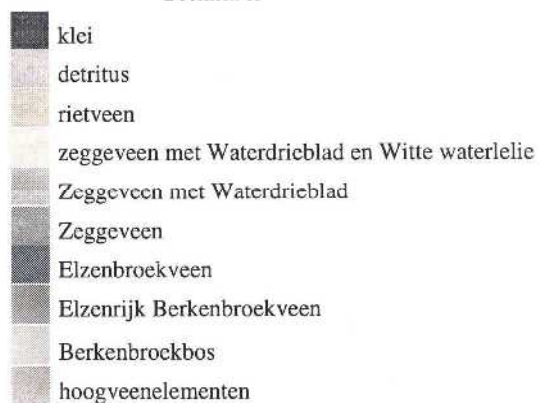


Fig 2 Chronostratigrafische kollomen

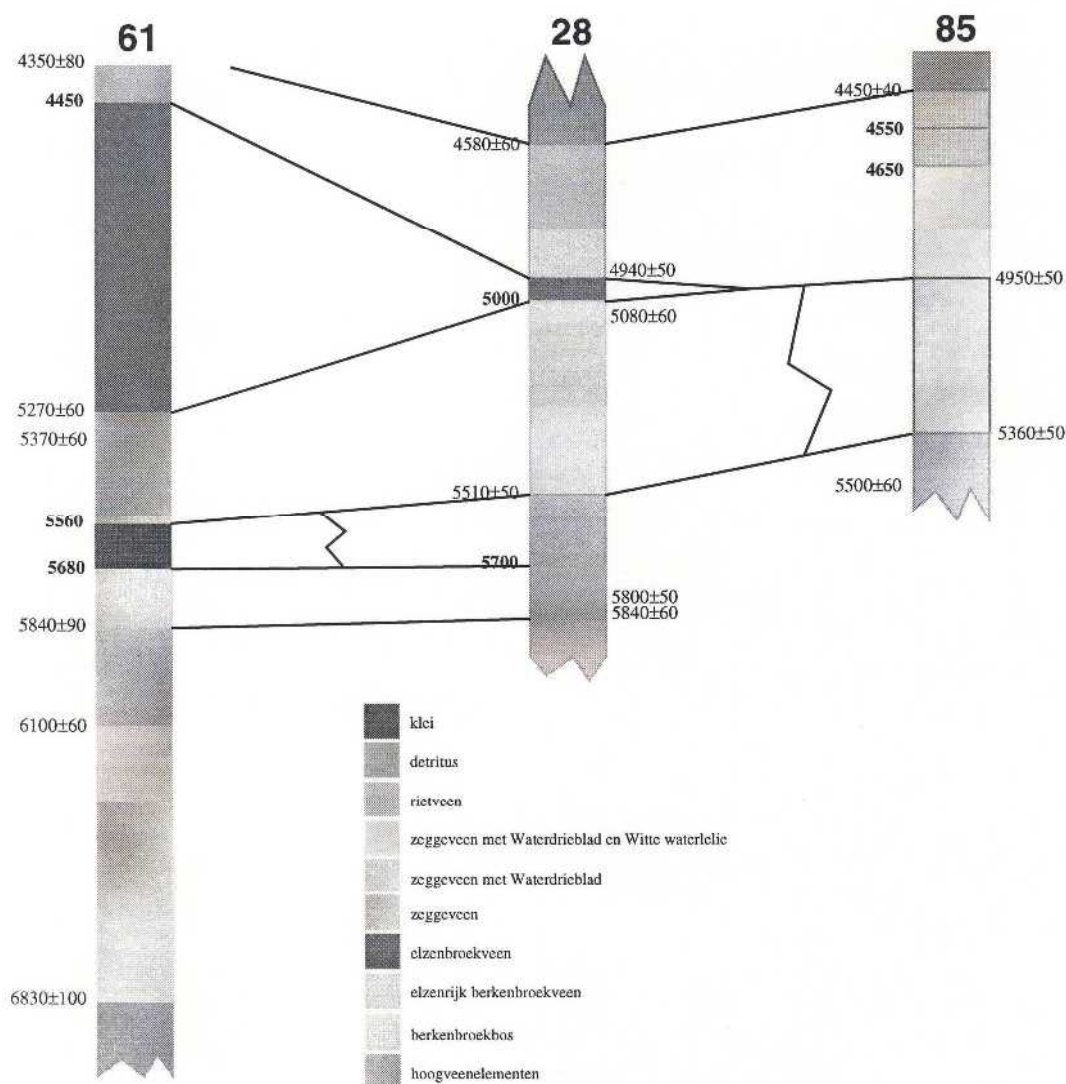


Fig 3 Chronostratigrafisch profiel

Hoewel natuurlijk rekening moet worden gehouden met de foutmarges in de dateringen, geeft het chronostratigrafisch profiel globaal weer hoe de diverse veentypen door de tijd heen lateraal in elkaar over gaan. Een nauwkeurige vergelijking van de resultaten van de paleobotanische analyses in de diverse periodes en resultaten van de boringen (vergelijk figuur 2 en hoofdstuk 3) bevestigen het in figuur 3 geschetste beeld.

