

DE HOLOCENE WORDINGSGESCHIEDENIS
VAN NOORDHOLLAND EN HET ZUIDERZEEGEBIED

met 22 figuren, waarvan fig. 1 en fig. 17 buiten de tekst

DEEL I

THE HOLOCENE GENESIS OF THE PROVINCE OF NORTH-HOLLAND
AND THE FORMER ZUYDER SEA REGION

Part I

In a series of three articles following the article by PONS and WIGGERS (1958) the Holocene genesis of the province of North-Holland and the former Zuyder Sea region will be described. The article presented here begins with a description of the Lower Peat or the Peat-at-greater-depth and the older Holocene marine deposits. In the latter, deposited before 2 300 to 2 200 B.C., formerly designated also as 'old wadden deposits' and 'old sea clay', we distinguish between: the Layer of Velsen, the Starnmeer- and older deposits, the Omval, Watergraafsmeer, Beemster and Wieringermeer deposits. The cross section (fig. 1) shows most of these deposits divided into a sandy and a clayey facies.

The distribution of the Peat-at-greater-depth, a strongly compacted, mostly clayey peat layer with a thickness of 10 to 30 cm and situated between the topside of the Pleistocene and the older marine deposits, is represented in fig. 2. Originally this peat layer occurred nearly everywhere in the erosion area as well. The growth of the Lower Peat was caused by a rising groundwater level due to a rising sea level. In most cases the peat is younger according as it lies higher, so above 19 m — A.O.D.¹ peat growth is for the greater part of Atlantic age and below that level mostly of Boreal age.

Fig. 3 represents the distribution of the Layer of Velsen (*Hydrobia*-clay). This layer with a thickness of 0.5 to 1.5 m, deposited in a brackish lagoon, is defined as: a Holocene clay directly overlying the Pleistocene or the Peat-at-greater-depth, without peat on top and covered by marine sands, lying below 11 m — A.O.D. and older than 4 000 B.C. (see fig. 1). Also the Layer of Velsen is younger according as its base lies higher. Where lying below 19 m — A.O.D. it is probably of Boreal age.

Due to the absence of thin peat layers it is impossible to distinguish the oldest part of the older marine sediments from both the Starnmeer deposits and the Beemster deposits; so in fig. 1 they are taken together. In fig. 4 some data on the distribution of the Starnmeer deposits are given. Fig. 5 shows a generalized cross section of the composition of these deposits with their nucleus of purely sandy tidal flat sediments and sideways connected sandy tidal flat sediments and sandy to clayey underwater sediments. The most easterly situated beach barrier Beverwijk-Uitgeest-Boekel belongs to these deposits, the formation of which took place between ca. 4000-3500 B.C. Also the Clay of Pampus which tongues out into peat, belongs to the Starnmeer deposits (figs. 1, 4 and 6).

In fig. 7 the Omval deposits and the accompanying beach barrier Akersloot-Boekel-Uitgeest (origin ca. 3 500 B.C.), are shown.

The boundaries of the only partly known Watergraafsmeer deposits (fig. 8) are well definable by the presence of thin peat layers on the surface and at the bottom (figs. 1 and 9). Sedimentation took place in a brackish environment with slowly moving waters and, as radio-carbon datings indicate, was finished ca. 3200 B.C. (figs. 9, 10 and 11).

Fig. 12 shows some data of the Beemster deposits of which the line bordering the older sediments cannot be defined as peat layers are lacking (fig. 1). The surface of these deposits is always defined by peat (fig. 12). The Beemster deposits are highly uniform, as is expressed by the extremely level position of the top surface (fig. 13) and horizontally and vertically very slowly changing composition, e.g. clay content, etc.. These sediments, to which the St. Pancras beach barrier belongs (a sea-entrance was lying north of Alkmaar), were deposited before 2 800 B.C. as has been proved by radio-carbon datings (fig. 16). Data on some properties of the sediments are given in figs. 14 and 15. Remarkable is the very high lime content and the close relation between pyrite and organic matter content. These properties together with the very homogeneous

¹ A.O.D. = Average Ordnance Datum = N.A.P. = New Amsterdam Datum.

composition would point to a tidal flat area with extensive underwater sediments, but the very high position of the surface (up to ca. 2.20 m—A.O.D.) in relation to age (ca. 3 000 B.C.) and the average sea level (ca. 6.00 m—A.O.D.) at that time makes this impossible.

The distribution of the Wieringermeer deposits is shown in fig. 17 (1, 2 and 3). The demarcation with other deposits is nearly always represented by a thin peat layer (figs. 1 and 18). Sedimentation of the Wieringermeer deposits, the youngest of the older marine deposits dealt with in this article, in all of the three areas took place in the beginning of the Subboreal and according to radiocarbon datings (figs. 10, 11 and 12) between ca. 2 900 B.C. and 2 300 to 2 200 B.C. The ancient beach barrier Haarlem-Beverwijk-Alkmaar together with the now no longer existing sea-entrances at Velsen and Schoorl and the sand ridges of Zandwerven and Emmeloord date from this period. Traces of human settlements were found near and on these deposits (ca. 2 400-2 200 B.C.). Characteristic of these deposits is the occurrence of a tidal flat area and a tidal marsh area. The numerous remnants of creeks (fig. 19) with sandy levees and the clayey parts with reed roots and settling effects give the Wieringermeer deposits an extremely heterogeneous aspect. Differences in height of the surface over short distances may be large (figs. 18 and 21) and this affects the present day position of the field surface to a great extent (fig. 17). The lime content is lower than that of the Beemster deposits (fig. 22). The pyrite content of the brackish and formerly strongly overgrown Wieringermeer deposits may be high in places.

The younger deposits will be dealt with in the following article.

Inleiding.

In een voorgaand artikel (PONS en WIGGERS, dit Tijdschrift, 1958, p. 140) werd in het voorwoord reeds opgemerkt dat bij de kartering van Noordholland door de eerste auteur en van het Zuiderzegebied door de tweede schrijver, vele nieuwe gegevens werden verkregen ten aanzien van de opbouw van het holocene pakket. De samenwerking tussen beide auteurs heeft geleid tot een beeld van de holocene wordingsgeschiedenis dat op verschillende punten vrij aanzienlijk afwijkt van de opvattingen zoals deze in de literatuur over de betreffende gebieden zijn weergegeven.

In een drietal bijdragen zullen de nieuwere inzichten worden behandeld; als eerste verschijnt thans een artikel over de wordingsgeschiedenis tot omstreeks 2200 à 2300 v. Chr.

Achtereenvolgens zullen worden behandeld: het Veen-op-grotere-diepte, de Laag van Velsen, de Starnmeer- en oudere holocene afzettingen, de Omval-afzettingen, de Watergraafsmeer-afzettingen, de Beemster-afzettingen en de Wieringermeer-afzettingen.

Met uitzondering van het Veen-op-grotere-diepte zijn de bovengenoemde afzettingen in de literatuur tot dusver samengevat onder de namen oudholocene wadafzettingen en oude zeelei (PANNEKOEK, 1956), oude zeelei (EDELMAAN, 1950) of oud wad-sediment (ZWART, 1951). In enkele gevallen bleek in de tekst behoefte aan een samenvattende term voor de besproken afzettingen. Daar aan de bovengenoemde namen bezwaren kleven, hebben wij voor dit complex van holocene, mariene tot brakke sedimenten ouder dan 2200 à 2300 v. Chr. en gelegen op het Veen-op-grotere-diepte of het Pleistoceen, de naam oudere mariene afzettingen ingevoerd.

In een tweede artikel zal de wordingsgeschiedenis na 2200 à 2300 v. Chr. worden besproken, terwijl het laatste zal zijn gewijd aan algemene beschouwingen en conclusies.

De lijst van de in de eerste twee bijdragen aangehaalde literatuur zal worden opgenomen aan het einde van het tweede artikel.

De auteurs konden kennis nemen van een manuscript van Ir P. J. ENTE, tot 1957 verbonden aan de Stichting voor Bodemkartering, dat handelt over de bodemgesteldheid van het tuinbouwcentrum 'De Streek'. Gezien het feit dat dit manuscript te zijner tijd zal worden gepubliceerd, is van de daarin voorkomende gegevens ten aanzien van de afzettingen in Westfriesland geen gebruik gemaakt. Wel zij opgemerkt dat de beschouwingen van Ir ENTE betreffende de genese van Westfriesland in grote lijnen overeenkomen met die van de auteurs.

Ten aanzien van de begrenzing van het te behandelen gebied moge nog worden opgemerkt dat de bijdragen vooral betrekking hebben op de genese van het gedeelte van Noordholland gelegen benoorden het Noordzeekanaal. Slechts bij de behandeling van enkele afzettingen zullen ook een

gedeelte van Noordholland ten zuiden van dit kanaal en een klein gedeelte van de provincie Utrecht in de beschouwingen worden betrokken.

Als figuur 1 is aan dit artikel toegevoegd een profiel door de holocene afzettingen tussen Wieringen en Muiderberg. Het profiel is samengesteld met behulp van een groot aantal boringen, in de loop der jaren verricht voor verschillende doeleinden. Diverse instellingen stonden ons toe gebruik te maken van de in hun archief aanwezige beschrijvingen. Voor de verleende medewerking zij op deze plaats gaarne dank gebracht. Een deel van de in het profiel verwerkte boringen is verricht door eigen boorploegen en wel van de Stichting voor Bodemkartering, de Dienst der Zuiderzeewerken en de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) ².

Aan de bespreking van het profiel is geen speciale paragraaf gewijd, doch bij de behandeling van de verschillende afzettingen zal er herhaaldelijk naar worden verwezen. Wij volstaan thans met enkele algemene opmerkingen.

De in de inleiding genoemde afzettingen zijn, evenals de jongere sedimenten, zoveel mogelijk in het profiel weergegeven. De ligging hiervan is ook zo gekozen, dat het zoveel mogelijk loopt over plaatsen, waar de verschillende afzettingen door veenlagen van elkaar zijn gescheiden of waar deze op grond van diverse kenmerken goed van elkaar waren te onderscheiden.

Voorts is getracht binnen elke afzetting onderscheid te maken tussen een kleiige en een zandige facies. De zandige facies omvat zowel kleiarne als zwak kleiige zandafzettingen (geul-, wad- en zandige onderwater-afzettingen). De kleiige facies omvat zowel min of meer humeuze, zware klei als gelaagde, zandige klei (kleiige wadafzettingen, kwelder- en gorsafzettingen en kleiige onderwater-afzettingen).

Van de Beemster-afzettingen kon in het algemeen geen ondergrens worden aangegeven in verband met het ontbreken van veenlaagjes. Derhalve zijn de Starnmeer- en oudere holocene afzettingen tezamen met de Beemster-afzettingen met één arcering aangeduid, gescheiden in een zandige en in een kleiige facies, terwijl in het profiel de globale ligging van de diverse afzettingen met omschrijvingen is aangeduid. Van de sedimenten jonger dan de Beemster-afzettingen kon veelal de boven- en ondergrens worden aangegeven, daar als regel scheidende veenlaagjes werden aangetroffen.

HET VEEN-OP-GROTERE-DIEPTE.

Het Veen-op-grotere-diepte, waaronder wij, overeenkomstig de oorspronkelijke opvatting van LORIÉ (1893), verstaan het veen liggend onder de oudere mariene afzettingen en onmiddellijk op het pleistocene zand, is wat betreft Noordholland, reeds in vele publikaties besproken. Een overzicht van de oudere literatuur is te vinden in de dissertatie van VERMEER-LOUMAN (1934). Dit proefschrift is voor een belangrijk gedeelte gewijd aan de behandeling van het Veen-op-grotere-diepte.

Voorkomen van het veen.

De verbreiding van het Veen-op-grotere-diepte in Noordholland is reeds verschillende malen in de literatuur besproken. LORIÉ (1893), TESCH (1922), VERMEER-LOUMAN (1934), FABER (1947a), TESCH (1947), PANNEKOEK (1956) en nog verschillende andere auteurs vermeldden het plaatselijk ontbreken van het Veen-op-grotere-diepte, waarbij veelal werd verondersteld dat dit ontbreken in hoofdzaak een secundaire oorzaak heeft.

Aangezien de verbreiding van de oudere mariene afzettingen met name in het IJsselmeergebied tot dusver nog slechts onvolledig op de gepubliceerde kaarten is aangegeven, is in figuur 2 het voorkomen van deze sedimenten opgenomen. Binnen het gearceerde gebied komt dus het Veen-op-grotere-diepte voor. Ook daarbuiten is wel veen aanwezig,

² De auteurs stellen het op prijs, dankbaar melding te maken van de toewijding waarmee door de assistenten J. L. KLOOSTERHUIS en G. W. DE LANGE van de Stichting voor Bodemkartering en R. KOOPSTA en J. VISSER van de Directie van de Wieringermeer (Noordoostpolderwerken) het veldwerk en het ontwerpen van de kaarten en profielen is verricht.

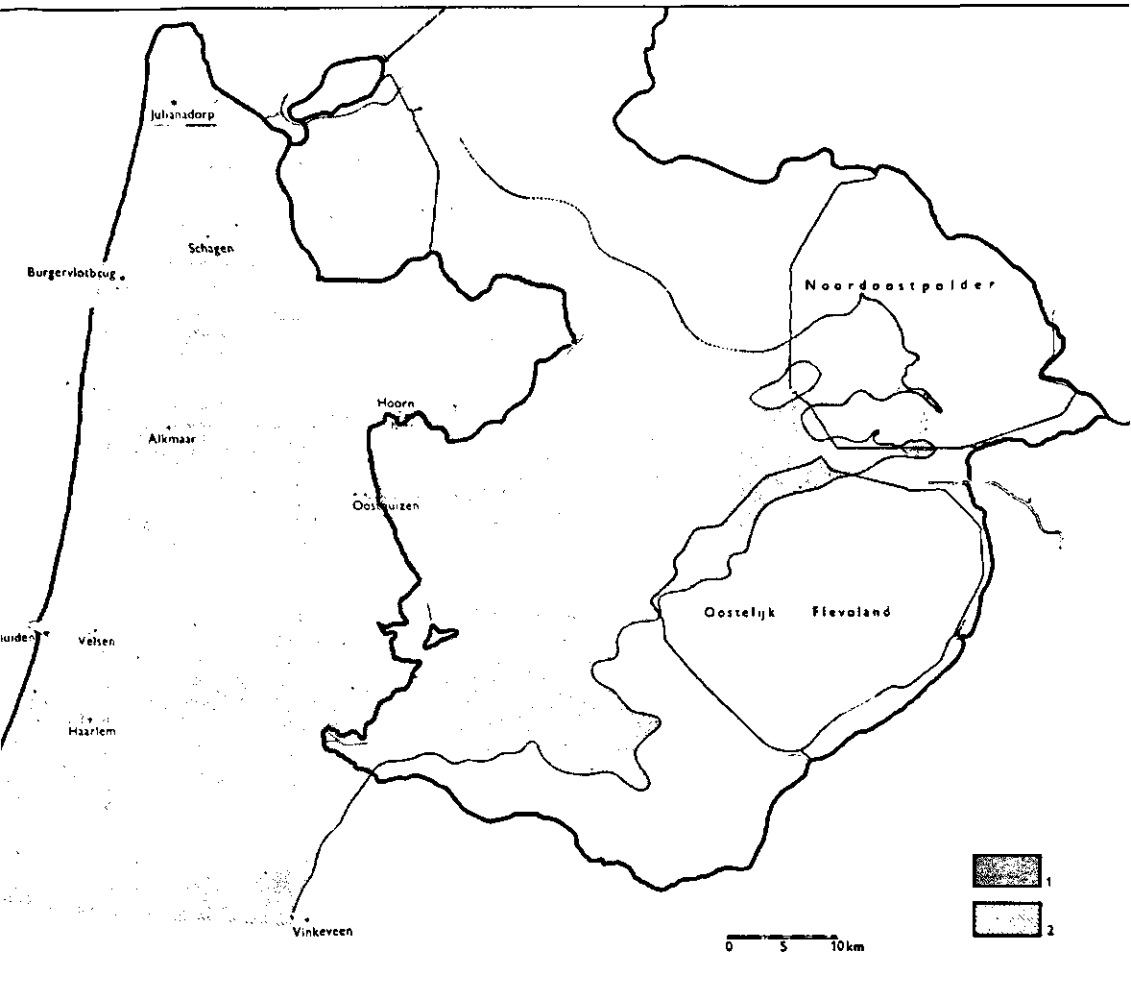


Fig. 2. Het Veen-op-grotere-diepte / *The Peat-at-greater-depth.*

1. Veen-op-grotere-diepte aanwezig / *Peat-at-greater-depth present*
2. Veen-op-grotere-diepte door erosie verdwenen / *Peat-at-greater-depth removed by erosion.*

doch dit behoort qua definitie, gezien het ontbreken van oudere mariene afzettingen, niet tot het Veen-op-grotere-diepte.

Het veen ontbreekt in een gedeelte van Noordholland rondom Alkmaar en Schagen, in een gebied ten zuidwesten van Haarlem en in twee stroken in het IJsselmeer. De begrenzing van het gebied in het IJsselmeer nabij Hoorn waar het Veen-op-grotere-diepte ontbreekt, wijkt in figuur 2 iets af van de in het vorige artikel (PONS en WIGGERS, 1958) aangegeven grens. Uit figuur 1 blijkt hoe grillig het voorkomen van het Veen-op-grotere-diepte tussen Hoorn en Oosthuizen is. Boringen, in het betreffende gebied uitgevoerd sedert het verschijnen van het voorgaande artikel, waren aanleiding de grens tussen het wel en niet voorkomen van het veen in het IJsselmeer iets te wijzigen. Het bodemprofiel aan de bovenzijde van het pleistocene zand is in vele gevallen

in dit gedeelte van het IJsselmeer wel aanwezig, zodat wij veronderstellen dat het ontbreken van het veen alhier ten dele primair is.

De aantasting van het veen en vrijwel steeds ook van het bovenste gedeelte van het onderliggende Pleistoceen heeft in Noordholland en het Zuiderzeegebied in verschillende fasen plaats gevonden. Bij de behandeling van de diverse afzettingen zal nader op de daarmee gepaard gegaan zijnde erosie van het veen worden teruggekomen.

De aard, dikte en inklinking van het veen.

In de tunnelput te Velsen kon het Veen-op-grotere-diepte goed worden bestudeerd. Uit het onderzoek van DOPPERT (1957) en van BENNEMA and PONS (1957b, 1957c) bleek dat het veen steeds kleilig, en soms zeer kleilig ontwikkeld was. De genoemde schrijvers stellen zich de vorming daar ter plaatse als volgt voor:

Door de stijging van het grondwater onder invloed van de rijzing van de zeespiegel begon op de oppervlakte van het pleistocene zand veengroei op te treden. Aanvankelijk vond op vele plaatsen nog boomgroei plaats. De vegetatie, welke aanleiding gaf tot de veenvorming, wortelde in de minerale ondergrond, zodat het gevormde veen een eutroof tot mesotroof karakter droeg.

De stijging van de zeespiegel voltrok zich zo snel dat spoedig overstroming plaats vond, aanvankelijk met kleihoudend zoet water. In de ondiepe plassen werd een kleilige gyttja met verslagen veen afgezet. Deze sedimentatie verliep blijkbaar zo snel dat op verschillende plaatsen verlanding door rietgroei optrad (kragge-verlanding), waarbij kleilig rietveen ontstond, terwijl de rietwortels door het onderliggende gyttja-achtige materiaal groeiden. Op enkele plaatsen trad tenslotte zelfs groei van *Sphagnum*-veen op.

Bij de voortgaande rijzing van de zeespiegel werd de slappe, 1 à 1½ m dikke veen- en gyttja-laag overspoeld met brak water, waaruit zware, aanvankelijk nog humeuze tot gyttja-achtige klei sedimenteerde.

Door de druk van de bovenliggende sedimenten en door omzetting van een deel van de organische stof is de slappe laag van 1 à 1½ m dikte ten slotte gereduceerd tot een 20 à 40 cm dikke laag zeer sterk samengeperst veen tot venige klei.

Op andere plaatsen en in het bijzonder daar, waar het oppervlak van het Pleistoceen hoger lag dan ongeveer 10 m — N.A.P. kan de ontwikkeling van het Veen-op-grotere-diepte geheel anders zijn verlopen. Zo kan het stadium van de vorming van de gyttja of het verslagen veen geheel hebben ontbroken.

Ouderdom van het veen.

VERMEER-LOUMAN trok uit de haar ter beschikking staande gegevens de conclusie dat de pollendiagrammen van het Veen-op-grotere-diepte aanleiding gaven drie groepen te onderscheiden en wel ten eerste een groep, waarbij het veen geheel uit het Boreaal dateert, een tweede groep, waar zich in het veen de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum weerspiegelt en een derde groep, waarin de veengroei geheel uit het Atlanticum dateert. De veenlagen welke tot groep I behoren liggen alle dieper dan 15 m — N.A.P.

FLORSCHÜTZ (1944) toonde aan dat het Veen-op-grotere-diepte in de tunnelput van Velsen, gelegen op een diepte van ongeveer 16.5 m — N.A.P., zich reeds in het Boreaal begon te vormen, doch dat de grens Boreaal-Atlanticum ongeveer in het midden van de veenlaag kon worden vermoed. Het onderzoek van DOPPERT (1957) in de tunnelput te Velsen heeft deze conclusie in zoverre bevestigd, dat bleek dat de veengroei alleen op de lagere plaatsen (dieper dan ca 16.5 m — N.A.P.) reeds tijdens het Boreaal was begonnen. Op hoger gelegen plaatsen (ca 16.5-15.5 m — N.A.P.) vond DOPPERT dat de veengroei begon bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum; in beide gevallen heeft de eigenlijke veengroei voornamelijk in het Atlanticum plaats gevonden.

BENNEMA (1954) concludeerde onder andere uit de gegevens van VERMEER-LOUMAN, FLORSCHÜTZ (1944) en FLORSCHÜTZ en VAN DER VLERK (1939) dat bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum de zeespiegel ongeveer op 17 m — N.A.P. stond. In de tunnelput te Velsen vertoont het Veen-op-grotere-diepte thans een

gemiddelde dikte van ongeveer 30 cm. Rekening houdend met een samendrukking tot gemiddeld $\frac{1}{6}$ van de oorspronkelijke dikte, mag hieruit worden afgeleid dat de veenlaag aanvankelijk 1.5 à 2 m dik is geweest. Wanneer men uitgaat van een zeespiegelstand van 17 m—N.A.P. bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum moet de oppervlakte van het pleistocene zand minstens op 18.5 à 19 m—N.A.P. hebben gelegen wil de veengroei bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum door overstroming door de zee zijn geëindigd (BENNEMA, 1954).

Door VAN STRAATEN (1957) wordt melding gemaakt van het resultaat van een palynologisch onderzoek van Veen-op-grotere-diepte, gebaggerd $1\frac{1}{2}$ km uit de kust bij IJmuiden. De diepteligging van het veen bedraagt volgens VAN STRAATEN 16.5 à 17.5 m—N.A.P. Wij nemen op grond van de diepteligging van het pleistocene zand in deze omgeving aan, dat het veen afkomstig is van een diepte van ongeveer 19 m—N.A.P. (zie figuur 1, PONS en WIGGERS, 1958). Het einde van de veengroei viel zelfs op deze plaats nog in het begin van het Atlanticum.

Het Veen-op-grotere-diepte in de tunnelput van Velsen, gelegen op een diepte van ongeveer 16 m—N.A.P. bleek op 5 cm beneden de bovenzijde van het veen een ouderdom van 7200 ± 200 jaar te hebben, dus te dateren uit 5245 ± 200 v. Chr. Dit is in goede overeenstemming met de palynologische datering van DOPPERT (1957).

Het begin van de veengroei kan in tijd zeer sterk uiteenlopen. Veelal wordt de aanvang van de veenvorming op de zandondergrond in West-Nederland in verband gebracht met de stijging van de zeespiegel. Dit geldt echter slechts voor goed ontwaterde delen van het zandlandschap. In het Noordoostpoldergebied (WIGGERS, 1955) werd aangetoond dat de veengroei in kleine depressies in een golvend, slecht ontwaterd dekzandlandschap reeds in het Praeboreaal of het Boreaal kan zijn aangevangen, terwijl de ontwikkeling van het veen op dieper gelegen terreinen met een goede afwatering eerst in het Atlanticum plaats vond. Door PONS en BENNEMA (1958) is hierop ook gewezen, waarbij als voorbeeld werd genoemd de aanvang van de veengroei bij Vinkeveen in het Praeboreaal.

Behalve van Velsen zijn nieuwere gegevens omtrent het Veen-op-grotere-diepte in Noordholland bekend van Julianadorp en Burgervlotbrug (DU BURCK, 1958b). De groei van het Veen-op-grotere-diepte op een niveau van 5.0 à 8.5 m—N.A.P. vond hier eerst in het Atlanticum plaats. Uit het IJsselmeergebied zijn door FLORSCHÜTZ in 1942, 1944 en 1948 monsters van het Veen-op-grotere-diepte palynologisch onderzocht. Hoewel door de destijds gevolgde wijze van bemonsteren de resultaten van het onderzoek met enige voorzichtigheid dienen te worden gehanteerd, bleek uit de gegevens dat boreaal Veen-op-grotere-diepte slechts uiterst weinig of in het geheel niet in het IJsselmeer wordt aangetroffen.

DE LAAG VAN VELSEN.

Inleiding.

In het midden en zuiden van Noordholland en in een deel van het IJsselmeer blijkt op vele plaatsen onder zandige wadafzettingen en direct op het Veen-op-grotere-diepte een laag zware klei, meestal min of meer humeus, ter dikte van maximaal 2 m, doch veelal van 0.5 tot 1.5 m voor te komen (fig. 1).

Deze klei is door VAN STRAATEN (1954) in de tunnelput te Velsen beschreven als *Hydrobia*-klei en door BENNEMA (1954) ongeveer gelijktijdig als Laag van Velsen.

BENNEMA vermeldde het voorkomen van deze laag behalve uit Velsen ook uit de Haarlemmermeer en uit het gebied tussen de Haarlemmermeer en Vinkeveen. Door VAN STRAATEN (1957) en door BENNEMA and PONS (1957c) is deze afzetting in de tunnelput te Velsen uitvoerig beschreven.

