

DE MORFOLOGIE VAN HET PLEISTOCENE OPPERVLAK IN
WESTELIJK MIDDEN-NEDERLAND, VOOR ZOVER GELEGEN
BENEDEN GEMIDDELD ZEENIVEAU (N.A.P.)

met 7 figuren, waarvan fig. 1 als bijlage

MORPHOLOGY OF THE PLEISTOCENE SURFACE IN THE WESTERN PART OF THE
CENTRAL NETHERLANDS, AS FAR AS SITUATED BELOW MEAN SEA LEVEL

In this article a description is given of the relief features of the Pleistocene surface (as far as situated below A.O.D.) in the Central part of the western Netherlands, bounded to the north by the line Haarlem-Amsterdam (fig. 1, see appendix).

In the uppermost part of the Younger Tubantian (Weichselian), which in most cases forms the surface of the Pleistocene, soil development has nearly always taken place. This surface is generally covered by a thin, strongly compacted Holocene layer of peat, called Lower Peat or peat-at-greater-depth. This layer of peat generally forms an easy boundary between the Pleistocene and Holocene sediments.

The area investigated can be subdivided into five 'landscapes' (fig. 2):

I. The first mentioned 'landscape' forms an extension of the aeolic coversand area of the province Noord-Brabant with the same relief characteristics (undulating surface, narrow coversand ridges, running southwest-northeast, brook valleys with a northwestern course, locally breaking through high coversand ridges along the valleys).

II. The second 'landscape' comprises the valley of the river Rhine dating from the Younger Tubantian (Weichselian) and the Lower Terrace of the Rhine, which strongly resembles the river 'loam' areas of the Eastern Netherlands (braided river systems, river dunes, etc.). Of the deeper substratum of Rotterdam a more detailed map is drawn (fig. 3). It must be emphasized that there are some difficulties in the determination of the surface of the Lower terrace as a consequence of subsequent fluvial and marine erosion (fig. 4 and 5) and the occurrence of subterranean river dunes. Pollen analyses of samples from a profile with a subterranean river dune in a deep excavation in Schiedam were carried out by FLORSCHÜTZ (fig. 6).

As a consequence of the strongly undulating surface of this landscape only average depth contour lines are indicated. Almost the entire 'landscape' II is formed by the Lower Terrace of Overasselt or 'Jüngere Niederterrasse' of Younger Dryas age. The river dunes ('donken') are considered to be Holocene.

III. The third 'landscape' consists of the large plain aeolic coversand 'landscape' in the central part of Holland and Western Utrecht. The area can be subdivided into four zones. *Zone 1*, situated between 0 and ca 3 m below A.O.D., shows coversand ridges with a southwestern-northeastern course and is steeply sloping; *zone 2* between 3 and 7.9 m below A.O.D. is flat without ridges and still fairly steeply sloping; *zone 3* between 7.9 m to ca 14 m below A.O.D. is very flat, without ridges and is almost horizontal; *zone 4* situated below 13-14 m below A.O.D. is intersected by brook valleys and is again more sloping. This zone merges into other 'landscapes' and has nearly disappeared by marine erosion in the west.

The beginning of the growth of the Lower Peat in the almost horizontal zones 2 and 3, caused by the swampy circumstances in these zones, was in Preboreal time (fig. 7) and has nothing to do with the rise of sea level. At well drained places on the surface of the Pleistocene the growth of the Lower Peat began at the approach of the transgressing sea and in Holland must always be dated much later than the Preboreal.

IV. The fourth 'landscape' is strongly accentuated and must be considered to be a push-moraine landscape, forming the western spur of the Gooi area. It is for the greater part covered with aeolian sediments of Tubantian age but in two places sediments of pushed terrace material of Drenthian age are lying on the surface. Two belts of push-moraine ridges can be distinguished within a valley, which extends to the north.

V. Over a large area the Lower Peat and the underlying uppermost part of the Tubantian has been eroded away. The eastern border of this area coincides with the oldest beach bars in Holland. Also in the other landscapes, but always locally, the Tubantian (Weichselian) has suffered from fluvial or marine erosion.

VOORWOORD.

Door de tweede auteur van dit artikel werd een aantal jaren geleden bij zijn studie van het veen in de provincies Utrecht, Noord- en Zuid-Holland voor een gedeelte van het hier te behandelen gebied een voorlopige schets van de diepteligging van de bovenkant van het Pleistoceen samengesteld. Hierbij bleek het mogelijk met de toen ter beschikking staande gegevens deze diepteligging belangrijk nauwkeuriger aan te geven dan tot dusver was geschied.

De belangstelling van de eerste auteur was aanvankelijk vooral gericht op de westelijke voortzetting van het jong-pleistocene Rijn-Maasdal. Nadat hij het werk van de tweede auteur had overgenomen is al het beschikbare materiaal opnieuw bewerkt en uitgebreid met nieuwe waarnemingen, waardoor een afgerond geheel, betreffende de kennis van de diepteligging van de pleistocene oppervlakte in westelijk Midden-Nederland, is verkregen.

Het artikel van PONS en WIGGERS (1958), elders in deze aflevering opgenomen, handelt over de morfologie van de oppervlakte van het Pleistoceen in Noordholland en het Zuiderzeegebied en sluit geheel bij het onderstaande artikel aan.

Het is voorlopig niet de bedoeling voor het hier behandelde gebied uitvoerig in te gaan op de holocene sedimentatie en erosie. Wel wordt in dit artikel een enkele maal iets nader ingegaan op holocene landschaps-ontwikkeling, namelijk voor zover deze in direct verband staat met de morfologie van de oppervlakte van het Pleistoceen.

INLEIDING

Reeds vroeger zijn de globale dieptelijnen van de bovenkant van het Pleistoceen in de ondergrond van westelijk Nederland door FABER (1947 a en b) op een kaart weergegeven, die door PANNEKOEK c.s. (1956), met enkele aanvullingen voor het gebied ten zuiden van 's-Gravenhage, opnieuw is gepubliceerd.

Na vergelijking met de nieuwe literatuurgegevens, de gegevens van boringen en de uitkomsten van eigen waarnemingen bleek dat op de bovengenoemde kaarten belangrijke correcties konden worden aangebracht en dat het beeld ook veel gedetailleerder kon worden weergegeven.

Literatuurgegevens zijn ontleend aan BENNEMA en PONS (1952) (rivierkleigebied); PONS (1954) en PANNEKOEK VAN RHDEN (1944) (Rijnvallei); KOORNNEEF (1945) (noordrand Noord-Brabant); TUINSTRAS (1951) (noordwest Noord-Brabant); VAN DIEPEN (1952) (Maas-kant); PONS (1957) (Land van Maas en Waal); J. I. S. ZONNEVELD (1945) (omgeving Alphen a/d Rijn); FLORSCHÜTZ and JONKER (1939), FLORSCHÜTZ en VAN DER VLERK (1939) en BENNEMA (1955) (overgangsgebied rivierklei naar veen); BENNEMA (1951 a en b, 1954) (veengebied Vechtstreek). Door de vriendelijke hulp van de auteurs was het voorts mogelijk gebruik te maken van nog ongepubliceerde gegevens van de Biesbosch (I. S. ZONNEVELD, 1958, i.v.) en het land van Heusden en Altena (SONNEVELD, 1958, i.v.).

Aanvullende boorgegevens zijn geput uit het boorarchief van de Geologische Dienst te Haarlem en dat van de gemeente Rotterdam. Beide instanties waren ons steeds zeer behulpzaam. De diverse arrondissementen van de Rijkswaterstaat en Provinciale Waterstaatsdiensten stonden bereidwillig vele gegevens af, vaak in overzichtelijke vorm.

Van enkele medewerkers van de Geologische Dienst mochten wij enkele nuttige raadgevingen ontvangen, waarvoor wij zeer erkentelijk zijn. Voor alle ondervonden medewerking betuigen wij hier onze hartelijke dank.

Aan de hand van de ter beschikking staande gegevens is een kaart samengesteld van de diepteligging van de bovenkant van het Pleistoceen van het zuidelijke en centrale deel van Midden-Nederland (figuur 1, zie bijlage). De gegevens voor Noordholland en het gebied van de voormalige Zuiderzee werden door PONS en WIGGERS verwerkt tot een andere kaart die elders in deze aflevering is opgenomen.

De oppervlakte van het Pleistoceen — voor het grootste deel daterend uit het Jong-Tubantien (Weichselien) ¹, de jongste afdeling van het Pleistoceen — bestaat gedeelte-

¹ Door VAN DER VLERK (1957) is op het Pleistoceen Symposium in Amersfoort voorgesteld om de pas ingeburgerde naam Tubantien te vervangen door Weichselien. Daar dit voorstel navolging verdient, maar nog niet officieel werd aangenomen, hebben wij in dit artikel de term Tubantien gebruikt doch de naam Weichselien tussen haakjes toegevoegd.

lijk uit aeolische sedimenten (dekzand), voor een ander deel uit fluviatiele sedimenten (Laagterras), terwijl in een klein gebied bij Weesp gestuwde pleistocene afzettingen (stuwwallen) de oppervlakte vormen.

Waar de sedimenten uit het laatste gedeelte van het Tubantien uit dekzand bestaan is de bovenzijde van het pleistocene pakket in vrijwel alle boringen onder de holocene lagen steeds nauwkeurig aan te geven, tenzij erosie is opgetreden. Het Pleistoceen bevindt zich namelijk direct onder het veen-op-grotere-diepte, een holocene, dunne, sterk samengeperste veenlaag, welke rust op fijn dekzand, afgezet in het Jong-Tubantien (Weichselien), waarin zich meestal een bodemprofiel heeft ontwikkeld.

In die gevallen waarin de bovenzijde van het Tubantien uit rivierafzettingen bestaat, hebben wij als bovenkant van het pleistocene oppervlak aangenomen de overgang van een meestal preboreale, dunne, veelal taai kleilaag naar het onderliggende rivierzand.

Slechts over een geringe oppervlakte ontbreekt het Tubantien (Weichselien), namelijk daar, waar gestuwd terrasmateriaal uit het Drenthien de oppervlakte van het Pleistoceen vormt.

De oost- en zuidrand van het te bespreken gebied wordt gevormd door de N.A.P.-lijn van de bovenkant van de zandige afzettingen van het Pleistoceen, de westrand wordt gevormd door de tegenwoordige kust en als noordgrens geldt ongeveer de lijn Haarlem-Amsterdam-zuidelijke kust van het IJsselmeer.

DE INDELING VAN WESTELIJK MIDDEN-NEDERLAND IN EEN AANTAL 'LANDSCHAPPEN'

Westelijk Midden-Nederland is op basis van de morfologie van het oppervlak van het Jong-Tubantien (Weichselien) in een aantal karakteristieke 'landschappen' ² te verdelen.