5 De paleogeografische ontwikkeling in het gebied Wet Bodembescherming

5.1 Inleiding

Alvorens begonnen kan worden aan het tekenen van de paleogeografisch kaartjes is het noodzakelijk om een zeer gedegen kaart te hebben van de diepteligging van de pleistocene ondergrond. Omdat tijdens het Holoceen het grondwater onder invloed van de stijgende zeespiegel steeds hoger kwam te liggen, raakte het pleistocene oppervlak in het westen en noorden van Nederland met veen en later deels met klei bedekt. In combinatie met gegevens over de stand van het grondwater kan nauwkeurig worden bepaald welk deel in een bepaalde periode van het pleistocene oppervlak nog droog lag en met droge loofbossen (Eik, Linde, etc) begroeid was, en welk deel met veen bedekt was. Omdat de pleistocene dieptekaart in dit onderzoek uit zeer veel informatie van onder andere het archief Rijkswaterstaat te Lelystad is samengesteld is deze als vrij betrouwbaar te beschouwen (zie figuur 4). De gegevens over de grondwaterstand in de tijd zijn door het mislukken van eerder grondwateronderzoek in het gebied echter minder betrouwbaar (zie paragraaf 1.2). Verder is in bepaalde delen van het gebied geen of slechts weinig van de holocene sequentie bewaard gebleven. Ook is niet in elke gebied even nauwkeurig geboord (zie figuur 1). In feite is met name het gebied van de Eembedding vrij nauwkeurig gereconstrueerd (profiel 1 en 2) en het gebied rond profiel 3. Ook is het voor een beter overzicht van de meer regionale landschappelijke ontwikkeling in het gebied eigenlijk nodig om één boring op pollen te onderzoeken. Daarenboven zouden de extrapolaties van de gegevens die in dit onderzoek zijn gebruikt om de paleogeografische kaartjes te kunnen tekenen, nog moeten worden gecontroleerd met behulp van een nieuwe boorcampagne.

Hoe dan ook, op grond van de huidige gegevens kan reeds een goede indicatie worden gegeven van de paleogeografische ontwikkelingen tussen 9500 BP en 4300 BP.

5.2 De kaartjes

Het landschap voor ca. 6800 BP (figuur 5)

Rond 6800 BP heeft blijkens de literatuur de zeespiegel ver onder de 10 meter beneden NAP gestaan (zie tabel 1). Omdat blijkens de dateringen van 9500 BP tot 6800 BP wel degelijk veen in de Eemvallei is gevormd (zie figuur 5), moet er van worden uitgegaan dat dit veen zich ontwikkelde onafhankelijk van het zeeniveau. Er was dus een lokale grondwaterstand, die alleen door gedegen onderzoek kan worden gereconstrueerd. Aangenomen is dat de gebieden waar het pleistocene oppervlak dieper dan 8 meter beneden NAP lag met veen bedekt waren in de periode voor 6800 BP. Blijkens de paleobotanische analyse (boring 61, laag A) was er in die gebieden een waterdribladrijke zeggenvetatie (Snavelzegge en/of Blaasjeszegge) aanwezig, waarin waarschijnlijk ook de Berk een rol speelde. Deze vegetatie is kenmerkend voor matig voedselrijke vegetaties waarin de waterstand seizoensgebonden fluctueerde. De berken suggereren dat in langere periodes van het jaar de grondwater beneden het veenvormende oppervlak stond. Profiel 1 laat zien dat over het gehele breedte van het dal van de Eem dergelijke vegetaties aanwezig waren. Hoewel de Eembedding redelijk nauwkeurig is afgeboord (zie profiel 1), is de exacte ligging van de voormalige Eembedding in deze fase niet gevonden. Waarschijnlijk was er sprake van een smalle onbeduidende beek.