VAN STRAATEN (1957) gaf de voorkeur aan de neutrale naam *Hydrobia*-klei boven

de naam Laag van Velsen, omdat volgens hem de betreffende afzetting meer een eenheid ten aanzien van de facies dan een stratigrafische eenheid vormt. Hoewel, zoals uit de volgende beschrijving zal blijken, de betreffende afzetting chrono-stratigrafisch slechts vaag kan worden gedefinieerd, prefereren wij de naam Laag van Velsen, aangezien naar onze mening bij nader onderzoek over een groter areaal een aanzienlijke variatie in de facies valt te verwachten.

Zoals nader zal worden aangetoond moet een afzetting om tot de Laag van Velsen te kunnen worden gerekend, voldoen aan de volgende voorwaarden: de afzetting moet liggen onmiddellijk op het Veen-op-grotere-diepte of op het pleistocene zand en onder zandige wadafzettingen. De afzetting moet niet door veen zijn bedekt of zijn bedekt geweest; hij moet voorkomen dieper dan 11 m — N.A.P. en ouder zijn dan 4 000 v. Chr.

Achtereenvolgens zullen worden besproken het voorkomen, de facies en de ouderdom van de Laag van Velsen.

Het voorkomen.

Zoals reeds werd opgemerkt nam BENNEMA (1954) aan dat de Laag van Velsen ook in de Haarlemmermeer en in het gebied tussen de Haarlemmermeer en Vinkeveen voorkwam. VAN STRAATEN (1957) meende op grond van de facies een kleilaag op een diepte van 12 m — N.A.P. in de Dokput N.D.S.M. te Tuindorp-Oostzaan ook tot de *Hydrobia*-klei te mogen rekenen, evenals een kleilaag gebaggerd op een afstand van 1½ km uit de kust bij IJmuiden. Zoals reeds is opgemerkt nemen wij aan dat de diepte waarop de klei hier voorkomt waarschijnlijk groter is dan door VAN STRAATEN wordt aangegeven.

In figuur 3 is de verbreiding van de afzetting welke wij tot de Laag van Velsen zouden willen rekenen, aangegeven. In deze figuur is onderscheid gemaakt in die gebieden waar de klei steeds of vrijwel steeds aanwezig is, in gebieden waar deze slechts plaatselijk is aangetroffen en in gebieden waar de klei primair of secundair ontbreekt of niet valt te onderscheiden van jongere kleiafzettingen met overeenkomstige facies.

Het secundair ontbreken kan op rekening worden gesteld van erosie van de klei tijdens de vorming van de bovenliggende zandige wadafzettingen, zoals ook in de tunnelput te Velsen is geconstateerd (PONS, 1958). Zo menen wij het ontbreken van de klei in het gebied rondom Alkmaar en Schagen in hoofdzaak aan latere erosie te moeten toeschrijven. Ook ten zuiden van Oosthuizen in Noordholland en in het Zuiderzeegebied kan de erosie bij de vorming van de zandige wadafzettingen, gezien de richting waarin deze zich in Noordholland in hoofdzaak heeft voltrokken, zeer waarschijnlijk wel aansprakelijk worden gesteld voor het plaatselijk ontbreken van de Laag van Velsen.

De facies.

De Laag van Velsen is veelal ontwikkeld als een zeer vaste, bagger- of gyttja-achtige kleilaag, meer of minder humeus. VAN STRAATEN (1957) beschreef deze afzetting uit de tunnelput te Velsen als een fijn-gelaagde klei, waarvan vooral het onderste gedeelte veel organische stof bevat. Het zandgehalte en de zandgrofheid nemen naar boven in de afzetting toe.

De klei bevat een zeer groot aantal exemplaren van *Hydrobia* van geringe afmetingen, voornamelijk van *Hydrobia ulvae*. Daarnaast zijn aanwezig *Hydrobia stagnorum*, *Littorina saxatilis*, *Littorina littorea*, *Rissoa membranacea*, *Cardium edule*, *Macoma balthica*, *Mytilus edulis* en *Scrobicularia plana*. Uit de fauna en de structuur van de afzetting meende VAN STRAATEN te mogen concluderen dat de klei is gevormd in een ondiepe, brakke lagune, die bij laag water niet droog viel. Tegen het einde van de vorming van de Laag van Velsen nam het zoutgehalte en de getijbeweging toe.

In boringen, uitgevoerd in 1958 in Noordholland door de Dienst der Zuiderzeewerken is in vele gevallen onmiddellijk op het Veen-op-grotere-diepte en onder zandige wadafzettingen een

kleilaag gevonden, welke wij qua definitie tot de Laag van Velsen willen rekenen. Het koolzure kalkgehalte varieerde in 17 monsters van 3 tot 16.5 %, het gehalte aan organische stof van 3.5 tot 15 % en het lutumgehalte van 20 tot 46 %. De diepte waarop de bovenkant van de klei in deze boringen is aangetroffen liep uiteen van 12 tot 17 m—N.A.P.

De genese van de Laag van Velsen stellen wij ons als volgt voor. Bij de snelle stijging van de zeespiegel ontstond landinwaarts van het gebied met zandige wadafzettingen een lagune, waarin de klei tot afzetting kwam. In de tunnelput te Velsen viel te constateren hoe over de lagunaire sedimenten al spoedig zandige wadafzettingen werden gedeponerd. De zones met wadafzettingen en met de Laag van Velsen verschoven bij het verder stijgen van de zeespiegel landinwaarts, waarbij de Laag van Velsen steeds werd overdekt door zandige wadafzettingen. Hieruit volgt tevens dat de Laag van Velsen des te jonger moet zijn naarmate deze hoger ligt.

Zoals bij de behandeling van de Watergraafsmeer-afzettingen zal blijken menen wij dat de kleilaag op het Veen-op-grotere-diepte ten westen van Vinkeveen door BENNEMA (1954) ten onrechte tot de Laag van Velsen is gerekend.

De ouderdom.

De ouderdom van de Laag van Velsen is op twee plaatsen met behulp van ^{14}C -metingen bepaald, en wel in Velsen en in Tuindorp-Oostzaan (VAN STRAATEN, 1957). De bepalingen in Velsen gaven voor het bovenste gedeelte van de laag een ouderdom van 7485 ± 150 , 7195 ± 230 en 7240 ± 240 , en voor de basis van 6905 ± 200 jaar. Gezien het feit dat een ^{14}C -bepaling op 5 centimeter beneden de top van het Veen-op-grotere-diepte een ouderdom van 7200 ± 200 jaar opleverde, menen wij de bepalingen van 7485 jaar voor de top en 6905 jaar voor de basis van de klei wel buiten beschouwing te mogen laten. Dit zou betekenen dat de klei is gevormd omstreeks 7200 ± 240 jaar geleden of omstreeks 5250 v. Chr. VAN STRAATEN concludeerde uit de bovengenoemde cijfers dat het begin van de vorming van de *Hydrobia*-klei plaats vond tussen 5450 en 5050 v. Chr. en dat de afzetting in wellicht niet meer dan 500 jaar was voltooid. De ^{14}C -bepaling van Tuindorp-Oostzaan gaf als resultaat een ouderdom van 6450 ± 250 jaar, hetgeen wil zeggen dat de Laag van Velsen aldaar werd gevormd omstreeks 4500 ± 250 v. Chr. (VAN STRAATEN, 1957).

VAN STRAATEN stelde 4 hypothesen op om de verschillen in diepteligging van de klei tussen IJmuiden, Velsen en Amsterdam (Tuindorp-Oostzaan) te verklaren. De conclusie van zijn beschouwingen was dat aangenomen moet worden dat de klei in Amsterdam 4 à 5 m ondieper ligt dan in Velsen en IJmuiden omdat de klei in Amsterdam jonger is en de bodemdaling en de diepte van de lagune in het westen groter zal zijn geweest. Naar onze mening kan het verschil in diepteligging vrijwel geheel op rekening van een verschil in ouderdom bij de snel stijgende zeespiegel worden gesteld.

Zoals in de volgende paragraaf nader zal worden aangetoond is door ons bij Pampus een veenlaag, gelegen op een kleilaag (Klei van Pampus) bemonsterd, welke een ouderdom van 6000 ± 80 jaar (4040 ± 80 v. Chr.) vertoonde. Deze klei willen wij niet meer tot de Laag van Velsen rekenen, daar wij immers aan de Laag van Velsen de eis stellen dat deze direct onder zandige wadafzettingen moet liggen en dus niet door veen is bedekt of bedekt is geweest. De Klei van Pampus ligt met zijn onderkant op een diepte van 10 à 11 m—N.A.P. (fig. 1, 6 en 9). Slechts kleilagen op een diepte beneden 11 m—N.A.P. zouden wij derhalve als behorend tot de Laag van Velsen willen beschouwen. Vandaar dat in figuur 3 de dieptelijn van het pleistocene oppervlak van 11 m—N.A.P. is ingetekend, waarbij moet worden bedacht dat op het pleistocene zand nog een laag Veen-op-grotere-diepte ter dikte van één tot enkele decimeters aanwezig is.

De Laag van Velsen, gedefinieerd als een mariene tot brakke afzetting, onmiddellijk gelegen op het Veen-op-grotere-diepte of het pleistocene zand en onder zandige wadafzettingen, voorkomend beneden 11 m—N.A.P., dateert uit het Boreaal of het At-

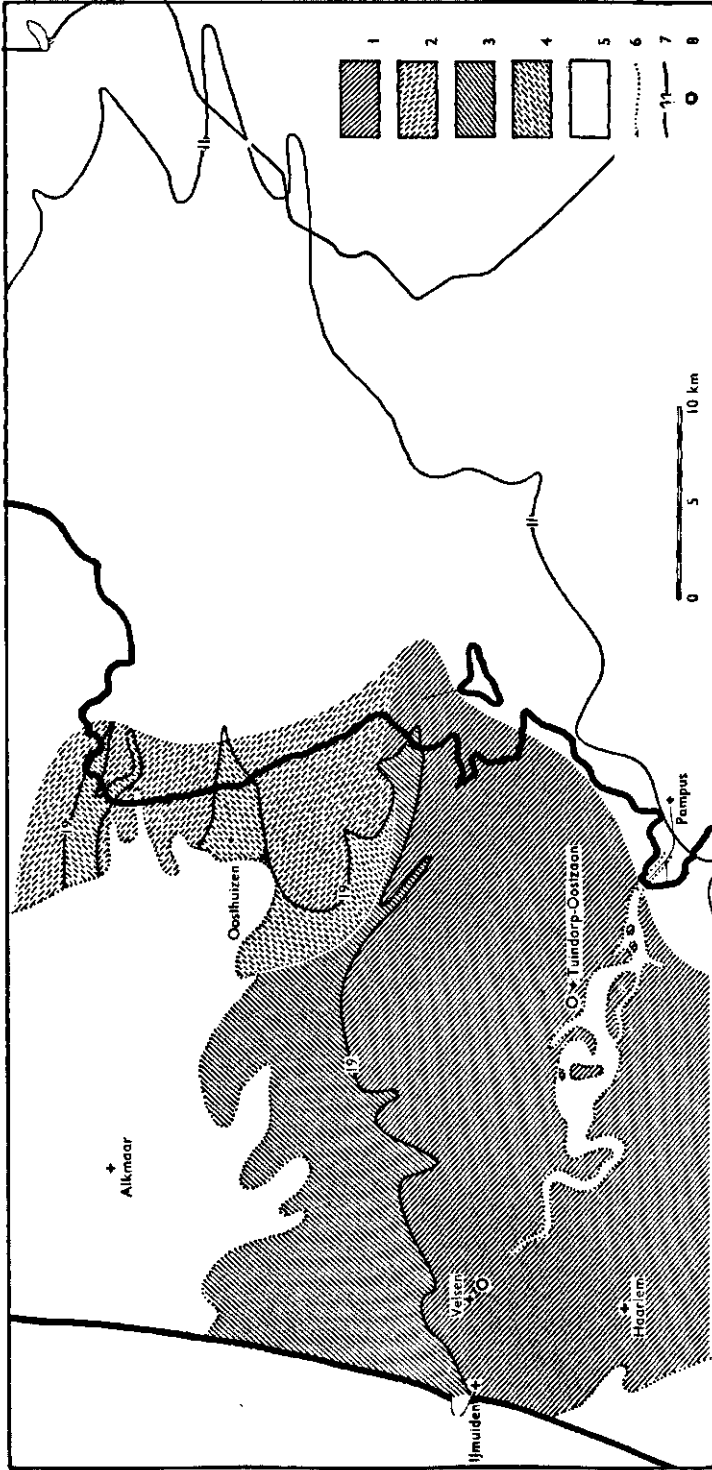


Fig. 3. De Laag van Velsen / The Layer of Velsen.

1. Afzettingen van atlantische ouderdom, steeds aanwezig / Deposits of Atlantic age, everywhere present — 2. Afzettingen van atlantische ouderdom, plaatselijk aanwezig / Deposits of Atlantic age, locally present — 3. Afzettingen van boreale ouderdom, steeds aanwezig / Deposits of Boreal age, everywhere present — 4. Afzettingen van boreale ouderdom, plaatselijk aanwezig / Deposits of Boreal age, locally present — 5. Afzettingen onbrekend of niet te onderscheiden van jongere afzettingen met overeenkomstige facies / Deposits absent or not to distinguish from younger deposits with similar facies / Deposits of younger facies / Deposits of similar facies — 6. Begrenzing van de afzettingen zijn getoetst / Boundary of the area where the deposits have been removed by erosion — 7. Dieptelijn van de bovenkant van het Pleistoceen in m — N.A.P. / Counter of the Pleistocene surface in metres below A.O.D. — 8. Ligging van de ^{14}C -profielen / Location of the ^{14}C -profiles.

lanticum. Wanneer men met BENNEMA (1954) aanneemt dat de zeespiegel bij de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum, dus omstreeks 5500 v. Chr., op ongeveer 17 m — N.A.P. stond, mag men, rekening houdend met de aanwezigheid van een oorspronkelijk 1 à 2 m dikke laag Veen-op-grotere-diepte, hieruit afleiden dat kleilagen met hun basis ondieper dan ca 19 m — N.A.P. in het Atlanticum zijn gevormd. Dieper voorkomende kleilagen zullen hoogstwaarschijnlijk een boreale ouderdom bezitten. Hierover zijn echter geen nauwkeurige gegevens bekend. De dieptelijn van de bovenzijde van het Pleistoceen van 19 m — N.A.P. moet in figuur 3 derhalve als een zeer globale grens tussen de Laag van Velsen met een boreale en die met een atlantische ouderdom worden beschouwd.

DE OUDERE MARIENE AFZETTINGEN TOT EN MET DE STARNMEER-AFZETTINGEN.

Inleiding.

In de Starnmeerpolder komen onder een dun kleidek, dat behoort tot de later te bespreken Beemster- of Wieringermeer-afzettingen, zeer zandige wadafzettingen voor, die wij hebben aangeduid met de naam Starnmeer-afzettingen. Daar wij de Starnmeer-afzettingen en de oudere mariene afzettingen ouder dan de Starnmeer-afzettingen doch jonger dan de Laag van Velsen, wegens het ontbreken van veenlaagjes niet van elkaar kunnen onderscheiden, zullen wij in het onderstaande de bovengenoemde groep oudere mariene afzettingen in zijn geheel behandelen.

Facies.

Het complex van de oudere mariene afzettingen tot en met de Starnmeer-afzettingen bestaat uit een aantal verschillende afzettingen. Elk van deze afzettingen bestaat uit wadsedimenten en sedimenten die vermoedelijk onder water tot afzetting zijn gekomen. Waarschijnlijk zijn bij deze oudere mariene sedimenten kwelder- of gorsafzettingen niet tot ontwikkeling gekomen; we kennen althans de hiervoor karakteristieke, met riet doorgroeide kleilagen van deze afzettingen niet.

Het beeld dat we ons van de situatie tijdens de vorming van deze oudere mariene afzettingen moeten vormen is dat van een soort waddenzee, van de zee gedeeltelijk afgesloten door strandwallen. De wadsedimenten konden in deze tijd van snelle zeespiegelrijzing het bassin niet geheel vullen. Aan de randen, die werden gevormd door de verdrinkende veengordel (Veen-op-grotere-diepte) werden de kleiige tot gelaagde onderwater-sedimenten afgezet.

Figuur 5 toont een profiel door het voor latere erosie bewaard gebleven centrum en de noordelijke flank van de Starnmeer-afzettingen, de jongste van dit complex oudere mariene afzettingen. We treffen in het centrum van de afzetting een kern van zeer zandige wadsedimenten aan. Zijdelings gaan de afzettingen van deze kern over in zandige wadafzettingen met kleiige laagjes, welke allengs dikker worden. Tenslotte treft men slechts kleiige onderwater-afzettingen aan met dunne zandige laagjes, totdat ook deze laatste verdwijnen en men dikke kleiafzettingen vindt. Soms liggen de kleiafzettingen van diverse oudere mariene afzettingen op elkaar zonder aanwijsbare overgang, waardoor men ononderbroken kleilagen van 10 m dikte, zoals werd geconstateerd in de Koogpolder, kan aantreffen (zie fig. 1). Ook kunnen kleiige onderwater-sedimenten van een jongere afzetting de zandkern van een oudere bedekken, zoals in figuur 1 op diverse plaatsen is te zien.

Verbreiding.

Op de kaart (fig. 4) zijn zeer globaal twee wadzandlichamen weergegeven met de

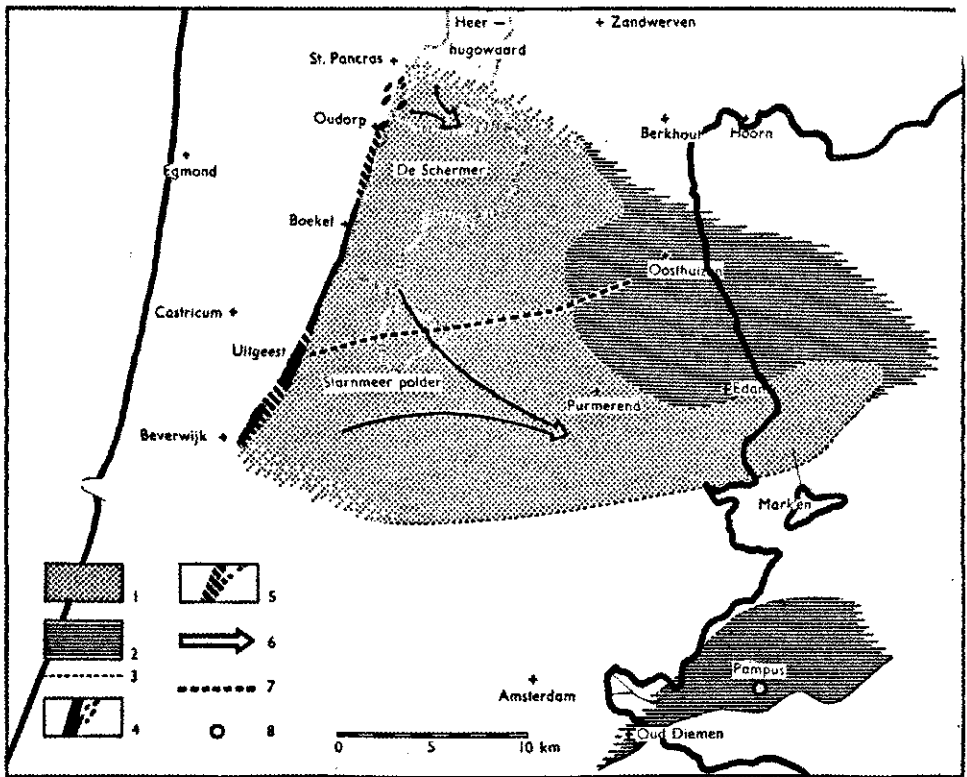


Fig. 4. De Starnmeer-afzettingen / The Starnmeer deposits.

1. Zandlichaam van de afzettingen; zand reikend tot 4 à 6 m — N.A.P. / Top of the sand of the deposits lying between 4 and 6 m below A.O.D. —
2. Kleiige afzettingen / Clayey deposits —
3. Begrenzing door latere erosie bepaald / Boundary determined by erosion in later periods —
4. Bijbehorende strandwal / Accompanying beach barrier —
5. Idem, later geërodeerd / Accompanying beach barrier eroded in later periods —
6. Voornaamste stroomrichting / Main direction of sedimentation —
7. Ligging van het profiel (fig. 5) / Location of the cross section (fig. 5) —
8. Ligging van het ^{14}C -profiel (fig. 6) / Location of the ^{14}C -profile (fig. 6).

daarbij behorende kleiige sedimenten. Het zuidelijke zandlichaam stelt de zeer zandige sedimenten voor van de eigenlijke Starnmeer-afzettingen, die zich voortzetten tot in het IJsselmeer voorbij Marken. Ook in het profiel (fig. 1) is dit Starnmeezand te zien. Figuur 4 geeft ter hoogte van Oterleek, gelegen tussen de Heerhugowaard en de Schermer, nog een kleiner zandlichaam aan, dat vermoedelijk ongeveer even oud is als de Starnmeer-afzettingen. Het zand hiervan is, evenals dat in het westelijke deel van de Starnmeer-afzettingen, vrij grof. DU BURCK (1957) vermeldt het voorkomen van dit vrij grove zand op geringe diepte in de polder Westbeverkoog, direct ten oosten van de strandwal St. Pancras-Oudorp.

Door het profiel (fig. 1) zijn ook nog andere zandkernen gesneden, die alle behoren tot de hier besproken groep afzettingen. Vanaf het noorden zijn de volgende kernen van wadzand aangetroffen:

-) een vrij diep gelegen kern nabij Zwaagdijk
-) een vrij diep gelegen kern in het Hoornse Hop
-) een kleine, diepgelegen kern nabij Oosthuizen
-) de grote, hooggelegen kern van het Starnmeezand nabij Purmerend.

De onder a-c genoemde kernen zijn niet op de kaart (fig. 4) aangegeven, daar de verbreiding ervan zeer onduidelijk is.

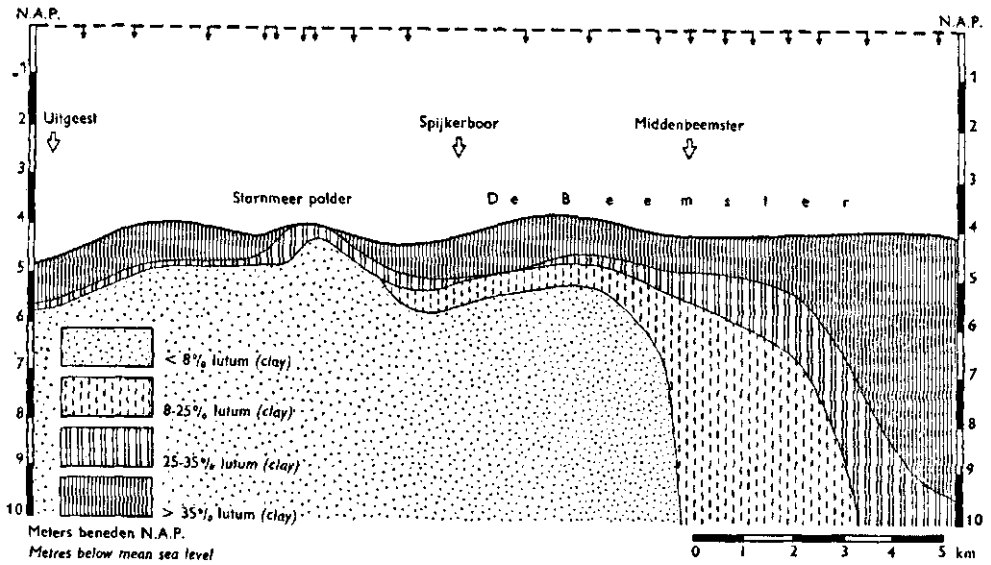


Fig. 5. Profiel door de oudere mariene afzettingen van Uitgeest via de Starnmeer polder door de Beemster (zie voor de ligging fig. 4).
 Cross section of the older marine deposits from Uitgeest via the polder Starnmeer through the polder Beemster (see for location fig. 4).

Er zijn, vooral in het IJsselmeergebied, aanwijzingen dat de grote Starnmeer-zandkern (d) uit 2 delen bestaat, die boven elkaar zijn gelegen, en die door wat meer kleiige sedimenten op een diepte van 10 à 12 m — N.A.P. van elkaar zijn gescheiden.

De verbreiding van het Starnmeerzand (fig. 4) heeft een enigszins driehoekige vorm, waarvan de basis wordt gevormd door de lijn Boekel-Beverwijk en de top tot ten noordoosten van Marken reikt.

Aan de zuidzijde kennen we de oorspronkelijke uitbreiding van het zand van de Starnmeer-afzettingen niet goed, daar hier door jongere inbraken de oorspronkelijke afzettingen zijn omgewerkt. De noordelijke grens van het zandcomplex is nog geheel intact en kon nauwkeurig worden aangegeven.

In het zuidwestelijke deel van het IJsselmeer en nabij Ouddiemen is op enkele plaatsen een dunne kleilaag aangetroffen, welke naar het zuiden uitwigt in het veen en naar het noorden dikker wordt (fig. 1 en 9). De kleilaag bevindt zich op een diepte van 9 à 10 m — N.A.P., en is door ons voorlopig aangeduid als Klei van Pampus (fig. 6).

Deze kleilaag behoort vermoedelijk bij de Starnmeer-afzettingen of bij een nog oudere afzetting, doch in ieder geval tot het hier behandelde complex van sedimenten. Uitgaande van de verbreiding van de Klei van Pampus kon de zuidelijke grens van de kleiige oudere mariene afzettingen tot en met de Starnmeer-afzettingen vrij nauwkeurig worden aangegeven. Naar het noorden en oosten is de begrenzing uiterst vaag, daar de jongere, kleiige Beemster-afzettingen niet te scheiden zijn van de kleiige afzettingen van het hier behandelde complex. Wij hebben er dan ook van afgezien de grens van de oudere mariene afzettingen tot en met de Starnmeer-afzettingen naar het noorden en oosten aan te geven.

