

Grondboor en Hamer	1	1984	pag. 15 – 31	9 fig.	Oldenzaal, februari 1984
-----------------------	---	------	-----------------	--------	-----------------------------

Geologische geschiedenis van de Hondsbossche Zeewering

E.F.J. de Mulder*

INLEIDING

De kortgeleden voltooide ophoging van de Hondsbossche Zeewering tot een hoogte van 11,50 m + NAP, vormt de aanleiding voor een geologische beschouwing van het enige stuk Noordhollands kustgebied dat het zonder een natuurlijke kustverdediging moet stellen. In vergelijking met bijvoorbeeld de dijken en dammen in het deltagebied van zuidwestelijk Nederland, is het aantal grondgegevens bij de Hondsbossche bijzonder gering. Ten behoeve van de aanleg van de verkeersweg achter de zeewering zijn in de jaren zestig een tiental ondiepe sonderingen, gecombineerd met enkele boringen, uitgevoerd. Voor de ophoging zelf werd geen extra grondonderzoek verricht. Behalve deze gegevens en een recente sondering ten zuiden van Petten, beschikten wij over de boormonsterbeschrijvingen van een drietal diepe pulsboringen, die in 1961 waren uitgevoerd.

Om de leemte in onze kennis van de grondgesteldheid enigszins op te vullen, heeft het distrikt West van de Rijks Geologische Dienst te Alkmaar in de zomer van 1982 een drietal zogenaamde contraflush boringen tot 30 m diepte verricht (zie fig. 1). Samen met gepubliceerd materiaal, geologische gegevens uit interne RGD-rapporten en mondelinge mededelingen van specialisten, vormen de genoemde boor- en sondeer-gegevens de bronnen voor dit artikel.

In het onderstaande volgt een beschrijving van de geologische geschiedenis van de Hondsbossche en omgeving gedurende het Kwartair (de afgelopen 2½ tot 3 miljoen jaar). Na een geologisch overzicht van het oudste deel van het Kwartair, het Pleistoceen, volgt een resumé over de wordingsgeschiedenis tijdens het jongste deel, het Holoceen. Tenslotte wordt aandacht geschonken aan de holocene kustontwikkeling. De opzet van dit artikel laat niet toe méér dan een beknopt overzicht van onze huidige geologische kennis te bieden. Voor meer gedetailleerde informatie wordt verwezen naar de publicaties vermeld in de literatuurlijst.

PLEISTOCEEN

Tegenwoordig wordt door kwartairgeologen vrij algemeen aangenomen dat het Pleistoceen tussen de 2½ en 3 miljoen jaar geleden met een drastische klimaatverslechtering aanving. Deze overgang van het tertiaire naar het kwartaire tijdvlak ligt in dit deel van Noord-Holland binnen een pakket mariene zand- en kleilagen op ruim 450 m diepte (mededeling BREEUWER). De eerste harde gesteenten, vergelijkbaar met die welke in Zuid-Limburg aan de oppervlakte komen, worden hier pas op circa 950 m diepte verwacht.

Gedurende het vroegste deel van het Pleistoceen, het Praetigliën en het grootste deel van het daaropvolgende Tigliën werden zand- en kleilagen afgezet in een ondiepe zee

* Rijks Geologische Dienst, Postbus 157, 2000 AD Haarlem



Fig. 1: Met behulp van een dergelijke 'karterwagen' zijn door het Distrikt West van de Rijks Geologische Dienst drie boringen tot 30 m diepte verricht aan de binnenzijde van de Hondsbossche Zeewering.

(zie fig. 2). De dikte van dit schelprijke, door de zee gevormd sedimentpakket (de Formatie van Maassluis), bedraagt hier circa 100 m. De dichtstbijzijnde boring waarin sedimenten van deze formatie beschreven zijn, ligt op ongeveer 5 km van de zuidpunt van de zeewering.

Omstreeks 1,8 miljoen jaar geleden trad een zeer belangrijke wijziging in de land/zeeverdeling van ons land op. Gedurende het Tiglien trok de zee zich uit West-Nederland terug en kwamen hier door rivieren aangevoerde sedimenten tot afzetting.

Aanvankelijk waren dit vooral fijnkorrelige zanden, afgewisseld met enkele dunne kleilagen. Naderhand, gedurende de Eburonien-ijstijd en het daarop volgende Waalien-interglaciaal (warme periode), deponeerden de uit het oosten en noord-oosten komende rivieren hier vooral grove zanden en grind. Dit pakket van witte rivierzanden wordt de Formatie van Harderwijk genoemd. De totale dikte van deze formatie bedraagt hier circa 150 m, waarbij het onderste, fijnkorrelige deel ongeveer even dik is als het bovenste, grove deel. Vanwege haar grote waterdoorlatendheid, fungeert deze zandige formatie als het grootste ondergrondse, voornamelijk zoutwaterreservoir van Noordwest-Nederland.

Gedurende de volgende ijstijd, het Menapien, werden wederom grove, grindrijke, witte zanden afgezet (Formatie van Enschede). De mineralogische samenstelling van deze formatie is echter minder uniform dan die van de Formatie van Harderwijk en bevat meer zandsteen- en lydietcomponenten. Een en ander wijst erop, dat gedurende

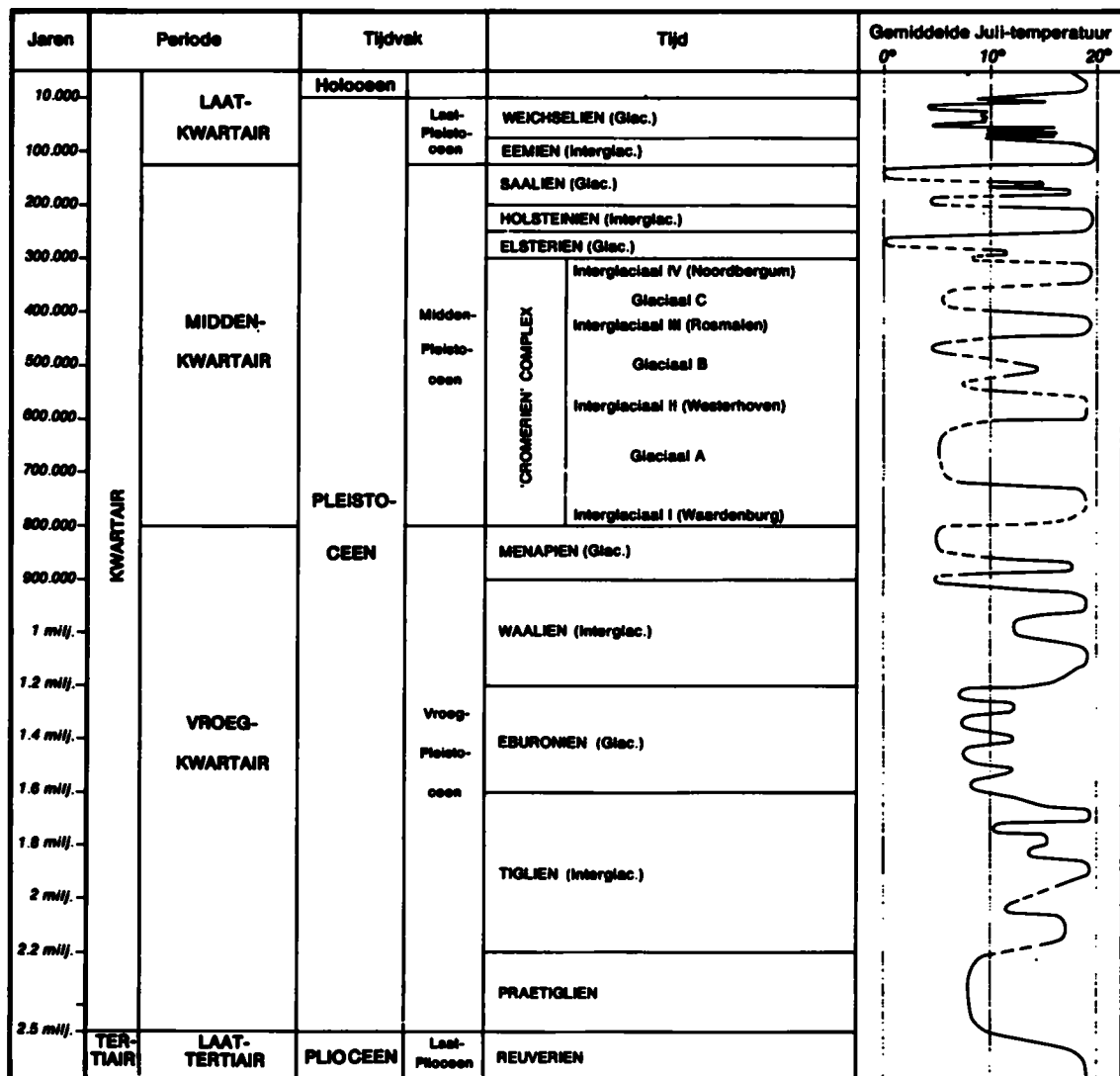


Fig. 2: Gecombineerde tijd- en klimaatstabel van het Kwartair, de laatste 2½ tot 3 miljoen jaar van de geologische geschiedenis. Zoals reeds uit de curve van de gemiddelde juli-temperatuur (geheel rechts) blijkt, hebben glaciële perioden betrekking op relatief koude tijden (ijstijden), terwijl interglacialen relatief warme perioden vertegenwoordigen. Duidelijk valt op dat het circa 10.000 jaar geleden begonnen Holoceen slechts een zeer klein deel van het Kwartair uitmaakt (uit: ZAGWIJN, 1975).

het Menapien via zijrivieren uit het Duitse middelgebergte materiaal aan het Noordduitse riviersysteem werd toegevoegd. Aan de onderzijde van deze ongeveer 45 m dikke formatie ligt vaak een kleilaag, die het eerdergenoemde zoutwaterreservoir aan de bovenzijde kan afsluiten.