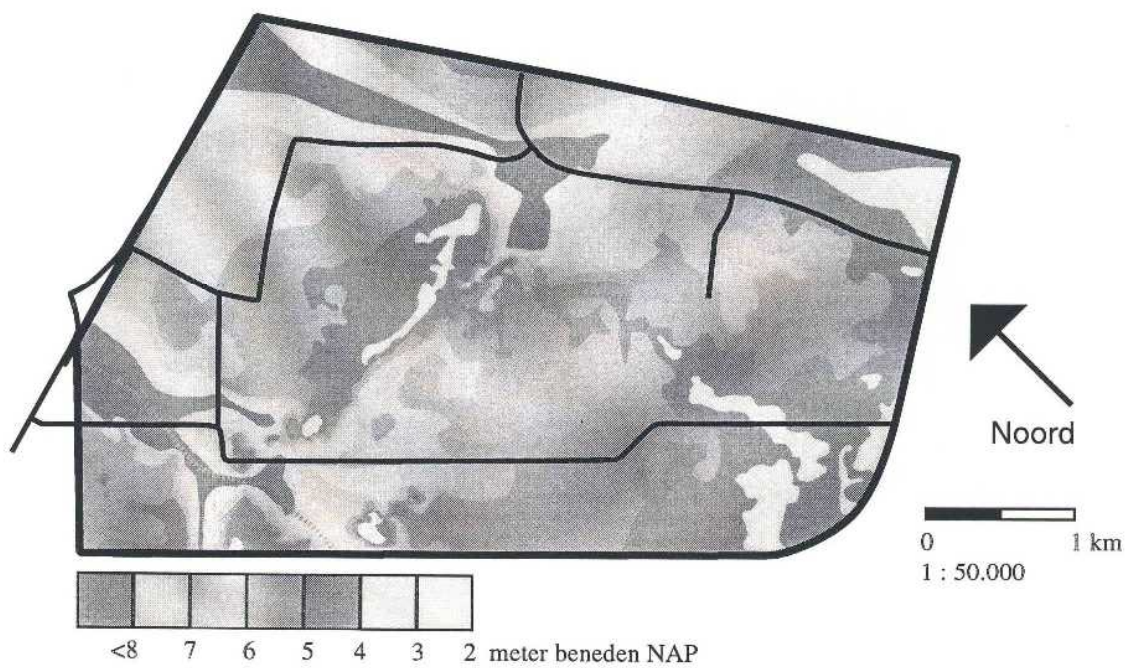


Fig 4 Pleistocene diepte kaart van het gebied Wet Bodembescherming

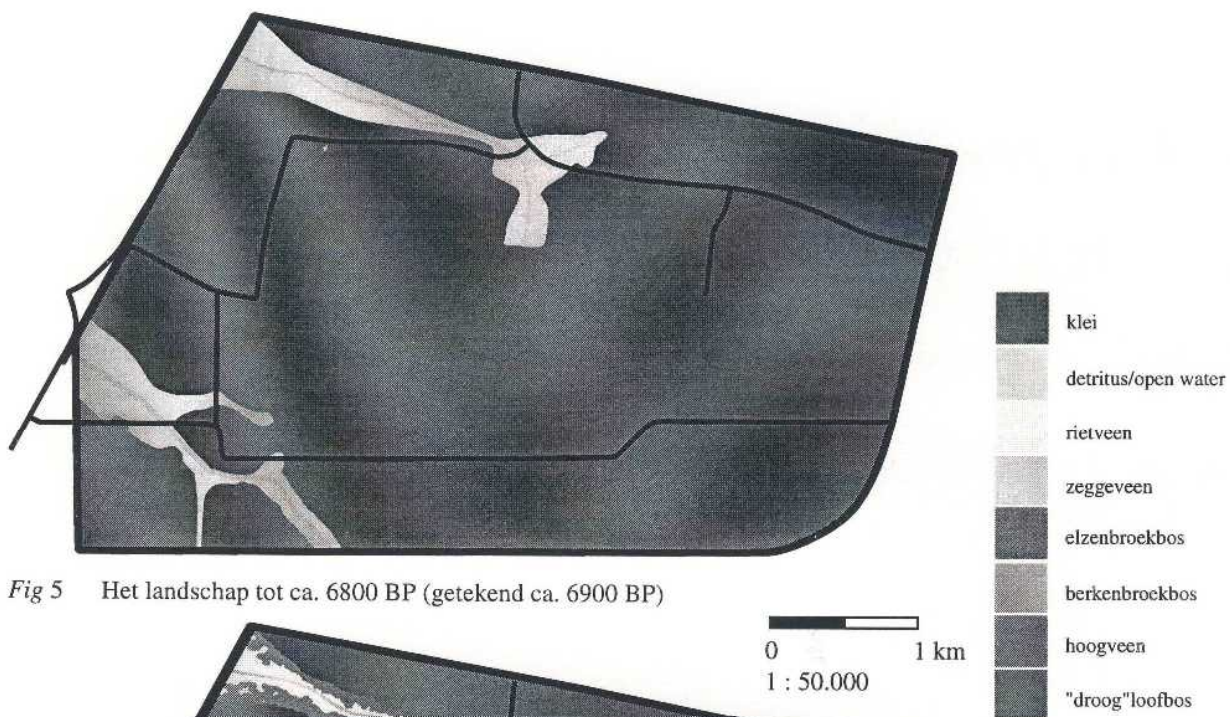


Fig 5 Het landschap tot ca. 6800 BP (getekend ca. 6900 BP)

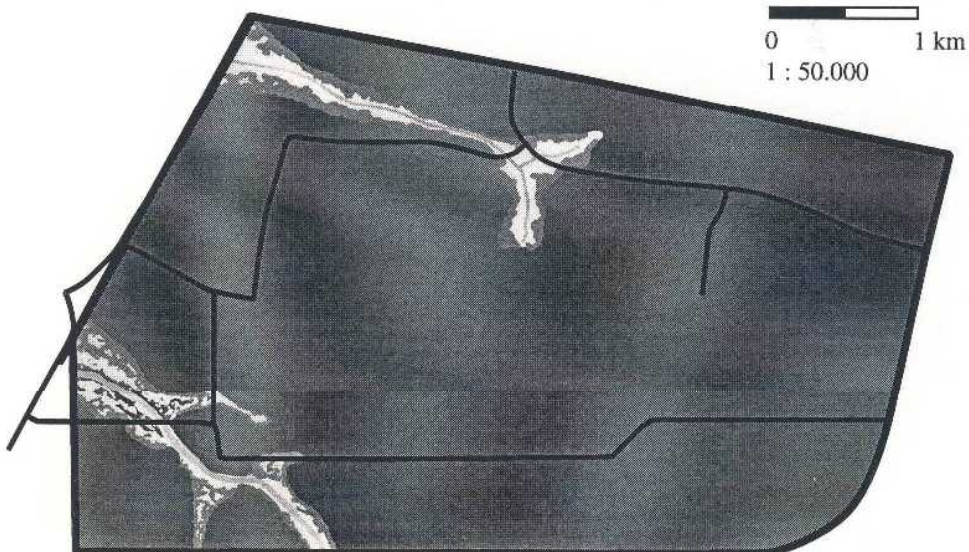


Fig 6 Het landschap van ca. 6800 tot ca. 6000 BP (getekend ca. 6100 BP)

Het landschap van ca. 6800 tot ca. 6000 BP (figuur 6)

Vanaf ca 6800 BP veranderde het aspect van de vegetatie. Er ontstond een landschap met natte plekken waar Riet groeide en iets drogere plekken met elzen (laag B, boring 61). Deze vegetatie wijst op seizoensgebonden wisselingen van de grondwaterstand en een zekere verrijking van het milieu. Rond 6000 BP bedroeg de stand van de zeespiegel net ca. 8 meter beneden NAP. Het is dus waarschijnlijk dat de grondwaterstand ook in deze fase zich voor het grootste deel onafhankelijk van het zeeniveau ontwikkelde. Op een diepte van ca -8 meter NAP is verder een laag klei van waarschijnlijk mariene herkomst gevonden (profiel 1, bovenin laag 1). Dit zou erop kunnen wijzen dat juist aan het einde van deze periode de zeespiegel zover was gestegen dat het gebied onder invloed van de zee kwam te liggen. Of er sprake was van een zoetwatergetijdemilieu in die fase is moeilijk vast te stellen zonder pollenonderzoek, omdat de meest karakteristieke plant voor dergelijke milieus (Wilg) vrijwel alleen als pollen te traceren is.