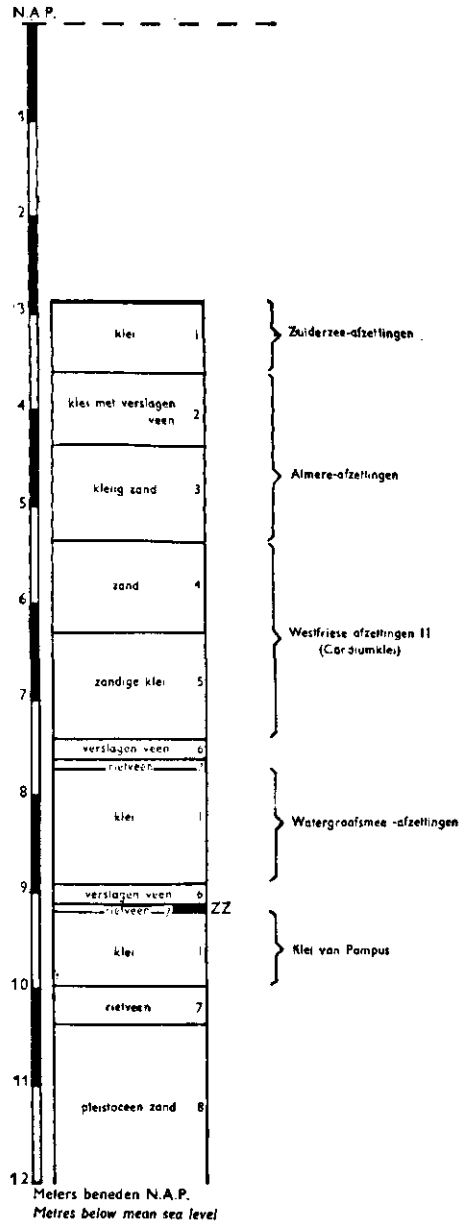
Fig. 6. ^{14}C -profiel bij Pampus (zie voor ligging fig. 4).

^{14}C -profile near Pampus (see for location fig. 4).

ZZ 1 = GRO 1628

$6000 \pm 80 = 4040 \pm 80$ v. Chr.

1. Clay
2. Clay with reworked peat
3. Clayey sand
4. Sand
5. Sandy clay
6. Reworked peat
7. Reed peat
8. Pleistocene sand



De strandwallen.

De strandwal van Uitgeest-Boekel, die wij met DE ROO (1953) als de oudste en oostelijkste van de strandwallen in het middengedeelte van de provincie Noordholland beschouwen, behoort bij de Starnmeer-afzettingen. Tegen het einde van de sedimentatie van de Starnmeer-afzettingen sloot deze strandwal het achterliggende gebied min of meer van de zee af, zodat hiermede aan de sedimentatie van de Starnmeer-afzettingen

een einde kwam. Daar deze strandwal door erosie bij jongere doorbraken ernstig is aangetast, is niet aan te geven waar het zeegat heeft gelegen. Ook aan de ligging van het Starnmeer-zand zelf is dit niet meer na te gaan, daar dit aan de zuidzijde door latere erosie ernstig is aangetast. Hoewel de opvatting van BENNEMA and PONS (1957c), dat deze strandwal zou behoren bij de jongste fase van de oude zeeklei (Wieringermeer-afzettingen) onjuist is gebleken, is het vermoedelijk wel zo, dat, zoals zij aangaven, het oostelijke deel van de brede strandwal van Beverwijk eveneens tot de hier besproken strandwal van Uitgeest-Boekel behoort, dus tot de oudste strandwalreeks van Noordholland. Ditzelfde geldt in het noorden voor de kleinere strandwallen, die DU BURCK (1957) ten oosten van de strandwal Oudorp-St. Pancras beschrijft. Deze passen geheel in het beeld, terwijl de ligging in het terrein overeenkomstig is. Dit wordt nog duidelijker wanneer de ligging van deze strandwal-fragmenten in verband wordt gebracht met de hierna te bespreken, jongere Omval-afzettingen en de daarbij behorende strandwallen.

Hoe deze oudste strandwal van Oudorp-Boekel-Uitgeest-Beverwijk in verband staat met de door BENNEMA (1954) en BENNEMA and PONS (1957c) als ouder dan de Wieringermeer-afzettingen beschreven strandwal van Spaarnwoude, is nog niet helemaal duidelijk.

De ouderdom.

De ouderdom van de Starnmeer-afzettingen, de jongste van het hier behandelde complex afzettingen, is niet gemakkelijk te bepalen. Direct boven de Klei van Pampus, die wij als synchroon of wat ouder dan de Starnmeer-afzettingen beschouwen, komt een veenlaagje voor. Dit veenlaagje op ca 9 m — N.A.P. bleek bij een ^{14}C ouderdomsbepaling (GRO 1628) een ouderdom te bezitten van 6000 ± 80 jaar, zodat deze laag is gevormd omstreeks 4040 v. Chr. Op grond hiervan menen wij te kunnen zeggen dat het einde van de Starnmeer-afzettingen op omstreeks 4000 v. Chr. of iets later moet worden gesteld.

De bovenkant van het Starnmeer-zand ligt in het middengedeelte van Noordholland tussen 4 en 6 m — N.A.P. (fig. 4). Wanneer wij nu met BENNEMA (1954) aannemen, dat omstreeks 4000 v. Chr. de zeespiegel op ca 8 à 9 m — N.A.P. stond, is het moeilijk te verklaren, hoe in die tijd zandplaten konden worden gevormd, met hun bovenkant op minstens $3\frac{1}{2}$ m boven de gemiddelde zeestand. Vermoedelijk moeten daarom de Starnmeer-afzettingen als wat jonger dan 4000 v. Chr. worden beschouwd en kan het einde van deze afzettingen worden gesteld op 4000 à 3500 jaar v. Chr.

Zoals reeds werd opgemerkt komen in het lengteprofiel (fig. 1) nog enkele dieper gelegen zandkernen voor. De hoogte van de bovenkant van de zandkernen a, b en c bedraagt respectievelijk ongeveer 8, 8 en 11 m — N.A.P. Mogelijk is de vorming verlopen in de volgorde c, b, a, d. De vorming van de oudste zandkern, die van Oosthuizen, moet gezien de curve van BENNEMA nog enige tijd vóór 4500 v. Chr. worden gesteld.

De ligging in verband met en de erosie van de bovenkant van het Pleistoceen.

Het profiel (fig. 1) geeft minstens vier zandkernen aan in de hier besproken oudere mariene afzettingen. De volgorde van vorming is vermoedelijk geweest: c (Oosthuizen) - b (Hoorne Hop) - a (Zwaagdijk) - d (Purmerend). Wanneer we de ligging van deze zandkernen op het profiel (fig. 1) vergelijken met de kaart van de bovenkant van het Pleistoceen (PONS en WIGGERS, 1958, fig. 1, bijlage) dan blijkt de opvulling van het pleistocene 'landschap' VI (het IJsseldal s.l. en het dal van de Eem (PONS en WIGGERS, 1958, fig. 2), voor zover na te gaan, als volgt te zijn verlopen:

In de eerste plaats is de diepste IJsselgeul beneden Oosthuizen opgevuld met zandige wadafzettingen (kern van Oosthuizen). Het dieper gelegen westelijke deel van het IJsseldal was ter hoogte

van de kust reeds eerder opgevuld. Deze wadafzettingen werden waarschijnlijk vanuit noordwestelijke richting aangevoerd via Alkmaar. Bij de afzetting werden in een strook lopende van Egmond via Alkmaar door het noordelijke deel van de Schermer en de Beemster, de oppervlakte van het Pleistoceen benevens een deel van de Laag van Velsen en het Veen-op-grotere-diepte ten zuiden van Hoorn opgeruimd.

Vervolgens werd de iets minder diepe IJsselgeul direct ten zuiden van Hoorn opgevuld. Hierbij werd in een strook lopende van het zuidelijke deel van de Heerhugowaard via Berkhout tot in het Hoorse Hop de oppervlakte van het Pleistoceen aangetast.

Daarna volgde de opvulling van het Eemdal via het reeds gedeeltelijk gevulde IJssedal vanuit de richting Boekel en Uitgeest, waarbij de zandige kern bij Purmerend werd gevormd. Zoals uit figuur 4 blijkt kwamen op deze wijze de Starnmeer-afzettingen tot stand. De opvulling is wellicht met een kleine onderbreking lang voortgegaan. Bij de sedimentatie van dit zand is de oppervlakte van het Pleistoceen ten zuiden van Alkmaar waarschijnlijk aangetast.

Reeds tijdens de sedimentatie van de eigenlijke Starnmeer-afzettingen werd de wadzandkern nabij Zwaagdijk, gelegen tussen het hoger gelegen pleistocene gebied in het noorden en het wadzandlichaam bij Hoorn, gevormd. Hierbij werd in het westelijke deel van het gebied plaatselijk het bovenste gedeelte van het pleistocene pakket opgeruimd.

Aan het slot van de vorming van de Starnmeer-afzettingen was de erosie van de bovenkant van het Pleistoceen in het middengedeelte van Noordholland, globaal omvattende het gebied tussen Bergen, Zandwerven, Hoorn, Oosthuizen en Castricum, dus reeds beëindigd.

DE OMVAL-AFZETTINGEN.

In de noordwestelijke hoek van de Schermer komen tamelijk grofzandige afzettingen voor. Het gehucht Omval is gelegen op het vlakke, strandwalachtige deel van deze afzettingen, zodat deze sedimenten in het vervolg worden aangeduid met de naam Omval-afzettingen.

VON FRIJTAG DRABBE (1948) en DE ROO (1949 en 1953) beschrijven de afzettingen als te zijn ontstaan tengevolge van een doorbraak van de strandwal van Oudorp-Akersloot.

DE ROO (1953) wijt de doorbraak van de genoemde strandwal aan dezelfde zeeinbraak, die de binnendelta van Bergen opwierp. Hij neemt daarom aan dat de zeezandafzettingen ontstaan zijn na de afzetting van de oude zeeklei (oudere mariene afzettingen), terwijl PONS en KLOOSTERHUIS (1957) konden vaststellen dat de klei van de Beemster-afzettingen het zand van de Omval-afzettingen plaatselijk bedekt. De situatie van de strandwallen en van de oudere en jongere mariene afzettingen wijst duidelijk op een afzettingsperiode die ligt tussen de vorming van de Starnmeer-afzettingen en die van de Beemster-afzettingen.

Verbreiding.

De horizontale verbreiding van het Omval-zand is, hoewel wat groter dan op figuur 7 aangegeven, waarschijnlijk niet zeer uitgestrekt. De grofzandige zandruggen lopen wel ver door in de Schermer, doch eindigen dan vrij plotseling. Onder de jongere klei kon in de omgeving van de vingervormige zandruggen nog wat vrij grof zand worden aanbeoord; vermoedelijk zullen deze zandafzettingen naar het oosten wel overgaan in meer uitgebreide zandige en kleiige wadafzettingen. Daar deze echter niet van oudere en jongere afzettingen te onderscheiden zijn, hebben wij in figuur 7 de Omval-afzettingen slechts over een zeer beperkte oppervlakte aangegeven, namelijk voor zover ze een grofzandig karakter dragen. De in het noordelijk deel van de Schermer op enige diepte aanwezige wadafzettingen kunnen voor een deel zeer goed tot de Omval-afzettingen behoren. Daar het gehele pakket van Omval-afzettingen zich bevindt in het gebied, waar de Starnmeer-afzettingen als wadzand ontwikkeld zijn, is het onmogelijk de Omval-afzettingen naar beneden te begrenzen. Het gehele profiel bestaat tot grote diepte uit zeezand.

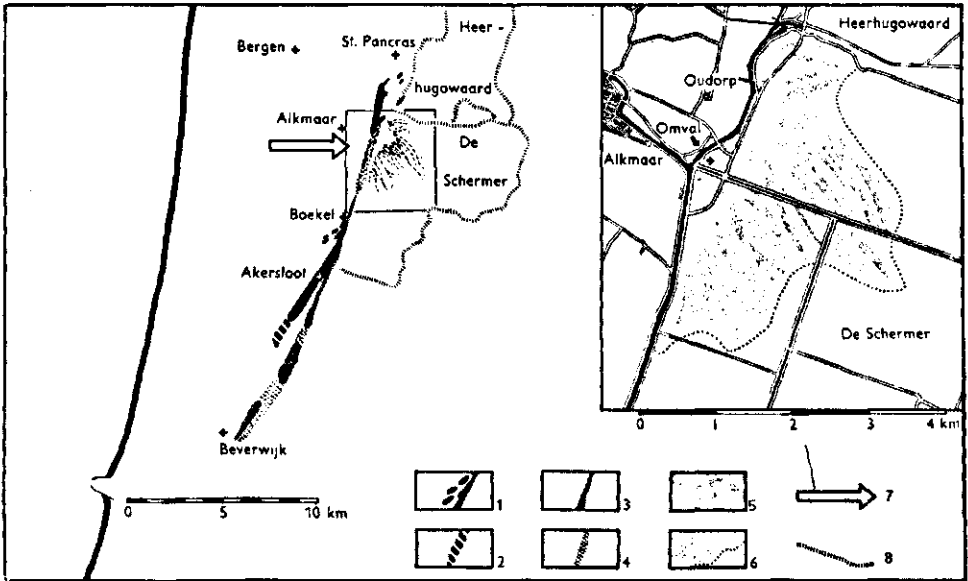


Fig. 7. De Omval-afzettingen / The Omval deposits.

1. Bijbehorende strandwallen / Accompanying beach barriers — 2. Idem, later geërodeerd / Accompanying beach barriers eroded in later periods — 3. Oudere strandwallen / Older beach barriers — 4. Idem, geërodeerd / Older beach barriers, eroded — 5. Zand van de afzettingen aan de oppervlakte / Sand of the deposits at the surface — 6. Zand van de afzettingen bedekt door jongere afzettingen / Sand of the deposits covered by younger deposits — 7. Ligging van het zeegat / Location of the inlet — 8. Begrenzing droogmakerijen / Boundary of polders (former lakes).

Het zeegat en de strandwallen.

Het zeegat van de Omval-afzettingen lag onmiddellijk ten zuidoosten van Alkmaar. Als de strandwallen die bij de Omval-afzettingen behoren, beschouwen wij ten zuiden van het zeegat de strandwal Akersloot-Boekel en enkele kleinere wallen, die door DE ROO (1953) als kleinere verheffingen van de strandvlakte ten zuiden van het Boekelermeer werden aangegeven. Ten noorden van het zeegat moet het oostelijke deel van de strandwal Oudorp-St. Pancras in deze tijd zijn gevormd.

De doorbraak van de oudere strandwallen bij Omval lag ongunstig voor het tot stand komen van een uitgestrekt waddegebied. Ten noorden en ten zuiden van de Omval-afzettingen lagen immers reeds betrekkelijk hooggelegen zandafzettingen (Starnmeer-afzettingen, zie fig. 4). De ruimte, waarin een nieuwe afzetting tot stand kon komen was dus slechts beperkt, terwijl ook het zeegat weer snel werd afgesloten door een lage strandwalachtige drempel, waarop Omval is gelegen.

De richting van de instroming, aangegeven door de grofzandige banen in figuur 7, is zeer duidelijk naar het zuidoosten gericht onder invloed van de aanwezige zandbarrières.

Facies.

De morfologie van het grofzandige deel van de Omval-afzettingen komt goed tot uitdrukking in het detail-kaartje bij figuur 7. Lange vingervormige ruggen van zeezand lopen vrij ver de Schermer in. Tussen deze 'vingers' bevinden zich lage stroken, waarin

de bovenkant van het zeezand aanmerkelijk dieper ligt. De hoogteverschillen tussen de bovenkant van het zeezand en de vingers bedragen in vele gevallen 2 m.

Het zand is kalkrijk en relatief grof en heeft hetzelfde karakter als kalkrijk strandwal- en zeezand. Kleilaagjes komen van oorsprong niet voor, wel secundair door verspoeling van het zand over jongere kleilagen. In de lage stroken vindt men onder de jongere klei wat veen, dat zich na de sluiting van de kust heeft gevormd. De Omval-afzettingen moeten worden beschouwd als langgerekte zeezandbanken, die bij een slechts korte tijd durende inbraak van de zee zijn gevormd.

De ouderdomsbepaling.

Voor het vaststellen van de ouderdom van de Omval-afzettingen staan ons geen directe bepalingen ten dienste. In verband met de vorming van de oudere en jongere afzettingen en gezien de geschiedenis van de strandwalvorming is het toch wel mogelijk om de ouderdom bij benadering aan te geven. De afzettingen zijn namelijk jonger dan de Starnmeer-afzettingen en ouder dan de Beemster-afzettingen. Zodoende moet hun ontstaan omstreeks 3500 v. Chr. worden gedateerd.

DE WATERGAAFSMEER-AFZETTINGEN.

In de Watergraafsmeerpolder komt aan de oppervlakte een marien sediment voor, waaraan door ons de naam Watergraafsmeer-afzettingen is gegeven.

In het onderstaande zullen de verbreiding, de facies en de ouderdom van deze afzettingen, welke tot dusver tot de oude zeeklei werden gerekend, worden besproken.

De verbreiding.

Uitgaande van de Watergraafsmeerpolder laten de betreffende afzettingen zich vervolgen in zuidoostwaartse richting tot even voorbij Ouddiemen, waar de klei in het veen uitwigt op een niveau van ongeveer 6.5 m — N.A.P. (profiel III, fig. 9).

In zuidelijke richting is het voorkomen van deze afzettingen onderzocht door de Heer P. A. RIEZEBOS, fysisch-geografisch kandidaat aan de Gem. Universiteit te Amsterdam³. De kleilaag bleek te vervolgen tot in de polder Groot Mijdrecht, waar de afzetting plaatselijk is overdekt door een jongere kleiafzetting. De kleilaag wigt tenslotte in de omgeving van Vinkeveen uit (profiel I, fig. 9).

Ook naar het noorden vallen de Watergraafsmeer-afzettingen te vervolgen en wel via het IJsselmeer tot in het zuiden van Waterland, waar de noordgrens van het voorkomen is bepaald door de later opgetreden erosie bij de vorming van de nog te behandelen Wieringermeer-afzettingen (profiel II, fig. 9).

De oostgrens van de Watergraafsmeer-afzettingen is voor het gedeelte tussen de polder Groot Mijdrecht en de zuidelijke oever van het IJsselmeer vastgesteld door de Heer RIEZEBOS, voor het overige gedeelte door de beide auteurs. De grens van het voorkomen van de Watergraafsmeer-afzettingen in het IJsselmeer is voor wat betreft het zuidoostelijke gedeelte de natuurlijke uitwiggingsgrens. Het overige deel van de begrenzing in het IJsselmeer en in Waterland kan zowel een slechts globaal bekende grens als een erosiegrens voorstellen. Het betrekkelijk wijde net van boringen volgens hetwelk de verbreiding in het IJsselmeer is vastgesteld liet namelijk een nauwkeurige begrenzing niet toe. In Waterland en in een smalle zone, gelegen tussen de twee afzon-

³ Het onderzoek werd, met toestemming van Prof. dr J. P. BAKKER, verricht in het kader van het veldwerk voor fysisch-geografen aan de Gem. Universiteit van Amsterdam en stond in dit geval onder leiding van de schrijvers van dit artikel. De Heer RIEZEBOS stond de gegevens voor publicatie af, waarvoor wij hem op deze plaats gaarne dank zeggen.

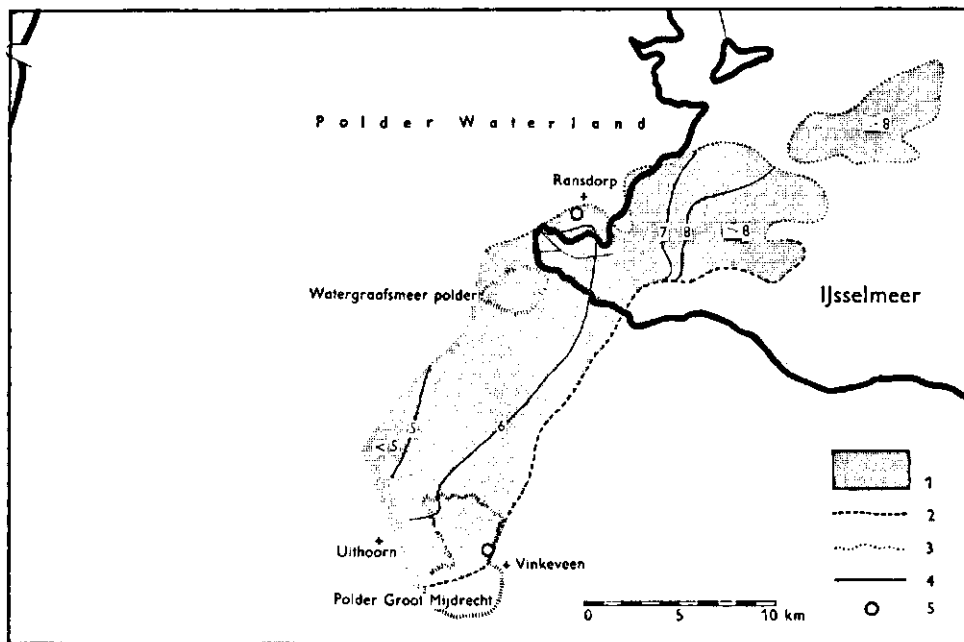


Fig. 8. De Watergraafsmeer-afzettingen / *The Watergraafsmeer deposits.*

1. Verbreiding van de afzettingen voor zover door ons vastgesteld / *Distribution of the deposits as far as surveyed by us* —
2. Grens waar de afzettingen in het veen uitwigen / *Boundary where the deposits tongue out into the peat* —
3. Erosiegrens van de afzettingen of globale begrenzing van het voorkomen / *Boundary known only roughly or determined by erosion in later periods* —
4. Dieptelijn van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P. / *Depth of the surface of the deposits in metres below A.O.D.* —
5. Ligging van de ^{14}C -profielen (fig. 10 and 11) / *Location of the ^{14}C -profiles (fig. 10 and 11)*

derlijke gebieden van de Watergraafsmeer-afzettingen in het IJsselmeer, moet de begrenzing worden beschouwd als te zijn bepaald door later opgetreden erosie.

Aangezien, zoals nog nader zal worden aangetoond, de samenhang van de Watergraafsmeer-afzettingen met een overeenkomstige afzetting in het westen nog niet is vastgesteld, is afgezien van een poging de westelijke begrenzing en de ligging van het zeegat of de zeegaten waardoor de klei is aangevoerd, aan te geven.

De facies.

De Watergraafsmeer-afzettingen zijn ten dele als zandige ten dele als zware, en soms humeuze sedimenten ontwikkeld. In de Watergraafsmeerpolder is het middelste gedeelte van het sedimentpakket zandig, hetgeen eveneens het geval is in het zuidelijke gedeelte van Waterland en in het noordelijke deel van de polder Groot Mijdrecht.

Het onderste gedeelte van het pakket Watergraafsmeer-afzettingen is veelal ontwikkeld als een baggerachtige, zware klei, afgezet onder water in een brak milieu. De facies komt enigermate overeen met die van de Laag van Velsen, beschreven door VAN STRAATEN (1957). Geleidelijk gaat deze zware klei naar boven over in zandige, veelal gelaagde wadafzettingen die op hun beurt weer overgaan in zware klei. In een groot deel van het in figuur 8 aangegeven gebied zijn de Watergraafsmeer-afzettingen ontwikkeld als een zware, doorgroeide, humeuze en vaak slappe klei.

BENNEMA (1953a) gaf een uitvoerige beschrijving van de oude zeeklei in de droogmakerij Groot Mijdrecht. Helaas werd door hem geen onderscheid gemaakt tussen de twee fasen, waarin de oude

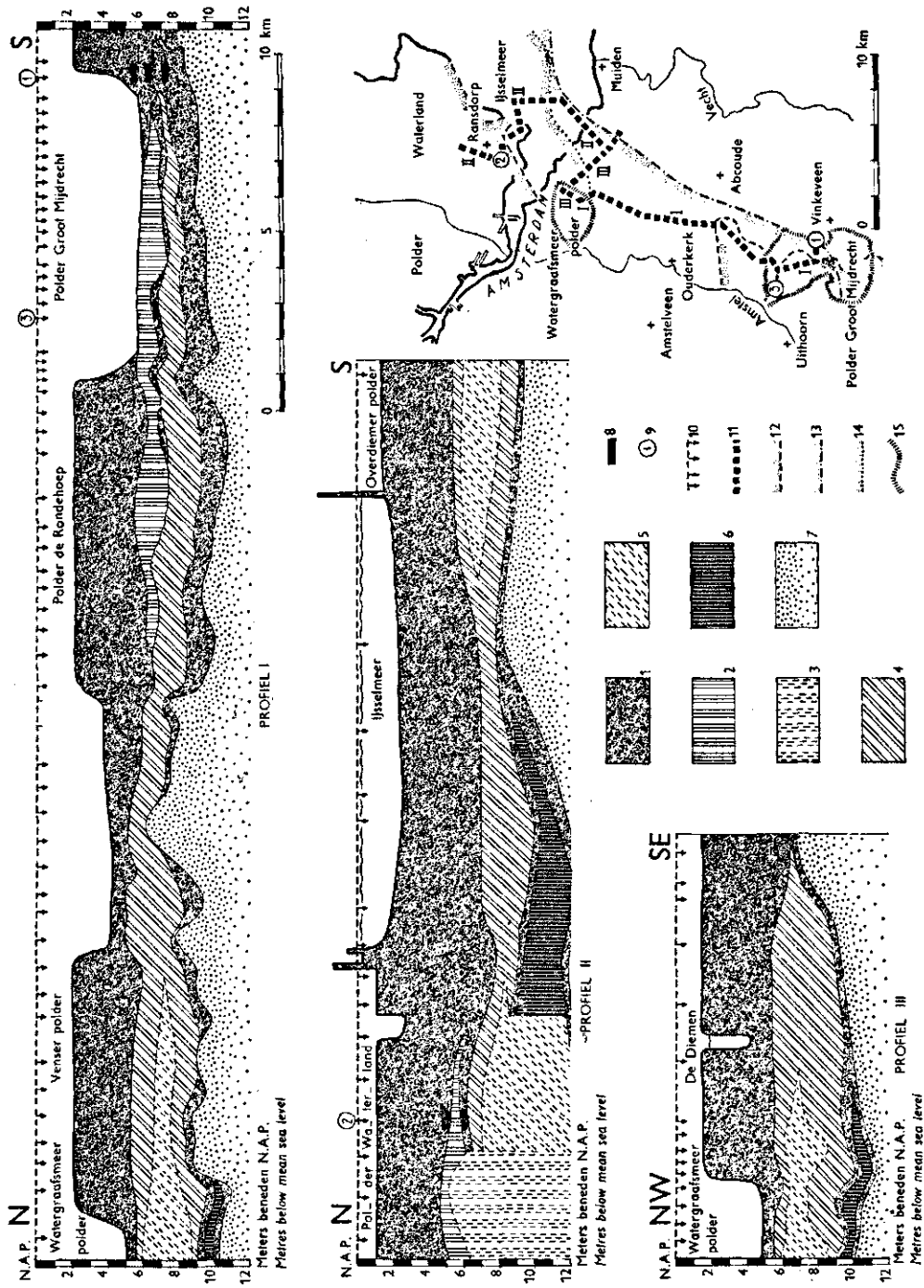


Fig. 9. Profielen door de oudere mariene afzettingen tussen de polders Waterland en Groot Mijdrecht. Cross sections of the older marine deposits between the polders Waterland and Groot Mijdrecht.