- I. De voortzetting beneden N.A.P. van het golvende Brabantse dekzand 'landschap'.
- II. Het Rijndal, in het zuiden bij benadering begrensd door de lijn Oss-Andel-Almkerk-Dubbeldam-Strijen, enz. en in het noorden door de lijn Amerongen-Vreeswijk-Gouda-Delft-Monster.
- III. Het vlakke dekzand 'landschap' van Midden-Nederland ten westen van de Utrechtse heuvelrug, gelegen ten noorden van de onder II genoemde grens, wordt in dit artikel behandeld tot de lijn Haarlem-Amsterdam.
- IV. Het vrij sterk golvende, grotendeels met dekzand bedekte, stuwwallen 'landschap' rondom Weesp, een westelijke voortzetting van het Gooise stuwwallenlandschap vormend.

Tenslotte zal een gebied worden besproken langs de kust, waar het veen-op-grotere-diepte en de bovenkant van het Jong-Tubantien (Weichselien) tijdens de mariene transgressies en de vorming van de strandwallen is opgeruimd.

Figuur 2 geeft een eenvoudige schets van de onderscheiden 'landschappen'. Ook FABER (1947 b) geeft een deel van deze 'landschappen' reeds zeer globaal aan. Région I komt overeen met ons erosiegebied, de régions II + V met ons IIe 'landschap' en de régions III + IV met ons IIIe 'landschap'.

² Ter aanduiding van een aantal morfologisch karakteristieke eenheden, die oorspronkelijk de bovenkant van het Pleistoceen vormden en vóórdat dit door de zee werd overstromd door verschillen in topografie, begroeiing, aard van het sediment, enz. van elkaar konden worden onderscheiden, hebben wij het woord 'landschap' gebruikt. Wij menen dat dit woord het beste het door ons bedoelde begrip benadert, hoewel men door de bedekking van het niveau door holocene sedimenten niet meer van landschap in de engere betekenis van het woord kan spreken. Wij plaatsen dit woord daarom tussen aanhalingstekens.

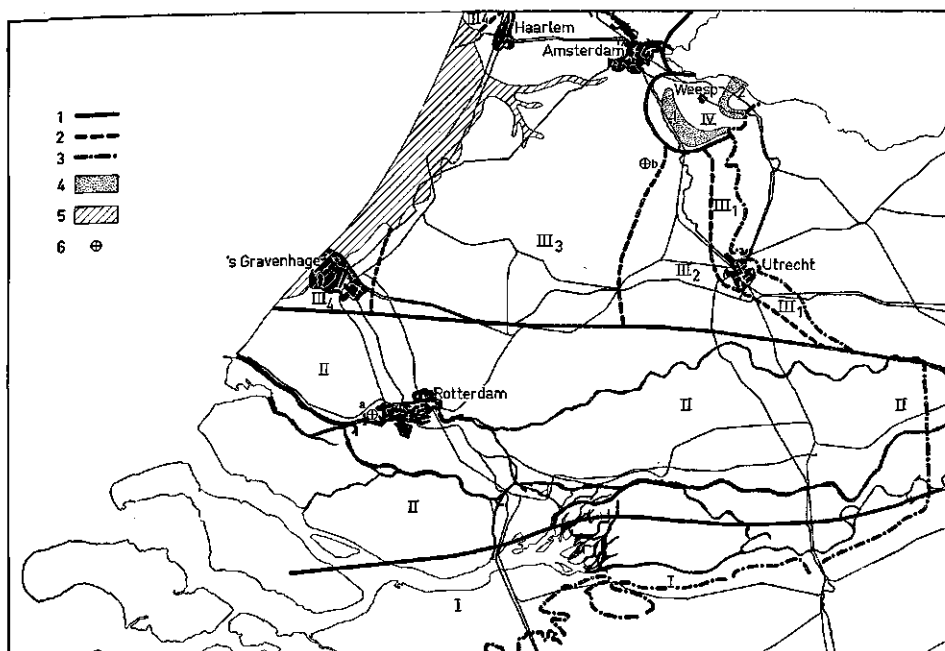


Fig. 2. De indeling van westelijk Midden-Nederland in een aantal 'landschappen' op basis van de morfologie van de pleistocene oppervlakte.
Division of the western part of the Central Netherlands into a number of 'landscapes', based on the morphology of the Pleistocene surface.

1. Grenzen tussen de 'landschappen' I t/m IV.
Boundaries between the 'landscapes' I — IV.
2. Zonegrenzen binnen een landschap.
Boundaries of zones within one landscape.
3. N.A.P.-lijn van de pleistocene oppervlakte.
Pleistocene surface at A.O.D.
4. Waarschijnlijke ligging van stuwwallen.
Supposed location of push moraines.
5. Aantasting van het veen-op-grotere-diepte veelal tevens van de pleistocene oppervlakte door holocene mariene erosie.
Erosion of the Lower Peat and in most means of the topmost part of the Pleistocene sediments by Holocene marine ingressions.
6. Ligging van de profielen met de pollendiagrammen
a: Profiel dokput N.V. Wilton Feyenoord te Schiedam, figuur 6.
b: Profiel Vinkeveen, figuur 7.

'LANDSCHAP' I: DE VOORTZETTING BENEDEN N.A.P. VAN HET GOLVENDE BRABANTSE DEKZAND 'LANDSCHAP'

De N.A.P.-lijn van het Brabantse dekzand is in het noorden van de provincie Noord-Brabant aangegeven aan de hand van de gegevens van de nieuwe bodemkaart van Nederland 1 : 200 000 (Stichting voor Bodemkartering, i.v.). Ten noorden van deze lijn zet het oppervlak van het Pleistoceen zich nog voort tot een diepte van enkele meters beneden N.A.P. als een dekzand 'landschap' met dezelfde typische golvende topografie

als in de rest van Brabant. Door de algemene helling van de bovenkant van het Pleistoceen van oost naar west is dit in het westen over een bredere zone het geval dan in het oosten. De breedte van deze zone neemt van ca 8 km ter hoogte van Willemstad af tot ca 4 km bij 's Hertogenbosch. Op de door KOORNNEEF (1945) en TUINSTRAS (1951) gepubliceerde kaarten van noordwest Noord-Brabant zijn de typische, ongeveer zuidwest-noordoost gerichte dekzandruggen te herkennen, die MARÉCHAL et MAARLEVELD (1955) voor Brabant beschrijven. Tussen deze ruggen door banen zich de benedenlopen van de Brabantse riviertjes een weg, meestal in noordwestelijke richting, namelijk de Rozendaalse Vliet, Steenbergse Vliet, Mark-Dintel, Donge, de laagte van het Afwateringskanaal en de Dieze. Opmerkelijk is, dat in de dalen van deze riviertjes het dekzand met het erop liggende veen-op-grotere-diepte niet is verstoord door de latere inbraak van de zee (TUINSTRAS, 1951), maar nog geheel intact is.

Evenals dit in de zuidelijker gelegen delen van het Brabantse dekzand 'landschap' het geval is liggen langs de noordostrand van de meeste beekdalen vrij hoge zandruggen die in de laatste fase van het Jong-Tubantien (Laatglaciaal) en in het begin van het Holocene uit de beekdalen gestoven zijn. VAN DIEPEN (1949) beschreef dit verschijnsel voor de omgeving van Breda, terwijl hetzelfde verschijnsel ook in België overal in het dekzandgebied optreedt (TAVERNIER, 1948; T'JONCK, 1953; MARÉCHAL et MAARLEVELD, 1955). Daar waar deze ruggen de zuidwest-noordoost gerichte dekzandruggen kruisen, zijn ze het sterkst ontwikkeld en extra duidelijk.

Tot vlak bij het Hollands Diep zijn hier en daar nog dergelijke dekzandkoppen aanwezig, die niet dieper dan 2 m —N.A.P. liggen.

In de Biesbosch en in het Land van Heusden en Altena (resp. ZONNEVELD, 1958, i.v. en SONNEVELD, 1958 i.v.) is de dekzandondergrond gelijk aan die in westelijk Noord-Brabant. Vanaf Geertruidenberg zet zich het dal van de Donge onder de Biesbosch in noordwestelijke richting voort, met eveneens aan de noordwestzijde hiervan enige hogere zandruggen, terwijl onder het Land van Heusden en Altena zich eveneens een dal bevindt met aan de rechterflank enige hoge zandheuvelds, die hier zelfs culmineeren in een paar donkjes. In analogie hiermede beschouwen wij de door EDELMAN e.a. (1950) aangegeven donken in de Bommelerwaard als begeleidende zandruggen van het voortgezette dal van de Dieze, dat van 's Hertogenbosch in noordwestelijke richting door de Bommelerwaard loopt (PONS, 1957). De zandheuvelds door VAN DIEPEN (1952) bij Empel aangegeven zijn eveneens flankheuvelds van dit dal.

De overgang van het dekzand 'landschap' naar het Rijndal, waar het fluviatiele Jong-Tubantien (Laagterras) aan de oppervlakte ligt, vindt plaats ongeveer langs een lijn die van Oss via Andel, Almkerk, Dubbeldam naar Strijen loopt. Ten noorden hiervan bevinden we ons in de eigenlijke Rijnvlakte.

In het bovenbeschreven 'landschap' bestaat het bovenste deel van de pleistocene afzettingen uit dekzand, geheel zoals dat ook in de rest van Noord-Brabant het geval is. Dit dekzand vertoont aan de bovenkant bodemprofielen, door TUINSTRAS (1951) aangeduid als heidepodzolprofielen. Volgens de nieuwere inzichten kan men echter beter spreken van humuspodzolen, bij de vorming waarvan heide geen rol behoeft te hebben gespeeld (BENNEMA and PONS, 1957 a).

'LANDSCHAP' II: HET RIJNDAL UIT 'HET TUBANTIEN

Dit 'landschap' wordt in het noorden begrensd door de lijn Amerongen-Vreeswijk-Oudewater-Gouda-Zevenhuizen-Delft-Monster en in het zuiden door de lijn Oss-Andel-Dubbeldam-Strijen.

In dit gebied komen de vroeger als „fluviatiele Laagterras" aangeduide afzettingen van de Rijn voor (BENNEMA en PONS, 1952; PONS, 1954). Het sluit geheel aan bij het

gebied waar de zogenaamde 'rivierleem' ³ in het oosten van Nederland aan de oppervlakte komen (KOENIGS, 1947; SCHELLING, 1951; PONS en SCHELLING, 1951; PONS 1957).

In West-Duitsland staat deze afzetting bekend als „Niederterrasse" van de Rijn (ZONNEVELD, 1956). In het vervolg zullen we deze afzetting in navolging van PONS en ZONNEVELD (1958) aanduiden met Laagterras.