Het landschap van ca. 6000 tot ca. 5850 BP (figuur 7)

In deze fase steeg de grondwater van ca. -8 meter NAP naar ca. -7,25 meter NAP. Vanuit het landschap met elzenbroekbos en Riet ontstonden er in het rivierdal zeggenvegetaties (laag C, boring 61) en langs het dal zeggerietvegetaties (laag A, boring 28). Op de overgang naar de met bos bedekte droogliggende pleistocene gronden groeide nog een smalle gordel elzenbroekbos (Laag C, boring 61). Het zeggeveen uit deze fase is over het algemeen rijk aan wortels, arm aan ruigtekruiden en goed tot zeer goed geconserveerd. Dit wijst op grondwaterstanden die zelden of nooit beneden het veenvormende oppervlak stonden. Waarschijnlijk zijn de wisselingen in het grond- en oppervlaktewater sterk afgenomen, waardoor de natte plekken iets droger werden en de droge plekken iets natter. Daardoor konden broekbossen zich ook niet meer handhaven.

Het landschap van ca. 5850 tot ca. 5700 BP (figuur 8)

In deze fase breidde het open water in het Eemdal zich sterk uit. Het grondwater steeg van ca -7,25 meter NAP naar ca. -6,80 m NAP. Er ontstond langs het open water een gordel nat elzenbroekbos, waarin ook diverse zeggen en iets Riet groeiden (laag D, boring 61; laag B, boring 28; laag 2, profiel 1 en profiel 2). Het ontstaan van uitgebreide elzenbroekbos in het rivierdal wijst duidelijk op periodes met een veel lagere grondwaterstand dan in de vorige fase. Elzen groeien namelijk alleen daar waar de grondwaterstand langdurig beneden het maaiveld staat. De uitbreiding van open water afzettingen in het rivierdal wijst echter ook op periodes met een hoge waterstand. Geconcludeerd moet dan ook worden dat de fluctuaties in de waterstand aanzienlijk zijn toegenomen.

Het landschap van ca. 5700 tot ca. 5300 BP (figuur 9)

In deze fase steeg de grondwaterstand waarschijnlijk van ca. -6,80 NAP naar -5,75 m NAP. Aanvankelijk werd blijkens de dateringen tot ca. 5500 BP klei afgezet in Eembedding (Calais II-klei, Oude Zeeklei) (gestippelde deel van laag 2 in profiel 1 en 2; laag E, boring 61). Het aandeel open water nam in die fase verder toe en er ontstond een rietrijke zeggenvegetatie langs het open water. Er zijn aanwijzingen dat direct langs het open water drijvende vegetatie van Hoge cyperzegge (laag C, boring 28) ontstonden (zogenaamde drijfkillen). Grote delen van het tot nu toe nog droogliggende en beboste pleistocene oppervlakte verdrongen en raakte in deze fase bedekt met

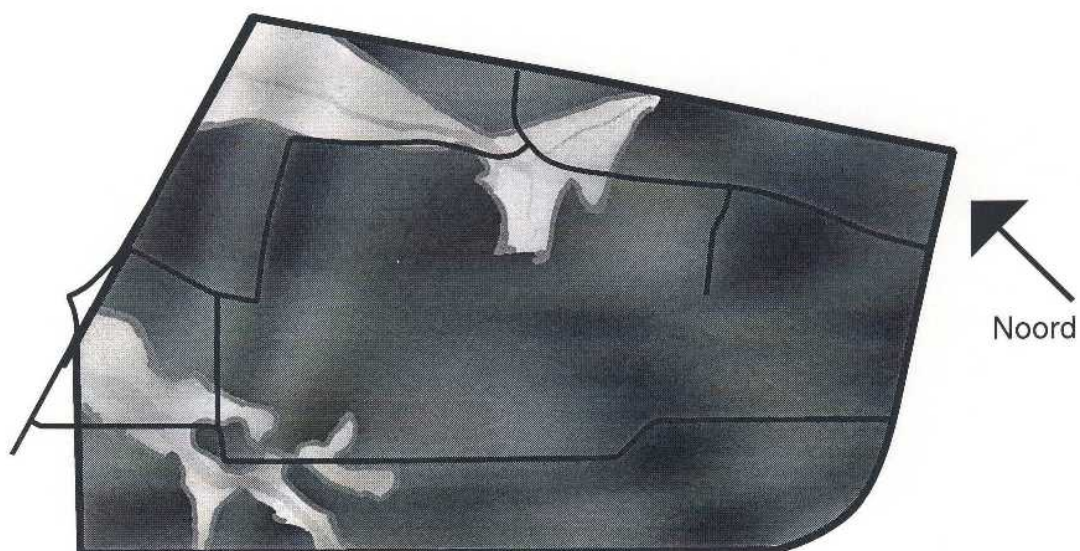


Fig 7 Het landschap van ca. 6000 tot ca. 5850 BP (getekend ca. 5950 BP)