1. Veen en afzettingen jonger dan de oudere mariene afzettingen / Peat and deposits younger than the older marine sediments — 2. Wieringermeer-afzettingen, klei-ige facies / Wieringermeer deposits, clayey facies — 3. Wieringermeer-afzettingen, zandige facies / Wieringermeer deposits, sandy facies — 4. Watergraafmeer-afzettingen, klei-ige facies / Watergraafmeer deposits, clayey facies — 5. Watergraafmeer-afzettingen, zandige facies / Watergraafmeer deposits, sandy facies — 6. Klei van Pampus / Clay of Pampus — 7. Pleistocene / Pleistocene — 8. 14C-monsters (aangegeven in de profielen) / 14C-samples (indicated in the cross sections) — 9. Ligging 14C-profielen / Location of 14C-profiles — 10. Boringen / Borings — 11. Ligging van de profielen I-III / Location of the cross sections I-III — 12. Oostgrens van de Wieringermeer-afzettingen / Eastern boundary of the Wieringermeer deposits — 13. Oostgrens van de Watergraafmeer-afzettingen / Eastern boundary of the Watergraafmeer deposits — 14. Oostgrens van de Klei van Pampus / Eastern boundary of the Clay of Pampus — 15. Begrenzing droogmakerijen / Boundary of polders (former lakes).

zeeklei in Groot Mijdrecht is gevormd. In een bespreking van het krekensysteem in de droogmakerij Groot Mijdrecht merkte BENNEMA op dat het belangrijkste stelsel vanuit de omgeving van Uithoorn, dus vanuit het westen, het gebied van de Ronde Venen en de droogmakerij Groot Mijdrecht binnentreedt. Hij wees er evenwel op dat in het noorden van Groot Mijdrecht een zelfstandig systeem aanwezig is, dat zich niet tot het einde van de vorming van de oude zeeklei heeft gehandhaafd en dat doorsneden wordt door het stelsel van Uithoorn. Dit doorsnijden van het oudere systeem in het noorden door het jongere vanuit Uithoorn is ook op de kaart van BENNEMA met de eb- en vloedkreken te zien (fig. 3, BENNEMA, 1953a).

Uit een nader ingesteld onderzoek is nu gebleken dat het stelsel vanuit Uithoorn tot een jongere fase behoort, waarvan de sedimenten door een veenlaag zijn gescheiden van die van de oudere fase, waaraan door ons de naam Watergraafsmeer-afzettingen is gegeven. Het jongere stelsel vanuit Uithoorn behoort tot de Wieringermeer-afzettingen, welke nog nader zullen worden besproken.

Bij het gedetailleerde onderzoek van PONS en DE VISSER (1956) is duidelijk gebleken dat de beschouwingen en gegevens van BENNEMA (1953a) voornamelijk betrekking hebben op deze jongere Wieringermeer-afzettingen, zodat hier niet nader op de publikatie van BENNEMA zal worden ingegaan.

Bij de kartering van de Watergraafsmeer-afzettingen viel steeds te constateren dat de kleilaag over grote afstanden zeer uniform van samenstelling is. Slechts in het noordwesten van de polder Groot Mijdrecht, dicht nabij het stelsel van krekens van waaruit de afzetting heeft plaats gevonden, vertoont het sediment een wat grotere variatie ten aanzien van de dikte en samenstelling. Verder ziet men overal van het oosten naar het westen, met name in de Watergraafsmeerpolder (profiel II, fig. 9), de normale verandering in het sediment optreden van een zware humeuze klei naar een zandige afzetting met een afwisseling van zandige en kleirijkere laagjes.

Op verzoek van Dr J. BENNEMA onderzocht Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN de onderste klei in de polder Groot Mijdrecht op foraminiferen. De klei bleek, wat betreft zijn faunistische inhoud, sterk af te wijken van de erboven voorkomende rietklei, behorende tot de Wieringermeer-afzettingen. De klei bevatte een zeer soortenarm foraminiferen-geslacht van *Trochammina squamata* en *Quinqueloculina fusca*. De eerstgenoemde soort werd op deze plaats voor de eerste maal in Nederland aangetroffen, de laatstgenoemde soort is alleen recent uit de haven van Delfzijl bekend. Het geslacht, waarin ook nog enkele exemplaren van *Nonion depressulus* en *Streblus beccarii* werden aangetroffen, wijst op een min of meer geïsoleerd gedeelte van een brakke boezem of brak estuarium, met niet of nauwelijks bewegend water en met slechte zuurstofvoorziening.

De ouderdom.

De Watergraafsmeer-afzettingen zijn op twee plaatsen met behulp van ^{14}C -bepalingen gedateerd.

In de eerste plaats nabij Vinkeveen, waar door Prof. dr F. FLORSCHÜTZ, Dr J. BENNEMA en Dr L. J. PONS een standaardprofiel werd bemonsterd. Hoewel het volledige verslag over het palynologische onderzoek en de gegevens van de ^{14}C -bepalingen nog niet is verschenen, zullen in het onderstaande enkele resultaten van het verrichte onderzoek worden vermeld.

In het profiel Vinkeveen (fig. 10) ziet men het pleistocene zand aanwezig op een diepte van ongeveer 8.5 m — N.A.P. Na een dunne laag zandig zeggeveen volgt een pakket mesotroof zeggeveen. Aan de bovenzijde van dit pakket is een ^{14}C -monster genomen, dat een ouderdom van 5890 ± 80 jaar bleek te bezitten, hetgeen betekent dat deze laag werd gevormd omstreeks 3930 v. Chr. (CV4 = GRO 980).

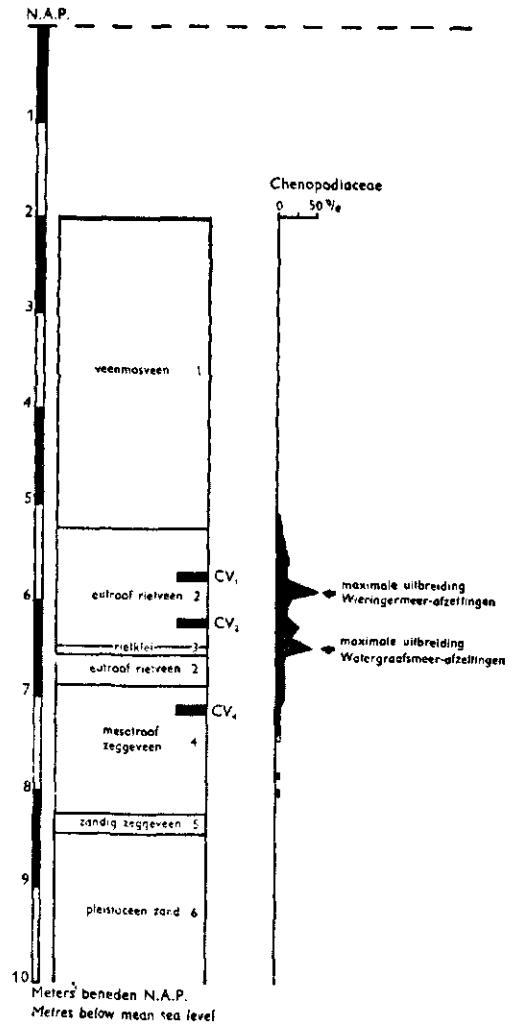
Na dit mesotrofe zeggeveen volgt eutroof rietveen, onderbroken door een dunne laag rietklei op een diepte van ongeveer 6.5 m — N.A.P. Het is deze laag welke door BENNEMA in zijn doorsnede Mijdrecht-Vinkeveen en in zijn profiel van de Noordzee naar Hilversum als identiek met de Laag van Velsen is beschreven (BENNEMA, 1954), doch welke door ons blijkens het profiel I uit figuur 9 tot de Watergraafsmeer-afzettingen wordt gerekend. Blijkens het diagram van figuur 10 nam de hoeveelheid Chenopodiaceen vóór en tijdens de vorming van deze laag duidelijk toe. Even boven deze kleilaag, op een diepte van 6.25 m — N.A.P. waar de *Chenopodiaceae*-lijn weer duidelijk afneemt, werd een ^{14}C -monster genomen (CV2 = GRO 988). De ouderdom

Fig. 10. ^{14}C -profiel bij Vinkeveen (voor ligging zie fig 9).

^{14}C -profile near Vinkeveen (for location see fig. 9).

CV1 = GRO 978	$4200 \pm 80 = 2240 \pm 80$ v. Chr.
CV2 = GRO 988	$5150 \pm 60 = 3190 \pm 60$ v. Chr.
CV4 = GRO 980	$5890 \pm 80 = 3930 \pm 80$ v. Chr.

1. *Sphagnum* peat
2. *Eutrophic* reed peat
3. Reed clay
4. *Mesotrophic* sedge peat
5. *Sandy* sedge peat
6. *Pleistocene* sand



van dit monster eutroof rietveen bleek 5150 ± 60 jaar te bedragen, hetgeen dus neerkomt op een vorming omstreeks 3190 v. Chr.

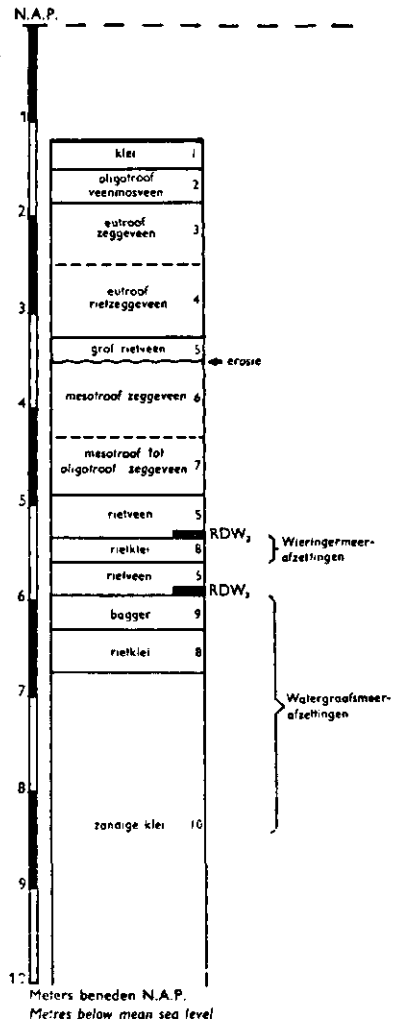
In het eutrofe rietveen valt tussen 5.5 en 6 m — N.A.P. opnieuw een sterke uitbreiding van de *Chenopodiaceae* te constateren. Een ^{14}C -monster, genomen op een diepte van 5.75 m — N.A.P., wederom boven de maximale uitbreiding van de *Chenopodiaceae*, gaf de ouderdom van $4200 \pm 80 = 2240 \pm 80$ v. Chr. (CV1 = GRO 978). Onmiddellijk hiervoor viel op deze plaats de maximale uitbreiding van de Wieringermeer-afzettingen, zoals nog nader zal worden aangetoond.

Nabij Ransdorp in Waterland werd eveneens een veenlaag onderzocht, gelegen onmiddellijk boven de Watergraafsmeer-afzettingen (fig. 9 en 11). Op de zandige klei van de Watergraafsmeer-afzettingen volgen een laag rietklei en een laag bagger, welke reiken tot 6 m — N.A.P. en waarboven zich rietveen heeft gevormd. In de laag rietveen werd het monster RDW 3 = GRO 1608 genomen. De ouderdom van deze laag be-

Fig. 11. ^{14}C -profiel bij Ransdorp / ^{14}C -profile near Ransdorp.

RDW2 = GRO 1609 $4500 \pm 70 = 2540 \pm 70$ v. Chr.
 RDW3 = GRO 1608 $5090 \pm 70 = 3130 \pm 70$ v. Chr.

1. Clay
2. Oligotrophic Sphagnum peat
3. Eutrophic sedge peat
4. Eutrophic reed and sedge peat
5. Coarse reed peat
6. Mesotrophic sedge peat
7. Mesotrophic to oligotrophic sedge peat
8. Reed clay
9. Gytija
10. Sandy clay



droeg 5090 ± 70 jaar, hetgeen betekent dat de laag werd gevormd omstreeks 3130 v. Chr.

De beide bepalingen van de ouderdom van een veenlaag even boven de Watergraafsmeer-afzettingen gaven dus als resultaat 3190 ± 60 en 3130 ± 70 v. Chr. Gezien het feit dat de afzetting iets ouder moet zijn dan het nadien gevormde veen zouden wij het einde van de vorming van de Watergraafsmeer-afzettingen willen plaatsen omstreeks 3200 v. Chr., hetgeen dus omstreeks 1000 jaar eerder is dan het einde van de vorming van de Wieringermeer-afzettingen, zoals nog nader zal worden aangetoond.

De Watergraafsmeer-afzettingen zijn, gezien de resultaten van het onderzoek bij Pampus (ZZ 1 = GRO 1628), waar een onderliggende veenlaag een ouderdom van $6000 \pm 80 = 4040 \pm 40$ v. Chr. vertoonde, op deze plaats gevormd enige tijd ná 4000 doch vóór 3200 v. Chr.

Inleiding.

In het middengedeelte van de provincie Noordholland en in het midden van het IJsselmeer komen oudere mariene afzettingen voor, die door ons worden aangeduid met de naam *Beemster-afzettingen*. Over een grote oppervlakte vormen deze afzettingen de afsluiting van de in dit artikel behandelde oudere mariene afzettingen. Dit is het geval in het gebied tussen Alkmaar en het centrum van het IJsselmeer en tussen Leek en Edam. In Noordholland ontbreken in het centrale deel alle jongere mariene afzettingen eveneens, zodat in enkele droogmakerijen en met name in de *Beemster*, deze oudere mariene afzettingen aan de oppervlakte treden.

In vroegere publikaties (TESCH, 1947; DU BURCK en ENTE, 1954) zijn de *Beemster-afzettingen* steeds opgevat als oude zeeklei en als zodanig samen met andere oude-zeekleiafzettingen beschreven. DU BURCK, ENTE en PONS (1956) gebruikten de aanduiding *atlantische klei*, terwijl PONS (1957) deze afzettingen te *Hauwert-Zwaagdijk* aanduidde met de naam *Beemsterklei*. Het was PONS namelijk gebleken dat de uiterst gelijkmatige, zware klei te vervolgen was tot in de *Beemster*, waar deze zeer duidelijk ontwikkeld was en aan de oppervlakte trad.

Daar bij het latere onderzoek is vastgesteld dat de *Beemsterklei* naast kleilagen ook zandige sedimenten omvat worden deze afzettingen thans aangeduid met de naam *Beemster-afzettingen*.

De *Unioklei* voorkomende in de geul onder de zuidelijke dijk van de *Noordoostpolder* en beschreven door VAN DER HEIDE en WIGGERS (1954) en door WIGGERS (1955) moet eveneens tot de *Beemster-afzettingen* worden gerekend.

Verbreiding.

De *Beemster-afzettingen* zijn weliswaar niet door veenlaagjes van oudere afzettingen gescheiden, doch wel van de iets jongere *Wieringermeer-afzettingen*. Daardoor en door hun karakteristieke uniforme samenstelling was het bepalen van het verbreidingsgebied veelal niet moeilijk. Dit gebied, dat een min of meer driehoekige vorm heeft met de toenmalige strandwallenkust als basis en de zuidpunt van *Schokland* als top, is aangegeven in figuur 12.

In het westen wordt de grens gevormd door de toen reeds aanwezige strandwallenrij *Boekel-Oudorp*. De afzetting wigt hier als een dunne kleilaag uit op het strandwalzand.

De zuidgrens van *Boekel* tot voorbij *Marken* in het IJsselmeer is met vrij grote zekerheid vastgesteld. De afzetting wigt hier uit over het *Starnmeer-zand*. Verder naar het oosten tot *Lelystad* is de zuidgrens zeer onzeker. Erosie door jongere *Wieringermeer-afzettingen* heeft hier plaats gehad, terwijl het niet helemaal duidelijk is hoe de grens met de *Watergraafsmeer-afzettingen* verloopt. In de ver naar het oosten dringende punt nabij *Schokland* bevinden zich de *Beemster-afzettingen* in een pleistocene IJsselgeul (VAN DER HEIDE en WIGGERS, 1954; WIGGERS, 1955).

De oost- en noordgrens vielen gemakkelijk vast te stellen; een dunne laag *Beemster-klei* wigt hier overal uit in veen, direct boven het pleistocene zand. Verder naar het westen moet de grens door de *Wieringerwaard* en langs *Schagen* hebben gelopen, doch hier hebben jongere afzettingen (*Wieringermeer-afzettingen* en *Westfrieze afzettingen*) de *Beemster-afzettingen* geheel opgeruimd. Dit is ook het geval geweest in het noordelijke deel en langs de westelijke rand van de *Heerhugowaard*, in de *Wogmeer*, rondom *Obdam* en in de noordwestelijke punt van de *Schermer*. In de *Wieringermeer* en in *Westfriesland* werden smalle stroken geërodeerd bij de vorming van respectievelijk de *Wieringermeer-afzettingen* en de *Westfrieze afzettingen*.

De dikte en het zand van de afzettingen.

De totale dikte van de *Beemster-afzettingen* is op vele plaatsen zeer moeilijk te bepalen door het ontbreken van een veenlaag aan de onderzijde van het pakket. Langs de noord- en de oostrand wiggen de afzettingen via zeer dunne kleilagen in het veen uit

(fig. 1). Langs de zuidrand ligt de klei van de Beemster-afzettingen op oudere, zandige sedimenten (Starnmeer-afzettingen), zodat de Beemster-afzettingen aldaar ook naar beneden kunnen worden begrensd. Elders kan de dikte van de Beemster-afzettingen niet worden aangegeven, aangezien geen onderscheid kan worden gemaakt tussen de eigenlijke Beemster-afzettingen en de onderliggende oudere sedimenten. In het profiel (fig. 1) is volstaan met aan te geven welk gedeelte van de oudere mariene afzettingen naar alle waarschijnlijkheid tot de Beemster-afzettingen behoort. Men ziet in dit profiel dat ten noorden van Purmerend het bovenste gedeelte van de oudere mariene afzettingen tot de Beemster-afzettingen wordt gerekend.

Evenals de Starnmeer-afzettingen zijn de Beemster-afzettingen opgebouwd uit een kern van zeer zandige sedimenten met daaraan aansluitend een groot complex kleiige afzettingen. In het profiel (fig. 1) is de zandkern, welke daar ter plaatse reikt tot ongeveer 5 m — N.A.P., ter hoogte van de polder Beschoot aangegeven.

Deze zandkern ligt temidden van kleiige oudere mariene afzettingen, die gedeeltelijk zijn opgeruimd bij de vorming van deze zandkern. Het zandlichaam van de Beemster-afzettingen liep van Broek op Langedijk via het middelste gedeelte van de Heerhugowaard door de polder Wogmeer over Berkhout-Avenhorn en via de polder Beschoot tot in het IJsselmeer en eindigde daar reeds spoedig. De begrenzing van het eigenlijke zandlichaam valt ongeveer samen met de 3-m lijn uit figuur 12.

In het centrale deel van de Heerhugowaard bestaan de Beemster-afzettingen tot aan de oppervlakte uit zand. De zandoppervlakte duikt naar het oosten echter spoedig weg onder zandige klei en klei. In oostelijke richting wordt deze kleilaag steeds dikker en lutumrijker; in de polder Beschoot en bij Berkhout is de kleilaag reeds meer dan 2 m dik, welke dikte naar het oosten nog toeneemt.

Vermoedelijk heeft ten noorden van Alkmaar bij de vorming van de Beemster-afzettingen nog enige erosie van de bovenkant van het pleistocene pakket plaats gevonden.

De hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen.

Door middel van dieptelijnen is op figuur 12 de hoogteligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen aangegeven. Deze lijnen konden zeer gemakkelijk worden getrokken, daar het oppervlak van deze afzettingen over vrij grote afstanden geringe hoogteverschillen te zien geeft. Figuur 13 geeft hiervan een fraai beeld. Tussen Leek en Middellie werd een groot aantal boringen verricht, zowel in veenpolders (De Zeevang, Beetskoog) als in uitgeveende polders (Westerkogge, Beschoot), waarbij de ligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen t.o.v. N.A.P. nauwkeurig werd bepaald. In figuur 13 is de huidige hoogteligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen, met weglating van de jongere afzettingen, aangegeven. Tengevolge van de inklinking van de kleilaag, welke in de uitgeveende polders is opgetreden, ligt de bovenzijde van de Beemster-afzettingen aldaar lager, zoals in figuur 13 is te zien wanneer de hoogteligging van de klei in de uitgeveende polder Beschoot wordt vergeleken met die in de niet verveende polder Beetskoog. De inklinking kan worden berekend op ongeveer 50 cm. In figuur 13 is met een onderbroken lijn de vermoedelijk oorspronkelijke hoogteligging van de bovenkant van de Beemster-afzettingen in de uitgeveende polders aangegeven.

Zoals uit figuur 13 valt af te leiden, vertoont de oppervlakte van de klei over grote afstand slechts geringe hoogteverschillen. In de polders Westerkogge en Beschoot reikt de klei het hoogst, namelijk maximaal tot ongeveer 2.3 — N.A.P. Zowel naar het noorden als naar het zuiden daalt het oppervlak zeer regelmatig, doch weinig. Vooral

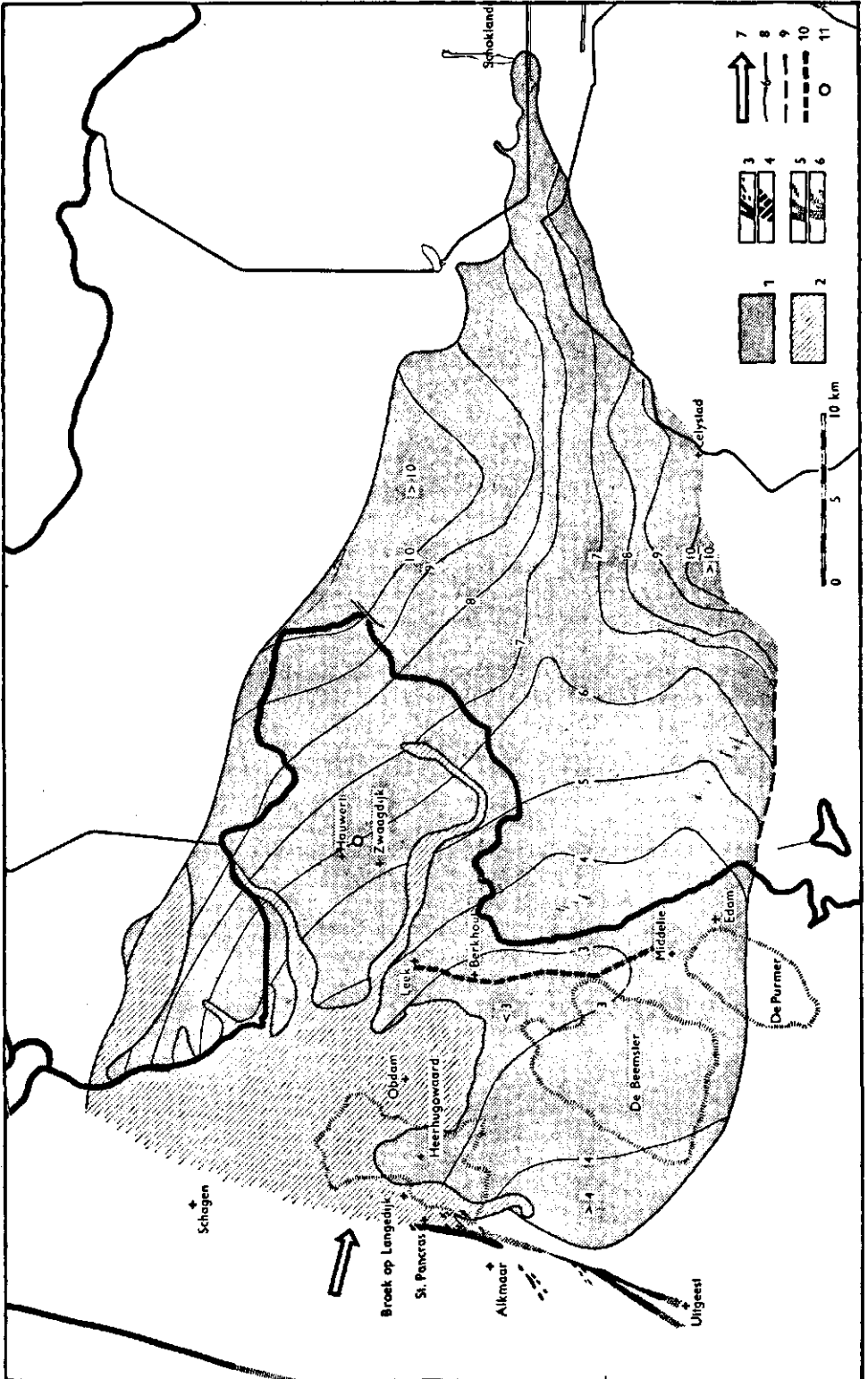


Fig. 12. De Beemster-afzettingen / The Beemster deposits.

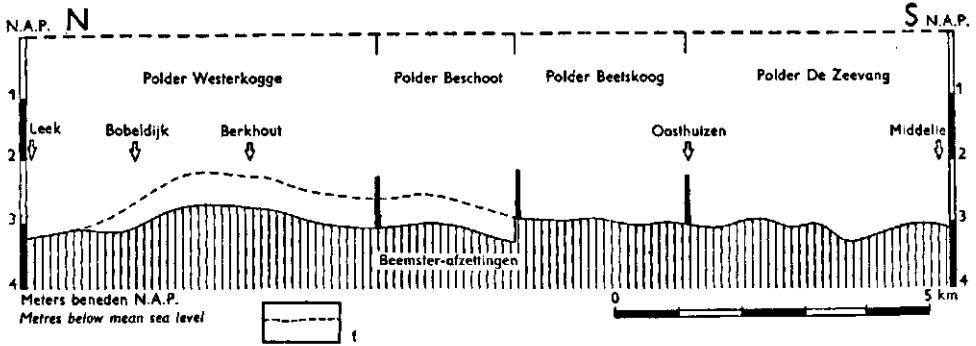


Fig. 13. De hoogteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen tussen Leek en Middelle (zie voor de ligging fig. 12).