In figuur 1 zijn de dieptelijnen van het Laagterras oostelijker dan de N.A.P.-lijn niet meer aangegeven, hoewel ook verder oostelijk het pleistocene Rijndal onder vrij dikke holocene fluviaatiele lagen verborgen ligt. De noordgrens van dit Rijndal is reeds door PANNEKOEK (1956) schematisch in de ondergrond van Nederland aangegeven.

Het profiel van het Laagterras is binnen dit gebied in de meerderheid der gevallen van beneden naar boven als volgt opgebouwd: grind en zand — zand — zandige klei — klei-veen of kleilig veen (veen-op-grotere-diepte) — zand, veen, kleilig veen of klei, enz.. De onderste zandlaag wisselt in dikte van $\frac{1}{2}$ —2 m en rust op grindhoudend zand, de klei en zandige kleilaag daarboven (vaak betiteld als 'leem') is van 10 cm tot ca 1 m dik en het veen-op-grotere-diepte, bestaande uit samengeperste lagen veen of kleilig veen, heeft meest een dikte van 2-20 cm en is dus, zoals ook FABER (1947 b) reeds aangeeft, in dit gebied steeds zwak ontwikkeld. Het Laagterras in westelijk Nederland is dus opgebouwd als de meeste rivierafzettingen en bezit een dek dat naar boven fijnkorreliger wordt. Dit is geheel in overeenstemming met de opbouw ervan in Oost-Nederland en West-Duitsland, waar het aan de oppervlakte ligt.

Het is noodzakelijk, alvorens het kaartbeeld nader te bespreken, in te gaan op een tweetal punten en wel:

- a. de grens Pleistoceen-Holoceen;
- b. de grilligheid van het reliëf.

a. De grens Pleistoceen — Holoceen

Als de bovenkant van het pleistocene Laagterras in het Rijndal is de grens tussen zand en klei aangenomen. In de eerste plaats omdat het veen-op-grotere-diepte soms ontbreekt, in de tweede plaats omdat de klei geheel of gedeeltelijk iets jonger kan zijn dan Tubantien en in de derde plaats omdat de bovenkant van het zand in het algemeen wat vlakker ligt dan de grens tussen de klei en het veen-op-grotere-diepte.

Het veen-op-grotere-diepte is soms niet aanwezig, zonder dat evenwel de kleilaag op het Laagterras ontbreekt. Ontbreken van het veen behoeft derhalve niet altijd te worden toegeschreven aan fluviaatiele erosie, zoals FABER (1947b) doet, doch kan ook veroorzaakt zijn doordat het milieu ongeschikt was voor veenvorming.

Zoals reeds door PANNEKOEK (1956) is uiteengezet valt niet met zekerheid vast te stellen of het door ons beschouwde niveau (dus de bovenkant van het zand en de onderkant van de klei onder het veen-op-grotere-diepte) plaatselijk niet wat jonger is dan Tubantien (Weichselien).

Op grond van de uitkomsten van de pollenanalyse, waarvan het diagram in fig. 6, (p. 131) is weergegeven, werd aan de kleilaag in Schiedam een preboreale ouderdom toegekend, zoals ook door FLORSCHÜTZ en VAN DER VLERK (1939) is gedaan voor de

³ In verschillende publikaties van de Stichting voor Bodemkartering (KOENIGS, 1947; SCHELLING, 1951; EDELMAN, 1948; PONS, 1957) is de term „leem" in de zin van „rivierleem" gebruikt als aanduiding voor de fijnkorrelige, kleiige afzetting, die meestal aan de bovenkant van het fluviaatiele Tubantien of Laagterras voorkomt. Daar in de toekomst met de term leem uitsluitend lössachtige sedimenten met een groot gehalte aan de fractie 2-50 μ aangeduid zullen worden, zullen wij, om begripsverwarring te voorkomen, in het vervolg niet meer spreken van „leem" ter aanduiding van de kleiige Laagterrasafzettingen, maar van klei.

kleilaag onder Rotterdam. Op andere plaatsen is het oudste veen soms boreaal en kan dan direct op het zand rusten, dat door ons als Laagterras wordt beschouwd. Op deze plaatsen kan erosie plaats gehad hebben of kan een stratigrafisch hiaat aanwezig zijn. Er zijn echter tot nu toe geen aanwijzingen dat het zand en grind jonger zouden zijn dan Tubantien (Weichselien).

Wat betreft de vraag in welk deel van het Jong-Tubantien (Weichselien) de beschouwde oppervlakte gevormd is sluiten we ons geheel aan bij de door PONS en ZONNEVELD (1958 i.v.) uitgesproken verwachting, dat ten westen van Tiel het Laagterras geheel tot het Laagterras van Overasselt of 'Jüngere Niederterrasse' (QUITZOW und ZONNEVELD, 1956; ZONNEVELD, 1956, 1957) gerekend moet worden. Deze jonge trap van het Laagterras is gevormd na de Allerødtijd en de zandige afzettingen ervan vóór het Holoceen, hij valt dus geheel in het als Jongere Dryastijd aangeduide deel van het Tubantien (Weichselien) (VAN DER HAMMEN, 1957, ZAGWIJN, 1956 a).

De gedachte dat er misschien aan de randen van het dal nog resten van het Laagterras van Heumen („Ältere Niederterrasse") voorkomen (PONS en ZONNEVELD, 1958 i.v.) wordt gesteund door de vermelding door FLORSCHÜTZ and JONKER (1939) van het voorkomen van een geul bij Wijk bij Duurstede met onderin veen uit de Allerødperiode (PONS, 1957).

De gegevens van Rotterdam (FLORSCHÜTZ en VAN DER VLERK, 1939), van Schiedam (figuur 6) en ook van andere plaatsen wijzen er samen met het voorgaande op, dat het door ons aangenomen niveau meestal de bovenkant van het Pleistoceen zal voorstellen en dat dit niveau in hoofdzaak de, met holocene sedimenten bedekte, oppervlakte van het Laagterras van Overasselt ('Jüngere Niederterrasse') is.

In verband hiermee en met het resultaat van het onderzoek van het profiel in Schiedam (figuur 6) is het ook waarschijnlijk dat de donken in Midden-Nederland van jongere datum zijn dan Tubantien (Weichselien) daar ze meestal op het hier bovengenoemde preboreale kleilaagje rusten.

In het algemeen zullen ze misschien uit het Preboreaal maar waarschijnlijk uit het Boreaal stammen, zoals door PONS en ZONNEVELD (1958 i.v.) is uiteengezet.

b. De grilligheid van het reliëf van het Laagterras

De oppervlakte van het Laagterras vertoont, evenals de bovenkant van het zand, een zeer onrustig reliëf. Op zichzelf is dit niet verwonderlijk, aangezien men hier met een verwilderde rivier te maken heeft.

De reconstructie op grond van boringen ondervindt echter grote moeilijkheden en wel voornamelijk om drie redenen:

1. het voorkomen van diepgelegen, met zand opgevulde estuariumkreeken, waaronder de bovenkant van het Laagterras door erosie ontbreekt,
2. het voorkomen van diepgelegen donkjes, waaronder soms de oud-holocene kleilaag op het Laagterras ontbreekt,
3. de aanwezigheid van pleistocene geulen van het verwilderde riviersysteem aan de oppervlakte van het Laagterras.

Figuur 3 geeft een overzicht van de situatie onder Rotterdam. Dank zij het zeer grote aantal gegevens van boringen waarover de Afdeling Grondmechanica van de Dienst Publieke Werken van deze stad beschikt, konden wij een enigszins gedetailleerd beeld geven van de oppervlakte van het Laagterras onder de stad.

Hierbij doet zich de eerste complicatie voor, namelijk, dat tengevolge van erosie door jongere rivieren en door eb- en vloedkreeken, het veen-op-grotere-diepte plaatselijk verdwenen is, evenals de afdekkende oud holocene kleilaag, zodat de oorspronkelijke boven-

Fig. 3. De diepteligging van de pleistocene oppervlakte (fluviaal Tubantien, Laagterras) in Rotterdam en omgeving. Depth of the Pleistocene surface (fluvial Tubantian, Lower Terrace) in Rotterdam and environs.

1. Dieptelijn pleistocene oppervlakte in m.—N.A.P. Contours of the Pleistocene surface in metres below A.O.D.
2. Gaalen uit het Tubantien, meestal ongeveer 2 m dieper dan de pleistocene oppervlakte. Gallies of Tubantian age, about 2 metres below the Pleistocene surface.
3. Rivierduinen ('donken'). Riverdunes ('donken').