Ongeveer 500.000 jaar geleden werd de, circa 1,3 miljoen jaar durende sedimentatie van de Noordduitse rivieren in dit gebied beëindigd. Deze maakte geleidelijk plaats voor afzetting van materiaal met een zuidelijke herkomst, aangevoerd door zijtakken van de Rijn. De oudste rivierafzettingen met een merkbare Rijn-invloed worden tot de

Formatie van Sterksel gerekend. De ondergrens van deze grindhoudende, wat bruin getinte zanden zou op ongeveer 75 m diepte onder de Hondsbossche Zeewering kunnen worden verwacht.

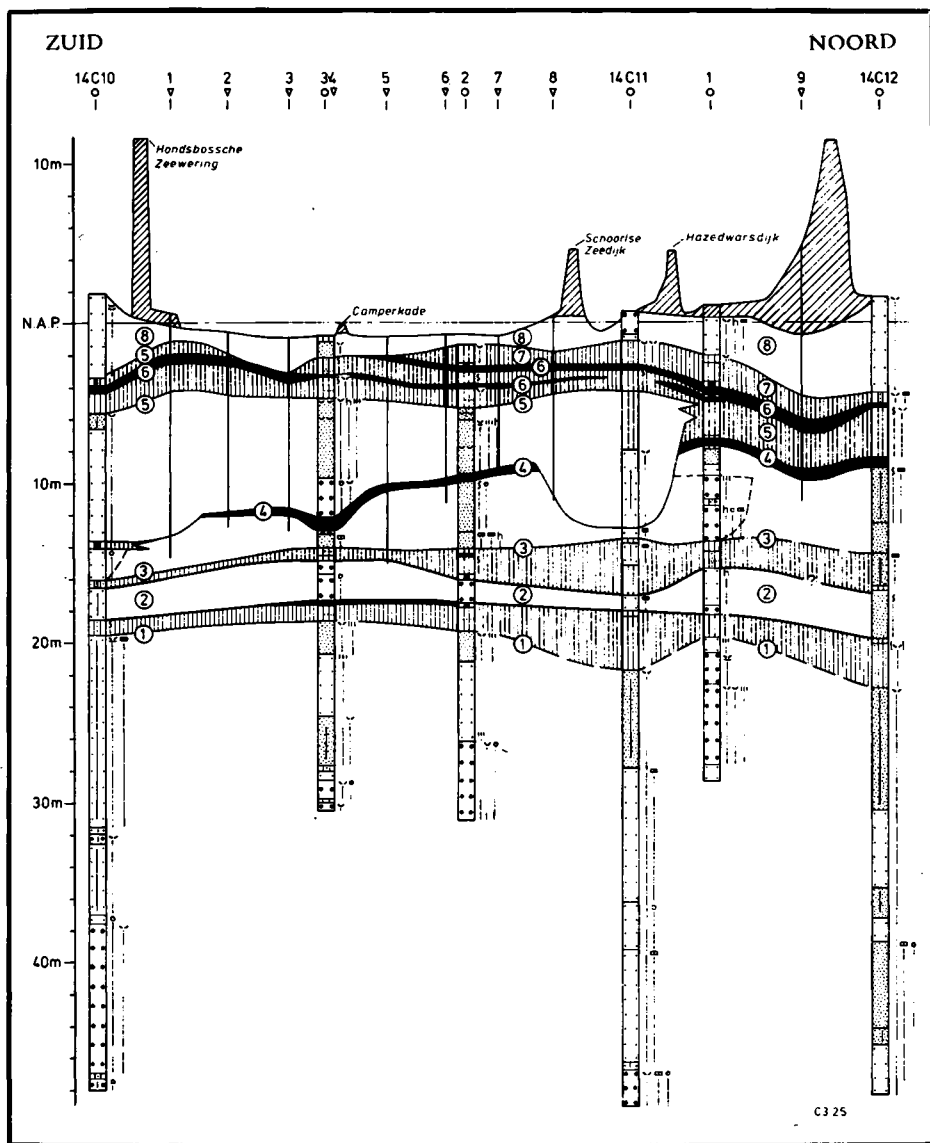
Enige tienduizenden jaren later nam, tengevolge van vulkanische uitbarstingen in het Eifelgebied, het percentage vulkanische mineralen in het sediment sterk toe. Dit ging gepaard met een toename van zuidelijke grindcomponenten in het zand. Deze meestal bruine zanden worden tot de Formatie van Urk gerekend. De ondergrens van deze formatie ligt in centraal Noord-Holland op ongeveer 60 m diepte. Ten gevolge van latere erosie, is echter vermoedelijk de gehele Formatie van Urk, Sterksel en het bovenste gedeelte van de Formatie van Enschede onder de Hondsbossche Zeewering verdwenen. Uit pollenonderzoek aan klei- en leemlagen uit het laatste deel van het Cromerien, blijkt dat de grens tussen land en zee toen ver naar het zuidoosten was opgeschoven; het meest noordwestelijk deel van ons land, tot vlak ten noorden van de Hondsbossche, viel binnen het mariene bereik. In de volgende ijstijd, het Elsterien (Mindel-ijstijd), werden voor het eerst delen van Noord-Holland door landijs bedekt (VAN STAALDUINEN, 1977).

Tot op heden zijn geen aanwijzingen gevonden dat het gebied van de Hondsbossche direkt met het landijs in contact heeft gestaan. Indien dit het geval geweest zou zijn, is dit vanwege de latere erosie nooit meer direkt aan te tonen. Zeer vermoedelijk echter, zal dit gebied juist ten zuiden van het ijsfront gelegen hebben, waarbij grofkorrelig Rijnsediment, mogelijke vermengd met noordelijke componenten, werd afgezet. Nadat het landijs zich had teruggetrokken, brak de volgende warme periode, het Holsteinien, aan. Wederom kwam een deel van Noord-Nederland, met name het Waddengebied, onder zeewater te staan. Van het Noordhollandse vasteland zijn geen mariene afzettingen uit het Holsteinien bekend. In het gebied van de Hondsbossche Zeewering werden destijds fijnkorrelige zanden en kleilagen in een met de Rijn in verbinding staand meanderend rivierpatroon afgezet (Formatie van Urk). Gedurende de voorlaatste ijstijd, het Saalien, ook wel Riss-ijstijd genoemd, breide de landijskap zich onder andere vanuit Scandinavië sterk uit en bereikte in het Midden-Saalien onze landsgrenzen. Daarna verplaatste het ijsfront zich relatief snel in zuidelijke richting. Aan de onderzijde en aan het front van de ijsmassa's werd morenepuin in de vorm van keileem neergelegd. Vóór de oprukkende ijskap uit werden aanzienlijke hoeveelheden smeltwaterafzettingen gesedimenteerd. Deze smeltwaterafzettingen bestaan, evenals de keileem, overwegend uit Scandinavisch materiaal, onder andere graniet, vuursteen en kalksteen, dat door de gletsjers is opgenomen en naar onze streken is vervoerd. Voordat het landijs haar meest zuidelijke positie bereikt had, nam het ijsfront een sterk gelobde vorm aan. Hoewel onderwerp van vele studies, bestaat onder de vakgenoten momenteel nog geen eensluidende visie op het ontstaan van de glacigene (door het landijs gevormde) reliëfverschillen en over de fasering binnen de landijsbeweging over ons land. Een mogelijke ontstaanswijze is dat, gedurende min of meer stationaire fasen, de bodem onder de frontale delen van de ijslobben zodanig vervormd werd, dat ter plaatse diepe depressies ontstonden. Deze glaciale dalen werden omgeven door bij dit proces uit de ondergrond vrijgekomen materiaal, de stuwwallen. Tenslotte trok het landijs zich in noordelijke richting terug. Tijdens dit proces werden waarschijnlijk eveneens glaciale dalen en min of meer lineaire stuwwallengordels gevormd. In de glaciale dalen werd zogenaamde warvenklei afgezet. Zowel de keileem, de smeltwaterafzettingen als de warvenklei worden tot de Formatie van Drente gerekend.