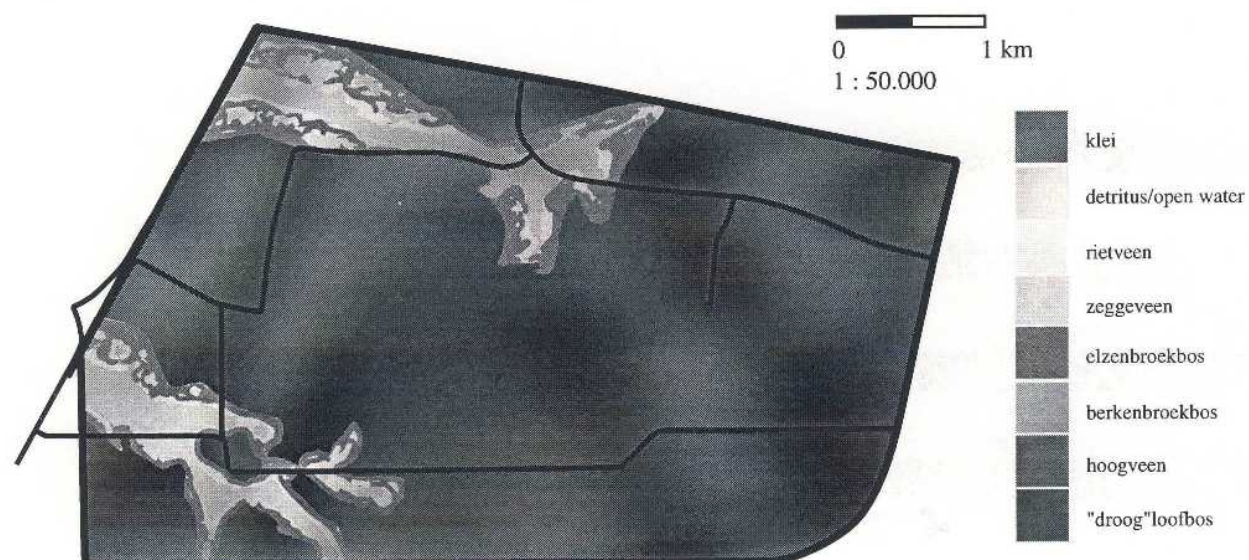


Fig 8 Het landschap van ca. 5850 tot ca. 5700 BP (getekend ca. 5800 BP)

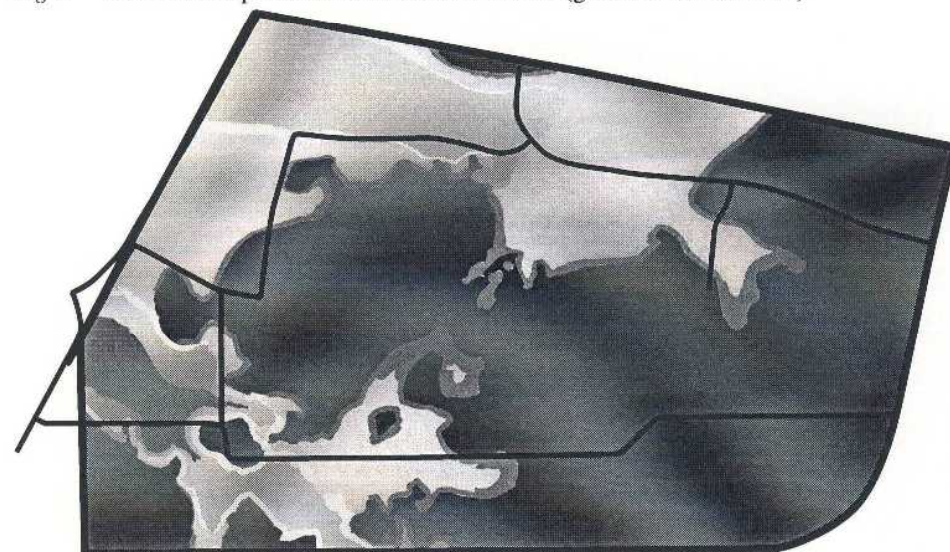


Fig 9 Het landschap van ca. 5700 tot ca. 5300 BP (getekend ca. 5500 BP)

zeggenvegetaties, terwijl langs het nog droogliggende pleistocene substraat nog een gordel elzenbroekbos groeide. Ver van de rivier op de locatie van profiel 3 bestond dit broekbos door een armer milieu voor een groot deel uit berken (laag 2, profiel 3; laag A, boring 85). De situatie zoals getekend omvat het einde van de fase met sedimentatie van klei. Nadat de sedimentatie van klei was opgehouden nam het aandeel open water in het rivierdal verder toe. In dat open water ontstonden vegetaties van Krabbescheer en Witte waterlelie (laag E, boring 61; Laag D, boring 28). Langs het open water handhaafden de zeggerietvegetatie zich waarin nog een enkele Els groeide, terwijl ook nog steeds aanwijzingen zijn gevonden voor drijfziltachtige vegetaties (laag E, boring 61). De toename van het aandeel open water, de sedimentatie van mariene klei en de afname van de hoeveelheid elzen langs de rivier wijzen op regelmatige waterstandswisselingen en op een dynamischer milieu. De regelmatige waterstandswisselingen kunnen op een zoetwatergetijdemilieu wijzen. In dergelijke milieus waarin met name de Wilg een belangrijke rol speelt komen in en langs open water ook herhaaldelijk drijfzilt voor van Riet en zegge. Wilgen zijn helaas met behulp van macroresten analyse moeilijk aan te tonen.