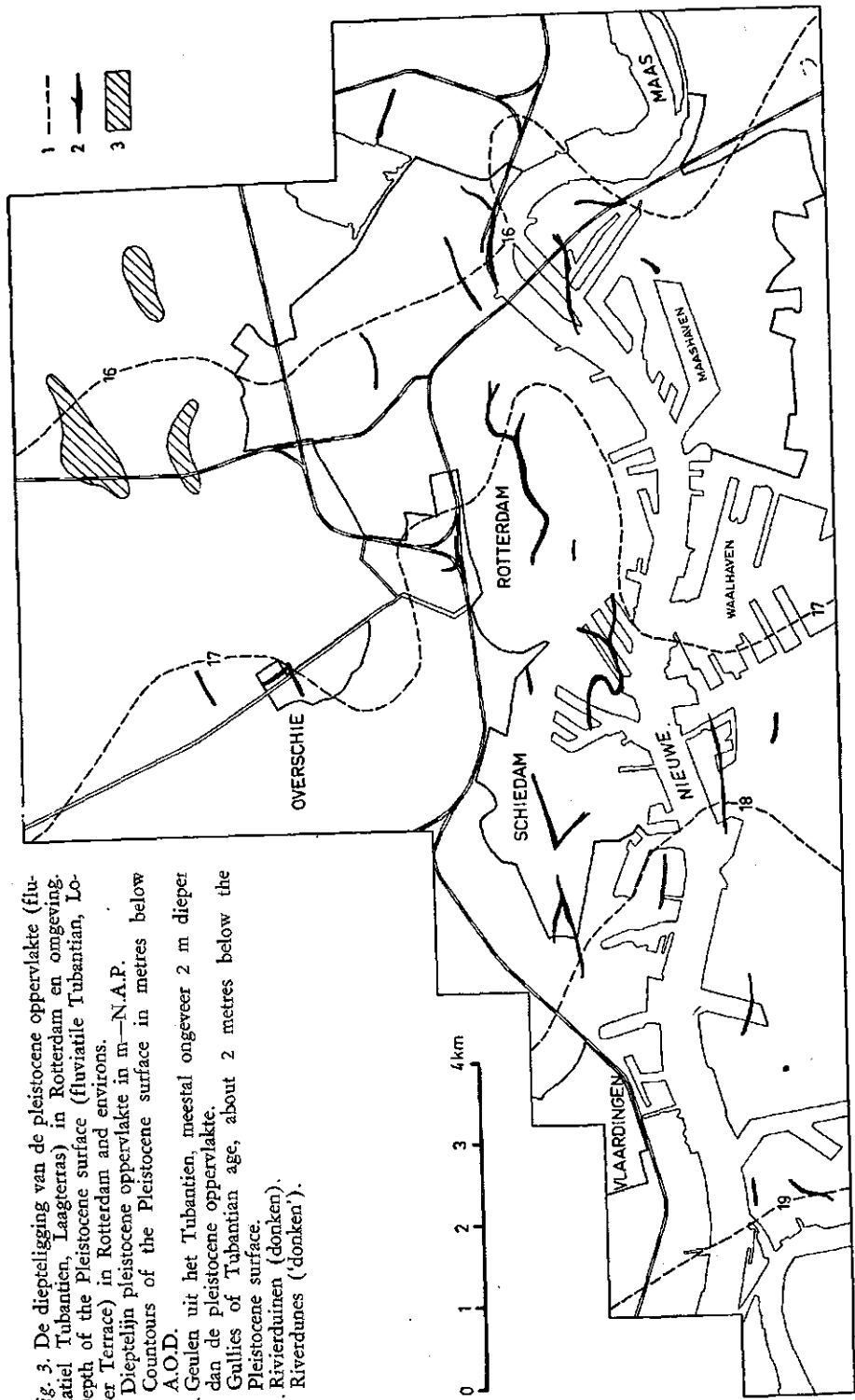
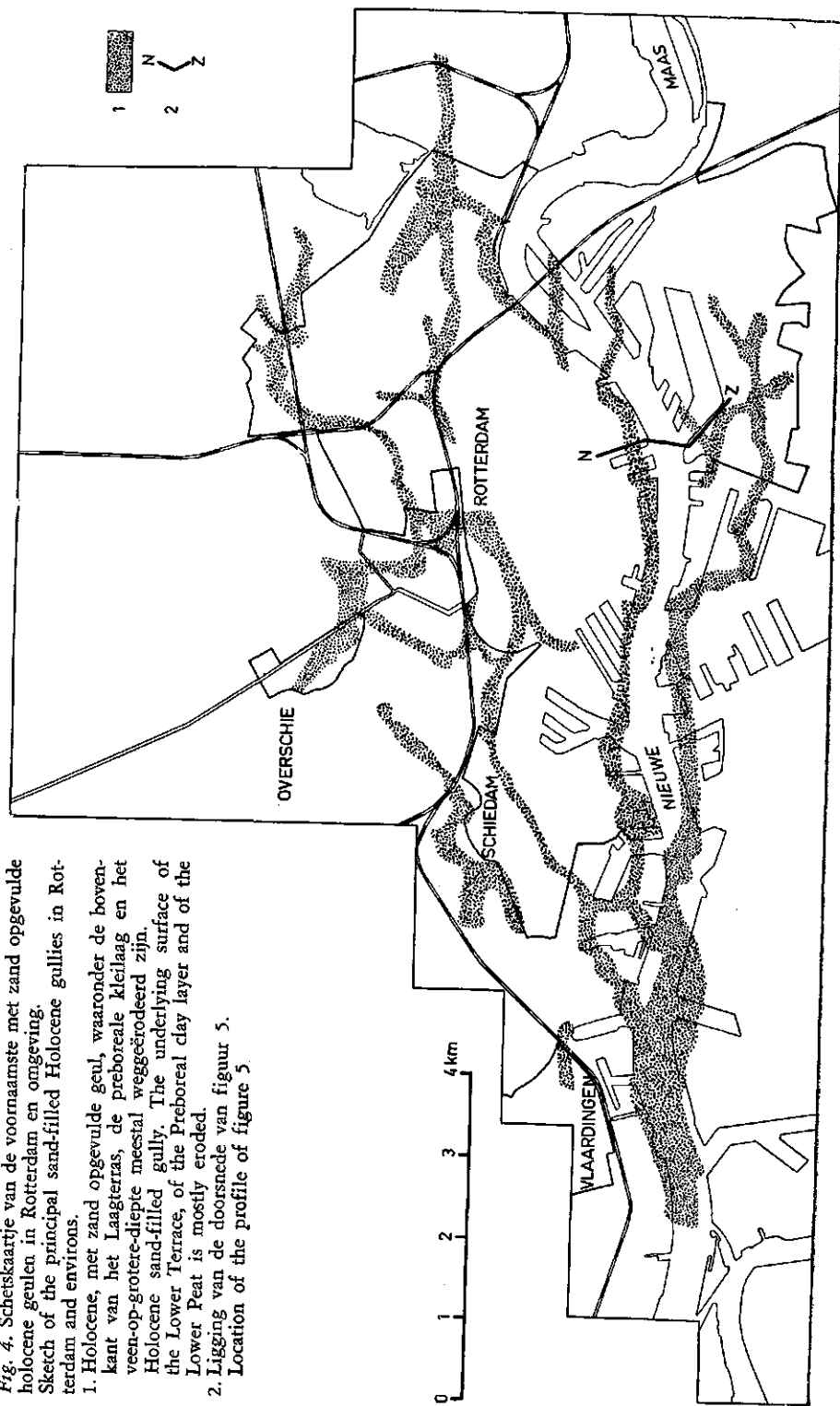


Fig. 4. Schetskaartje van de voornaamste met zand opgevulde holocene geulen in Rotterdam en omgeving. Sketch of the principal sand-filled Holocene gullies in Rotterdam and environs.

1. Holocene, met zand opgevulde geul, waaronder de bovenkant van het Laagterras, de preboreale kleilaag en het veen-op-grotere-diepte meestal weggeërodeerd zijn. Holocene sand-filled gully. The underlying surface of the Lower Terrace, of the Preboreal clay layer and of the Lower Peat is mostly eroded.

2. Ligging van de doorsnede van figuur 5. Location of the profile of figure 5.



zijde van het Laagterras hier niet meer valt aan te geven. In figuur 4 is een schets gegeven van de belangrijkste holocene zandruggen, waarvan het verloop ongeveer kon worden vastgesteld. Uit de figuratie blijkt dat deze zandruggen behoorden bij kreken, die vanuit het westen het gebied binnengekomen zijn en zich naar het oosten vertakten. Het geheel bevindt zich temidden van kleiige bosveenlagen, zodat we hier ongetwijfeld steeds te maken hebben met holocene vloedkreken, die het estuarium van de Rijn binnendrongen. Figuur 5 geeft een lengteprofiel, noord-zuid verlopend, ter hoogte van de tunnel te Rotterdam. In dit profiel komen twee belangrijke estuariumkreken voor, elk met een grote zandkern temidden van bosveenlagen. Deze kreken hebben zich door het veen-op-grotere-diepte en de daaronder liggende kleilaag van het Laagterras heengeschraagd.

De tweede moeilijkheid bij de reconstructie van de bovenzijde van het Pleistoceen op grond van boringen wordt gevormd door het feit, dat zich hier en daar lage rivierduinen (donken) bevinden, die een enkele maal weliswaar op het 'klei'laagje uit het Jong-Tubantien (Weichselien) of het Preboreaal rusten, maar in vele gevallen niet, hetgeen wellicht ten dele te verklaren valt uit de omstandigheid dat het kleilaagje bij de pulsboringen over het hoofd is gezien. Een dergelijke lage donk werd aangetroffen in de dokput gegraven in 1953/54 van N.V. Wilton-Feyenoord in Schiedam.

Figuur 6 heeft betrekking op een door FLORSCHÜTZ uitgevoerd onderzoek van een profiel met veenlagen en een laag donkje in deze dokput. De oppervlakte van het Laagterras bevindt zich hier op een diepte van ca 18.60 m —N.A.P. Het is bedekt door een dunne kleilaag, die evenals de kleilaag bij de Rotterdamse tunnel door FLORSCHÜTZ en VAN DER VLERK (1939) beschreven, van preboreale ouderdom is en waaronder zich grindhoudend zand bevindt. Naar boven gaat deze preboreale, humeuze kleilaag geleidelijk over in kleiig veen van boreale ouderdom, dat samen met de preboreale, humeuze kleilaag op deze plaats als veen-op-grotere-diepte mag worden beschouwd. Plaatselijk is in deze dokput alles weggeërodeerd door jonge rivierarmen of estuariumkreken (zie ook fig. 4). Op één plaats echter bevindt zich een kleine donk, bestaande uit opgewaaid zand en liggende op het veen-op-grotere-diepte. Over de donk heen bevindt zich weer veen. Het pollendiagram (fig. 6) geeft een beeld van de ouderdom der verschillende lagen. We hebben hier kennelijk met een boreale opstuiving te maken, daar het zand opgesloten is tussen twee kleiige veenlagen die beide een boreaal pollen-spectrum vertonen.

De grens Atlanticum-Boreaal in het pollendiagram bevindt zich op een diepte van ca 17.00 m —N.A.P., dicht boven het zand. Deze diepte komt waarschijnlijk zeer goed overeen met de stand van de zeespiegel op dat moment, daar we hier te maken hebben met een later praktisch niet meer ingeklonken, immers direct op zand gelegen, profiel. Hoogstens kan de zeespiegel toen nog iets lager zijn geweest, daar men zich hier misschien iets stroomopwaarts in het toenmalige rivierkleigebied bevindt. In elk geval komt de gevonden zeestand (17 à 18 m —N.A.P.) goed overeen met de door BENNEMA voor de betreffende tijd (ca 5500 v. Chr.) aangegeven stand.

Ook in de buurt van Hillegersberg, zelf gelegen op een grote donk (VINK, 1926, 1955), hebben we de aanwezigheid van dergelijke donkjes geconstateerd evenals op andere plaatsen ten noorden van Rotterdam.

In de omgeving van Gouda, waar het oppervlak van het Laagterras ook zeer grote wisselingen vertoont, worden deze waarschijnlijk eveneens door donken in de ondergrond veroorzaakt.