Depth of the surface of the Beemster deposits between Leek and Middelle (see for location fig. 12).

1. Berekende hoogteligging vóór de inklinking van de afzettingen / Calculated depth before the settling of the deposits.

de helling naar het zuiden is gering. Van Berkhout tot Middelle daalt de bovenzijde van de Beemster-afzettingen over een afstand van 11 km van 2.3 tot 3.1 à 3.5 m — N.A.P. Naar het noorden is de helling iets groter; van Bobeldijk naar Leek daalt de bovenzijde over een afstand van 2 km van 2.3 tot 3.3 m — N.A.P.

Ook in het profiel (fig. 1) is het geleidelijk afhellen van de Beemster-afzettingen naar het noorden en zuiden te zien. De onregelmatigheden die hier in de diepteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen optreden zijn vooral te wijten aan het traject dat voor dit profiel is gekozen. De profiellijn vertoont namelijk enkele knikken, waardoor het profiel soms loodrecht op de isohypsen van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen verloopt, soms echter vrijwel evenwijdig daaraan.

Behalve bij Berkhout-Bobeldijk ligt de bovenzijde van de Beemster-afzettingen ook in het centrale deel van de Heerhugowaard op ongeveer 2.3 m — N.A.P. Hieruit menen wij te mogen concluderen dat oorspronkelijk de Beemster-afzettingen in de gehele strook tussen het centrale deel van de Heerhugowaard en van de polder Westerkogge tot ongeveer 2.3 à 2.5 m — N.A.P. hebben gereikt.

Als toelichting op de isohypsen van figuur 12 moge het volgende dienen.

Bij een onderzoek, ingesteld in Noordholland naar de inklinking van de oudere mariene afzettingen en speciaal van de Beemster-afzettingen, zulks met het oog op de prognose van de te verwachten inklinking van overeenkomstige afzettingen in de Markerwaard, is gebleken dat de bovenzijde van de Beemster-afzettingen in de droogmakerijen als de Beemster en in de uitgeveende polders als Beschoot, 0.5 à 1 m dieper ligt dan in de aangrenzende veenpolders. Bij de samenstelling van de kaart aangevende de diepteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen (fig. 12) is echter geen rekening gehouden met de sedert de vorming van de sedimenten opgetreden inklinking.

Daar staat echter tegenover dat in de droogmakerijen en uitgeveende polders een humeuze tot

1. Verbreiding van de afzettingen / Distribution of the deposits — 2. Afzettingen later geërodeerd / Deposits eroded in later periods — 3. Bijbehorende strandwallen / Accompanying beach barriers — 4. Idem, later geërodeerd / Accompanying beach barriers eroded in later periods — 5. Oudere strandwallen / Older beach barriers — 6. Idem, geërodeerd / Older beach barriers, eroded — 7. Ligging van het zeegat / Location of the inlet — 8. Dieptelij van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P. / Depth of the surface of the deposits in metres below A.O.D. — 9. Begrenzing van de afzettingen door latere erosie bepaald / Boundary determined by erosion in later periods — 10. Ligging van het profiel (fig. 13) / Location of the cross section (fig. 13) — 11. Ligging van het ^{14}C -profiel (fig. 16) / Location of the ^{14}C -profile (fig. 16).

venige kleilaag aanwezig is. In de droogmakerijen is deze tijdens het meer-stadium op de Beemster-afzettingen gesedimenteerd. In de uitgeveende polders is een ongeveer even dikke venige kleilaag aanwezig, als restant van de vergane veenlaag en een oorspronkelijk daarop aanwezig geweest zijnd kleilig dek. Deze humeuze tot venige lagen zijn thans ongeveer 25 à 40 cm dik en liggen in het algemeen op de ongestoorde Beemster-afzettingen.

Ook met deze factor is op de kaart geen rekening gehouden. De genoemde laag is namelijk tot de Beemster-afzettingen gerekend. De genoemde factoren, de inklinking en de aanwezigheid van de kleilaag, beïnvloeden de diepteligging in tegengestelde richting en heffen elkaar ten dele op. Het beeld van de huidige hoogteligging van de Beemster-afzettingen in Noordholland, zoals is aangegeven in figuur 12, stelt dus bij benadering de oorspronkelijke hoogteligging voor.

Ten aanzien van de inklinking van de Beemster-afzettingen in het oostelijke deel van het verbredingsgebied is bij het reeds genoemde onderzoek naar de inklinking gebleken dat de kleilagen in het westelijke deel van het IJsselmeer per gram lutum en organische stof meer water bevatten dan die in het midden en vooral meer dan die in het oosten van het IJsselmeer. De kleilagen worden naar het oosten dunner en zijn daar sterker ingeklonken. Dit is een gevolg van het zogenaamde laagdikte-effect. Dikke kleilagen staan uit het middenste gedeelte van de kolom minder snel water af dan dunne. Het effect hiervan op de diepteligging is dat de kleilagen in het oosten door de sterkere inklinking dieper komen te liggen dan in het westen.

Bij de behandeling van de facies wordt nader teruggekomen op de diepteligging van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen.

Het zeegat en de strandwallen.

Het zeegat van de Beemster-afzettingen heeft gelegen tussen Zuid-Scharwoude en Broek op Langedijk of even ten westen van deze plaatsen (fig. 12). Hierop wijzen de ligging van het geheel zandig ontwikkelde complex (centrum Heerhugowaard), de ligging van het zandlichaam en het verloop van de hoogtelijnen van de bovenzijde van de afzettingen.

Als de strandwal die dit zeegat aan de zuidzijde begrenst, beschouwen wij de strandwal waarop St. Pancras is gelegen, alsmede de westelijke helft van de strandwal waarop Oudorp ligt. In zuidwestelijke richting sluit hierbij aan een aantal smalle wallen, die door DE ROO (1953) op zijn bodemkaart werden aangegeven. De strandwal van St. Pancras kan zich nog over enige afstand ten noorden van deze plaats hebben uitgestrekt. Dit gedeelte is dan echter door latere erosie opgeruimd, zoals ook door DU BURCK (1949, 1957) wordt verondersteld.

De ten noorden van het zeegat gelegen bijbehorende strandwal is niet bekend. Wanneer deze aanwezig is geweest, en er is geen reden hieraan te twijfelen, is deze door latere erosie, die juist in dit gebied grote afmetingen heeft aangenomen, volledig opgeruimd.

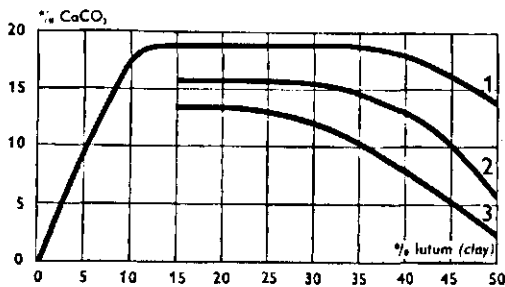
Enkele eigenschappen van het sediment.

Het lutumgehalte van de bovenste 50 cm van de Beemster-afzettingen varieert van ongeveer 5 % in het centrum van de Heerhugowaard, via 35 à 40 % in de polders Beemster, Westerkogge en Beschoot tot 40 à 50 % in het IJsselmeer. Het gebied met lutumgehalten in de bovenste halve meter van minder dan 25 % is slechts klein en beperkt zich tot de Heerhugowaard. De lutum-slibverhouding van de klei kan op ongeveer 65 worden gesteld.

Het gehalte aan organische stof is beneden de in het algemeen wat meer humushoudende bovenlaag gering. Het bedraagt veelal ongeveer 2 à 4 %. Meer naar het oosten neemt het gehalte aan organische stof toe, terwijl ook de gehalten een grotere spreiding vertonen.

Het koolzure-kalkgehalte van de Beemster-afzettingen is vooral in Noordholland zeer hoog. Figuur 14 geeft het verband tussen het lutumgehalte en het koolzure-kalkgehalte van deze afzettingen, waarbij onderscheid is gemaakt in een westelijk gebied, omvattend Noordholland, een centraal gebied, gelegen in het IJsselmeer ten westen van de dieptelij van de Beemster-afzettingen van 6 m — N.A.P., en een oostelijk gebied, gelegen ten oosten van de genoemde dieptelij.

In Noordholland is het kalkgehalte van de Beemster-afzetting zeer hoog. Tussen 10 en 40 % lutum bedraagt dit gehalte 18 à 20 %. In het westelijke deel van het IJsselmeer ligt het gehalte aan koolzure kalk bij een overeenkomstig lutumgehalte op een wat lager niveau, namelijk bij 15 à



1. Monsters uit gebieden met de bovenkant van de afzettingen op minder dan 3 m — N.A.P./ *Samples from areas with the surface of the sediments on less than 3 m below A.O.D.* — 2. Idem. bovenkant op 3-6 m — N.A.P./ *Ditto, surface at 3-6 m below A.O.D.* — 3. Idem. bovenkant op meer dan 6 m — N.A.P./ *Ditto, surface at more than 6 m below A. O. D.*

Fig. 14. Verband tussen het koolzure-kalkgehalte en het lutumgehalte van de Beemster-afzettingen.
Relation between the calcium carbonate and the clay content of the Beemster deposits.

16 %. In het oostelijke deel bereikt het kalkgehalte geen hogere gemiddelde waarde dan ruim 13 %.

Bij lutumgehalten beneden 10 % daalt het koolzure-kalkgehalte snel. In de Heerhugowaard werden echter bij lutumgehalten van 5 % nog CaCO_3 -gehalten van 18 à 19 % aangetroffen. Vooral in het oostelijke deel van het IJsselmeer neemt het kalkgehalte ook sterk af bij toenemend lutumgehalte van 25 naar 50 %. Onder het nog aanwezige of oorspronkelijk aanwezig geweest zijnde veen bevatten de Beemster-afzettingen over een diepte van 10 à 20 cm veelal geen of zeer weinig koolzure kalk. Eerst op een diepte van ongeveer 60 cm worden de normale kalkgehalten bereikt.

In figuur 15 is het verband weergegeven tussen het zwavelgehalte (uitgedrukt in m.aeq. SO_4 per 100 g droge grond) en het gehalte aan organische stof (uitgedrukt in g per 100 g droge grond). De gegevens zijn afkomstig van een onderzoek, ingesteld door de Afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst, van de Beemster-afzettingen onder het veen in de Eilandspolder. In de kalkrijke lagen, voorkomend binnen 1 m onder de oppervlakte van de Beemster-afzettingen, blijkt er een verband te bestaan tussen het zwavelgehalte en het gehalte aan organische stof. In de kalkarme of kalkloze lagen onmiddellijk onder het veen is dit verband niet aanwezig, hetgeen is veroorzaakt doordat het gehalte aan organische stof door de vegetatie op de oppervlakte van de Beemster-afzettingen secundair in uiteenlopende mate is toegenomen.

De facies.

De Beemster-afzettingen vertonen enkele eigenschappen die er op zouden kunnen wijzen dat een belangrijk gedeelte van deze sedimenten onder water is afgezet. Zo ontbreekt iedere aanwijzing voor de aanwezigheid van krekens aan de bovenzijde van de Beemster-afzettingen. In de gehele Beemster zijn noch bij een nauwkeurige bestudering van de luchtfoto's noch bij de bodemkartering te velde krekens aangetroffen. Evenmin zijn er aanwijzingen gevonden voor een sedimentatie vanuit krekens, daar lichtere stroken te midden van de zware afzettingen geheel ontbreken.

Ook werden in Noordholland in de Beemster-afzettingen nimmer doorgroeide kleilagen, afkomstig van brakke, met riet begroeide gorzen, aangetroffen.

De zwaarte van de afzettingen varieert in horizontale zin buitengewoon weinig, hetgeen vooral een opvallende eigenschap is voor onder water gesedimenteerde afzettingen (ZUUR, 1951; WIGGERS, 1955, 1959; DE KONING en WIGGERS, 1955).

Ook de nauwe correlatie tussen het zwavelgehalte en het gehalte aan organische stof komt in het bijzonder bij onder-waterafzettingen voor (HARMSSEN, 1954; DE KONING en WIGGERS, 1955).

Ten aanzien van de diepteligging van de bovenzijde van de afzettingen kan worden opgemerkt, dat, ook wanneer de inlinking in rekening wordt gebracht, de daling van de bovenzijde naar het noorden en oosten blijft bestaan. Deze uiteenlopende diepteligging valt slechts te verklaren wanneer men hetzij aanneemt dat de grens tussen de Beemster-afzettingen en het veen geen chrono-stratigrafische grens vormt, hetzij veron-

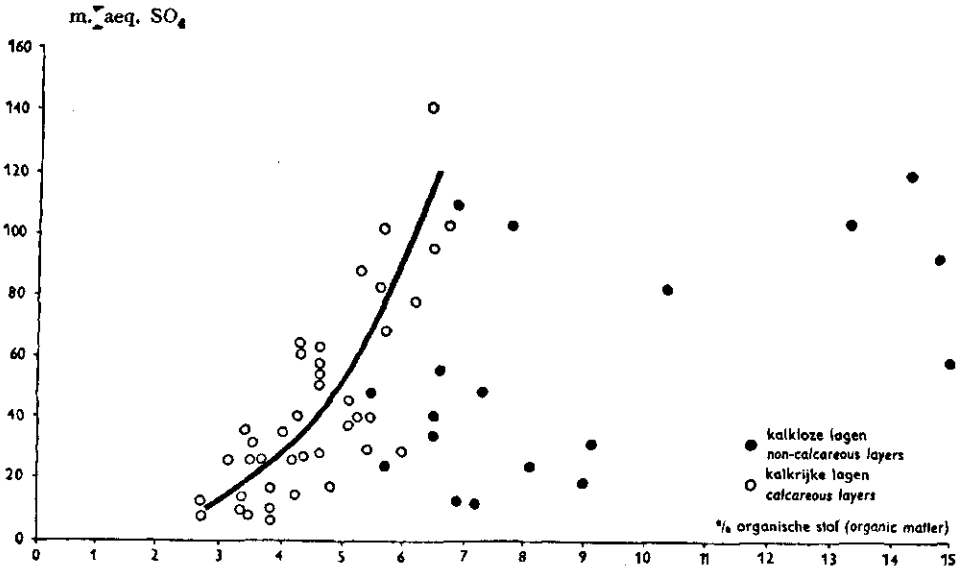


Fig. 15. Verband tussen het zwavelgehalte en het organische-stofgehalte van de Beemster-afzettingen in de Eilandspolder.

Relation between the sulphate and the organic matter content of the Beemster deposits in the Eilandspolder.

derstelt dat de sedimenten bij een uiteenlopende waterdiepte onder water zijn gevormd. Voor de eerste opvatting, welke dus inhoudt dat de bovenzijde van de afzettingen in het oostelijk deel ouder is dan in het westen doordat in het oosten reeds veengroei optrad, terwijl de sedimentatie in het westen voortgang vond, zijn geen aanwijzingen gevonden.

Uit figuur 14 bleek dat het kalkgehalte in het oostelijke gebied vooral bij de hogere lutumgehalten, die daar overheersen, aanmerkelijk lager ligt dan in het westelijke deel. Het gehalte aan organische stof neemt in oostelijke richting toe. Dit moet worden toegeschreven aan een zeer geleidelijke milieu-verandering van west naar oost. De Beemster-afzettingen maken op die plaatsen, waar nog slechts betrekkelijk dunne, zware kleilagen worden aangetroffen, een bagger- tot gyttja-achtige indruk. Deze kleilagen zijn niet met riet doorgroeid, doch de aanwezige rietresten liggen daarin in horizontale laagjes. Dit pleit dus tegen een veengroei in het oosten tijdens sedimentatie in het westelijke deel.

Wanneer men aanneemt dat het kleiige gedeelte van de Beemster-afzettingen als een onderwater-sediment is gevormd, valt evenwel de latere veengroei op de klei in die gebieden waar de afzettingen diep liggen, moeilijk te verklaren, tenzij men tijdelijk een aanzienlijke daling van de zeespiegelstand veronderstelt.

Het hoger gelegen westelijke deel van de Beemster-afzettingen kan wel zeer bezwaarlijk als een onderwater-sediment worden beschouwd. De kleiige afzettingen liggen in Noordholland met hun bovenzijde op een niveau van ongeveer 3 m — N.A.P., terwijl deze hoogte oorspronkelijk wel 2.3 m — N.A.P. moet hebben bedragen. Gezien de tijd waarin de bovenzijde van de Beemster-afzettingen werd gevormd (omstreeks 2800 à 3000 v. Chr.) moeten, in verband met de door BENNEMA (1954) geschatte gemiddelde zee-stand van 6 m — N.A.P., deze afzettingen juist zeer hoog t.o.v. de gemiddelde zee-stand zijn afgezet.

De diepteligging van de Beemster-afzettingen als geheel en het patroon van de dieptelijnen vallen thans nog zeer onvoldoende te verklaren. Het ligt in het voornemen het onderzoek in deze richting nog uit te breiden door te trachten de sedimentatie-omstandigheden uit de structuur van de afzettingen af te leiden en na te gaan of de bovenzijde van de Beemster-afzettingen over het gehele areaal wel dan niet een gelijke ouderdom bezit.

Bij nauwkeurige waterpassing van de bovenzijde van de Beemster-afzettingen tussen Leek en Middelle is gebleken dat deze enige golvingen vertoont. De bovenzijde van de klei varieert over afstanden van enkele honderden meters enkele decimeters. Het patroon van deze zwakke golvingen noch het ontstaan hiervan, is thans bekend.

Hoewel wij over de sedimentatie-omstandigheden nog slechts zeer weinig zijn ingelicht kunnen nog enkele gegevens worden verstrekt ten aanzien van het zoutgehalte van het milieu. De reeds genoemde lutum-slibverhouding van gemiddeld 66 wijst op een afzetting in een brak tot zout milieu (ZUUR, 1951; WIGGERS, 1955).

Door Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN en Drs A. VAN DER WERFF van de Geologische Dienst te Haarlem is een aantal monsters van de Beemster-afzettingen onderzocht op het voorkomen van respectievelijk foraminiferen en diatomeeën. De monsters zijn genomen in de Heerhugowaard, in de omgeving van Berkhout en nabij Benningbroek en zijn afkomstig van een diepte van 50 à 100 cm beneden de oppervlakte van de Beemster-afzettingen.

Uit het onderzoek op foraminiferen kon worden geconcludeerd dat de afzettingen vrijwel geen foraminiferen bevatten, zulks „in sterke tegenstelling tot de gewone oude zeeklei (bedoeld zijn de Wieringermeer-afzettingen) die zeer veel foraminiferen bevat". Dr VAN VOORTHUYSEN vermoedde dat de foraminiferen-fauna tijdens het transport vrijwel geheel vergruisd is.

De in de monsters aangetroffen diatomeeën wijzen volgens Drs VAN DER WERFF op een brak milieu, met sterk wisselend zoutgehalte, waarin mariene sedimenten werden afgezet. De zuivere mariene diatomeeën-soorten zijn allichtoon. De Heer VAN DER WERFF meende uit het onderzoek te mogen concluderen dat het milieu eerder overeenkwam met dat van de Dollard dan met dat van een kwelder. De voor een kwelder gebied kenmerkende diatomeeën en andere organische bestanddelen ontbraken geheel.

Uit deze gegevens valt af te leiden dat de aard van de Beemster-afzettingen geheel anders is dan die van de Wieringermeer-afzettingen, zonder dat evenwel duidelijk is hoe de milieu-omstandigheden zijn geweest.

Over het gehele gebied met Beemster-afzettingen komt een dunne kalkloze kleilaag voor, die tot geringe diepte (ongeveer 20 cm) weinig intensief met rietwortels is doorgroeid. Dit duidt er op dat korte tijd na de vorming van de klei deze is drooggevalen, waarna zich op de oppervlakte een vegetatie kon ontwikkelen die spoedig aanleiding gaf tot veenvorming. Uit figuur 15 valt af te leiden dat bij de begroeiing met riet geen extra zwavel is vastgelegd. De bovenlaag die meer organische stof bevat vertoont immers geen hogere zwavelgehalten, zulks in tegenstelling tot de situatie welke zich ontwikkelt wanneer rietgroei onder langdurige brakke omstandigheden plaats vindt. Zo vindt men in de Wieringermeer-afzettingen in de met riet doorgroeide bovenlaag een sterke toeneming van het zwavelgehalte. Het lijkt alsof bij de Beemster-afzettingen de brakke verlandingsfase ontbreekt. Dit zou kunnen worden verklaard door aan te nemen dat het zeegat snel is verzand.

De ouderdom.

Voor de ouderdomsbepaling van de Beemster-afzettingen staat ons het door PONS (1957) beschreven profiel Hauwert-Zwaagdijk ter beschikking (fig. 16).

Het diepste veenlaagje, gelegen op een diepte van 5.65-5.75 m — N.A.P. en onmiddellijk boven de Beemster-afzettingen, vertoont een ouderdom van 4690 ± 140 jaar en werd dus omstreeks 2740 ± 140 v. Chr. gevormd (GRO 605).

Prof. dr F. FLORSCHÜTZ, die deze veenlaag palynologisch onderzocht, kende hieraan een atlantische ouderdom toe.

Wij menen de Beemster-afzettingen, mede gezien de ouderdom van de nog te behandelen Wieringermeer-afzettingen, te mogen dateren vóór 2800 v. Chr. Indien de veengroei bij Hauwert-Zwaagdijk niet onmiddellijk na de afzetting van de Beemster-afzettingen is begonnen, hetgeen zeer wel mogelijk is, kan het einde van de sedimentatie van de Beemster-afzettingen nog enkele honderden jaren eerder zijn gevallen.

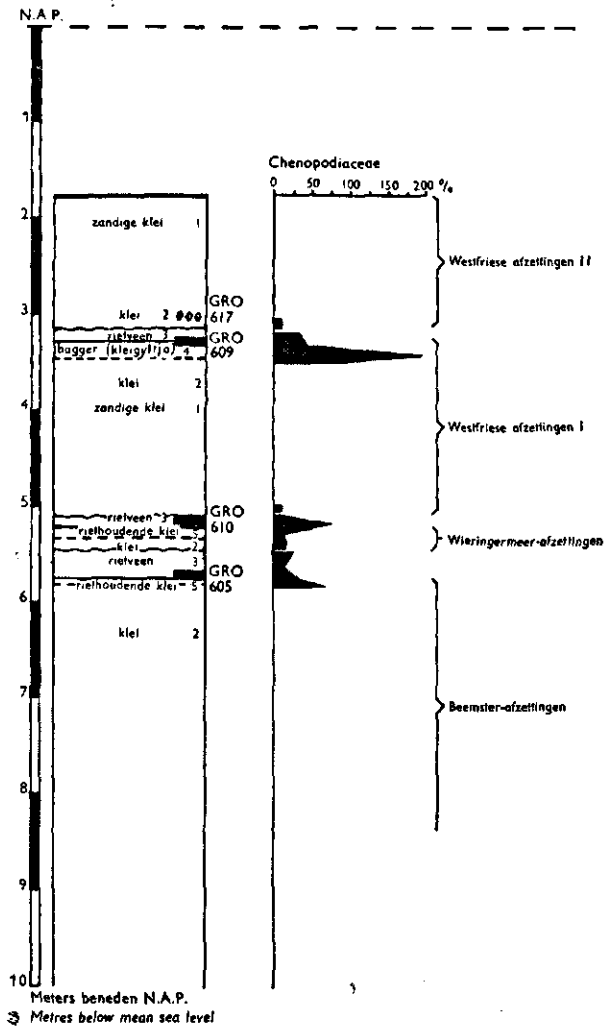


Fig. 16. ^{14}C -profiel te Hauwert-Zwaagdijk (voor ligging zie fig. 12)
 ^{14}C -profiel near Hauwert-Zwaagdijk (for location see fig. 12).

GRO 617 : $3240 \pm 140 \approx 1290 \pm 140$ v. Chr.

GRO 609 : $3750 \pm 120 \approx 1800 \pm 120$ v. Chr.

GRO 610 : $4090 \pm 120 \approx 2140 \pm 120$ v. Chr.

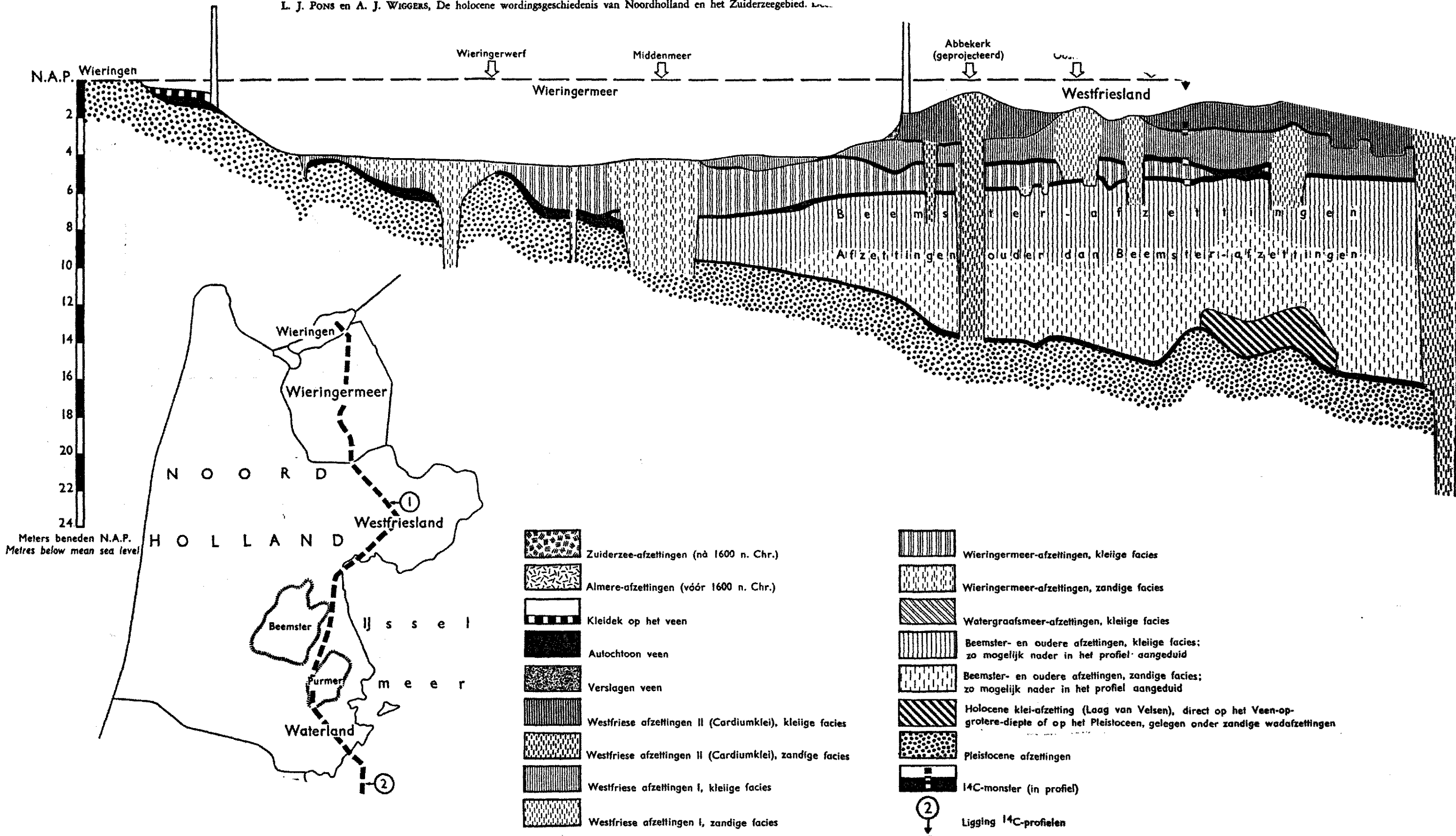
GRO 605 : $4690 \pm 140 \approx 2740 \pm 140$ v. Chr.