De landijsbedekking en alle geologische verschijnselen die daarmee samenhangen, hebben grote gevolgen voor de aanblik van het toenmalige landschap gehad. Vormde het landschap vóór deze ijstijd een vrijwel vlakke rivierdelta, direkt ná de ijstijd bleef een reliëfrijk landschap met hoogteverschillen van enkele tientallen meters in dit deel van ons land achter. In de direkte omgeving van de Hondsbossche Zeewering zijn tot

nu toe in de ondergrond geen stuwwallen of diepe glaciale dalen aangetroffen. Wel is bekend dat een stuwwallengordel, die van Hoorn via Schermerhorn en Egmond de Noordzee inloopt, op enkele kilometers buitengaats ombuigt en zich in noord-westelijke richting voortzet. Verder bevinden zich op diverse plaatsen, zoals aan de zuidwestpunt van de Pettemerpolder, concentraties van noordelijk glaciaal grind op de zeebodem. In het nu door landijs verlaten gebied, baande zich, tegen het einde van het Saalien, een noordelijke tak van de Rijn een nieuwe weg naar het westen. Grove zanden en grind van noordelijke en zuidelijke herkomst, werden in brede, verwilderde riviervlakten afgezet. Hierdoor werd een deel van het inmiddels ontstane reliëf geërodeerd en opgevuld. De riviersedimentatie zette zich voort tot in de volgende warme periode, het Eemien. Deze rivierafzettingen worden gerekend tot de Formatie van Kreftenheye, die ter onderscheiding van de jongere rivierafzettingen in dit gebied, in Noord-Holland de Formatie van Kreftenheye 1 wordt genoemd. Naarmate de gemiddelde jaartemperatuur tijdens het begin van het Eemien steeg, werden de rivierafzettingen fijnkorreliger en werden in de laaggelegen delen kleilagen gesedimenteerd, terwijl lokaal veenlagen tot ontwikkeling kwamen. De zee had inmiddels weer bezit genomen van het Noord-zeegebied en de kustlijn schoof steeds verder naar het oosten op. Gebruikmakend van de rivierdalen en de voormalige glaciale bekkens, drong de zee via de laagste delen van het landschap het huidige vasteland van Noord-Holland binnen. Hierbij werden de eerste mariene sedimenten in dit gebied sinds het Vroeg-Pleistoceen afgezet. Dat het hier om een zeer belangrijke transgressie (uitbreiding van de zee) gaat, blijkt wel uit het feit dat marine sedimenten van Eemien-ouderdom tot bij Amersfoort bekend zijn. Na afzetting van de eerste mariene kleilagen baanden zich, later in het Eemien, brede getijdengeulen een weg naar het oosten, waardoor dikke, schelprijke zandpakketten tot afzetting kwamen. De mariene sedimenten en de daarbij behorende veenlagen worden tot de Eem Formatie gerekend. Beschermd tegen het opdringende zeewater door de stuwwallengordel van Hoorn naar Egmond, werd het gebied van de Hondsbossche Zeewering pas vrij laat in het Eemien door de zee overstroomd. Aanvankelijk werden hier vooral fijnkorrelige sedimenten afgezet. Tijdens het warmste deel van het Eemien bereikte de zeespiegel haar hoogste stand op circa 8 m beneden het huidige NAP (ZAGWIJN, in druk). Daarna begon de zeespiegel te dalen en verschoof de toenmalige kustzone in zuidwestelijke richting. Dit ging gepaard met erosie in de zeegaten. Als voorbeeld hiervan kan de op het profiel (fig. 3) aangegeven blauwgrijze kleilaag, die onder de Hondsbossche Zeewering op 16 tot 20 m beneden NAP ligt, genoemd worden. Deze kleilaag blijkt ongeveer even oud te zijn als een zandige kleilaag, die ongeveer 1 km zuidelijker op 47 m beneden NAP ligt (ZAGWIJN, mondelinge mededeling). Het gebied van de Hondsbossche bevond zich toen in de noordelijke randzone van een ruim 13 km breed zeegat, dat ter hoogte van Bergen circa 80 m diep was. Hoe diep de onderkant van de Eem Formatie onder de dijk precies ligt, is nog niet bekend, aangezien de boringen niet dieper dan tot 50 m reiken.

Tegen het einde van het Eemien was de zeespiegel inmiddels zover gedaald dat de zee zich geheel uit ons land teruggetrokken had. In het profiel (fig. 3) is de hiermee samenhangende verlanding onder de Hondsbossche Zeewering herkenbaar in de vorm van een dunne, meestal kleiige veen- of gyttjalaag. Waar het brede, Laat-Eemien-zeegat bij Bergen gelegen had, bleef een laagte in het landschap achter. Met de daling van de zeespiegel aan het einde van het Eemien werd omstreeks 70.000 jaar geleden de laatste ijstijd, het Weichselien ingezet (fig. 2). De Noordzee viel grotendeels droog en de rivierstelsels breidden zich sterk in westelijke richting uit. De Thames werd een zijrivier van de Rijn. Een noordelijke zijtak van de Rijn volgde een weg oostelijk van de Veluwe via het IJsseldal door het IJsselmeer naar het westen. Aanvankelijk voerde deze Rijntak haar sedimenten grotendeels via de laagten van het laat-Eemien zeegat bij Bergen af. De door de Rijn afgezette sedimenten bestaan vooral uit bruine,



schelprijke, matig grove zanden en grind. Het grind bevat zowel noordelijke (opgenomen glaciële) als zuidelijke (voornamelijk uit de Eifel afkomstige) componenten. Deze Rijnaafzettingen uit het Weichselien worden tot de Formatie van Kreftenheye 2 gerekend. Onder de Hondsbossche ligt een 1 tot 2½ m dikke, grove, grindige zandlaag van deze formatie direct op de verlandings sedimenten van de Eem Formatie (zie bovenstaand profiel, figuur 3). Ze vormen de noordelijke uitlopers van de veel dikkere Rijnaafzettingen in het voormalige Laat-Eemien zeegat. Uit recent geologisch onderzoek in het oosten van ons land blijkt, dat de noordelijke Rijntak tijdens het Midden-Weichselien het IJsseldal verlaten had en een zuidelijker loop ging volgen. Dit betekende het einde van de Rijnsedimenten in Noord-Holland. Gedurende het Weichselien werd Nederland niet door landijs bedekt. Er heersten toen peri-glaciële (toendra-achtige) omstandigheden. Tijdens de koudste periode was het

VERKLARING VAN DE BOORKOLOM

	Zand, grove categorie (300-2000 µm)
	Zand, midden categorie (150-300 µm)
	Zand, fijne categorie (63-150 µm)
	Zandig
	Sterk zandig
	Met zandlaagjes
	Klei
	Leem
	Kleiig
	Veen
	Klei, weinig
	Met kleibrokjes
	Met kleilaagjes
	Met veenbrokjes
	Met grind
	Met schelpfragmenten
	Met veel schelpfragmenten
	Met weinig schelpfragmenten
	Met schelpen
	Met houtresten
	Humeus
	Met stenen
	Sondring
	Boring

Fig. 3: Geologisch profiel in de lengterichting van de Hondsbossche Zeewering. Voor de ligging van dit profiel wordt verwezen naar figuur 4. De verticale lijnen in het profiel geven de penetratiediepte van de sonderingen aan.

①	Eem Formatie
②	Formatie van Kreftenheye 2
③	Formatie van Twente
④	Westland Formatie: Basisveen
⑤	Westland Formatie: Middelste laagpakket
⑥	Westland Formatie: Hollandveen
⑦	Westland Formatie: Bovenste laagpakket
⑧	Westland Formatie:
	Oude en Jonge Duinzanden
	Opgebracht dijk materiaal
	Veenlaag
	Klei(ige)/Leemlaag

0 1 km

gebied bedekt met een zeer schaarse vegetatie. Grote hoeveelheden zand werden toen wegens de geringe begroeiing door de wind opgenomen en elders als een dek over het landschap afgezet. Deze zogenaamde dekzanden bestaan uit blond, matig tot zeer fijn, goed afgerond zand. Voor het eerst trad dekzandvorming op grote schaal aan het eind van het Midden-Weichselien op. De extra koude periode werden afgewisseld door tijdsintervallen met een wat milder klimaat. In deze streken was het landschap toen voorzien van een toendra-vegetatie met dennen en berkenbosjes. In de laaggelegen delen met stagnerend grondwater werden kleien, gyttja's en veenlagen gevormd. In beekdalén kwam lokaal zand met wat grind tot afzetting. Door hevige vorstwerking in latere, zeer koude, perioden werden de eerder afgezette pakketten sterk verstoord. De hierboven beschreven, complexe laagopbouw kon onder de Hondsbossche Zeewering niet in detail worden onderzocht. De boorgegevens in het profiel laten boven de Formatie van Kreftenheye 2 en onder de Westland Formatie, een sedimentpakket van sterk wisselende dikte (2 tot 8 m) zien, dat grotendeels opgebouwd is uit matig fijne, meestal humeuze en lemige zanden en uit humusrijke leem- of kleilagen. Dit sedimentpakket wordt tot de Formatie van Twente gerekend.