De derde moeilijkheid vormen de geulen van het verwilderde riviersysteem dat aan de oppervlakte van het Laagterras voorkomt. Deze geulen zijn zeer scherp begrensd, kunnen plotseling 2 à 3 meter dieper zijn dan het eigenlijke vlak en zijn hierdoor,

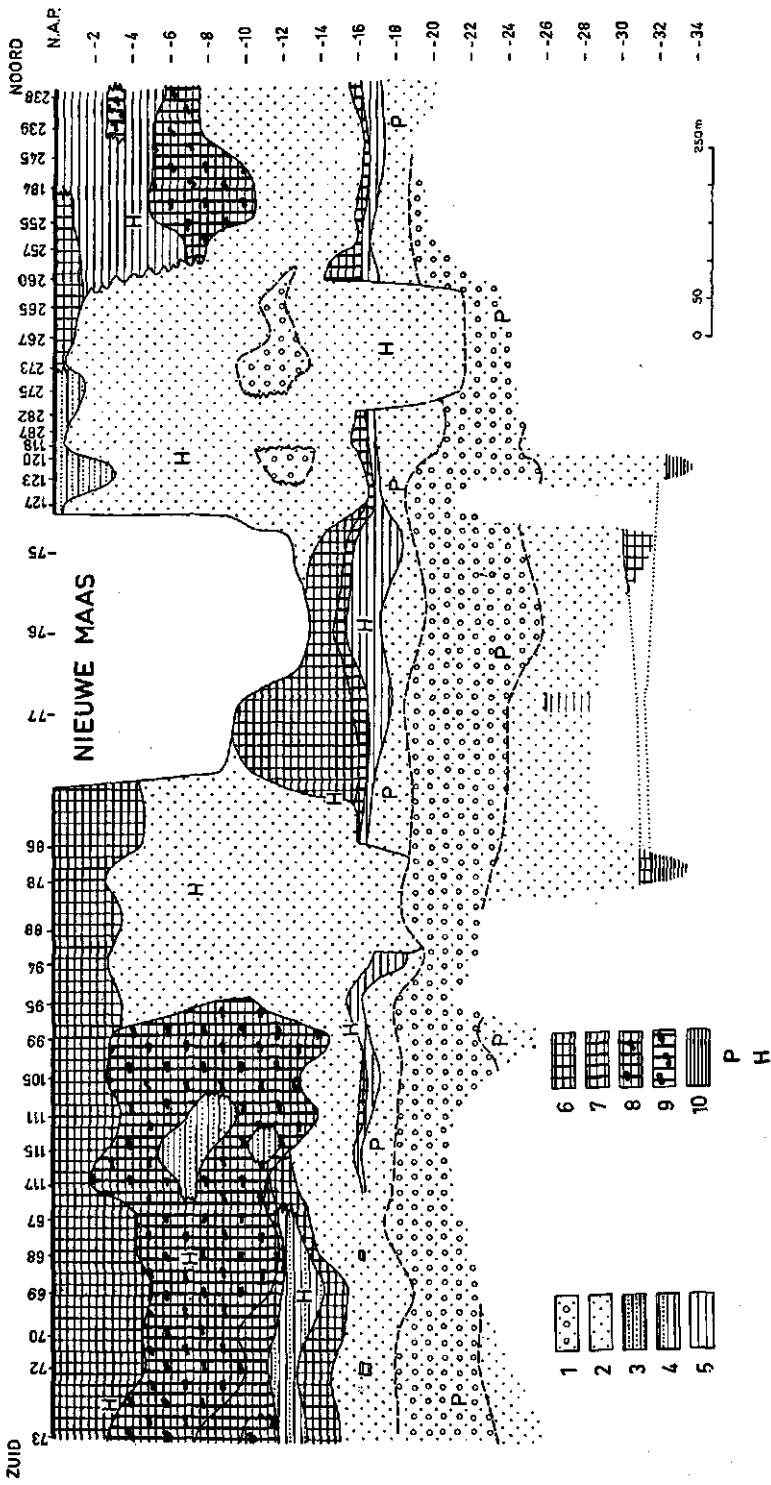


Fig. 5. Doorsnede noord-zuid volgens het tracé van de Maastunnel in Rotterdam, samengesteld naar gegevens van de afdeling Grondmechanica van de Dienst Openbare Werken van de gemeente Rotterdam (zie voor de ligging figuur 4).
 North-South section along the course of the Meuse subway in Rotterdam, compiled from data of the Division of Soil mechanics of the Department of Public Works of the city of Rotterdam. (For location see figure 4).

- | | | | | | |
|---|--|---|--|---------------------------|--|
| 1. Grof zand en grind
Coarse sand and gravel | 3. Zandige klei
Sandy clay | 5. Klei
Clay | 7. Venige klei
Peaty clay | 9. Bosveen
Woodpeat | P. Pleistocene afzettingen
Pleistocene deposits |
| 2. Fijn zand
Fine sand | 4. Zandige klei en klei
Sandy clay and clay | 6. Klei en venige klei
Clay and peaty clay | 8. Kleiig bosveen en bosveen
Clayey woodpeat and woodpeat | 10. Oude klei
Old clay | H. Holocene afzettingen
Holocene deposits |

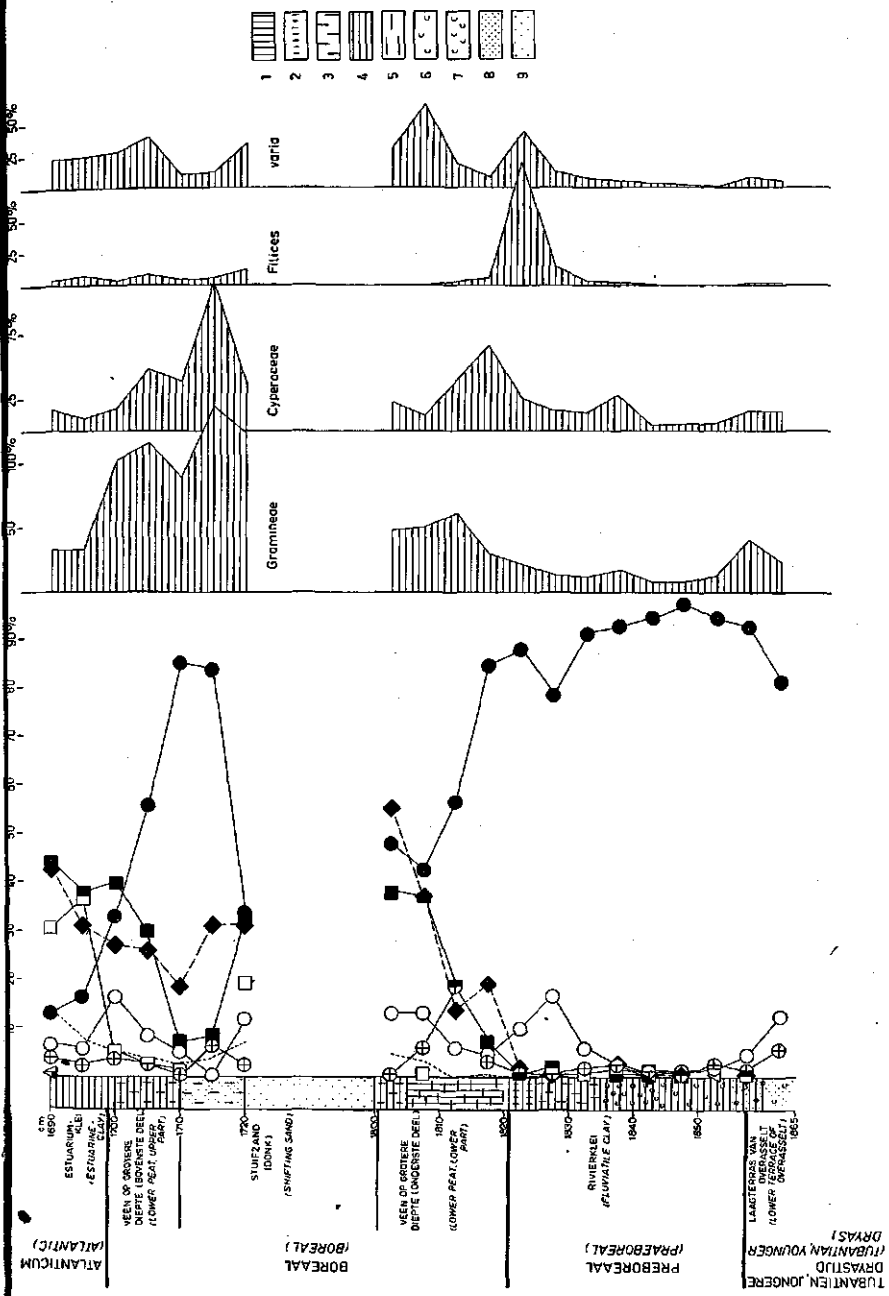


Fig. 6. Pollendiagram van de dokput van N. V. Wilton Feyenoord te Schiedam volgens Florschütz (zie voor ligging figuur 2).
 Pollendiagram of the dock pit of N.V. Wilton Feyenoord at Schiedam according to Florschütz (for location see figure 2).

- 1. Veen
Peat
- 2. Venig
Peaty
- 3. Humose
Humose
- 4. Klei
Clay
- 5. Kleilig
Clayey
- 6. Rijk aan koolzure kalk
Rich in lime
- 7. Zeer rijk aan koolzure kalk
Very rich in lime
- 8. Fijn zand
Fine sand
- 9. Grof zand
Coarse sand

ondanks het grote aantal boringen in een dicht net, practisch niet te volgen. We kregen de indruk, dat zich onder Rotterdam een groot aantal van deze geulen bevindt. Enkele geulen, waarvan het verloop ongeveer kon worden vastgesteld, zijn aangegeven op figuur 3.

Uit alle geraadpleegde boringen en doorsneden van dit gebied komt een zeer onregelmatige diepteligging naar voren met soms vrij grote hoogteverschillen op korte afstand. De dieptelijnen van de bovenkant van het Laagterras, in figuur 1 getrokken, zijn dan ook gemiddelden waarbij, wat betreft de geulen, afwijkingen naar beneden van 2-3 m kunnen voorkomen, terwijl door de donkjes afwijkingen van dezelfde grootteorde naar boven aanwezig kunnen zijn. Gewapend met deze kennis en steunend op de vrij talrijke gegevens van boringen, zijn ook buiten het Rotterdamse gebied in het pleistocene dal van de Rijn gemiddelde dieptelijnen van de bovenkant van het Laagterras aangegeven. Om deze redenen zijn deze dieptelijnen met een streep-stip lijn aangegeven, ook in het gebied van het Westland, waar door PANNEKOEK e.a. (1956) de lijnen getekend zijn op grond van een groot aantal waarnemingen. De moeilijkheden in Rotterdam bewijzen, dat men in het Rijndal slechts op grond van een zeer groot aantal waarnemingen de dieptelijnen kan intekenen.