Het landschap van ca. 5300 tot ca. 4550 BP (figuur 10)

Na 5300 veranderde het landschap sterk. Het grootste deel van het pleistocene substraat raakte bedekt door veen. De grondwaterstand steeg van ca. -5,75 meter NAP naar ca. -4 meter NAP. Tot ca. 4900 BP bestond het landschap uit elzenbroekbos en open water in en langs de rivier de Eem, terwijl in het gebied van profiel 3 een zeggenrijk berkenbroekbos aanwezig was. Na 4900 BP handhaafden de elzenbroekbossen zich direct langs de rivier (laag 3, profiel 1; laag F, boring 61), terwijl op korte afstand van de rivier (laag 3, profiel 2; laag E2, boring 28) zeggenvegetaties ontstonden, die op grote afstand van de rivier (laag 3, profiel 3; laag B, boring 85) zeer waterdriebladrijk waren en in een vrij nat en relatief arm milieu groeiden. In totaal wijst deze overgang op een duidelijke afname van de waterstandswisselingen. Alleen in het rivierdal traden nog duidelijke fluctuaties op. Door de geringere waterstandswisselingen ontstond ook een voedselarm milieu in de zeggeveengebieden op grotere afstand van de rivier. Ook de afwatering van de uitgestrekte veengebieden lijkt te zijn afgenomen waardoor zeer natte zeggenvegetaties in het gebied van profiel 3 ontstonden.

Het landschap van ca. 4550 tot ? (figuur 11)

Rond 4550 BP treedt er opnieuw een sterke verandering op in het landschap. De grondwaterstand steeg verder door. De oevers van de rivier bestonden uit zeggen (profiel 1, laag 4; boring 61, laag G), terwijl direct langs de rivier en waarschijnlijk in het grootste deel van het onderzochte gebied berkenbroekbossen ontstonden (laag 4, profiel 2; laag F, boring 28). Op grond van de gegevens uit boring 85 blijkt verder dat lokaal ook een tendens is naar hoogveen vegetaties. Het beeld uit alle analyses wijst op een verarming van het milieu in het gehele gebied. Om al deze redenen is op verschillende plekken een gebied met hoogveen getekend, hoewel deze niet zijn aangeboord. Een van de verklaringen voor de verarming en de hoogveenvorming is dat in deze fase de grondwaterstijging duidelijk is afgenomen waardoor de accumulatie van weinig materiaal sneller kon verlopen dan de stijging van de gemiddelde grondwaterstand. Ook was rond dat moment de kust in Noord-Holland vrijwel geheel gesloten en ging op grote schaal veen groeien achter de strandwallen, waardoor het bestudeerde gebied steeds meer geïsoleerd kwam te liggen ten opzichte van meer dynamische milieus (zie o.a. Zagwijn, 1986).

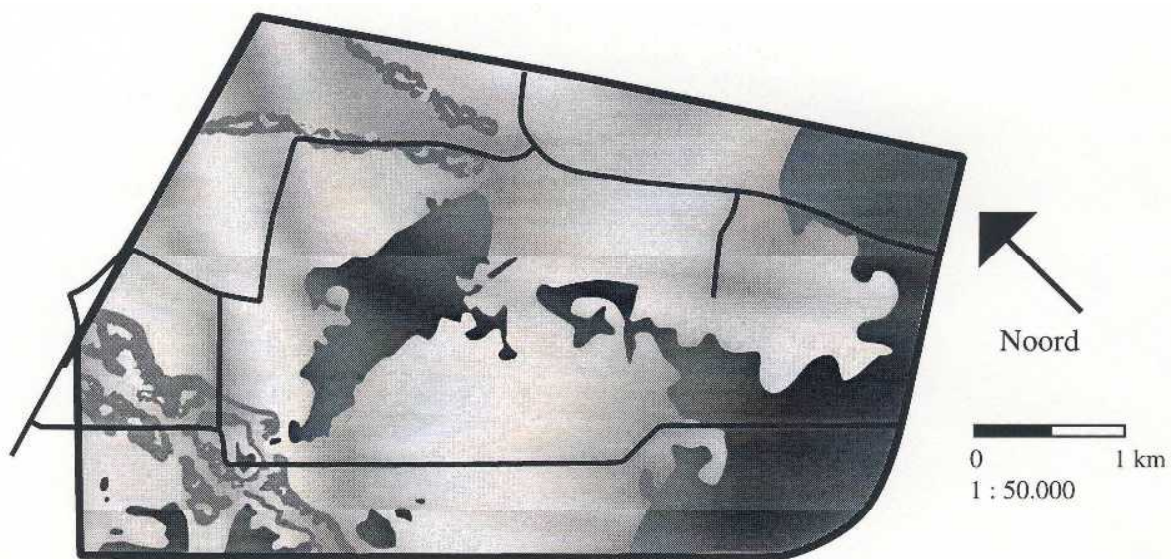


Fig 10 Het landschap van ca. 5300 tot ca. 4550 BP (getekend ca. 4900 BP)