Door middel van pollenanalyse werd vastgesteld dat de in dit profiel met Formatie van Kreftenheye 2 aangeduide sedimenten, tijdens het Vroeg-Weichselien of in het Laat-

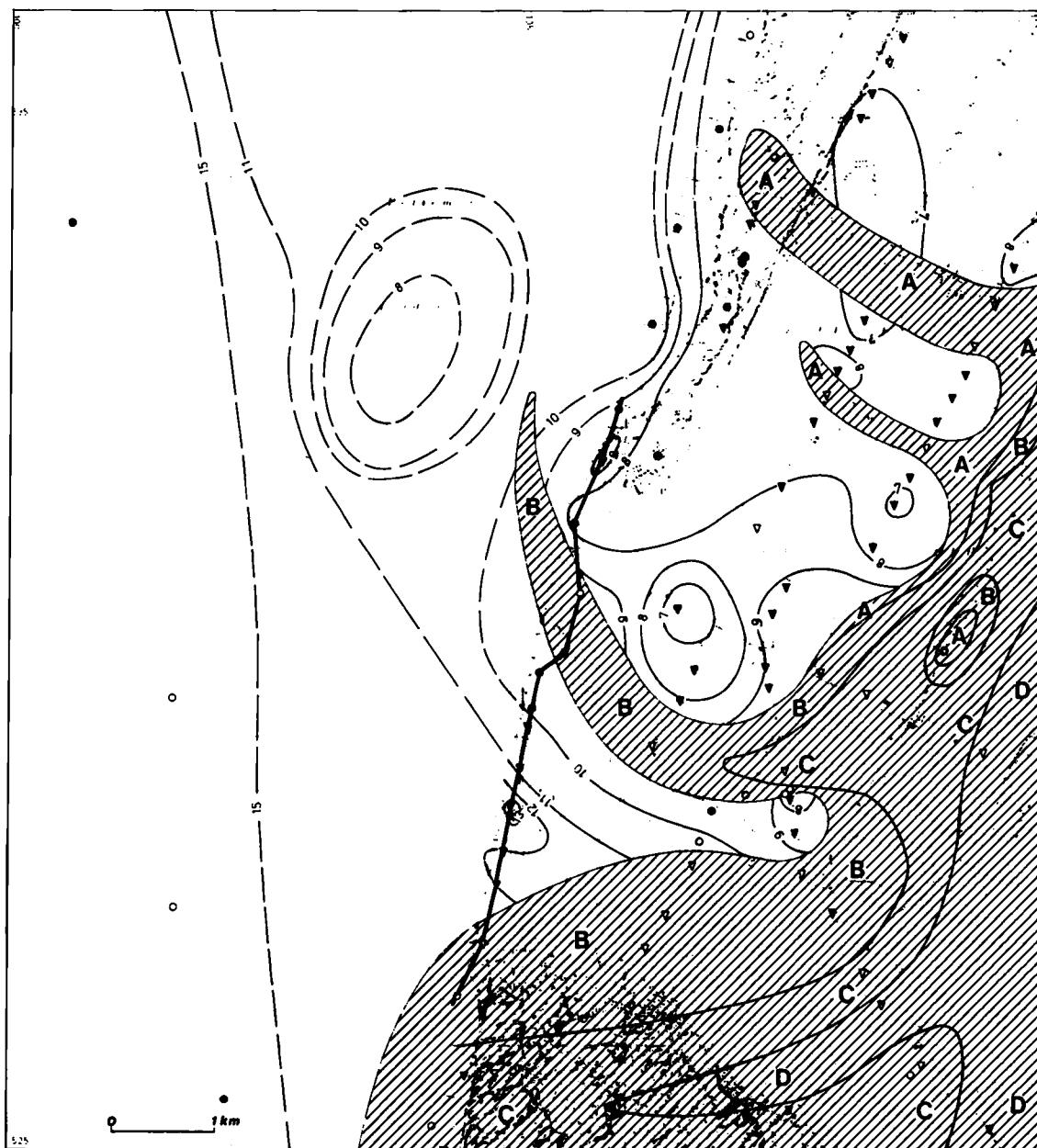
Eemien werden gevormd (ZAGWIJN, mondelinge mededeling). Deze dateringen bevestigen nogmaals de opvatting dat de noordelijke tak van het Rijnstelsel zich reeds vroeg in het Weichselien grotendeels uit het noorden van Noord-Holland had teruggetrokken en dat de depressie van het Laat-Eemien zeegat bij Bergen tijdens het Midden-Weichselien nauwelijks tot geen functie in de afwatering van de Rijn meer vervulde. Met uitzondering van enkele lokale grof-zandvoorkomens, bestaat het bovenste, fijnzandige deel van de Formatie van Twente vermoedelijk uit eolische afzettingen. Zeer vermoedelijk kunnen deze eolische afzetting tot het Oud Dekzand gerekend worden. Een uitzondering hierop vormen de hoogstgelegen, niet lemige, eolische zanden die tot het Jong Dekzand behoren. Uit figuur 4 blijkt dat de hoge ligging van het pleistocene oppervlak in het noordelijk deel van het profiel samenhangt met een ongeveer noord-noordoost - zuid-zuidwest geöriënteerde pleistocene opduiking, waarvan het hoogste punt circa 1 km ten noordwesten van St. Maartenvlotburg op 6 m - NAP ligt. Een eenvoudige verklaring voor de aanwezigheid van deze en andere pleistocene opduikingen in dit gebied is niet te geven. Juist de morfologie van het pleistocene landschap is in belangrijke mate bepalend geweest voor de holocene ontwikkeling van dit deel van het kustgebied.

HOLOCEEN

Onder invloed van de laatste grote klimaatsverbetering in de geologische geschiedenis, smolten de ijskappen aan de polen af. De zeespiegelstand begon snel te stijgen en circa 10.000 BP (= C14-jaren vóór 1950 AD) begon het Holoceen. Het tijdens het Weichselien drooggevalen Noordzeegebied vulde zich zowel vanuit het noorden als vanuit het zuiden met zeewater. Hierdoor begon de grondwaterstand in de aangrenzende landgebieden eveneens te stijgen.

Er ontstonden overal moerassen, waarin veengroei plaatsvond. De hierdoor ontstane veenlaag, het Basisveen, vormt de onderste eenheid van de holocene Westland Formatie. Onder een groot deel van de Hondsbossche Zeewering komt deze veenlaag tussen 7½ en 13 m - NAP voor (zie figuur 3 en 4). Ten gevolge van de voortdurende zeespiegelstijging werd tijdens het Atlanticum (8000-5000 jaar BP) in de laagstgelegen gebieden ten zuiden van de Hondsbossche een mariene kleilaag over dit Basisveen afgezet. Vanwege de hoge ligging van de bovenzijde van het pleistocene zand bleef het gebied van de Hondsbossche Zeewering voorlopig nog buiten bereik van de zee en zette de Basisveengroei zich tijdens het Atlanticum hier ongestoord voort. Deze situatie veranderde pas toen vroeg in het Subboreaal (tussen circa 4900 en 4800 C14-jaar BP) een nieuw, breed en noordelijker gelegen zeegat bij Bergen ontstond (zie figuur 5). Vanuit dit zeegat werd een groot deel van het Basisveengebied in de Kop van Noord-Holland overstroomd en van marien sediment voorzien. Hierdoor onderging het Basisveen een sterke zetting (klink), waardoor een zeer omvangrijk sedimentatiebekken ontstond.