De karakteristieke helling van het verdrongen Laagterras van de Rijn is reeds vroeger uitvoerig toegelicht (BENNEMA en PONS, 1952; PONS, 1954). De hoogtelijnen lopen alle evenwijdig en de talrijke boringen laten de conclusie toe dat ze steeds ongeveer noord-zuid, loodrecht op de richting van het vrijwel oost-west verlopende dal lopen, in tegenstelling tot wat BENNEMA (1954) nog meende. In dit verband is het van belang er op te wijzen, dat hieruit volgt, dat sinds het einde van het Pleistocene geen noemenswaardig verschil in bodemdaling is opgetreden tussen het zuiden en de rest van Nederland, zoals ook reeds op grond van het verloop van de gehele verhanglijn van de pleistocene Rijn door PONS (1954) werd vastgesteld. De afstand tussen de hoogtelijnen neemt naar het westen enigszins toe in verband met het feit dat het verhang van het Laagterras stroomafwaarts geleidelijk afneemt (PONS, 1954).

De donken of rivierduinen rond Rotterdam zijn de meest westelijke, verder naar het oosten komen er nog vele voor. Ze werden door ons reeds vroeger beschreven (BENNEMA en PONS, 1952). De hoogte van deze donken is zeer verschillend, een aantal is hoger dan N.A.P. Deze, meestal niet wortelvaste duinen, die dus op een zekere diepte toch weer op een kleilaag op zand of grindhoudend zand rusten, hebben wij bij het trekken van de dieptelijnen buiten beschouwing gelaten daar het grootste deel ervan moet worden opgevat als gevormd in het begin van het Holocene. In figuur 1 zijn de voornaamste apart aangegeven, grotendeels ontleend aan VINK (1926, 1955), EDELMAN e.a. (1950), PONS (1951, 1957), EGBERTS (1950), VAN DIEPEN (1952) en SONNEVELD (1958, i.v.).

Overzien we al dit materiaal dan lijkt het erop, dat we de gehele oppervlakte van dit jong-pleistocene Rijndal precies zo opgebouwd mogen zien als dat van de IJssel, waarvan WIGGERS (1955) een gedetailleerd beeld geeft in het zuidelijk deel van de Noordoostpolder. Ondanks het grote aantal boringen, dat hem ten dienste stond, heeft ook hij slechts een aantal van de hoofdgeulen kunnen aangeven. Het is zelfs niet bekend waar de hoofdgeulen in het grote Rijndal gelopen hebben. Ter hoogte van Hoek van Holland is de gemiddelde diepteligging van het Laagterras op ca 22 m — N.A.P. aangenomen. De geulen kruisen daar de kust echter met een diepte, die groter is dan 25 m — N.A.P. (PANNEKOEK c.s., 1956).

Het lijkt alsof de laatglaciale tot preboreale kleilagen (rivier'leem'lagen) in het Rijndal sterker ontwikkeld zijn dan in het IJsseldal, daar WIGGERS (1955) slechts spreekt van leemlaagjes van hoogstens 20 cm dikte. In het Rijndal kunnen laatglaciale

tot preboreale kleilagen tot een dikte van 100 cm voorkomen, al zijn ze meestal ook dunner (zie fig. 5 en 6). Het schijnt, dat meer naar het westen de kleilagen steeds van holocene ouderdom zijn, zoals in Schiedam (fig. 6) zodat hier de echte laatglaciale kleilagen geheel ontbreken.

De noordelijke oever van het Rijndal uit het Jong-Tubantien is, in verband met het verschil in helling van het oppervlak van het Laagterras en van het dekzand'landschap' onder het centrum van Holland (fig. 1), niet overal even hoog geweest. Ten noorden van Rotterdam bedraagt de hoogte 4 à 5 meter. Ten oosten van Gouda is deze rand minder hoog, slechts 2 à 3 m. Op de kaart zijn de terugbuigende lijnen van de noordoever tussen Gouda en Rotterdam ook gestreept, daar sommige gegevens erop schijnen te wijzen dat de noordoever daar wat zuidelijker ligt.

Het is te verwachten dat langs de noordoever van 2 à 5 meter hoogte, dalen vanuit het vlakke dekzand'landschap' onder het centrum van Holland zullen uitmonden in het grote Rijndal. Echter zijn slechts ten oosten van 's-Gravenhage enkele aanduidingen van deze dalen gevonden (PANNEKOEK, 1956). Overigens ontbraken hiervoor tot dusver echter alle aanwijzingen.

LANDSCHAP III: HET VLAKKE DEKZAND'LANDSCHAP' VAN WESTELIJK MIDDEN-NEDERLAND

Dit 'landschap' helt langzaam en regelmatig af naar het westen (FABER, 1947b). Het vormt als het ware een vooruitspringend schiereiland, verbonden met het complex van de Goois-Utrechtse heuvelrug. Ten zuiden wordt het scherp begrensd door de lijn Amerongen-Vreeswijk-Oudewater-Gouda-Delft, in het noorden ongeveer door de lijn IJmuiden-Purmerend. In dit artikel wordt het gebied tot ongeveer de lijn Haarlem-Amsterdam beschreven.

In het westen liep dit 'landschap' oorspronkelijk waarschijnlijk tot ver in de Noordzee door. Bij de holocene mariene transgressie is van een groot deel, namelijk het gebied ten westen van de lijn Loosduinen-Wassenaar-Oegstgeest-Lisse-Hillegom-Aerdenhout-strandpaal 61, de bovenkant van het Jong-Tubantien (Weichselien) met het daarop liggende veen-op-grotere-diepte geërodeerd.

De grens in het oosten loopt van Amerongen naar Utrecht en vandaar naar Kortenhoef om dan naar het westen om te buigen over Vreeland-Ouderkerk-Duivendrecht-Diemen.

Het gehele 'landschap', groot ca 180 000 ha wordt gekenmerkt door een zeer vlakke ligging. We beschikken in dit gebied over lange raaien langs Rijksweg-tracé's met nauwkeurige boorgegevens op betrekkelijk korte afstanden van elkaar. Hieruit blijkt, dat er zeer uitgestrekte gebieden zijn waar de hoogteverschillen over grote afstanden niet meer bedragen dan 0.5 m. Morfologisch is het een groot dekzand'landschap' met dikke zandlagen en aansluitend aan het dekzandgebied juist ten westen van de Utrechtse heuvelrug (MARÉCHAL et MAARLEVELD, 1955). BENNEMA (1951 a, 1953 en 1954) kon het dekzand langs de flank van het Gooi nog over een zekere afstand naar het westen vervolgen tot waar het wegduikt onder het veen in de Vechtstreek en de oostelijkste droogmakerijen.

Binnen het bedoelde gebied kunnen van oost naar west en noord nog een aanta zones worden onderscheiden met een eigen topografie. Deze topografie blijkt duidelijk uit de ligging van de hoogtelijnen van figuur 1. De zones zijn in figuur 2 weergegeven.

Zone 1. Deze zone, die vlak langs de Utrechtse heuvels ligt, vertoont een vrij steile helling van gemiddeld 1 m per km. Deze zone strekt zich uit tot een diepte van ongeveer 3 m — N.A.P. Het is vooral hier dat we de typische dekzandruggen aantreffen, die door BENNEMA (1951 a) gesignaleerd werden. Ook BURINGH (1952) vond ze in de

omstreken van Utrecht, terwijl ze op de nieuwe bodemkaart 1 : 200 000 eveneens duidelijk staan aangegeven (STICHTING VOOR BODEMKARTERING i.v.). Ze hebben ook hier steeds een strekking in west-zuidwestelijke en oost-noordoostelijke richting, evenals dat ook van vele andere dekzandgebieden door MAARLEVELD (1951), DE ROO (1952) en MARÉCHAL et MAARLEVELD (1955) is beschreven. De fossiele bodemprofielen in deze zone zijn humuspodzolen, die zich in het algemeen ontwikkeld hebben onder vrij vochtige tot natte omstandigheden. Slechts hier en daar treft men gyttja-houdend materiaal en lemig zand aan, direct onder het holocene veen.

Zone 2. Een zone, ongeveer reikend van de dieptelijn van 3 m — N.A.P. tot ca 8 m — N.A.P., die een iets vlakkere helling vertoont. Globaal genomen strekt deze zone zich uit van de westrand van de stad Utrecht tot een lijn ongeveer van Oudewater naar Abcoude. De helling binnen deze zone is ca 1 m per 3 km, terwijl de zone zelf zeer vlak is (BENNEMA, 1951 a, 1953).

Zone 3. Westelijk van de lijn Oudewater-Abcoude treft men een zone vrijwel zonder helling aan. Deze strekt zich uit van de dieptelijn van ca 7 à 9 m — N.A.P. tot de dieptelijn van ca 14 m — N.A.P. en omvat het grootste gedeelte van het centrale dekzand 'landschap'. De helling bedraagt in deze zone gemiddeld ca 1 m per 7 km en loopt tussen 10 en 12 m — N.A.P. terug tot 1 m per 8 à 9 km. Vooral dit deel van deze zone is zeer vlak met slechts zeer geringe hoogteverschillen, die niet meer dan ca 0.50 m bedragen. Hoewel men in deze grote vlakke zone toch afwateringsgeulen zou verwachten is hiervan, ondanks het vrij grote aantal ter beschikking staande boorgegevens, vrijwel niets gebleken. De enige geul, die als zodanig betekenis gehad kan hebben is een geul ter plaatse van de Oude Rijn, de 'Oer Oude Rijn', waarop nog nader wordt teruggekomen. De oppervlakte vertoont veel 'natte' bodemprofielen en naast zuiver zand ook lemig zand, gyttja-houdend lemig zand en zelfs dunne lagen moeraskalk op zand, zoals in de polder Wilnis Veldzijde werd geconstateerd.

Uit het ter plaatse ontbreken van bodemprofielen en het voorkomen van lemige 'meerbodems', zoals dit vooral in zone 3 en in mindere mate ook in zone 2 het geval is, is de conclusie te trekken, dat het pleistocene zandlandschap na het Laatglaciaal zeer moerassig was, té moerassig om de vorming van bodemprofielen mogelijk te maken.

Het pollendiagram (fig. 7) van Vinkeveen, het onderste deel van een pollendiagram dat door FLORSCHÜTZ onderzocht werd, bevestigt deze conclusie. Reeds in het Preboreaal nam de veenvorming een aanvang op het zand, waarvan de bovenkant hier ligt op 8.40 m — N.A.P.

Dit vroegtijdig verdrinken van het zandlandschap hangt ongetwijfeld samen met de slechte ontwateringstoestand van het betrokken gebied. De veenvorming direct na het Laatglaciaal is op de vlakke zones 2 en 3 van het dekzandlandschap van westelijk Midden-Nederland algemener dan aan de randen, die steilere hellingen vertonen. De wel eens verkondigde mening, dat het begin van de veenvorming op de zandondergrond in West-Nederland moet gezien worden in verband met de stijgende zeespiegel, is voor een groot deel van dit vlakke dekzand 'landschap' dan ook niet juist.