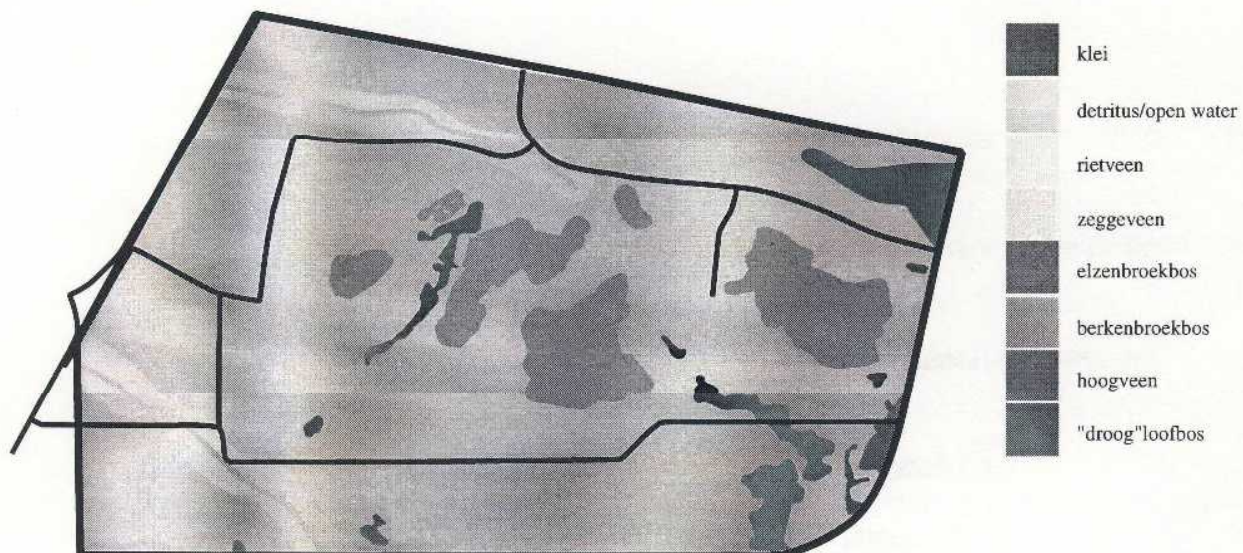


Fig 11 Het landschap van ca. 4550 tot ca. 4300 ? BP (getekend ca. 4400 BP)

6 Aanbevelingen

De nauwkeurigheid van landschapsreconstructies als deze hangt af van de betrouwbaarheid van de gebruikte pleistocene diepte kaart, van de kennis over de grondwaterstand in de tijd, van de dichtheid van het boornetwerk en van de hoeveelheid paleobotanische gegevens. De pleistocene diepte kaart in dit onderzoek is door de vele gegevens waarop de kaart berust nauwkeurig genoeg, terwijl het boornetwerk, hoewel nooit gedetailleerd genoeg, toereikend is. De belangrijkste factor die de nauwkeurigheid van de gepresenteerde kaartjes beperkt is echter de kennis over de stand van de grondwater in de tijd. Alleen met behulp van die gegevens is nauwkeurig te bepalen welk deel van het pleistocene oppervlak met veen bedekt is geraakt in een bepaalde periode. De paleobotanische analyses zouden verder ook kunnen worden aangevuld met pollenanalyse aan minimaal één boorkern in het rivierdal van de Eem en eigenlijk ook aan één boorkern op enige afstand van de rivier. Ten eerste levert pollenanalyse een meer regionaal beeld op van de vegetatieontwikkeling en dus van de grote lijnen van de vegetatiegeschiedenis, terwijl ten tweede ook diverse voor de reconstructie belangrijke plantensoorten alleen in het pollenbeeld vertegenwoordigd zijn (bijvoorbeeld de Wilg). Met pollenanalyse is ook een beter beeld van de aanwezigheid van open water te verkrijgen en kan mogelijk meer houvast worden verkregen over de mate van mariene invloed.

7 **Literatuurlijst**

- Bohncke, S.J.P., 1984: Palaeobotanical Study on Vegetation Horizons in the Young Holocene Coastal Plain of Groningen (Northern Netherlands), in: J.F.Th. Schoute, *Vegetation horizons and related phenomena. A palaeoecological-micromorphological study in the younger coastal Holocene of the Netherlands (Schildmeer area)*, Ph. D. thesis, Free University Amsterdam, 270 pp.
- Clerkx, R., *et al.* 1994: *Broekbossen van Nederland*, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, DLO, Wageningen,.
- Donselaar-ten Bokkel Huinink, W.A.E. van, 1961: An ecological study of the vegetation in three former river beds. *Wentia* 5: 112-162.
- Ente, P.J., 1976: The geology of the northern part of Flevoland in relation to the human occupation in the Atlantic time. *Helinium* 16: 13-33.
- Ente, P.J., J. Konings & R. Koopstra, 1986: De bodem van Oostelijk Flevoland, *Flevobericht nr. 258*, Rijksdienst voor IJsselmeerpolders. 174 pp.
- Exaltus, R., 1993: *Archeologisch onderzoek in het tracé van Rijksweg A27 (Zuidelijk Flevoland)*, Amsterdam, Stichting RAAP, RAAP-rapport 83.
- Gotjé, W., 1993: *De Holocene laagveenontwikkeling in de randzone van de Nederlandse kustvlakte (Noordoostpolder)*, Thesis Vrije Universiteit Amsterdam, 173pp.
- Meijden, R. van der, *et al.*, 1983: *Heukels/Van der Meijden Flora van Nederland*, Wolters-Noordhoff, Groningen, 583 pp.
- Overbeck, F., 1975: *Botanische-geologische Moorkunde*. Neumünster, 719 pp.
- Plassche, O. van de, 1982: *Sea-level change and water-level movements in the Netherlands during the Holocene*. IGCP, project 61, Ph. D. Thesis Free University, Amsterdam. 148 pp. Also in: *Meded. Rijks Geol. Dienst*, 36-1, 93p.
- Schaminée, J.H.J., E.J. Weeda & V. Westhoff, 1995: *De vegetatie van Nederland. Deel 2: wateren, moerassen, natte heiden*, Opulus press, Leiden, 358 pp.
- Spek, Th., E.B.A. Bisdom en D.G. van Smeerdijk, 1996: *Verdronken dekzandgronden in Zuidelijk Flevoland. Een interdisciplinaire studie naar de veranderingen van bodem en landschap in het Mesolithicum en Vroeg-Neolithicum (Concept)*, DLO-SC Rapport 472. DLO-Staring Centrum, Wageningen
- Weeda, E.J., *et al.*, 1985: *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 1*, Uitg. IVN, VARA en Vewin, Amsterdam. 304 pp.
- Weeda, E.J., *et al.*, 1987: *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 2*, Uitg. IVN, VARA en Vewin, Amsterdam. 304 pp.
- Weeda, E.J., *et al.*, 1988: *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 3*, Uitg. IVN, VARA en Vewin, Amsterdam. 302 pp.
- Weeda, E.J., *et al.*, 1991: *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 4*, Uitg. IVN, VARA en Vewin, Amsterdam. 304 pp.
- Weeda, E.J., *et al.*, 1994: *Nederlandse oecologische flora, Wilde planten en hun relaties 5*, Uitg. IVN, VARA en Vewin, Amsterdam. 400 pp.
- Westhoff, V. en A.J. den Held, 1975: *Plantengemeenschappen in Nederland*. 2nd ed. Zutphen, 214 pp.