Voordat hier echter dikke sedimentpakketten werden afgezet, vond eerst diepe uitschuring van de onderliggende lagen in het zeegat en de daarmee in verbinding staande getijdegeulen plaats. Deze erosie bereikte een maximale diepte in het zeegat, waar tot 20 m pleistoceen sediment werd verwijderd. Ook ter plaatse van de noordelijker gelegen Hondsbossche is in deze periode op twee plaatsen het Basisveen en de top van het pleistocene pakket door erosie verdwenen. In deze geulen werd echter maximaal 5 m pleistoceen zand opgeruimd (figuur 3). In het nieuw gevormde waddengebied volgde mariene sedimentatie op de voorafgaande erosiefase. Ter plaatse van de getijdegeulen en in hun directe omgeving werden voornamelijk matig fijne zanden met mariene schelpen afgezet. Buiten deze getijdegeulen en -kreeken kon klei bezinken. Het profiel in figuur 3 laat zien dat de genoemde geulzanden onder het grootste deel van de Hondsbossche voorkomen, maar dat deze ongeveer ten noorden van de Hazedwardsdijk



LEGENDA

— 9 — Contourlijn bovenkant Pleistocene

— — — Idem verondersteld

● ▼ Boring en sondering: Basisveen en bovenkant Pleistocene niet geërodeerd

○ ▼ Boring en sondering: Basisveen onthrekt ten gevolge van erosie

Basisveen en bovenkant Pleistocene geërodeerd:

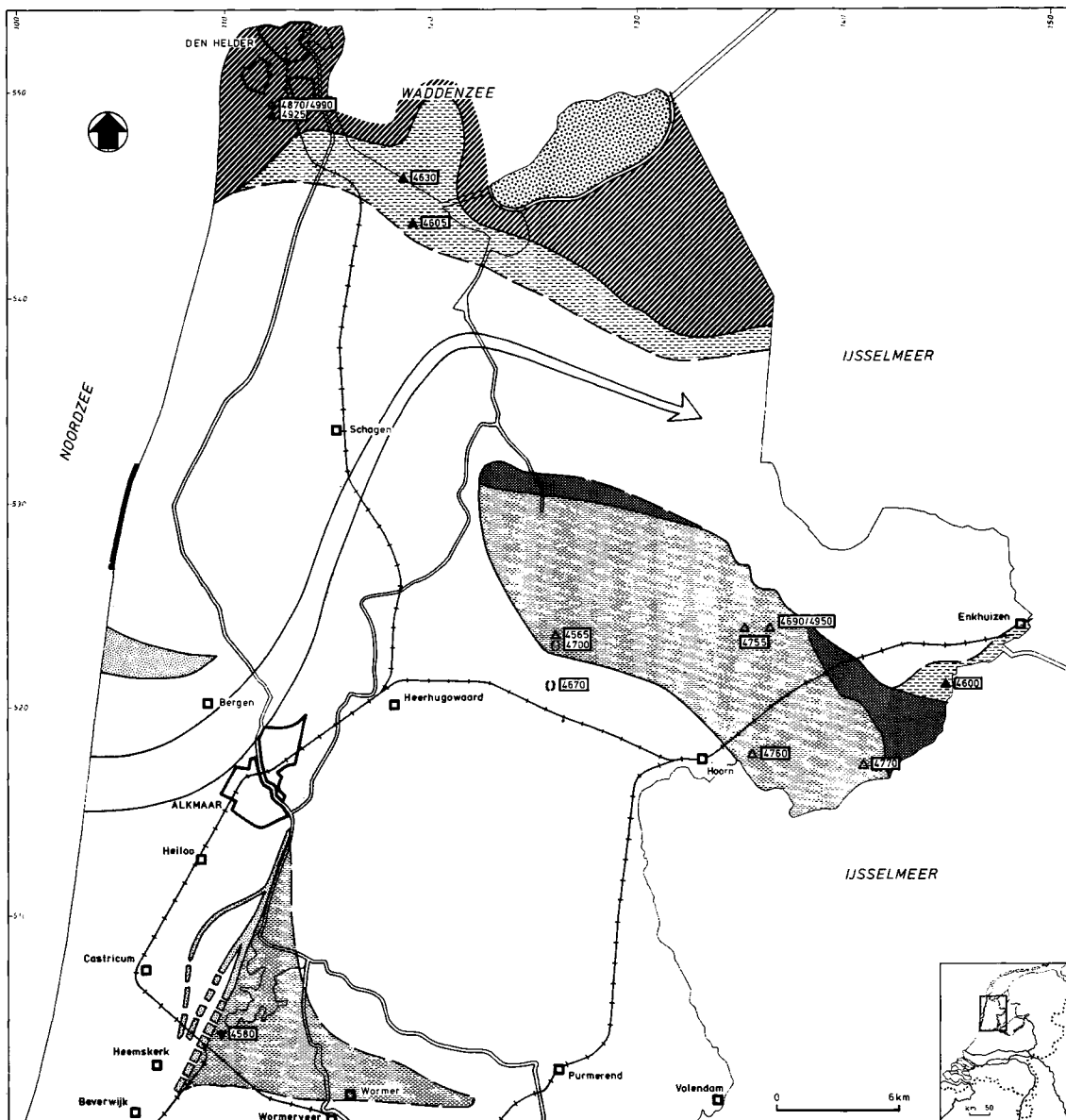
▨ > 10 m-NAP

▨ 10-15 m-NAP

▨ 15-20 m-NAP

▨ < 20 m-NAP

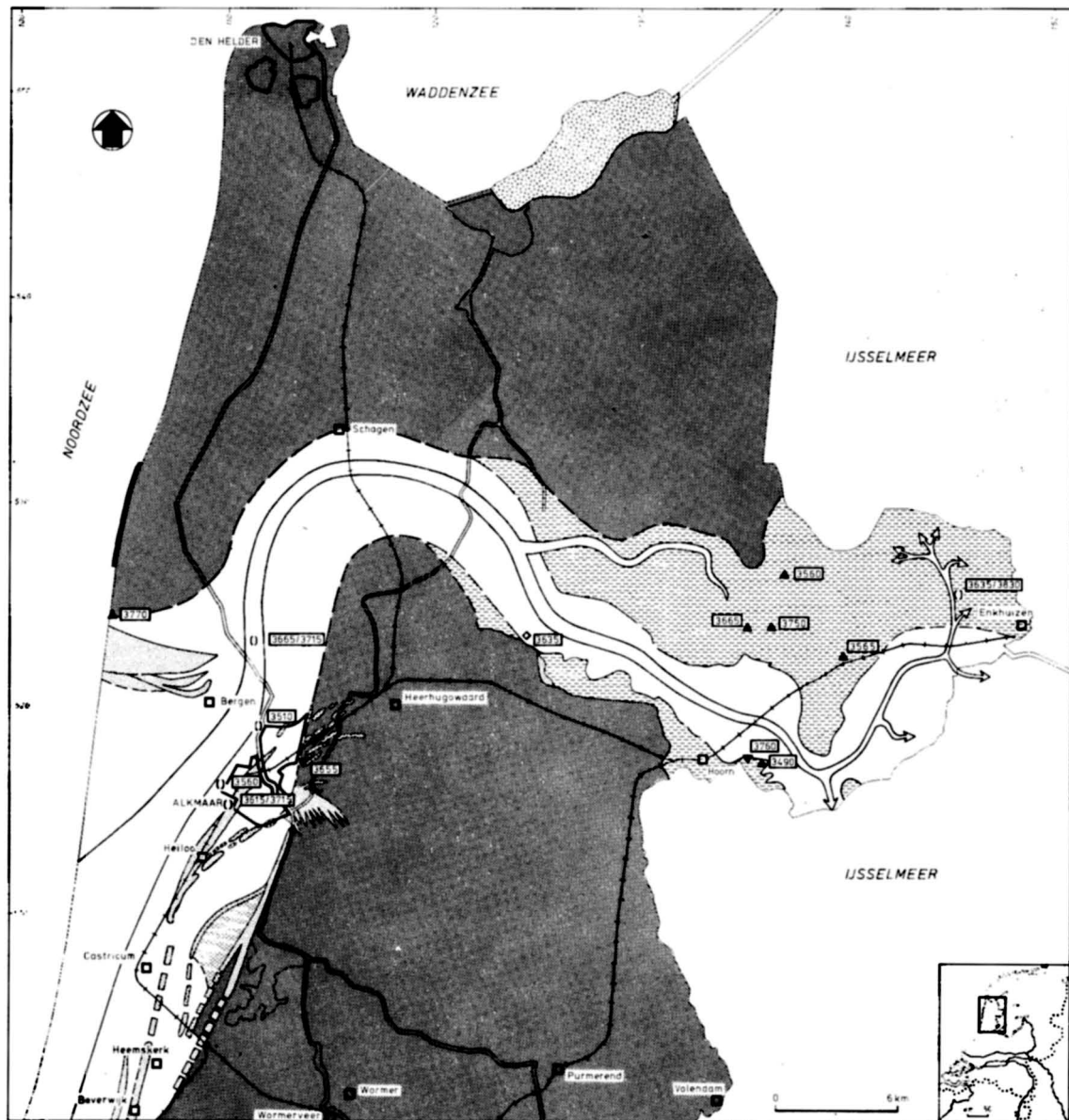
Fig. 4: Op deze kaart is door middel van dieptelijnen de morfologie van het pleistocene oppervlak in de omgeving van de Hondsbossche Zeewering ten opzichte van NAP aangegeven. In de gearceerde gebieden is dit pleistocene landschap door latere (holocene) erosie vanuit het Zeegat van Bergen aangetast. De meeste van deze erosiegeulen zochten, zoals uit deze figuur blijkt, hun weg door de laagste delen van het toen reeds begraven pleistocene landschap. De dikke lijn ter hoogte van de Hondsbossche geeft de ligging van het profiel in figuur 3 aan.