Zone 4. Een zone ten westen en noordwesten van een lijn globaal getrokken van Voorburg via Haarlem in de richting van Zaandam. Deze zone vormt de noordwestelijke en westelijke voortzetting van het centrale, grote, vlakke dekzand 'landschap' en tevens de overgang naar andere 'landschappen'. De zone strekt zich uit vanaf de dieptelijn van ca 14 m — N.A.P. In het westen ligt een groot deel van deze zone in zee en onder de jonge duinen, waar het veen-op-grotere-diepte voor het grootste gedeelte verdwenen is. In het noorden is deze zone goed te vervolgen. De tunnelput van Velsen bevond zich o.a. in deze zone (BENNEMA and PONS, a, b en c). Uit de beschikbare gegevens blijkt dat deze zone een weer wat grotere helling vertoont en dat vanuit de dieper gelegen

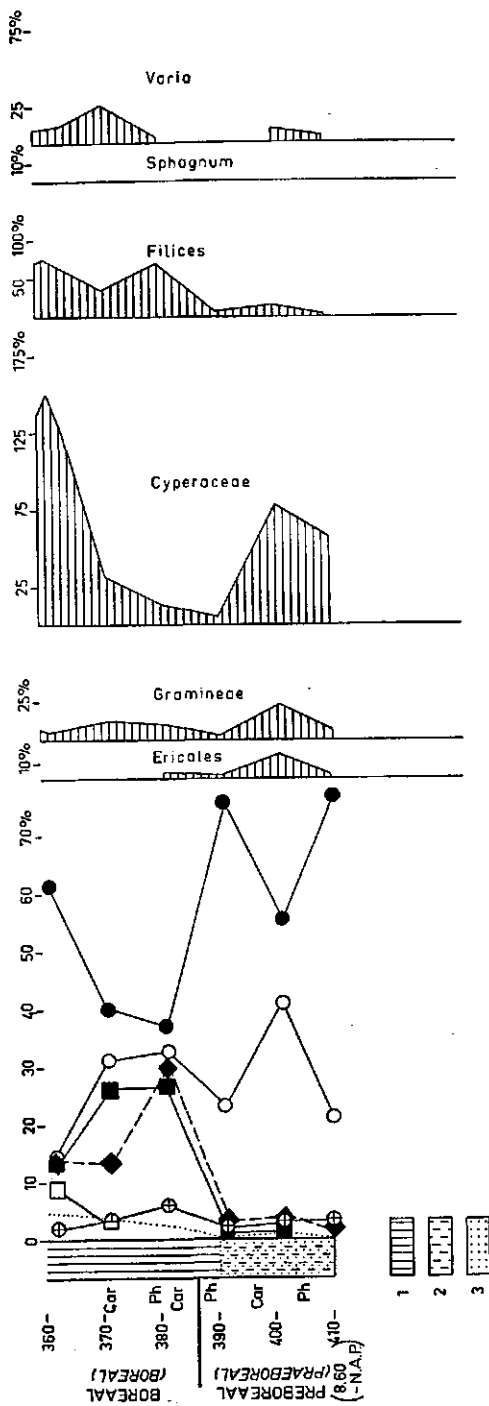


Fig. 7. Pollendiagram Vinkeveen, onderste deel, volgens Florschütz (zie voor ligging figuur 2).
 Pollen diagram Vinkeveen, lower part, according to Florschütz (for location see figure 2).
 Car: Carex.
 Ph: Phragmites.
 Zie voor legenda figuur 7.
 See for legend figure 7.

delen van het Pleistoceen enkele dalen via deze zone het grote centrale dekzandplateau binnendrongen. In het artikel van PONS en WIGGERS wordt op pag. 144 van deze aflevering verder op de bijzonderheden van deze zone ingegaan.

Wegens de grotere helling en de aanwezigheid van enkele dalen is dit gedeelte minder snel verdrongen, al zijn ook hier plaatsen aanwezig waar de bodemprofielen ontbreken en waar gyttja-houdend zand en lemig zand de oppervlakte vormen. Men vindt hier op de hogere plaatsen overwegend oligotrofe humuspodzolen, gevormd onder vrij vochtige tot natte omstandigheden en op natte, geulvormige plaatsen eutrofe gleygronden, zoals in Velsen is geconstateerd (BENNEMA and PONS, 1957 a).

Bij Leiden bevindt zich een diep dal dat ver in het vlakke plateau van zone 3 doordringt en dat praktisch samenvalt met de loop, van de huidige Oude Rijn. Ongeveer vanaf Alphen is dit dal in de ondergrond naar het westen te vervolgen. Vlak ten oosten van Leiden is op een punt een diepte van dit dal van 23.0 m — N.A.P. gemeten; ten westen van Leiden is een dergelijke diepte eveneens tweemaal gevonden. De plaats van de Oude Rijn, een betrekkelijk jonge rivier (ZONNEVELD, 1945; PONS, 1957) is, althans in het westen, geheel bepaald door dit diepe dal.

Wanneer we de 'landschappen' kaart (fig. 2) vergelijken met de nieuwste kaartjes van de uitbreiding van de Eemzee (PANNEKOEK e.a. 1956, EDELMAN und MAARLEVELD, 1957) dan blijkt dat het grote dekzand'landschap' van westelijk Midden-Nederland in de Eemzee een schiereiland vormde en toen ook reeds een hoger gelegen gebied was.

De bovenkant van de Eemzee-afzettingen ligt in dit gebied op 22 à 30 m — N.A.P. Later zijn zowel de Eemzee-afzettingen als de gebieden die in het Eemien droog lagen, bedekt door 6 à 10 m dikke, aeolische of fluviaatiele afzettingen. De grens van de Eemzee valt dan ook in dit deel van Nederland ongeveer samen met de 12 à 16 m dieptelijn van de bovenkant van het Pleistoceen.

De huidige hoogteverschillen van de bovenkant van het Pleistoceen waren in het Eemien in grote trekken ook reeds aanwezig.

'LANDSCHAP' IV: HET STUWALLEN'LANDSCHAP' ROND WEESP

Vlak ten zuidoosten van Amsterdam, vanaf Ouderkerk aan de Amstel tot aan het Gooi, vertoont het oppervlak van het Pleistoceen zeer onregelmatige dieptelijnen. De zuidgrens van dit stuwwallen'landschap' ligt ongeveer bij Abcoude.

Het materiaal dat men vindt op de grootste zandheuveld is grindhoudend zand, zodat hier waarschijnlijk het gestuwde terrasmateriaal uit het Drenthien aan de oppervlakte ligt. De bekende opduiking waarop Muiderberg ligt bestaat aan de oppervlakte uit grof zand en grind. Ook een opduiking in de Polder Gaasp en Gein vertoont grind. De kleinere en vaak lagere heuveld bestaan uit dekzand dat afgezet is in het Tubantien met steeds op geringe diepte grindzand en grind. In de lagere delen, die alleen uit boringen bekend zijn, vindt men slechts dekzand uit het Tubantien.

Behalve de bovengenoemde komen er opduikingen en ondergrondse dekzandheuveld voor rond het Naardermeer, in de Keverdijkse Polder en de Keverdijkse Overscheense Polder (PONS en KLOOSTERHUIS, 1956) en in het centrum van de Polders Gaasp en Gein (BENNEMA, 1951 b), in de Bijlmermeer, het noordelijk deel van de Oostzijdse Polder en de Garsterpolder. Nederhorst den Berg en Ankeveen zijn ook op dergelijke heuveld gebouwd. Zoals uit het verloop van de hoogtelijnen volgt kunnen er twee 'ringen' van opduikingen worden onderscheiden, waarvan de ene van Naarden via Uitermeer met een boog door de Keverdijkse Polder naar Muiderberg loopt en een andere van Bussum, via Ankeveen naar Nederhorst den Berg en via het centrum van de Polder Gaasp en Gein en de Bijlmermeer weer naar het noorden keert. De diepte-

lijnen van 6 tot en met 10 m — N.A.P. buigen zich allen om de heuvels heen, om ten noorden ervan hun oorspronkelijke loop weer min of meer te hervatten.

BENNEMA (1951 b) beschouwt dit gehele gebied als behorend tot de stuwwallen. Wij menen hierin in navolging van MAARLEVELD (1953) twee stuwwallen te zien (fig. 2) en wel:

1. een westelijke 'buitenste' (Ankeveen-Nederhorst den Berg-Bijlmermeer), waarschijnlijk synchroon met die aan de westzijde van Hilversum en
2. de 'binnenste' (Naarden-Uitermeer-Muiderberg), misschien synchroon met die van Huizen-Laren.

Tussen de beide stuwwallen bevindt zich een laag gebied, waar doorheen de Vecht met zijn zijarmen zich een weg heeft gebaad (BENNEMA, 1954). Dit lage gebied vormt een pleistoceen dal (Oer-Vecht), dat zijn oorsprong ergens heeft tussen Bussum en Hilversum en tussen de beide ringvormige stuwwallen door direct ten oosten van Amsterdam naar het noorden is gericht.

DE GEBIEDEN, WAAR DE TOP VAN HET JONG-TUBANTIEN (WEICHSELIEN) EN HET VEEN-OP-GROTERE-DIEPTE ONTBREKEN

Langs de kust tussen strandpaal 61 bij Zandvoort en Kijkduin blijkt het veen-op-grotere-diepte onder de duinen en de strandwallen praktisch geheel te ontbreken. Wij nemen in tegenstelling met FABER (1947 b) aan, dat dit ontbreken een gevolg is van mariene erosie.

De erosie is op de oostelijkste plaats ongeveer 8 km vanaf de huidige kustlijn naar binnengedrongen, in het zuiden iets minder ver. In het gebied ten noorden van de Oude Rijn is dit het geval geweest tot de 13 m dieptelijn, ten zuiden daarvan tot de 15 à 17 m dieptelijn. De oostgrens van dit erosiegebied kan zeer nauwkeurig aangegeven worden op grond van de talrijke boorgegevens die hier beschikbaar zijn. De begrenzing moet als zeer betrouwbaar worden beschouwd, daar in het niet geërodeerde deel overal de zo karakteristieke laag van het veen-op-grotere-diepte is gevonden, terwijl in het geërodeerde deel deze laag vrijwel steeds ontbreekt. Merkwaardig is het punt, vlak bij Noordwijk-Binnen, waar op 18 m diepte een diepliggend stukje veen-op-grotere-diepte met het eronder liggende Tubantien aan de erosie is ontsnapt.

Het ontbreken van het veen-op-grotere-diepte in de kuststrook van Holland moeten we aan werking van de branding vóór de toenmalige kust toeschrijven. Juist op de plaats van de strandwallen is de kust lang stationnair geweest. Het is zeer goed mogelijk, dat het veen-op-grotere-diepte buiten de kust, beneden een bepaalde diepte, nog wel aanwezig is. In dit verband is het opmerkelijk dat de zuidoostgrens van het erosiegebied samenvalt met de ligging van de oudste strandwallen.