1. Sandy clay — 2. Clay — 3. Reed peat — 4. Gytja — 5. Reed clay.

DE WIERINGERMEER-AFZETTINGEN.

Inleiding.










In Noordholland en het Zuiderzeegebied komen in drie van elkaar gescheiden gebieden afzettingen voor, waaraan wij de naam Wieringermeer-afzettingen hebben gegeven. Achtereenvolgens zullen worden besproken de Wieringermeer-afzettingen in:












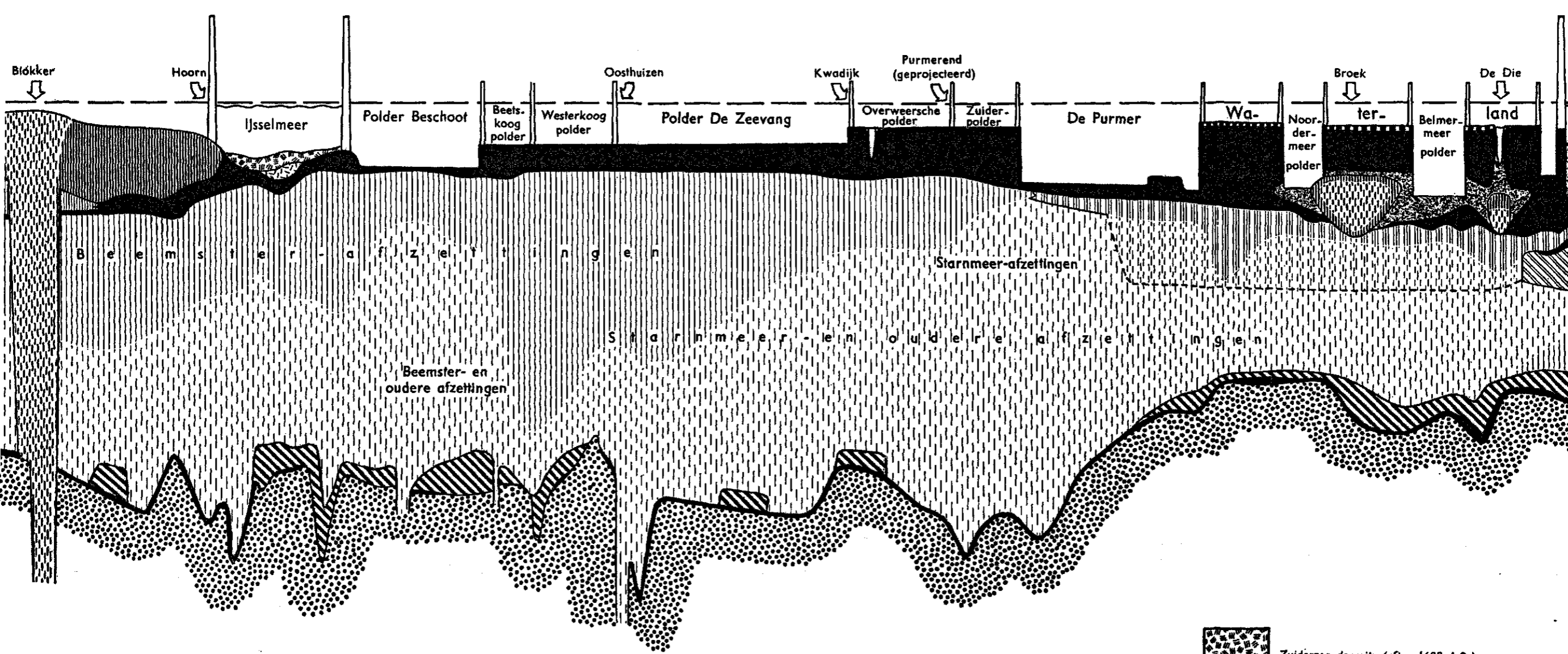
Meters beneden N.A.P.
Metres below mean sea level

N O O R D
H O L L A N D

Wieringen
Wieringermeer
Beemster
Ijsselmeer
Furmer
Waterland

-  Zuiderzee-afzettingen (na 1600 n. Chr.)
-  Almere-afzettingen (vóór 1600 n. Chr.)
-  Kleidek op het veen
-  Autochtoon veen
-  Verslagen veen
-  Westfriesse afzettingen II (Cardiumklei), kleiige facies
-  Westfriesse afzettingen II (Cardiumklei), zandige facies
-  Westfriesse afzettingen I, kleiige facies
-  Westfriesse afzettingen I, zandige facies

-  Wieringermeer-afzettingen, kleiige facies
-  Wieringermeer-afzettingen, zandige facies
-  Watergraafsmeer-afzettingen, kleiige facies
-  Beemster- en oudere afzettingen, kleiige facies;
zo mogelijk nader in het profiel aangeduid
-  Beemster- en oudere afzettingen, zandige facies;
zo mogelijk nader in het profiel aangeduid
-  Holocene klei-afzetting (Laag van Velsen), direct op het Veen-op-grotere-diepte of op het Pleistoceen, gelegen onder zandige wadafzettingen
-  Pleistocene afzettingen
-  14C-monster (in profiel)
-  Ligging 14C-profielen



PROFIEL DOOR DE HOLOCENE AFZETTINGEN TUSSEN WIERINGEN EN MUIDERBERG

Cross section of the Holocene deposits between Wieringen and Muiderberg

5 km

schaal
scale 1 : 100000


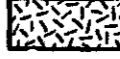







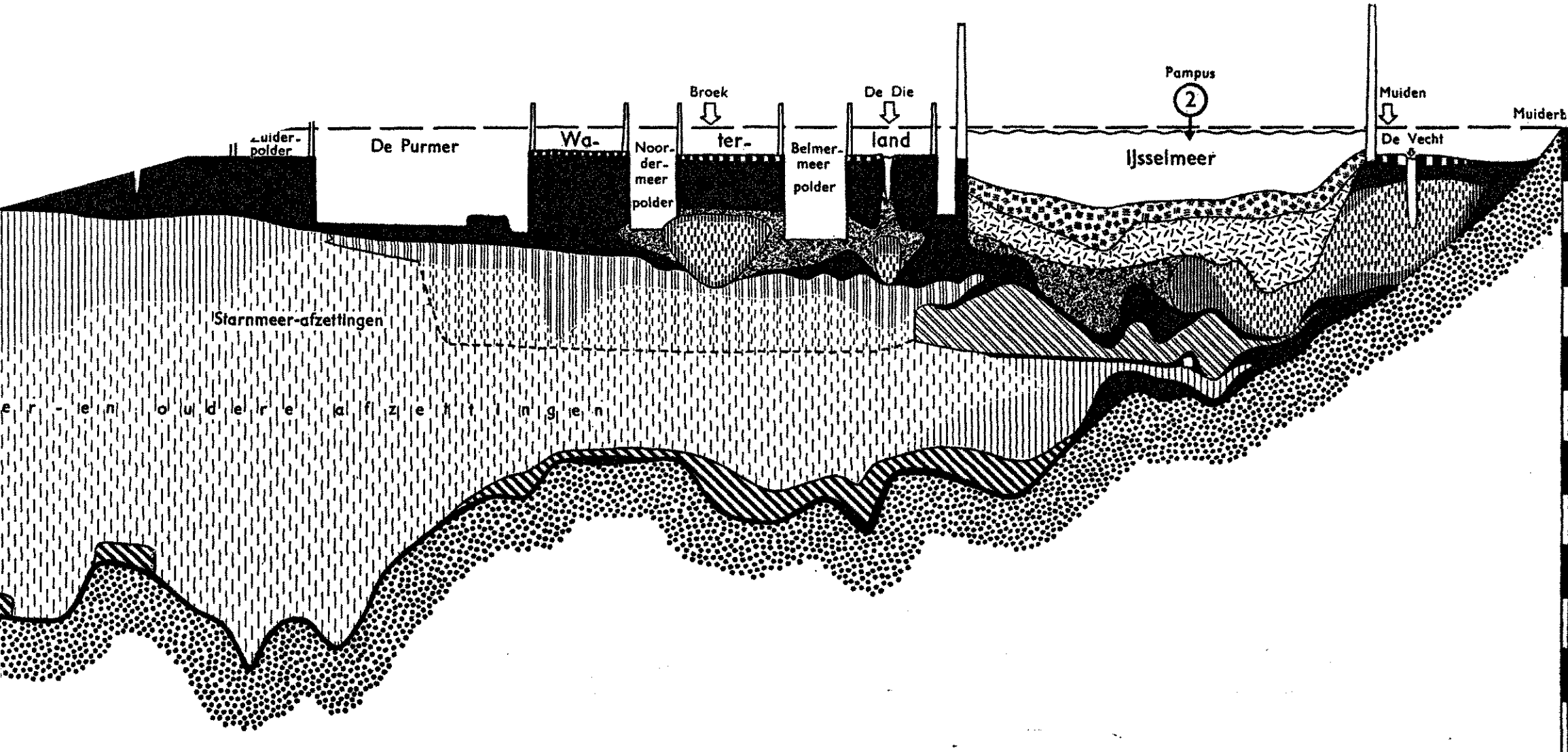


















-  Zuiderzee deposits (after 1600 A.D.)
-  Almere deposits (before 1600 A.D.)
-  Clay, overlying the peat
-  Peat
-  Reworked peat
-  Westfriese deposits II (Cardiumklei), clayey facies
-  Westfriese deposits II (Cardiumklei), sandy facies
-  Westfriese deposits I, clayey facies
-  Westfriese deposits I, sandy facies

Fig. 1.



EN

schaal
scale 1 : 100000

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Zuiderzee deposits (after 1600 A.D.) |  | Wieringermeer deposits, clayey facies |
|  | Almere deposits (before 1600 A.D.) |  | Wieringermeer deposits, sandy facies |
|  | Clay, overlying the peat |  | Watergraafsmeer deposits, clayey facies |
|  | Peat |  | Beemster and older deposits, clayey facies;
further indications in the cross section |
|  | Reworked peat |  | Beemster and older deposits, sandy facies;
further indications in the cross section |
|  | Westfriese deposits II (Cardiumklei), clayey facies |  | Holocene clay (Layer of Velsen), overlying the Peat-at-greater-
depth or the Pleistocene, covered by sandy marine sediments |
|  | Westfriese deposits II (Cardiumklei), sandy facies |  | Pleistocene deposits |
|  | Westfriese deposits I, clayey facies |  | 14 C-sample " |
|  | Westfriese deposits I, sandy facies |  | |

1. Het noorden van de provincie Noordholland en het noordelijke gedeelte van het Zuiderzegebied (eerste verbreidingsgebied);
2. Het centrum van de provincie Noordholland en het zuidelijke deel van het Zuiderzegebied (tweede verbreidingsgebied);
3. Het zuiden van de provincie Noordholland en het uiterste westen van de provincie Utrecht (derde verbreidingsgebied).

Bij de hierna volgende behandeling van de Wieringermeer-afzettingen zullen al naar gelang het betreffende onderwerp, hetzij de verbreidingsgebieden afzonderlijk, hetzij gezamenlijk worden besproken. De verschillende verbreidingsgebieden zijn in fig. 17 met de cijfers 1, 2 en 3 aangeduid.

Naamgeving en vroegere beschrijvingen in het eerste verbreidingsgebied.

De Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied zijn in de literatuur vrijwel steeds beschreven als oude zeeklei en oudholocene wadafzettingen. De uitvoerigste behandeling vond plaats door ZUUR (1936), die de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer onderzocht en beschreef. Aangezien de betreffende afzettingen in de Wieringermeer goed zijn ontsloten, is hieraan door PONS (1957) de naam Wieringermeerklei gegeven. DU BURCK (1957, 1958a, 1958b) beschreef de oude zeeklei in het Geestmerambacht en in de kop van Noordholland, terwijl WIGGERS (1955) in navolging van MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947) een afzetting van oude zeeklei in de Noordoostpolder als Unioklei beschreef. Zoals uit figuur 17 blijkt wordt de Unioklei door ons thans voor het grootste gedeelte tot de Wieringermeer-afzettingen gerekend.

Alvorens de verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied te behandelen zal een kort overzicht worden gegeven van de beschrijving van de afzettingen door ZUUR (1936), PONS (1957), DU BURCK (1957, 1958a, 1958b) en WIGGERS (1955).

ZUUR ging bij zijn beschrijving van de geologische wordingsgeschiedenis van de Wieringermeer uit van de gangbare opvatting, dat aanvankelijk door de transgredierende zee wadafzettingen werden gedeponeerd op het Veen-op-grotere-diepte, totdat bij een zeestand van 6.5 m — N.A.P., omstreeks 4500 v. Chr., de schoorwal zover was voltooid, dat achter deze schoorwal in rustiger water de oude zeeklei werd afgezet. Het einde van de vorming van de oude zeeklei stelde ZUUR op ongeveer 3500 v. Chr., bij een zeestand van 4.5 m — N.A.P.

In de oude zeeklei onderscheidde ZUUR twee typen, het eerste dat van de kalkrijke, lichtere gronden met een gelaagde opbouw en weinig of niet doorgroeid (het wadland), het tweede dat van de zwaardere gronden, dikwijls kalkarm of kalkloos, sterk doorgroeid met riet (het kwelderland). Het wadland, dat evenals het kwelderland over grote oppervlakten aaneengesloten voorkomt, bestaat vrijwel geheel uit wadafzettingen. In het kwelderland treft men een groot aantal krekken aan, die bij voortgaande sedimentatie met grond van een lichter type werden opgevuld. De grens tussen kwelderland en wadland is niet scherp; tussen beide komt min of meer een overgangstrook voor.

De opvatting dat allereerst oudholocene wadafzettingen werden gevormd, welke voor een deel werden overdekt door oude zeeklei, werd door de waarnemingen in de Wieringermeer niet erg gesteund. ZUUR merkte op dat het verschil tussen wad- en kwelderland ten dele reeds in de tijd van het Oud-Holoceen moet hebben bestaan. De schrijver concludeert uit het schaarse materiaal dat hem over de diepere lagen ter beschikking stond, dat de overgang van het Oud- naar het Jong-Holoceen in de Wieringermeer blijkbaar een zeer geleidelijke is geweest. De sedimentatie woog ongeveer op tegen de stijging van de zeespiegel en vond daardoor in grote lijnen steeds op dezelfde wijze plaats.

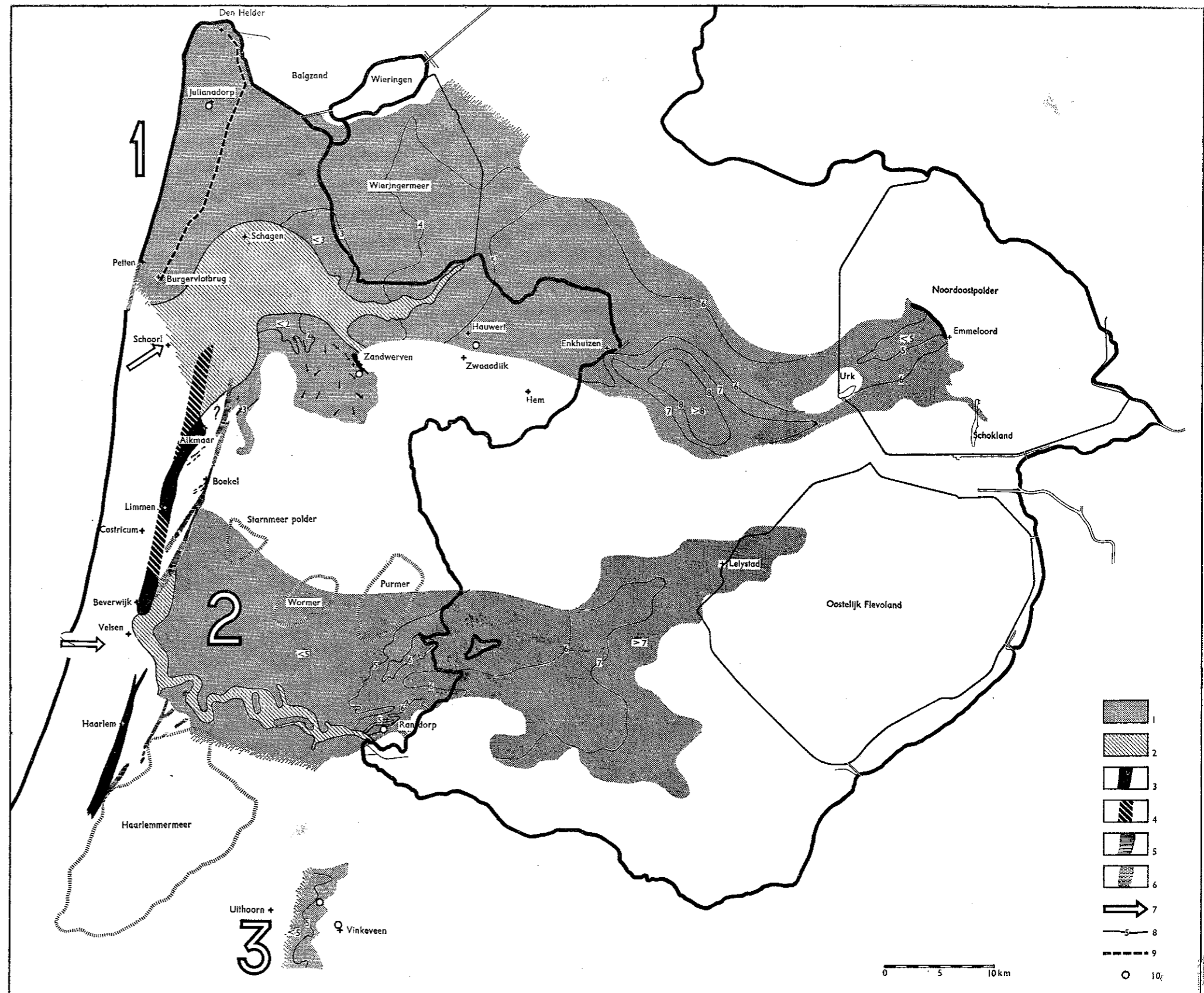
Volgens onze opvattingen dateren de Wieringermeer-afzettingen uit het begin van het Subboreaal, tussen ongeveer 2800 en 2200 à 2300 v. Chr. Het conservatieve karakter van de sedimentatie waarop ZUUR wees, moet o.i. worden gezien als een gevolg van het feit dat de sedimentatie vanaf het begin via een stelsel van geulen en krekken plaats vond, zodat de Wieringermeer als geheel nimmer het karakter van een wadengebied heeft vertoond. Hierop wordt nog nader ingegaan.

Volgens ZUUR is de sedimentatie van de oude zeeklei tijdelijk onderbroken geweest, hetgeen werd afgeleid uit het voorkomen van een veenlaag in het westelijke deel van de Wieringermeer in de oude zeeklei. Wij nemen op grond van verschillende overwegingen aan dat deze veenlaag de

Fig. 17. De Wieringermeer-afzettingen.
The Wieringermeer deposits.

The Wieringermeer deposits.

1. Verbreiding van de afzettingen in de gebieden 1, 2 en 3
Distribution of the deposits in the areas 1, 2 and 3
2. Afzettingen later geërodeerd
Deposits eroded in later periods
3. Bijbehorende strandwallen, met inbegrip van de zandwallen van Zandwerven en Emmeloord
Accompanying beach barriers and sand ridges of Zandwerven and Emmeloord
4. Idem, later geërodeerd
Accompanying beach barriers eroded in later periods
5. Oudere strandwallen
Older beach barriers
6. Idem, geërodeerd
Older beach barriers, eroded
7. Ligging van de zeegaten
Location of the inlets
8. Dieptelijn van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P.
Depth of the surface of the deposits in metres below A.O.D.
9. Ligging van het profiel (fig. 18).
Location of the cross section (fig. 18).
10. Ligging van de ¹⁴C-profielen (fig. 10, 11, 16)
Location of the ¹⁴C-profiles (fig. 10, 11, 16)



scheiding vormt tussen de Wieringermeer-afzettingen enerzijds en de Westfriese afzettingen anderzijds. Hoewel in het volgende artikel nader op deze afzettingen boven het veenlaagje zal worden ingegaan, zij er thans reeds op gewezen dat ZUUR vaststelde dat de sedimentatie ná de vorming van de veenlaag anders is verlopen dan vóór de vorming van het veen. De afzettingen boven het veenlaagje zijn veelal zandiger en kalkrijker.

ZUUR vermeldde ook het voorkomen van twee veenlaagjes in het zuidoosten van de Wieringermeer. Vermoedelijk betreft het hier de veenlaagjes die de scheiding vormen tussen de Wieringermeer-afzettingen en de fasen I en II van de Westfriese afzettingen. Hierop zal in het volgende artikel ook nader worden ingegaan, vooral aangezien door PONS (1957) een iets andere interpretatie aan deze beschrijving van ZUUR is gegeven, dan wij thans menen te moeten doen.

ZUUR nam aan dat op vele plaatsen in de Wieringermeer van de bovenzijde van de oude zeelei door de binnendringende Zuiderzee enkele decimeters zijn geabradeerd. Hij grondde deze opvatting op het plaatselijk ontbreken van de veenlaag in de oude zeelei, waar deze blijkens het verloop van de laag hoog moet hebben gelegen en op het plaatselijk ontbreken van de ontcalcite laag aan de bovenkant van de oude zeelei.

Voor de verdere beschrijving van de Wieringermeer-afzettingen in de Wieringermeer moge worden verwezen naar ZUUR en naar hetgeen hierna nog zal worden opgemerkt.

PONS (1957) beschreef de betreffende afzettingen in een profiel te Hauwert-Zwaagdijk (zie fig. 16) en gaf hieraan de naam Wieringermeerle. Onder Hauwert komt op een diepte van 3.45-3.70 m beneden maaiveld (5.25-5.50 m — N.A.P.) een zware, kalkloze, riethoudende kleilaag voor, welke blijkt overeen te komen met de klei die in vrijwel de gehele Wieringermeer aan de oppervlakte treedt (fig. 1).

DU BURCK beschreef de bodemgesteldheid en de wordingsgeschiedenis van het Geestmerambacht (1957) en van de Kop van Noordholland (1958a, 1958b). Zoals uit fig. 17 blijkt nemen wij aan dat oorspronkelijk in het grootste deel van het Geestmerambacht ook Wieringermeer-afzettingen aanwezig zijn geweest, welke echter bij de inbraak van de zee waarbij de Westfriese afzettingen werden gevormd, bijna geheel zijn opgeruimd. DU BURCK nam voor het Geestmerambacht aan dat hier een continue sedimentatie had plaats gevonden vanaf het begin van het Atlanticum tot in het Subboreaal, waarbij de zandige afzettingen uit het Atlanticum en eventueel uit het begin van het Subboreaal zouden dateren, de daarop afgezette pre-Romeinse kwelder uit het Subboreaal. DU BURCK vatte deze pre-Romeinse kwelder op als behorende tot de Cardiumtransgressie of tot een nog jongere fase. In deze publikatie vinden wij dus geen verdere gegevens ten aanzien van de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied.

DU BURCK beschreef eveneens de genese van de Kop van Noordholland. In de eerste publikatie (1958a) welke handelt over Koegras en de Anna Paulowna polder komt de auteur tot de conclusie dat de onder het veen aanwezige oudere zeelei niet tot de oude zeelei kan worden gerekend, omdat het bovenste deel van deze oudere klei, blijkens palynologisch onderzoek van Prof. FLORSCHÜTZ, uit het Subboreaal zou dateren, terwijl ook de hoge ligging (volgens DU BURCK op ca. 2.00 tot 3.50 m — N.A.P.) tegen een correlatie met de oude zeelei zou pleiten. DU BURCK rekent de oudere klei onder het veen tot een randafzetting van de Westfriese zeelei.

DU BURCK (1958a) beschreef in deze publikatie niet het voorkomen van oudere mariene afzettingen, gelegen onder de 'oudere' zeelei. Hoewel het aantal beschikbare gegevens in dit gebied beperkt is, zijn wij van mening dat plaatselijk onder de 'oudere' zeelei een afzetting voorkomt welke wij tot de Wieringermeer-afzettingen kunnen rekenen. De scheiding tussen de Wieringermeer-afzettingen en de 'oudere' klei welke wij evenals DU BURCK tot de Westfriese afzettingen willen rekenen, wordt gevormd door een dunne veenlaag. In figuur 17 zijn de Wieringermeer-afzettingen in het betreffende gebied aangegeven alsof deze nog steeds aanwezig zouden zijn. Zoals in de volgende publikatie zal worden aangetoond, moeten de Wieringermeer-afzettingen hier echter plaatselijk geheel of gedeeltelijk zijn geërodeerd.