LEGENDA

- | | | | | | |
|--|--------------------------------|--|--|-------------------------------------|---|
| | Pleistoceen aan de oppervlakte | | Marine sedimentatie | | C14-dateringen
aan boven- en onderzijde
van het Hollandveen |
| | Basiseengroei | | Strandwal/zandrug | | |
| | Voortgezette Hollandveengroei | | Aangenomen ligging strandwal | | |
| | Beginnende Hollandveengroei | | C14-dateringen aan boven- en onderzijde
van het Basisveen | | C14-dateringen aan schelpen |
| | Idem | | | C14-dateringen aan overig materiaal | |

Fig. 5: De landschapsontwikkeling in centraal en noordelijk Noord-Holland gedurende de eerste eeuwen van het bestaan van het Zeegat van Bergen (5000-4500 C14-jaar vóór 1950). De wijde omgeving van de Hondsbossche maakte deel uit van een uitgestrekt waddengebied, waarin door wadgeulen zand vanuit het Zeegat werd aangevoerd. In het uiterste noorden van de provincie, in centraal en oostelijk West-Friesland en achter de strandwal van Uitgeest naar Akersloot vond in een moerasmilieu veenvorming plaats (uit: DE MULDER en BOSCH, 1982).



LEGENDA

	Pleistocene aan de oppervlakte		Mariene sedimentatie		} C14-dateringen aan boven- en onderzijde van het Hollandveen
	Basisveengroei		Strandwal/zandrug		
	Voortgezette Hollandveengroei		Aangenomen ligging strandwal		
	Beginnende Hollandveengroei		} C14-dateringen aan boven- en onderzijde van het Basisveen		} C14-dateringen aan schelpen
	Idem				
					} C14-dateringen aan overig materiaal

Fig. 6: De landschapontwikkeling in centraal en noordelijk Noord-Holland nadat het Zeegat van Bergen haar maximale omvang had bereikt en haar invloed beperkt was tot een waddengebied dat alleen nog West-Friesland omvatte (3800-3500 C14-jaar vóór 1950). Vergeleken met de situatie in figuur 5, heeft het Zeegat zich vernauwd en hebben de strandwallengordels zich in dit Zeegat uitgebreid. Met uitzondering van Noord-Kennemerland en West-Friesland was geheel centraal en noordelijk Noord-Holland veranderd in een moerasgebied, waarin veenvorming optrad. Dit was ook het geval ter plaatse van de Hondsbossche, waar een laag Hollandveen (de bovenste veenlaag in het profiel van figuur 3) werd gevormd (uit: DE MULDER en BOSCH, 1982).

ontbreken. Hier liggen humeuze, riet-doorgroeide kleien met wadschelpen (onder andere *Scrobicularia plana* en *Hydrobia ulvae*). De zandlaag, waarvan de bovenkant gemiddeld op 5 m - NAP ligt, gaat naar boven geleidelijk over in een 1 tot 2 m dikke, vette, bovenin blauw-getinte kleilaag. Ook deze klei is meestal doorgroeid met rietwortels en bevat mariene schelpen, waar onder *Scrobularia plana* en *Cardium edule*. Op dit uit zand en klei bestaande laagpakket ligt in het noorden een veenlaag, die zich naar het zuiden opsplijt. De veenlagen (Hollandveen) bestaan uit rietveen (*Phragmites*) en zijn samen maximaal 80 cm dik. De dikte van de tussengeschiede, mariene kleilaag neemt in zuidelijke richting toe en bedraagt hier maximaal 1 m. De kleilaag kan zandig ontwikkeld zijn of dunne zandlaagjes bevatten. In de zandige delen zijn mariene *Cardium edule* schelpen aangetroffen. Onder de duinen bij Schoorl en Camperduin blijkt deze kleilaag houtresten te bevatten. In de omgeving van de Hondsbossche Zeewering is de basis van de onderste veenlaag op twee plaatsen gedateerd m.b.v. de C14-methode. Het begin van de veengroei blijkt hier omstreeks 4350 C14-jaar BP te hebben plaatsgevonden. Met behulp van dezelfde methode is de onderzijde van de bovenste veenlaag gedateerd; hieruit blijkt een ouderdom van omstreeks 3800 C14-jaren BP.

Wanneer wij nu kijken naar de ontwikkeling van het landschap ná het ontstaan van het zeegat van Bergen, blijkt dat dit gebied tot ongeveer 4400 jaar BP geheel tot het mariene domein behoorde. Daarna bleef het gebied van de Hondsbossche tijdelijk buiten de mariene invloedssfeer en ontstonden veenmoerassen. In de periode tussen circa 4000 en 3800 jaar BP, breidde het mariene gebied zich vanuit het zeegat van Bergen tijdelijk naar het westen uit, waarbij onder het centrale en zuidelijke deel van de Hondsbossche mariene kleien op het veen werden afgezet. Het meest noordelijke deel van de huidige zeewering werd toen niet meer door de zee bereikt.

De veenvorming, die omstreek 3800 jaar BP weer in het gehele gebied inzette, hield ongeveer 3000 C14-jaar stand (zie figuur 6). Pas in de Middeleeuwen werd het veen vanuit een noordelijker gelegen zeegat, het Zijpe, bedekt met een kleipakket. Onderin is deze klei sterk humeus en is in een licht brakwatermilieu afgezet. Naar boven toe wordt de klei zandiger en bevat meer mariene schelpen. Deze kleien staan in de literatuur onder namen als Pikklei en Rekere-klei bekend. In vroeger tijd zijn deze en onderliggende kleien direct achter en onder de zeewering voor een deel afgegraven ten behoeve van de dijkbouw. Dit verklaart het ontstaan van de vogelrijke waterpartijen, de Leyen. In de 15de tot en met de 17de eeuw zijn tijdens overstromingen en dijkdoorbraken de westelijke delen van deze plassen grotendeels opgevuld met marien zand. Opvallend is overigens dat hierbij blijkbaar geen brede, diepe geulen zijn ontstaan. In het noordelijk deel van de Hondsbossche liggen dikke pakketten verspoeld duinzand direct op de Pik-/Rekere-klei en in het zuiden op oudere klei of Hollandveen. De onderste meters van duinzand worden direct ten zuiden van de Hondsbossche Zeewering, tot de Oude Duinzanden gerekend. De bovenste meters van het duinzand in dit gebied en het hele zandpakket in het noordelijk deel van het profiel dateren van ná de Late Middeleeuwen en worden daarom tot de Jonge Duinzanden gerekend. Hierin komen lokaal dunne laagjes duinveen voor, die gevormd zijn in duinpannetjes met stagnerend water (fig. 7).

In het profiel is de invloed van dikke pakketten duinzand op de diepteligging van de rest van de holocene lagen goed waarneembaar. Onder het gewicht van deze zandmassa's worden de klei- en veenlagen sterker samengedrukt dan de zanden, waarmee de getijdegeulen zijn opgevuld. Om die reden liggen de klei- en veenlagen dieper in het profiel dan waar de duinzanden vrijwel of geheel ontbreken (zie figuur 3). Uit het profiel blijkt tevens dat de aanwezigheid van duinzandvoorkomens geen lokale zetting in de dieper gelegen pleistocene kleilagen van de Eem Formatie tot gevolg heeft gehad. Blijkbaar is de langdurige belasting van 5 tot 10 m zand van de Formatie van

Kreftenheye 2 en Twente voldoende geweest om de zetting van deze oude kleilagen te stabiliseren.

KUSTONTWIKKELING

De vraag waarom er ter plaatse van de Hondsbossche Zeewering geen duinen liggen, is tot nu toe niet bevredigend beantwoord. Zekerheid hierover zal wel nooit verkregen worden, omdat bewijzen hiervoor ten westen van de Hondsbossche gezocht moeten worden en deze door de mariene erosie van de Noordzee vermoedelijk geheel verdwenen zijn. Uit het geologisch onderzoek is duidelijk geworden dat er ten tijde van het zeegat van Bergen (circa 4900 tot 3000 C14-jaar BP) een kustboog ver ten westen van de huidige kust gelegen moet hebben. Deze kustboog verbond de noordoever van dit zeegat met de pleistocene kernen van Texel. Dat deze kust omstreeks 4800 tot 4400 C14-jaar BP inderdaad ver ten westen van de Hondsbossche Zeewering gelegen heeft, blijkt wel uit de ligging en breedte van de uit deze tijd stammende en van het zeegat van Bergen afkomstige getijdegeulen onder de zeewering.