Ook in de hiervoor genoemde landschappen is plaatselijk door mariene of fluviatiele erosie het veen-op-grotere-diepte en een groter of kleiner deel van het eronder liggende Tubantien opgeruimd. HAANS (1955) en BENNEMA (1954) vermelden het uit de Haarlemmermeer onder de zg. Hoofddorpgronden, terwijl het ook onder de Hoofddorpgronden bij Den Haag ontbreekt. Fluviatiele erosie van het Pleistoceen wordt vermeld door ZONNEVELD (1945), VINK (1926, 1955) en PONS (1951).

Ook onder Rotterdam werd erosie vastgesteld (fig. 4 en 5) en deze zal in het pleistocene Rijndal vermoedelijk wel op vele plaatsen hebben plaats gevonden.

Literatuur

- BENNEMA, J., 1951a: *Het zuidelijk Vechtplassengebied*. Boor en Spade 4, pp. 222-228.
 —, 1951b: *Een bodemkartering ten noorden van Abcoude*. Boor en Spade 4, pp. 228-238.
 —, 1953: *Pyriet en koolzure kalk in de droogmakerij Groot Mijdrecht*. Boor en Spade 6, pp. 134-149.

- , 1954: *Bodem- en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied*. Wageningen. Diss. Wageningen. Herdrukt in Boor en Spade 7, pp. 1-96.
- , 1955: *Geologische opbouw en bodemgesteldheid rond Gouda*. Waterschapsbelangen 40, pp. 97-102.
- en L. J. PONS, 1952: *Donken, Fluviaal Laagterras en Eemzeeafzettingen in het westelijk gebied van de grote rivieren*. Boor en Spade 5, pp. 126-137.
- and L. J. PONS 1957a: *The pleistocene deposits*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Ser., 17 (in druk).
- — 1957b: *The lower peat*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Ser., 17 (in druk).
- — 1957c: *The holocene deposits in the surroundings of Velzen and their relations to those in the excavation*. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Ser., 17 (in druk).
- BURINGH, P. e.a., 1952: *De bodemgesteldheid rond de stad Utrecht*. Dl. 2 t/m 4. Wageningen. Interne rapporten van de Stichting voor Bodemkartering.
- DIEPEN, D. VAN, 1949: *De bodemkartering van het tuinbouwgebied rondom Breda*. Boor en Spade 3, pp. 189-194.
- , 1952: *De bodemgesteldheid van de Maaskant*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 58. 9. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 13. Diss. Wageningen, 1952.
- EDELMAN, C. H., 1948: *Over leemgronden* (Maandbl. Landbouwvoorlichtingsd. 3, pp. 571-575).
- e.a., 1950: *Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven den Meidijk*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 56. 18. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 7.
- and G. C. MAARLEVELD, 1957: *Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden*. Geol. Jb. 73, pp. 639-684.
- EGBERTS, H., 1950: *De bodemgesteldheid van de Betuwe*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 56. 19. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 8.
- FABER, F. J., 1947a: *Geologie van Nederland*. III. Nederlandse landschappen. Gorinchem. 2e dr.
- , 1947b: *La limite entre le Pléistocène et le Holocène dans l'Ouest des Pays Bas*. La géologie des terrains récents dans l'Ouest de l'Europe. Sess. extr. Soc. Belg. de Géol. (19-26 septembre 1946), pp. 323-331. Bruxelles.
- FLORSCHÜTZ, F. and F. P. JONKER, 1939: *A botanical analysis of a late pleistocene and holocene profile in the Rhine delta*. Extr. Rec. Trav. Bot. Néerl. 36, pp. 686-696.
- en I. M. VAN DER VLERK, 1939: *Duizend eeuwen geschiedenis van de bodem van Rotterdam*. De Maastunnel 2, 6, pp. 1-6.
- HAANS, J. C. F. M., 1954: *De bodemgesteldheid van de Haarlemmermeer*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 60. 7. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 15. Diss. Wageningen, 1955
- HAMMEN, TH. VAN DER, 1957: *The stratigraphy of the Late-glacial* (Geologie en Mijnbouw, N.S. 19, pp. 250-255).
- KOENINGS, F. F. R., 1949: *Een bodemkartering in de omgeving van Azewijn*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 54. 17. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 3.
- KOORNHEEF, H., 1945: *De bodemgesteldheid van Niervaart, Zwaluwen en omstreken*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 51 (11) A.
- MAARLEVELD, G. C., 1951: *De pseudo-osar van de Veluwe* (Geologie en Mijnbouw, N.S. 13, pp. 301-304).
- , 1953: *Standen van het landijs in Nederland*. Boor en Spade 6, pp. 95-105.
- MARÉCHAL, R. et G. C. MAARLEVELD, 1955: *L'extension des phénomènes périglaciaires en Belgique et aux Pays Bas*. Meded. Geol. Stichting, N.S. no. 8, pp. 77-87.
- PANNEKOEK, A. J., 1956: *Geologische geschiedenis van Nederland*. Toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland op de schaal 1 : 200 000. 's-Gravenhage.
- PANNEKOEK VAN RHEDEN, J. J., 1945: *Hoe dik is het fluviaale Jong Holoceen in oostelijk Zuid-Holland en omgeving?* Verh. Geol. Mijnbouwk. Gen. Ned. en Kol., Geol. Ser., 14, pp. 375-382. Gedenkboek Dr. Ir. P. Tesch.
- PONS, L. J., 1951: *De bodemgesteldheid van de Vijfbeerenlanden*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Intern rapport no. 272.
- , 1954: *Het fluviaale Laagterras van Rijn en Maas*. Boor en Spade 7, pp. 97-110.
- , 1957: *De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 63. 11. Serie: Bodemkundige studies 3. Diss. Wageningen.
- , *Fossiele bodemprofielen in Velzen*. Boor en Spade 10 (in voorbereiding).
- en J. L. KLOOSTERHUIS, 1956: *Rapport van de verkenning van de bodemgesteldheid van het zuidelijk gedeelte van de provincie Noord-Holland*. Wageningen, Stichting voor Bodemkartering. Intern rapport no. 409

- en J. SCHELLING, 1951: *De laatglaciale afzettingen van Rijn en Maas* (Geologie en Mijnbouw, N.S. 13, pp. 293-297).
- en J. I. S. ZONNEVELD, *De Tubanien (Weichselien) terrassen (Laagterras) van de Rijn en de Maas in Nederland* (in voorbereiding).
- QUITZOW, H. W. und J. I. S. ZONNEVELD, 1956: *Vorläufiges Ergebnis der Terrassenuntersuchungen im Maas- und Niederrheingebiet* (Geologie en Mijnbouw, N.S. 18, pp. 428).
- ROO, H. C. DE, 1952: *Over de oppervlaktegeologie van het Drentse plateau*. Boor en Spade 5, pp. 102-118.
- SCHELLING, J., 1951: *Een bodemkartering van Noord-Limburg*. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 57. 17. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 10. Diss. Wageningen.
- SONNEVELD, F., 1958: *Bodemkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoeken in het Land van Heusden en Altena*. (In voorbereiding).
- STICHTING VOOR BODEMKARTERING, *De bodemkaart 1 : 200 000 van Nederland*. (In voorbereiding).
- TAVERNIER, R., 1948: *Les formations quaternaires de la Belgique en rapport avec l'évolution morphologique du Pays*. Extr. Bull. Soc. Belge de Géologie. Tome 57, fasc. 3, pp. 609-641.
- T^rJONCK, G., 1953: *Bijdrage tot de kennis van de vlakte van de Leie te Ploegsteert* (Natuurwet. Tijdschr. 35, pp. 97-101).
- TUINSTRAL, U., 1951: *Bijdrage tot de kennis van holocene landschapontwikkeling in het noordwesten van Noord-Brabant*. Groningen. Diss. Amsterdam.
- VINK, T., 1926: *De Lekstreek; een aardrijkskundige verkenning van een bewoond deltagebied*. Amsterdam. Diss. Utrecht.
- VINK, T., 1954: *De rivierstreek*. Baarn.
- VLERK, I. M. VAN DER, 1957: *Conclusion*. (Pleistocene correlations between the Netherlands and adjacent areas) (Geologie en Mijnbouw, N.S. 19, pp. 310-312).
- WIGGERS, A. J., 1955: *De wording van het Noordoostpoldergebied; een onderzoek naar de fysisch-geografische ontwikkeling van een sedimentair gebied*. Zwolle. Van zee tot land, 14. Diss. Amsterdam.
- ZONNEVELD, I. S., 1958: *De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta*. (In voorbereiding).
- ZONNEVELD, J. I. S., 1945: *Een voormalige Rijnloop bij Alphen a/d Rijn*. Verh. Geol. Mijnbouwk. Gen. Ned. en Kol. Geol. Ser., 14, pp. 557-566. Gedenkboek Dr. Ir. P. Tesch.
- , 1956: *Das Quartär der südöstlichen Niederlande* (Geologie en Mijnbouw, N.S. 18, pp. 379-385).
- , 1957: *River terraces and Quaternary chronology in the Netherlands* (Geologie en Mijnbouw, N.S. 19, pp. 277-285).

L. J. PONS studeerde van 1939-1947, met een onderbreking van enige jaren tijdens de oorlog, aan de Landbouwhogeschool in Wageningen. Na een bodemkundig onderzoek in het rivierkleigebied op de resultaten waarvan hij in 1957 zijn doctorstitel aan de Landbouwhogeschool behaalde, had hij de leiding bij het samenstellen van de nieuwe Bodemkaart 1 : 200 000 van Nederland, die in de loop van 1959 in druk zal verschijnen. Sinds 1952 is hij provinciaal Karteringsleider van het noordelijk deel van de provincie Zuid-Holland.

J. BENNEMA studeerde van 1938-1946, met enige jaren onderbreking gedurende de oorlog, aan de Landbouwhogeschool te Wageningen, waar hij in 1954 promoveerde op een proefschrift getiteld *Bodem- en Zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied*. Na zijn indiensttreding bij de Stichting voor Bodemkartering in 1946 heeft hij zich vooral toegelegd op de bodemkundige studie van het grote Westnederlandse Veengebied. Sinds 1953 houdt hij zich, naast zijn werkzaamheden als coördinator van het specialistisch bodemkundig onderzoek bij de Stichting voor Bodemkartering, vooral bezig met de bodemclassificatie. In november 1956 vertrok hij voor 2 jaar naar Brazilië om daar in opdracht van de F.A.O., als soil correlator aan het Braziliaanse Bodemkundig onderzoek en de bodemclassificatie steun te verlenen.