- Westhoff, V., et al., 1971: *Wilde planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden, deel 1: Algemene inleiding, duinen en zilte gronden*, Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Amsterdam.
- Westhoff, V., et al., 1971: *Wilde planten, flora en vegetatie in onze natuurgebieden, deel 2: Het lage land*, Vereniging tot behoud van Natuurmonumenten in Nederland, Amsterdam.
- Zagwijn, W.H., 1986: *Nederland in het Holoceen. Geologie van Nederland Deel 1* - Rijks Geologische Dienst, Haarlem, 46 pp.
- Zonneveld, I.S., 1960: *De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdedelta*, Ph. D. Thesis L.H. Wageningen, 210 pp.

Appendix A Plantennamen

<i>Agrostis spec.</i>	Struisgras
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	Grote waterweegbree
<i>Alnus</i>	Els
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els
<i>Aulacomnium palustre</i>	Rood viltmos
<i>Betula pubescens</i>	Zachte berk
<i>Betula spec.</i>	Berk
<i>Calluna vulgaris</i>	Struikhei
<i>Carex acuta</i>	Scherpe zegge
<i>Carex paniculata</i>	Pluimzegge
<i>Carex pseudocyperus</i>	Hoge cyperzegge
<i>Carex riparia</i>	Oeverzegge
<i>Carex rostrata</i>	Snavelzegge
<i>Carex spec.</i>	Zegge
<i>Carex vesicaria</i>	Blaaszegge
<i>Cenococcum geophilum</i>	bodemschimmel
Characeae	kranswier
Chenopodiaceae	Ganzenvoetfamilie
<i>Chenopodium album</i>	Melganzenvoet
<i>Chenopodium spec.</i>	Ganzenvoet
<i>Cladium mariscum</i>	Galigaan
Cladocera	watervlooien
<i>Cristatella mucedo statoblast</i>	mosdierrest
Cyperaceae	Cypergrassenfamilie
<i>Eleocharis spec.</i>	Waterbies
<i>Epilobium palustre</i>	Moerasbasterdwederik
<i>Erica tetralix</i>	Dophei
<i>Eriophorum vaginatum</i>	Wollegras
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Koninginnekruid
<i>Fraxinus</i>	Es
Gramineae	Grassenfamilie
<i>Hippuris vulgaris</i>	Lidsteng
<i>Hydrocotyle vulgaris</i>	Waternavel
<i>Juncus spec.</i>	Rus
<i>Juncus subnodulosus</i>	Padderus
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Echte koekoeksbloem
<i>Lycopus europaeus</i>	Wolfspoot
<i>Lythrum salicaria</i>	Kattestaart

<i>Mentha aquatica</i>	Watermunt
<i>Menyanthes trifoliata</i>	Waterdrieblad
<i>Myrica gale</i>	Gagel
<i>Nymphaea alba</i>	Waterlelie
<i>Oenanthe aquatica</i>	Watertorkruid
<i>Papaver somniferum</i>	Slaapbol
<i>Phragmites australis</i>	Riet
<i>Potentilla palustris</i>	Wateraardbei
Ranunculaceae	Ranonkelfamilie
<i>Rumex acetosa</i> type	Veldzuring
<i>Rumex maritimus</i>	Zeezuring
<i>Rumex spec.</i>	Zuring
<i>Salix</i>	Wilg
<i>Scirpus spec.</i>	Bies
<i>Solanum dulcamara</i>	Bitterzoet
<i>Sonchus spec.</i>	Melkdistel
<i>Sphagnum spec.</i>	Veenmos
<i>Stellaria palustris</i>	Zeegroene muur
<i>Stratiotes aloides</i>	Krabbescheer
<i>Thelypteris palustris</i>	Moerasvaren
<i>Typha angustifolia</i>	Grote lisdodde
<i>Typha latifolia</i>	Kleine lisdodde
<i>Typha spec.</i>	Lisdodde
Umbelliferae	Schermbloemenfamilie
<i>Urtica</i>	Brandnetel
<i>Urtica dioica</i>	Grote brandnetel
<i>Viburnum opulus</i>	Gelderse roos

Appendix B Terminologie

antheren	helmhokje
asterosklereide	sterharen
bladabcessies	bladlittekens
epidermis	opperhuidweefsel van planten
operculum	sluitplaatje van sporedoosje
periderm	wortelhuidcellen
septen	tussenschot in stengel