Als gevolg van de 4 meter zeespiegelstijging sinds het ontstaan van het zeegat van Bergen en de toegenomen kusterosie na de sluiting ervan, zal de kustlijn sindsdien in het algemeen naar het oosten teruggedrongen zijn. Omdat mariene afzettingen van vóór de Middeleeuwen, afkomstig van westelijk gelegen geulen of zeegaten ten noorden van het zeegat van Bergen hier geheel ontbreken, mag aangenomen worden dat deze kustboog nog zeer lang intact bleef. Uit het intensieve historische en fysisch-geografische onderzoek van de laatste jaren door met name SCHOORL en GOTTSCHALK (zie literatuurlijst), blijkt dat de eerste aantoonbare aantasting van deze kustboog pas gedurende de Middeleeuwen optrad. Er bestaan echter vage aanwijzingen voor een vernatting van het kustgebied tussen Petten en Callantsoog - overigens zonder sedimentatie - ten gevolge van mariene infiltratie in de Laat-Romeinse tot Vroeg-Merovingische tijd. In zijn boek: 'Zeshonderd jaar water en land' oppert SCHOORL de mogelijkheid van een doorbraak van de kustboog in de 8ste en 9de eeuw, ter hoogte van de Pettemerpolder, waardoor een zuidelijk en een noordelijk eiland ontstond. Hij schrijft:



Fig. 7: Het markante resultaat van kustafslag na een hevige winterse storm. In deze steilwand zijn binnen het pakket Oude en Jonge Duinzanden de ingeschakelde dunne veenlaagjes fraai zichtbaar geworden.

Fig. 8: Reconstructie van kustlijnen en zeegaten in noordelijk Noord-Holland gedurende de afgelopen 1000 jaar (grotendeels naar SCHOORL, 1973, 1979, 1982 en 1983, aangepast aan de resultaten van recent geologisch onderzoek). →

‘Dit zou ook de vraag kunnen beantwoorden, waarom ten zuiden van Petten reeds zeer vroeg een onderbreking in de duinkust aanwezig was; de Hondsbossche dijk zou dan oorspronkelijk een oostelijke polderdijk kunnen zijn, die na de inbraak waterkerend naar het westen moest fungeren. Dit verschijnsel kwam ook elders voor: Huisduinen, Vlieland’. Met de Hondsbossche dijk wordt hier een vroegere dijk bedoeld, waarvan de resten op oude kaarten staan afgebeeld.

De grootste kusterosie zette pas tijdens de tweede helft van de 12de eeuw in. Met name de stormvloed van 1170 en 1196 worden verantwoordelijk geacht voor het ontstaan van grote bressen in de kustboog. Tussen Petten en Callantsoog werd de, mogelijk reeds vanaf de 8ste tot 9de, maar zeker in de 11de eeuw bestaande, opening verbreed en ontstond het zeegat van het Zijpe. Naderhand werd vanuit het Zijpe de Pik/Rekere-klei afgezet. De grootste omvang van het Zijper Gat werd in de 12de tot 13de eeuw bereikt en het raakte verzand in het midden van de 14de eeuw. Verder noordelijk, tussen Callantsoog en Huisduinen, ontstond aan het einde van de 12de eeuw het Heersdiep, dat zijn grootste omvang in het midden van de 14de eeuw aannam en aan het einde van de 15de eeuw gesloten was (fig. 8). Een derde zeegat tenstlotte, het Marsdiep, ontstond in de 12de eeuw en bevindt zich tussen Den Helder en Texel. Dit meest noordelijke, jongste en diepst uitgeschuurde van de drie zeegaten is thans nog open. Uit het onderzoek van SCHOORL is gebleken, dat elk van de drie zeegaten eerst in zuidelijke richting uitschuurde, waarbij zich aan de noordkant een hors met naar het zuiden uitbreidende strandhaken vormde. Tijdens de laatste fase van het zeegat verplaatste de steeds smaller wordende getijdegeul zich in noordwaartse richting. Een parallelle ontwikkeling is waargenomen in het eerder beschreven zeegat van Bergen.

Uit recent geologisch onderzoek blijkt de aanwezigheid van een circa 1 km brede geul ter hoogte van het Zwanenwater. Vermoedelijk stond deze geul in verbinding met het Zijper zeegat. Dit wordt afgeleid uit de ligging direct ten zuiden van het Oog van Callantsoog en uit de richting waarin het zeegat is uitgeschuurd. Het wijst namelijk rechtstreeks in de richting van de polder Burghoorn (ten westen van Schagen), waar de Westfriese Omringdijk in 1248 doorbrak en een groot deel van westelijk West-Friesland werd geïnundeerd. Indien deze redenering juist blijkt, dan zou dit zeegat uit het midden van de 13de tot het midden van de 14de eeuw dateren (zie fig. 8). De snelle afbraak van de kustboog ten noorden van Petten sinds de Late Middeleeuwen was dus voornamelijk het gevolg van doorbraken in en tussen een steeds groter aantal wadden-eilanden. Hierdoor raakte de kustverdediging gefragmenteerd en konden de geïsoleerde eilanden niet lang tegen de opdringende zee standhouden. Het kustgedeelte ten zuiden van het Zijpe bleek echter lang intact. Ten gevolge van een overheersend noordwaarts gerichte kuststroming zal de zuidelijke bocht van de kustboog bij Bergen aan Zee aanvankelijk de sterkste erosie ondergaan hebben. Toen de kust in de Vroege Middeleeuwen eenmaal een min of meer vloeiende, vrijwel noord-zuid verlopende vorm aangenomen had, zal de afbraak van de kust ten zuiden van het Zijpe min of meer gelijkmatig en kustparallel verlopen zijn.

Uit reconstructies van SCHOORL (zie fig. 8) kan afgeleid worden dat de kustlijn ter hoogte van de Hondsbossche Zeewering in het begin van de 14de eeuw op ruim 3 km ten westen van de huidige dijk lag, terwijl deze tegelijkertijd op ruim 9 km ten westen van de huidige kust bij Den Helder lag. Voordien lag de kustlijn vermoedelijk nog aanzienlijk verder naar het westen. Vanaf 1300 na Chr. tot de aanleg van de eerst bekende kustverdedigingswerken bij de Hondsbossche in 1506, bedroeg de kustafname circa 2 km. Sindsdien is dit verdedigingsstelsel vele malen door de opdringende zee