In zijn publikatie over het Laagterras en het Veen-op-grotere-diepte in de Kop van Noordholland beschrijft DU BURCK (1958b) eveneens de 'oudere' klei onder het veen. Op grond van een ¹⁴C-bepaling van veenmonsters uit de bouwput bij Julianadorp meent DU BURCK aan het mariene pakket boven het Veen-op-grotere-diepte een subboreale ouderdom te mogen toekennen.

Uit het pollendiagram van Burgervlotbrug, gepubliceerd door DU BURCK (1958b) menen wij te mogen concluderen dat de kleilaag tussen 7.90 en 4.10 m — N.A.P. tot de oudere mariene afzettingen moet worden gerekend. Naar onze mening komen zowel in Julianadorp als bij Burgervlotbrug en plaatselijk in de Anna Paulownapolder Wieringermeer-afzettingen voor.

Door MULLER en VAN RAADSHOOVEN (1947) werd de oude zeelei in de Noordoostpolder onderscheiden in de Unioklei en de Cardiumklei, beide daterend uit het Atlanticum. De Unioklei is een afzetting in een zoet tot brak milieu, de Cardiumklei een vorming welke een duidelijk marien karakter draagt.

WIGGERS (1955) stelde vast dat de Cardiumklei in de Noordoostpolder niet van atlantische,

doch van subboreale ouderdom is. Op grond van palynologisch onderzoek meende deze auteur aan de Unioklei nog wel een atlantische ouderdom te mogen toekennen. Bij het overleg tussen de auteurs van dit artikel bleek echter dat de Unioklei moet worden opgevat als behorend tot de vroeg-subboreale Wieringermeer-afzettingen. Hiervoor pleiten verschillende argumenten, die nog nader zullen worden besproken.

De verbreiding van de afzettingen in het eerste gebied.

De verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in het eerste gebied is aangegeven in figuur 17.

Wanneer met de wat meer gedetailleerde beschrijving van het voorkomen van de Wieringermeer-afzettingen binnen dit gebied in het noordwesten wordt begonnen, kan allereerst worden opgemerkt dat naar onze mening in de gehele Kop van Noordholland Wieringermeer-afzettingen in de ondergrond voorkomen. DU BURCK (1958b) publiceerde een profiel van Den Helder tot Alkmaar, welk profiel in figuur 18 in vereenvoudigde vorm is weergegeven voor wat betreft het gedeelte tussen Den Helder en Burgervlotbrug.

Over de gehele afstand van Den Helder tot Burgervlotbrug is onder jongere afzettingen een veenlaag aangetroffen, waarvan de basis op een diepte van 3 à 4 m — N.A.P. rust op oudere mariene afzettingen. Uit het door DU BURCK vermelde feit dat zowel in Julianadorp als bij Burgervlotbrug de gehele oude zeeklei in het Subboreaal is gevormd, menen wij te mogen concluderen dat dit met het gehele pakket oudere mariene afzettingen, gelegen tussen het Veen-op-grotere-diepte en de veenlaag met zijn basis op 3 à 4 m — N.A.P., van Burgervlotbrug tot Den Helder het geval moet zijn. Daar blijkens figuur 12 ten noorden van Schagen nimmer de zo karakteristieke Beemster-afzettingen zijn aangetroffen, zijn wij van mening dat het gehele pakket oudere mariene afzettingen in de Kop van Noordholland tot de Wieringermeer-afzettingen moet worden gerekend.

Gezien de verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in de Kop van Noordholland kan worden aangenomen dat deze afzettingen tussen Petten en Den Helder eveneens in de Noordzee aanwezig moeten zijn geweest.

In het centrale en noordelijke deel van de Wieringermeer komt de situatie overeen met die in de Kop van Noordholland. De afzettingen wiggen hier uit tegen het omhooglopende oppervlak van het Pleistoceen. Nabij Wieringen eindigen de Wieringermeer-afzettingen ongeveer bij de hoogtelijn van het pleistocene oppervlak van 4 m — N.A.P. (fig. 1).

In het zuidelijke deel van de Wieringermeer en in het noorden van het oostelijke deel van Westfriesland rusten de Wieringermeer-afzettingen op de in noordelijke richting uitwiggende Beemster-afzettingen, daarvan gescheiden door een dunne veenlaag (fig. 1, 12 en 16). De Wieringermeer-afzettingen wiggen in Westfriesland zelf naar het zuiden uit, zodat in de ondergrond van Westfriesland ter hoogte van Spanbroek en ongeveer halverwege Enkhuizen-Hem de zuidelijke grens wordt aangetroffen.

De verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen in de Heerhugowaard en nabij Obdam en Zandwerven zal afzonderlijk worden besproken (blz. 140).

Zoals uit figuur 17 blijkt komen in het noordelijke deel van het IJsselmeer, direct ten zuiden van de Afsluitdijk ook Wieringermeer-afzettingen voor. De hoofdtak van deze sedimenten loopt echter in zuidwestelijke en daarna in westelijke richting door het IJsselmeer en treedt ten noorden en ten zuiden van Urk de Noordoostpolder binnen.

De ligging van de Wieringermeer-afzettingen in het IJsselmeer komt overeen met die in het oostelijke deel van Westfriesland; langs de noordflank rusten de afzettingen direct op het Veen-op-grotere-diepte, langs de zuidflank op de Beemster-afzettingen. Door het betrekkelijk geringe aantal boringen, doch vooral door het ten oosten van

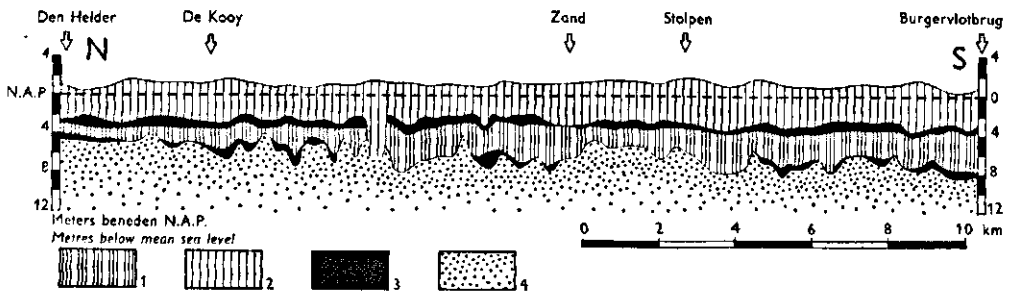


Fig. 18. Profiel van Den Helder naar Burgervlotbrug (zie voor de ligging fig. 17) / Cross section from Den Helder to Burgervlotbrug (see for location fig. 17).

1. Wieringermeer-afzettingen / Wieringermeer deposits — 2. Jongere afzettingen / Younger deposits — 3. Veen / Peat — 4. Pleistoceen / Pleistocene.

Enkhuizen voorkomen van dikke lagen Enkhuizerzand zijn de afzettingen in het IJsselmeer minder goed bekend dan in het meer westelijk gelegen gebied en in de Noord-oostpolder. Zowel bij de vorming van de Westfrieze afzettingen als bij het ontstaan van de getij-geulen op het Enkhuizerzand zijn de Wieringermeer-afzettingen in dit gedeelte van het IJsselmeer gedeeltelijk opgeruimd.

De Wieringermeer-afzettingen in de Noordoostpolder zijn door WIGGERS (1955) onder de naam Unioklei uitvoerig beschreven. Bij de bespreking van de verbreiding van de Unioklei maakte WIGGERS onderscheid tussen een gebied waar deze klei steeds aanwezig en goed ontwikkeld is en een ander gebied, waar de Unioklei slechts plaatselijk aanwezig is als een kleilaag in het veen of in en langs de geulen. De door WIGGERS tot de Unioklei gerekende afzetting in de diepe geul ten zuidwesten van Schokland wordt door ons thans tot de Beemster-afzettingen gerekend.

De Wieringermeer-afzettingen hebben bij het doordringen tot in de Noordoostpolder gebruik gemaakt van de geulen in de oppervlakte van het Pleistoceen, die ten noorden en ten zuiden van Urk aanwezig zijn (zie fig. 1. PONS en WIGGERS, 1958).

Ten westen van Emmeloord komt langs de oostelijke verbreidingsgrens een zandwal voor, opgeworpen bij de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen. Uit het door WIGGERS (1955) gepubliceerde profiel blijkt dat het zand afkomstig is van de abrasie van de pleistocene oppervlakte.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het eerste verbreidingsgebied niet overal gespaard gebleven. Over een breed traject tussen Burgervlotbrug en Alkmaar en tussen Schagen en Oude Niedorp en verder naar het oosten in smaller wordende stroken zijn de Wieringermeer-afzettingen geheel of gedeeltelijk opgeruimd bij de sedimentatie van de Westfrieze afzettingen (fig. 17). In het westelijke gedeelte van de Wieringermeer en in de Anna Paulownapolder zijn eveneens plaatselijk de Wieringermeer-afzettingen door erosie opgeruimd, hoewel dit in figuur 17 niet nader is aangegeven. Dit is eveneens het geval in het IJsselmeer, terwijl in een groot gedeelte van de Wieringermeer het bovenste gedeelte van deze afzettingen door abrasie is verdwenen (ZUUR, 1936).

De hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen in het eerste verbreidingsgebied.

De hoogteligging van de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen is weergegeven in figuur 17. Deze varieert van minder dan 2 m — N.A.P. in de Heerhugowaard tot ruim 8 m — N.A.P. in het IJsselmeer. Het hoogste gedeelte, de centrale rug (tussen Noord-Scharwoude en Burgervlotbrug en vandaar in de richting van de Wieringermeer),

moet eveneens tot minder dan 2 m — N.A.P. hebben gereikt. Het patroon van de dieptelijnen van 3 en 4 m geeft aan dat deze centrale rug door het zuidelijke deel van de Wieringermeer heeft gelopen. Door de later opgetreden inklinking en door de abrasie in de Wieringermeer is de oorspronkelijke hoogteligging niet meer goed te reconstrueren.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het IJsselmeer te vervolgen in een baan, waarvan de oppervlakte tussen 5 à 6 m — N.A.P. ligt. In de Noordoostpolder, waar de bovenzijde van het Pleistoceen ondiep ligt, reiken de Wieringermeer-afzettingen weer tot 4 à 5 m — N.A.P. Ook langs de geulen ligt de bovenzijde van de oeverstroken in de Noordoostpolder op deze diepte. In het IJsselmeer reiken de Wieringermeer-afzettingen plaatselijk slechts tot 8 à 9 m — N.A.P. Deze diepe ligging kan voor een belangrijk gedeelte worden toegeschreven aan de inklinking van de afzettingen zelf en aan de inklinking van de onderliggende slappe Beemster-afzettingen en van het veen, terwijl plaatselijke erosie niet is uitgesloten.

Overigens vertonen de Wieringermeer-afzettingen een buitengewoon onregelmatige hoogteligging. Zandige profielen die hoog zijn gelegen wisselen voortdurend af met slappe kleiprofielen, waarvan het oppervlak door inklinking zeer sterk kan zijn gedaald. Dat de kleiige Wieringermeer-afzettingen ook zonder kunstmatige ontwatering een belangrijke inklinking kunnen vertonen valt onder andere af te leiden uit de door ZUUR (1936) gepubliceerde foto van het verloop van de veenlaag aan de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen. In de Wieringermeer varieert de diepteligging van de veenlaag, die volgens ons oorspronkelijk, althans over korte afstand gezien, vrijwel horizontaal heeft gelegen volgens ZUUR 1 à 1.5 m. Ook in de Noordoostpolder werd door WIGGERS (1955) aangetoond dat aldaar de hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen sterk uiteenloopt.

De variatie in hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen valt behalve uit figuur 1 vooral af te leiden uit de figuren 18 en 21. De hoogtelijnen in figuur 17 moeten derhalve als zeer globaal worden beschouwd, te meer daar in de Wieringermeer en in de Anna Paulownapolder plaatselijk Westfriese afzettingen aanwezig zijn, die onvoldoende te scheiden waren van de Wieringermeer-afzettingen.

De dikte van de afzettingen, het voorkomen van zand en de erosie in het eerste verbreidingsgebied.

De onderzijde van de Wieringermeer-afzettingen is in het eerste verbreidingsgebied meestal gemarkeerd door een veenlaag, zoals in figuur 1 is te zien. Dit veenlaagje kan het Veen-op-grotere diepte zijn, wanneer namelijk direct onder het veen het pleistocene zand ligt (fig. 18), doch ook een veenlaagje tussen de Wieringermeer- en de Beemster-afzettingen. De aanwezigheid van deze veenlaag aan de basis van de Wieringermeer-afzettingen maakt het mogelijk de dikte van de afzettingen aan te geven (fig. 1 en 18). DU BURCK (1958b) vermeldde in de omgeving van Burger-vlotbrug een dikte van de Wieringermeer-afzettingen van ongeveer 4 m. Zoals uit de profielen, afgebeeld in de figuren 1 en 18 blijkt, zijn de Wieringermeer-afzettingen in een groot gedeelte van het eerste verbreidingsgebied echter dunner dan 4 m.

Op vele plaatsen, in het bijzonder daar waar de Wieringermeer-afzettingen zandig zijn ontwikkeld, is het onderliggende veenlaagje geërodeerd, terwijl tevens een groter of kleiner deel van de onderliggende Beemster-afzettingen of het pleistocene zand kan zijn opgeruimd. Een brede erosiestrook loopt van Schagen via de Wieringerwaard door het midden van de Wieringermeer tot in het IJsselmeer, waar de begrenzing vaag wordt (fig. 1). Het verloop van deze strook in het IJsselmeer is aangegeven in figuur 2 en in de bijlage (fig. 1) bij PONS en WIGGERS (1958). Ten oosten van Schagen tot aan de Wieringermeer is het Veen-op-grotere diepte volledig geërodeerd, terwijl ook de bovenzijde van het Pleistoceen in belangrijke mate is aangetast. Vanuit dit gebied lopen nog enkele smalle erosiebanen tot in de Wieringermeer. Deze stroken stellen tevens de hoofdbanen van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen voor. Hierin bevindt zich overwegend zand, waardoor ter plaatse de hoogteligging van de bovenkant van de afzettingen weinig door inklinking

is beïnvloed. Wel heeft in de Wieringermeer juist door deze geringe inklinking de abrasie op de zandige gedeelten het grootste effect gehad.

Het Veen-op-grotere-diepte ontbreekt ook plaatselijk in de Noordoostpolder doordat bij de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen dit veen is opgeruimd; zelfs het pleistocene zand is hier plaatselijk geërodeerd, terwijl uit het opgewoelde zand een zandwal aan de noordoostelijke rand van het gebied is gevormd. De sedimentatie van de klei heeft zich ten dele later over deze wal uitgebreid.

De Wieringermeer-afzettingen in de Heerhugowaard, bij Obdam en Zandwerven.

Een groot gedeelte van het noordelijke verbreidingsgebied van de Wieringermeer-afzettingen bevindt zich in de Heerhugowaard, bij Obdam, Spierdijk en ten zuiden van Spanbroek tot in de Schermer.

De situatie is hier enigszins gecompliceerd, daar hier Wieringermeer-afzettingen zijn gesedimenteerd op plaatsen waar de Beemster-afzettingen zandig ontwikkeld waren en zeer hoog lagen (ca 2.5 m — N.A.P.). Vermoedelijk had zich op deze hooggelegen Beemster-afzettingen nog geen veenlaag gevormd vóór de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen plaats vond. Behalve in de Schermer is in dit gebied nimmer een veenlaag tussen de beide afzettingen aangetroffen. Dit heeft tot gevolg dat de uiterste grens van het voorkomen van de Wieringermeer-afzettingen liggend op de Beemster-afzettingen zeer moeilijk valt te trekken (fig. 19).

Bij Zandwerven bevindt zich een zandwal, die reeds door vele auteurs is vermeld. TESCH (1947) beschouwde deze als behorende tot de oudste strandwallenreeks die naar het vaste punt van Wieringen zou wijzen, hoewel hij rekening hield met de mogelijkheid dat de zandwal gevormd was als een afzonderlijk eiland in de wadvlakte. Ook door FABER (1947b) en PANNEKOEK (1956) wordt de zandwal van Zandwerven als een deel van een oude strandwal beschouwd.

Bij een vluchtig onderzoek ter plaatse en met behulp van luchtfoto's kon een beeld worden gevormd van de terreïngesteldheid en de verbreiding van de diverse afzettingen (fig. 19 en 20). Zo kon worden aangetoond dat langs de oostrand van de zandwal het grove zand rust op kleiige Beemster-afzettingen, gelegen met de bovenzijde op ongeveer 2.9 à 3.0 m — N.A.P. De overgangslaag is hier zeer rijk aan gebroken schelpen van *Cardium edule*. Even ten oosten van de zandwal worden de Beemster-afzettingen onder een dun venig dek aangetroffen. In de eigenlijke zandwal wordt steeds op een diepte van 2.1 tot 2.7 m — N.A.P. een laag schelpen en schelpgruis van *Cardium edule* aangetroffen (VAN GIFFEN, 1930; BUTTER, 1935; VAN REGTEREN ALTENA, 1958). Deze laag zet zich ten westen en zuidwesten van de zandwal voort als een dun laagje schelpgruis, gelegen op een diepte van 1 à 1.5 m in klei-afzettingen. De klei boven deze schelplaag behoort tot de Wieringermeer-afzettingen.

Op de zandwal zelf bevindt zich boven de schelplaag grof zand en in de omgeving van de neolithische bewoningsplaats op een diepte van ongeveer 2.4 m — N.A.P. een dunne kleilaag. Boven dit ongeveer 10 cm dikke kleilaagje volgen weer zandlagen, zonder schelpen. In dit zandpakket troffen BUTTER en VAN GIFFEN op een diepte tussen ca 1 m en 2.3 m — N.A.P. sporen van neolithische culturen aan, terwijl VAN REGTEREN ALTENA (1958) slechts één cultuurlaag tussen 1.3 en 1.8 m — N.A.P. vond (fig. 20).

De schelplaag werd met behulp van een ¹⁴C-bepaling gedateerd. De ouderdom werd vastgesteld op 2375 ± 55 v. Chr. (GRO 1583) (VAN REGTEREN ALTENA, 1958). Het gedeelte van het kleipakket, behorende tot de Wieringermeer-afzettingen en liggend boven deze schelplaag, is dus jonger dan ongeveer 2400 v. Chr. Deze klei wigt bij Zandwerven uit tegen de zandwal.

Ten westen van de zandwal ligt het klei-oppervlak van de Wieringermeer-afzettingen bijna 1 m hoger dan direct ten oosten van de wal, waar slechts Beemster-afzettingen

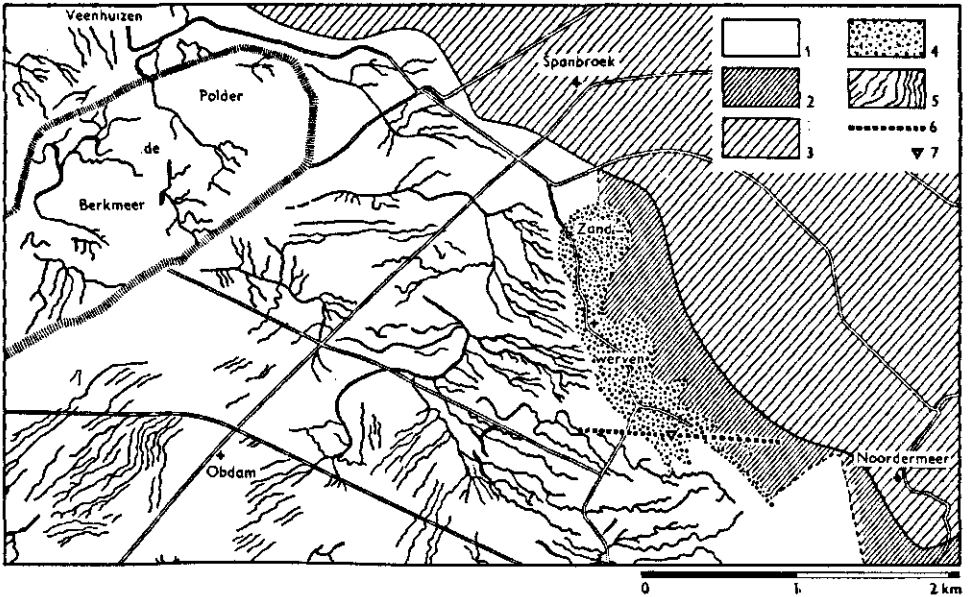


Fig. 19. Oudere mariene afzettingen in de omgeving van Zandwerven / Older marine deposits near Zandwerven.

1. Verbreiding van de Wieringermeer-afzettingen / Distribution of the Wieringermeer deposits —
2. Verbreiding van de Beemster-afzettingen / Distribution of the Beemster deposits —
3. Verbreiding van de jongere afzettingen / Distribution of the younger deposits —
4. Zandwal van Zandwerven / Sand ridge of Zandwerven —
5. Resten van krekken aan de oppervlakte van de Wieringermeer-afzettingen / Remnants of creeks at the surface of the Wieringermeer deposits —
6. Ligging van het profiel (fig. 20) / Location of the cross section (fig. 20) —
7. Plaats van de opgravingen / Location of the archaeological excavations.

voorkomen. Bij het raadplegen van luchtfoto's valt ten westen van de zandwal een zeer groot aantal verlande krekken op. In het veld zijn deze krekken vooral op weilanden die vermoedelijk nog nimmer bouwland zijn geweest, zeer duidelijk. In figuur 19 is een aantal van deze krekken aangegeven.

De krekken vertakken zich sterk en lopen in een groot aantal smalle kreekjes dood tegen de wal van Zandwerven. Ook bij Obdam, Veenhuizen, in het noordoostelijke en westelijke deel van de Heerhugowaard en bij de zandruggen van de Omval-afzettingen in de Schermer is een groot aantal van deze krekken, die zo karakteristiek zijn voor de Wieringermeer-afzettingen, aangetroffen.

Deze krekken vertegenwoordigen de laatste fase van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen. Men kan niet één groot doorlopend systeem herkennen; blijkbaar trok de zee zich langzaam uit deze omgeving terug. Plaatselijk zijn duidelijk elkaar kruisende krekken geconstateerd.

Bij Zandwerven is het systeem naar het zuidoosten gericht, bij Obdam naar het zuiden tot zuidwesten. Bij Veenhuizen is een meer slingerend systeem te onderscheiden dat zijn oorsprong ongetwijfeld in het noorden vond. De hoogtekaart van de Heerhugowaard toonde, samen met de luchtfoto's, in het noorden van deze polder een uitgebreid krekkenstelsel aan. De bovenzijde van de oeverwallen reikt hier tot 1.8 m — N.A.P. In figuur 17 is dan ook de dieptelijn van 2 m — N.A.P. door het noordelijk deel van de Heerhugowaard getrokken.

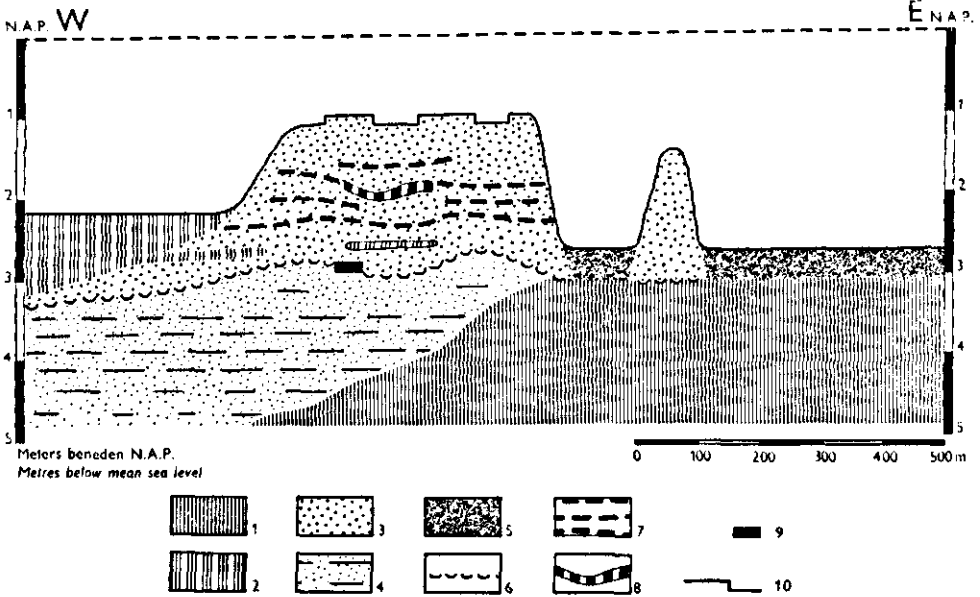


Fig. 20. Schematisch profiel over de zandwal van Zandwerven (zie voor de ligging fig. 19)
Schematic cross section of the sand ridge of Zandwerven (see for location fig. 19).

1. Beemster-afzettingen / Beemster deposits — 2. Wieringermeer-afzettingen / Wieringermeer deposits — 3. Zand / Sand — 4. Wad-afzettingen / Tidal flat deposits — 5. Venige bovengrond / Peaty top soil — 6. Schelplaag / Layer with many shells — 7. Humeuze vegetatielagen / Humous vegetation layers — 8. Cultuurlaag / Layer with archaeological finds — 9. ^{14}C -monster / ^{14}C -sample — 10. Afgegraven oppervlak van de zandwal / Partly excavated surface of the sand ridge.

Ten zuiden van de zandwal van Zandwerven valt de grens van de Wieringermeer-afzettingen moeilijk te bepalen. Plaatselijk vindt men daar nog een dunne laag enigszins zandige Wieringermeer-afzettingen op zware Beemster-afzettingen. Gebleken is dat zich de uiterste grens van de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied enkele honderden meters voorbij de plaats bevindt, waar de duidelijke krekken eindigen. De verbreidingsgrens van de Wieringermeer-afzettingen in de figuren 17 en 19 is bij Zandwerven dan ook met behulp van luchtfoto's aangegeven.

Wij beschouwen de zandwal van Zandwerven, gezien de ligging in het terrein, als te zijn gevormd tijdens de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen door de werking van water en wind. Het grovere deel van de grote hoeveelheden zand van de Beemster-afzettingen ten westen van Zandwerven is bij de vorming van de Wieringermeer-afzettingen aan de oostzijde als een wal opgehoopt. Uit een nader onderzoek van de structuur van de zandwal zal moeten blijken in hoeverre mariene sedimentatie naast de aeolische nog een rol heeft gespeeld.