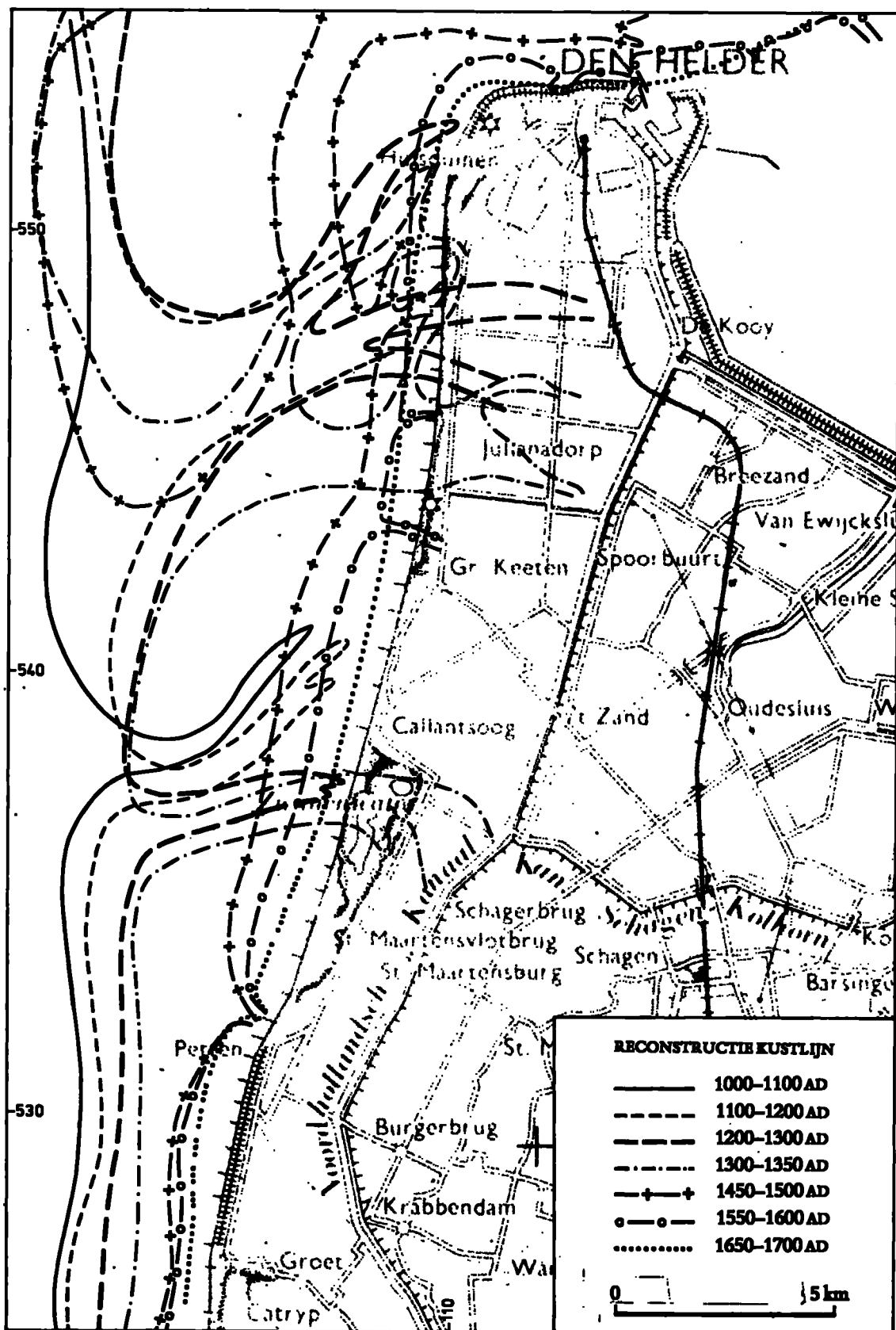


Fig. 9: Dit steile duinprofiel op ongeveer 1 km ten zuiden van de Hondsbossche Zeewering toont, behalve de afgestorte helmaanplant, een pakket donkergetint en horizontaal gelaagd granaatzand, dat in deze omgeving veel voorkomt binnen de Oude Duin- en Strandaafzettingen. Op het strand is een veenlaag ontsloten.



vernield en is men hierna steeds verder oostwaarts teruggeweken, tot tenslotte in 1792 de huidige Hondsbossche Zeewering is aangelegd. Van 1506 tot 1792 is een 1200 m brede kuststrook aan de zee prijsgegeven. Omdat de kusterosie ten noorden en ten zuiden van de Hondsbossche sedertdien gewoon voortduurde, kreeg de zeewering gaandeweg een meer vooruitgeschoven ligging in zee. Uit gegevens van de Adviesdienst van de Rijkswaterstaat te Hoorn blijkt dat de met hoofden versterkte duinkust bij Petten gedurende de laatste 150 jaar ten noorden van de Hondsbossche Zeewering een minder sterke erosie ondergaat (bij paal 19 gemiddeld 85 cm per jaar) dan nog verder noordelijk (bij paal 18 gemiddeld 1,35 m per jaar). Ten gevolge van deze kaapachtige positie van de Hondsbossche Zeewering wordt het kustgebied direkt ten noorden ervan enigszins tegen erosie door de noordwaarts gerichte kuststroming beschermd. Verder noordelijk echter, wordt de kust door de aanwezigheid van deze zelfde Hondsbossche Zeewering in sterk verhevigde mate door erosie aangetast. Afslagcijfers van de duinvoet ten zuiden van de Hondsbossche tonen aan dat de jaarlijkse kusterosie in zuidelijke richting afneemt. De teruggang van de duinvoet direkt ten zuiden van de Hondsbossche bedraagt bij paal 28, 1,25 cm, terwijl deze ten zuiden van paal 32 tot gemiddeld 60 cm per jaar afgenomen is (zie fig. 7 en 9). Om onze smalle, natuurlijke waterkering ten noorden van de Hondsbossche in stand te kunnen houden, zal uitbreiding van de kustverdedigingswerken in de nabije toekomst onvermijdelijk zijn.

VERANTWOORDING

De schrijver is zeer erkentelijk voor de verleende diensten en verstrekte adviezen door de volgende instellingen en personen: het Hoogheemraadschap Noordhollands Noorderkwartier, de heren Ris en Breed; Rijkswaterstaat, adviesdienst Hoorn, de heer Brolsma; de heer Schoorl te Hillegom en tenslotte de Rijks Geologische Dienst te Alkmaar, de heren Blokzijl, Kraakman, Nahar, Nanne en Westerhoff en te Haarlem mevrouw Jelgersma en de heren Beets, Breeuwer, Karstens, Koers, Laban, Marselje, Zagwijn en Zandstra.

Dit artikel is eerder gepubliceerd in de derde uitgave van **VRIENDEN VAN DE HONDSBOSSCHE**, 1983.

LITERATUUR:

- BURCK, P. DU, 1985: De bodemkartering in de Kop van Noord-Holland. Boor en Spade 9, p. 142-156.
- BURCK, P. DU, 1959: Over de opbouw en vorming van het laagterras en de oudere holocene afzettingen in de Kop van Noord-Holland. Boor en Spade 10, p. 58-73.
- CATE, J.A.M. TEN en KLEINSMAN, W.B., 1981: Geomorfologische kaart van Nederland, schaal 1:50.000. Blad Medemblik. Pudco, Wageningen.
- GOTTSCHALK, M.K.E., 1971: Stormvloed en rivieroverstromingen in Nederland. I: de periode vóór 1400. Assen, 581 p.
- JELGERSMA, S. 1979: Sea level changes in the North Sea basin. In: Oele et al (e.d.): The Quaternary History of the North Sea - University of Uppsala, p. 233-248.
- JELGERSMA, S. en BREEUWER, J.B., 1975: Toelichting bij de kaart Glaciale Verschijnselen gedurende het Saalien, schaal 1:60.000 - in: W.H. Zagwijn & C.J. van Staalduin (ed.): Toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- JELGERSMA, S., DE JONG, J., ZAGWIJN W.H. en REGTEREN ALTENA, J.F., van 1970: The coastal dunes of Western Netherlands; geology, vegetational history and archeology. Meded. Rijks Geol. Dienst, 21, p. 93-167.
- MULDER, E.F.J. DE, 1983: Holocene coastal developments in the NW part of The Netherlands. Proc. Intern. Symp. on Sandy Beaches as Ecosystems, Port Elizabeth.
- MULDER, E.F.J. DE (in voorbereiding): Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland, 1:50.000, blad Alkmaar Oost (190). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- MULDER, E.F.J. en BOSCH, J.H.A., 1982: Holocene stratigraphy, Radiocarbon Datings and Paleogeography of Central en Northern North-Holland (The Netherlands) - Meded. Rijks Geol. Dienst, 36-3.
- OELE, E., SCHÜTTENHELM, R.T.E. en WIGGERS, A.J., 1979: The Quaternary History of the North Sea - University of Uppsala.
- PONS, L.J. en OOSTEN, M.F., VAN 1974: De bodem van Noord-Holland. Stiboka Wageningen.
- SCHILSTRA, J.J. 1981: De Hondsbossche. uitgave Hoogheemraadschap Noorhollands Noorderkwartier, Alkmaar.
- SCHOORL, H., 1973: Zeshonderd jaar water en land; bijdrage tot de historische Geo- en Hydrografie van de Kop van Noord-Holland in de periode circa 1150-1750. Verh. Kon. Ned. Aard. Gen. 2.
- SCHOORL, H., 1979: 't Oge. Hollandse Studieën 11, Historische Vereniging Holland, Amsterdam.
- SCHOORL, H., 1982: Petten en de Hondsbossche Zeewering in kaart, beeld en reconstructie, 1466-1614. Uitgave Vrienden van de Hondsbossche, Alkmaar.
- SCHOORL, H., 1983: De Rijndijk bij Petten en de kustontwikkeling tussen 1296 en 1466. Uitgave Vrienden van de Hondsbossche, Alkmaar.
- STAALDUINEN, C.J. VAN, 1977: Geologisch onderzoek van het Nederlandse Waddengebied. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- ZAGWIJN, W.H., 1975: De paleogeografische ontwikkeling van Nederland in de laatste drie miljoen jaar. Kon. Ned. Aardr. Gen., Geogr. Tijdschrift 9-3.
- ZAGWIJN, W.H. 1983: Sea-level changes in The Netherlands during the Eemian. Geologie en Mijnbouw 62, p. 437-450.
- ZAGWIJN, W.H. en STAALDUINEN, C.J. VAN, 1975: Toelichting bij de Geologische overzichtskaarten van Nederland. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- ZANDSTRA, J.G., 1977: Genese van het Pleistoceen, in: van Staalduin (1977): Geologisch onderzoek van het Nederlandse Waddengebied. Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- ZONNEVELD, J.I.S., 1974: Tussen de bergen en de zee. Oosthoek, Utrecht.

SUMMARY

In this paper a review is given of the geological data available in the surroundings of the Hondsbossche Zeewering and of the Pleistocene and Holocene history of the only part of the North-Holland coastal area where a natural coastal (dunal) defence system is lacking. The Holocene history of the area is dominated by the southerly presence of the major tidal inlet of Bergen, between approximately 5000 and 3000 years BP and by the topography of the top of the Pleistocene deposits. Finally, attention is given to the coastal development during the last millenium of the Earth's history.