Het onderzoek van de schelpen in de genoemde schelplaag heeft uitgewezen dat naast *Cardium edule* L. (groot, maar minder dik dan in zuiver zeewater) werden aangetroffen *Mytilus edulis* L. (fragmenten vrij stevig en dik), *Macoma balthica* L. en *Scrobicularia plana* Da C. (VAN REGTEREN ALTENA, 1958). Het milieu kon door Dr C. O. VAN REGTEREN ALTENA (aangehaald in VAN REGTEREN ALTENA, 1958) gekarakteriseerd worden als bijna marien. „Het zoutgehalte van het milieu kan gemiddeld niet veel lager geweest zijn dan in zee. De schelpen zijn niet afkomstig van dieren die ter plaatse hebben geleefd, maar zijn bepaald niet lang of ver getransporteerd”.

De hier gegeven beschrijving past zeer wel in het beeld van een zandwal, vrij dicht bij het zeeget gelegen, doch veel minder in dat van een echte strandwal, bespoeld door de volle Noordzee.

VAN GIFFEN (1930) en BUTTER (1935) stelden in de zandwal sporen van twee neolitische culturen vast. De oudste cultuur valt enigszins te vergelijken met die, welke later gevonden is bij Hekelingen (MODDERMAN, 1953) en op Schouwen (TRIMPE BURGER, 1958).

De jongere cultuur werd door VAN DER WAALS en GLASBERGEN (1955, 1956) tot de eerste fase van de standvoetbekercultuur gerekend, hetgeen bij een recent onderzoek door VAN REGTEREN ALTENA (1958) werd bevestigd⁴. Op grond van ¹⁴C-dateringen mag voor deze fase een ouderdom van ongeveer 2200 v. Chr. worden aangenomen (DE VRIES, BARENSEN and WATERBOLK, 1958)

De oudere cultuur, die zeer waarschijnlijk in verband mag worden gebracht met afvalhopen met vooral mosselschalen en visresten (WESTERHEEM, 1958) moet ouder zijn dan de eerste fase van de standvoetbekercultuur (2200 v. Chr.) en iets jonger dan ongeveer 2375 v. Chr., zodat deze omstreeks 2300 v. Chr. zou kunnen worden gedateerd. Deze bewoners gebruikten als voedsel hoogstwaarschijnlijk mossels, die op de wadvlakte van de nabij gelegen Wieringermeer-afzettingen leefden en aten voorts, blijkens de aangetroffen resten, steur en bruinvis (WESTERHEEM, 1958).

Ten tijde van de standvoetbekercultuur was de wadvlakte ter plaatse reeds in een kwelder veranderd, waarschijnlijk reeds geheel verland en van de zee afgesloten.

Oudere beschrijvingen van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De Wieringermeer-afzettingen komen in het tweede verbreidingsgebied in Noordholland slechts op enkele plaatsen, namelijk in enkele droogmakerijen, aan de oppervlakte voor. Ze liggen aan de oppervlakte in het zuiden van de Starnmeerpolder, van de Wormer en de Purmer, althans voor zover ze niet door jongere sedimenten of door restveen zijn bedekt. In enkele kleine droogmakerijen in Waterland, namelijk in de Twiske polder en de Assendelveveenpolder treffen we deze afzettingen aan onder een 1 à 2 m dikke laag restveen.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het betreffende gedeelte van Noordholland steeds, samen met de Beemster-afzettingen, beschreven als oude zeeklei (TESCH, 1947; PANNEKOEK, 1956). Door BENNEMA and PONS (1957c) werden deze afzettingen in het westelijke deel van het midden van Noordholland aangeduid als Velsen I-afzettingen, en beschouwd als de jongste oude-zeekleiafzettingen in dit gebied. HAANS (1954) vermeldde in de Haarlemmermeer sedimenten die uit noordelijke richting schenen te komen en konden worden opgevat als te behoren tot de jongste oude-zeekleiafzettingen in dit gebied. GÜRAY (1952) gaf het voorkomen van oude zeeklei in de ondergrond van de IJ-polders aan, doch sprak zich niet uit over de ouderdom. DE KONING en WIGGERS (1955) behandelden de oude-zeekleiafzettingen in Oostelijk Flevoland; deze worden thans door ons grotendeels tot de Wieringermeer-afzettingen gerekend.

Op grond van de ouderdomsbepaling door middel van een ¹⁴C-analyse van een veenlaag, onmiddellijk boven de betreffende afzettingen in Ransdorp (Waterland) gelegen en op grond van een aantal overwegingen van sedimentologische en stratigrafische aard, menen wij dat de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied ongeveer van dezelfde ouderdom zijn als de reeds besproken Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied. Derhalve zijn deze sedimenten ook met de naam Wieringermeer-afzettingen aangeduid.

⁴ De auteurs stellen het op prijs op deze plaats de Heer VAN REGTEREN ALTENA te bedanken voor het doorlezen en van enkele aantekeningen voorzien van deze passages.

De verbreiding van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De verbreiding van de afzettingen in het tweede verbreidingsgebied is, voor zover bekend, in figuur 17 aangegeven. Het westelijke deel van de noordgrens is weliswaar vrij vaag, doch de lijn geeft ons inziens toch een vrij goede benadering van de noordelijke begrenzing van de afzettingen. De Wieringermeer-afzettingen wijgen hier over het Starnmeer-zand uit tegen de iets hoger gelegen Beemster-afzettingen (fig. 1). Veenlagen aan de basis van de Wieringermeer-afzettingen zijn hier niet aangetroffen, doch met behulp van een aantal eigenschappen van deze afzettingen, welke afwijken van die van de Beemster-afzettingen, kon de grens bij benadering worden vastgesteld. Zo komen in de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied meer katteklei en kalkloze slappe klei voor, wijkt de lutum-kalk verhouding af, is het lutumgehalte minder hoog, en worden in het zuiden van de Wormer enkele krekken gevonden, die in de Beemster-afzettingen steeds ontbreken.

Het oostelijke deel van de noordgrens, alsmede de oost- en zuidgrens in het IJsselmeer en in Waterland zijn nauwkeurig vastgesteld door middel van een groot aantal boringen. Het aangeven van de begrenzing was hier mogelijk, daar de Wieringermeer-afzettingen in dit gebied in principe als een kleilaag in het veen uitwiggen. In het noordelijke deel van het tweede verbreidingsgebied in het IJsselmeer rusten de Wieringermeer-afzettingen op de Beemster-afzettingen, daarvan gescheiden door een dunne veenlaag. Ten zuiden van Marken liggen de afzettingen op de Watergraafsmeer-afzettingen, terwijl in het zuidoostelijk deel van het verbreidingsgebied in het IJsselmeer de Wieringermeer-afzettingen op het Veen-op-grotere-diepte rusten.

Vanaf Amsterdam is de zuidoostelijke begrenzing wegens gebrek aan gegevens niet ingetekend. Zoals reeds werd opgemerkt menen wij dat de door HAANS (1954) uit de Haarlemmermeer beschreven afzettingen van de tweede transgressie (de oude-zeekleigronden) geheel of gedeeltelijk tot de Wieringermeer-afzettingen kunnen worden gerekend. Aangezien hieromtrent nog niet voldoende zekerheid bestaat, leek het ons juist dit gebied buiten beschouwing te laten.

Nabij Velsen is de aanwezigheid van de Wieringermeer-afzettingen wel aangegeven, daar de door BENNEMA and PONS (1957c) als Velsen I beschreven afzettingen zeker als Wieringermeer-afzettingen kunnen worden beschouwd.

De Wieringermeer-afzettingen zijn in het tweede verbreidingsgebied plaatselijk weer opgeruimd tijdens de sedimentatie van de Westfriesse afzettingen II en de jongere afzettingen van het Oer-IJ (GÜRAY, 1952; BENNEMA and PONS, 1957c).

De hoogteligging van de bovenzijde der afzettingen in het tweede verbreidingsgebied.

De bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen ligt in het tweede verbreidingsgebied tussen 3.5 en 8 m — N.A.P. Langs de zuidelijke en oostelijke verbreidingsrand liggen deze afzettingen het laagst, daar ze hier uitwiggen over van oorsprong zeer slappe oudere afzettingen of over veen. In het noorden en westen van het verbreidingsgebied liggen de afzettingen hoog, daar deze hier overal rusten op het Starnmeer-zand en zelf ook zandig ontwikkeld zijn.

Ten oosten van de 5 m-lijn is de hoogteligging van de bovenzijde van de afzettingen zeer gecompliceerd. Vlak naast stevige zavelprofielen langs de oorspronkelijke geulen treft men zeer slappe rietkleiprofielen aan, die ook onder de jongere veenbedekking zeer sterk kunnen zijn ingeklonken. De bovenzijde van de afzettingen op de ruggen kan tot boven 4 m — N.A.P. reiken, zoals kon worden vastgesteld in de Binnen- en Buitenveldertse polder, waar een kreekrug werd aangetroffen waarvan de bovenkant op ongeveer 3.5 — N.A.P. lag (PONS en KLOOSTERHUIS, 1955). Dit is geheel in overeenstemming met de verschijnselen die in de noordelijke Wieringermeer-afzettingen optreden.

Figuur 21 geeft een gedetailleerd beeld van de hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen in Waterland. Uit deze figuur blijkt duidelijk de onregelmatige hoogteligging van deze afzettingen in het zuidoostelijke deel van het betreffende gebied, en de vlakke ligging in het westelijke deel, waar de afzettingen over een groot gebied reiken tot 3.75-4.0 — N.A.P.

Ook vlak achter het oorspronkelijke zeevat in de Assendelver Zuiderpolder ligt de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen op ongeveer 3.8 à 4.2 m — N.A.P. Ook

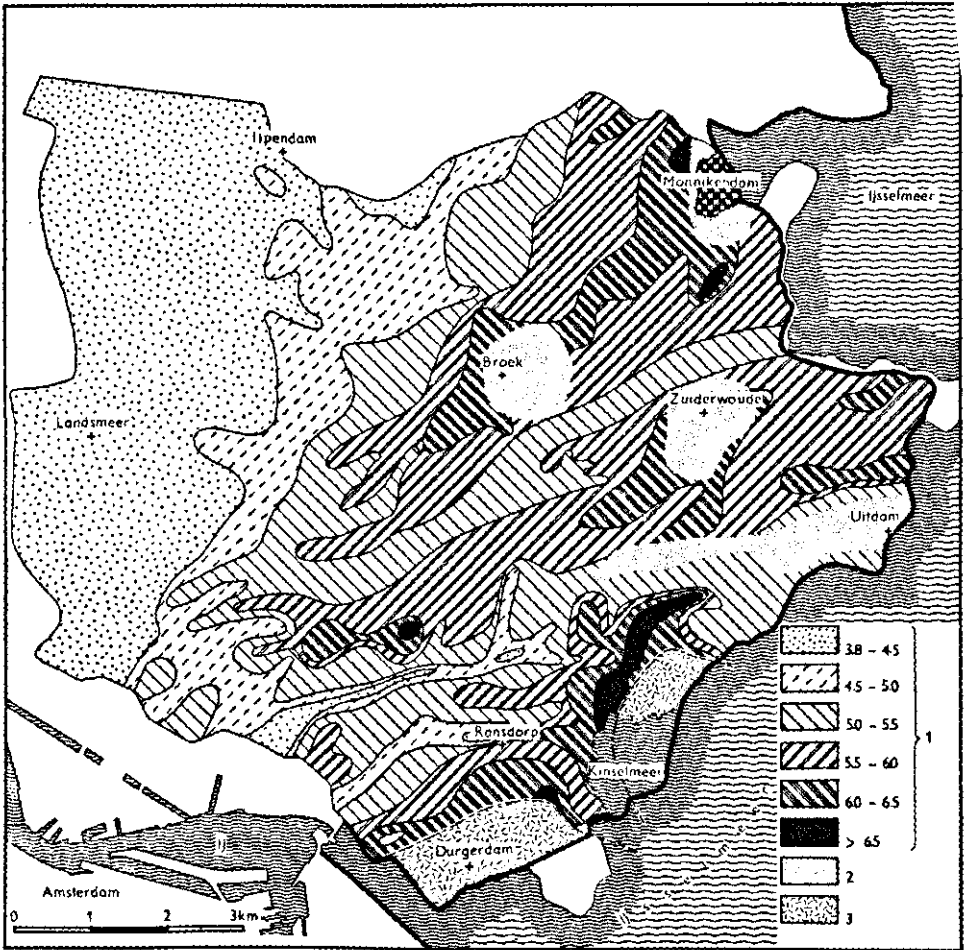


Fig. 21. Hoogteligging van de Wieringermeer-afzettingen in Waterland / *Depth of the Wieringermeer deposits in Waterland.*

1. Hoogte van de bovenzijde van de afzettingen in m — N.A.P. / *Depth of the surface of the deposits in m below A.O.D.* — 2. Bovenste deel van de afzettingen geërodeerd / *Topmost part of the deposits eroded* — 3. Afzettingen ontbrekend, bovenzijde van de oudere mariene afzettingen gevormd door de Watergraafsmeer-afzettingen / *Deposits lacking, surface of the older marine deposits formed by the Watergraafsmeer deposits.*

in die gebieden waar de Wieringermeer-afzettingen zandig ontwikkeld zijn en deze liggen op niet ingeklonken oudere zandafzettingen, ligt de bovenzijde van het pakket echter aanmerkelijk lager dan dicht bij het zeegat in het eerste verbreidingsgebied.

De dikte en het zand van de afzettingen en de erosie van het Pleistoceen in het tweede verbreidingsgebied.

De totale dikte van de Wieringermeer-afzettingen is in het tweede verbreidingsgebied binnen de provincie Noordholland niet aan te geven. Bij de sedimentatie van deze afzettingen is het oor-

spronkelijk hier aanwezige Starnmeer-zand sterk aangetast en tot op vrij grote diepte omgewerkt. In figuur 1 is de benedengrens van de Wieringermeer-afzettingen tussen de Purmer en de Die dan ook slechts zeer schematisch aangegeven.

In een groot gedeelte van het IJsselmeer werd aan de onderzijde van de Wieringermeer-afzettingen een veenlaag aangetroffen, welke hetzij onmiddellijk op het Pleistoceen is gelegen hetzij op de Watergraafsmeer- of de Beemster-afzettingen. De dikte loopt in het IJsselmeer vrij sterk uiteen en bedraagt maximaal 3 à 3.5 m.

Ten westen van de 5 m-lijn (fig. 17 en 21) bevindt zich in de ondergrond een dik pakket zeer zandig wadafzettingen. Een deel van dit zand behoort tot de Wieringermeer-afzettingen, doch welk deel dit betreft is niet nader aan te geven.

Slechts op zeer weinig plaatsen is in het tweede verspreidingsgebied geconstateerd dat bij de vorming van de Wieringermeer-afzettingen het Veen-op-grotere-diepte en het Pleistoceen zijn aangetast. Vermoedelijk komt deze erosie nog het meeste voor in het IJsselmeer, waar deze dan echter is beperkt tot enkele smalle stroken ter plaatse van gevormde geulen.

Vroegere beschrijvingen en verbreiding van de afzettingen in het derde verbreidingsgebied.

In de polder Groot Mijdrecht is door BENNEMA en DE VISSER (1952) en later door PONS en DE VISSER (1956) een oude zeeklei gekarteerd, waaraan in verband met voorgenomen grondverbeteringen in deze droogmakerij destijds veel aandacht is besteed. Zoals reeds hiervoor (pag. 123) is uiteengezet, bespreekt BENNEMA (1953a) deze afzetting nader en geeft naast meer gedetailleerde gegevens van de afzetting zelf, ook nadere bijzonderheden over de stratigrafie. Zo geeft BENNEMA een doorsnede, waaruit de aanwezigheid blijkt van 2 fasen in de afzetting van de oude zeeklei in de polder Groot Mijdrecht. Door een onderzoek, uitgevoerd door de Heer RIEZEBOS onder leiding van de schrijvers, dat zich uitstreckte van het noorden van de polder Groot Mijdrecht tot Ouddiemen werd in de eerste plaats de onderlinge relatie tussen beide oudere mariene afzettingen in het noorden van de polder Groot Mijdrecht en in de polder de Rondehoep vastgesteld, terwijl voorts het stratigrafische verband tussen de onderste oudere mariene afzetting in de polder Groot Mijdrecht en de oudere mariene afzettingen die werden aangetroffen in de Watergraafsmeerpolder, in de polder Diemen, in de zuidelijke kom van de Zuiderzee en in het oostelijke deel van Waterland, nader werd onderzocht. Uit dit onderzoek is, zoals reeds werd vermeld, gebleken dat de onderste afzetting in de polder Groot Mijdrecht tot de Watergraafsmeer-afzettingen moet worden gerekend (fig. 9). Bovendien werd het, mede op grond van een ¹⁴C-datering in het profiel Vinkeveen, duidelijk dat de jongste fase van de 'oude zeeklei' in Groot Mijdrecht even oud is als de Wieringermeer-afzettingen. Wij hebben dan ook gemeend deze even oude afzettingen in het zuidelijke deel van de provincie Noordholland en in het uiterste westen van de provincie Utrecht te mogen aanduiden met de naam Wieringermeer-afzettingen.

De begrenzing naar het oosten kon door de talrijke boringen in de polder Groot Mijdrecht nauwkeurig worden aangegeven (BENNEMA en DE VISSER, 1952; PONS en DE VISSER, 1956). De rietklei gaat langs de rand van het verbreidingsgebied overal over in rietveen. De Heer RIEZEBOS bepaalde aan de hand van een aantal boringen de grens van deze afzettingen in de polder Rondehoep. Hoe de verbreiding naar het westen verloopt is nog onbekend. Evenmin valt thans aan te geven of en zo ja op welke wijze deze afzettingen in de polder Groot Mijdrecht en omgeving samen hangen met de oude-zeekleiafzettingen van de tweede transgressieperiode in de Haarlemmermeer (HAANS, 1954). Wel zijn wij van mening dat de kans zeer groot is dat beide afzettingen uit dezelfde tijd dateren.

Gezien deze onzekerheid is de verbreiding naar het westen niet nader aangegeven, evenmin als de ligging van het betreffende zeevat.

De hoogteligging van de bovenzijde en de dikte van de afzettingen, alsmede de erosie van het Pleistoceen in het derde verbreidingsgebied.

Zeer kenmerkend voor de Wieringermeer-afzettingen in het derde gebied is wederom de grote variatie in hoogteligging over korte afstand. Door BENNEMA (1953a) is het uitgesproken krekensysteem op suggestieve wijze weergegeven. Op de stevige ruggen reikt de bovenzijde van de afzettingen tot 4.5 à 5 m — N.A.P. Tussen de ruggen, waar de afzetting als een zeer slappe rietklei is ontwikkeld, ligt de bovenzijde op 5.5 à 7.0 m — N.A.P. Een diepere ligging van de bovenzijde van deze afzettingen dan ongeveer 7.0 — N.A.P. wordt in dit gebied niet aangetroffen, daar het pleistocene zand hier niet dieper ligt dan ongeveer 9 m — N.A.P. De sterke wisseling in hoogteligging van de afzetting treedt ook in de niet verveende polders op, zij het in wat mindere mate.

De dikte van de afzettingen in het derde verbreidingsgebied is betrekkelijk gering. Daar waar geen Watergraafsmeer-afzettingen aanwezig zijn, rusten de Wieringermeer-afzettingen direct op het Veen-op-grotere-diepte. Op deze plaatsen bedraagt de dikte maximaal 4 m. Op plaatsen waar de Watergraafsmeer-afzettingen wel aanwezig zijn en deze, behalve op plaatsen waar zich bij de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen krachtige krekken hebben ontwikkeld, van deze jongere afzettingen zijn gescheiden door een veenlaag, bedraagt de maximale dikte van de Wieringermeer-afzettingen ongeveer 2.5 m.

Ter plaatse van de grote krekken zijn de Watergraafsmeer-afzettingen geheel of gedeeltelijk opgeruimd. Aantasting van het Veen-op-grotere-diepte of van de pleistocene ondergrond is daarentegen slechts zelden geconstateerd.

1. Wad-afzettingen uit de Wieringermeer (ZUUR, 1936)
Tidal flat deposits from the Wieringermeer (ZUUR, 1936)
2. Afzettingen uit Waterland
Deposits from Waterland
3. Afzettingen uit Groot Mijdrecht
Deposits from Groot Mijdrecht

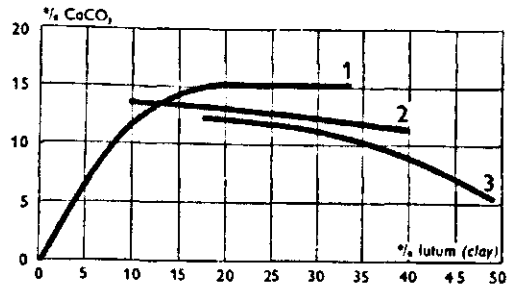


Fig. 22. Verband tussen het koolzure-kalkgehalte en het lutumgehalte van de Wieringermeer-afzettingen.

Relation between the calcium carbonate and the clay content of the Wieringermeer deposits.

De zeegaten en de strandwallen in het eerste en tweede verbreidingsgebied.

Het zeegat van de Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied was gelegen in de omgeving van Schoorl (fig. 17). De strandwal ten zuiden van dit zeegat en behorende bij de Wieringermeer-afzettingen, is de strandwal van Alkmaar-Limmen-Beverwijk en niet, zoals door BENNEMA and PONS (1957c) werd verondersteld die van Uitgeest-Boekel-Oudorp-St. Pancras.

Van de strandwal Alkmaar-Limmen-Beverwijk zijn nog slechts enkele fragmenten over. Vooral in het noorden moet bij de vorming van de Westfrieze afzettingen een belangrijk gedeelte door erosie zijn verdwenen. Behalve een deel van de strandwal zijn ook de afzettingen onmiddellijk ten oosten hiervan aan de erosie ten offer gevallen. Het is waarschijnlijk dat de verdwenen strandwal ten noorden van Alkmaar in noordelijke richting verliep. De voortzetting aan de andere zijde van het zeegat lag wellicht buiten de huidige kust bij Petten.

DE ROO (1949, 1953) beschreef de herhaalde jongere doorbraken van de strandwal bij Castricum. Hierop wordt in het volgende artikel nader ingegaan.

Met BENNEMA and PONS (1957c) denken wij ons het zeegat van de Wieringermeer-afzettingen in het tweede verbreidingsgebied ter hoogte van Velsen. Deze auteurs spraken van het zeegat van Velsen. De reeds genoemde strandwal Beverwijk-Limmen-Alkmaar lag aan de noordzijde, de strandwal van Haarlem aan de zuidzijde van het zeegat. Deze strandwal van Haarlem is door VAN DER MEER (1952) als een deel van de door hem zo genoemde strandwallen van de eerste fase beschouwd.

BENNEMA (1954) rekende deze strandwal tot de tweede door hem beschreven strandwallenfase; BENNEMA and PONS (1957c) beschouwden de strandwal als behorend bij de Velsen I afzettingen, dus tot de Wieringermeer-afzettingen.

Over het zeegat van de Wieringermeer-afzettingen in het derde verbreidingsgebied is tot dusver nog niets met zekerheid bekend.

Het koolzure-kalkgehalte van de Wieringermeer-afzettingen in de drie verbreidingsgebieden.

In figuur 22 is het verband tussen het koolzure-kalkgehalte en het lutumgehalte van de Wieringermeer-afzettingen aangegeven. De eerste curve heeft betrekking op monsters van het noordelijke oude wadland uit de Wieringermeer en is ontleend aan ZUUR (1936) ⁵. De tweede curve geeft het verband aan in monsters uit Waterland, de derde voor monsters uit Groot Mijdrecht.

Uit curve 1 blijkt de sterke toeneming van het kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte. Bij een lutumgehalte van 20 % bereikt het kalkgehalte een gemiddelde waarde van 15 %. Voor verdere beschouwingen ten aanzien van het koolzure-kalkgehalte van de afzettingen in de Wieringermeer moge worden verwezen naar ZUUR (1936).

In de omgeving van Obdam zijn in zeer zandige Wieringermeer-afzettingen met lutumgehalten van 5 à 10 % kalkgehalten van meer dan 15 % aangetroffen. Vermoedelijk moet dit hoge gehalte worden toegeschreven aan de omwerking van zeer kalkrijke Beemster-afzettingen, waaraan de Wieringermeer-afzettingen hier hun materiaal hebben ontleend.

In Waterland neemt het kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte enigszins af. De hoogste kalkgehalten worden bereikt bij lutumgehalten tussen 10 en 20 %. Over het geheel genomen ligt het kalkgehalte van de Wieringermeer-afzettingen in Waterland op een iets lager niveau.

In de polder Groot Mijdrecht daalt het koolzure-kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte sterk. De monsters met 50 % lutum bevatten gemiddeld slechts 5 % koolzure kalk. In de zandiger monsters (lutumgehalte 20 % bedraagt dit gehalte gemiddeld nog 13 %).

BENNEMA (1953a en 1953b) heeft uitvoerige beschouwingen gewijd aan de gehalten aan zwavel en koolzure kalk in de oude zeeklei in Groot Mijdrecht.

Naar aanleiding van de curve 2 en 3 wijzen wij er op dat een deel van de oorspronkelijk aanwezig geweest zijnde koolzure kalk kan zijn omgezet in CaSO_4 onder invloed van de oxydatie van de in deze afzettingen aanwezige zwavelverbindingen. Naarmate de klei meer lutum bevat, is het gehalte aan pyriet hoger. De omzetting van pyriet wordt door een hoge pH sterk belemmerd (HARMSEN, 1954) zodat wij menen dat in de gronden met meer dan bijvoorbeeld 5 % CaCO_3 toch in totaal weinig koolzure kalk door oxydatie van pyriet is verdwenen. Hieruit zou volgen dat het thans gevonden koolzure-kalkgehalte ongeveer het oorspronkelijke kalkgehalte aangeeft. De daling van het kalkgehalte bij toenemend lutumgehalte kan in de polder Groot Mijdrecht (curve 3) derhalve niet aan de omzetting van CaCO_3 bij oxydatie van pyriet worden toegeschreven.

De facies van de afzettingen in de drie verbreidingsgebieden.

Over de facies van de Wieringermeer-afzettingen is vrij veel bekend. Zo beschreef ZUUR (1936) het voorkomen van wad- en kwelderafzettingen in de Wieringermeer. ZUUR koos de naam kwelderland, daar de betreffende terreinen, ondanks een afwijkend zoutgehalte van het bespoelende water en daardoor andere vegetatie, landschappelijk hieraan het meeste deden denken. ZUUR beschreef het kwelderland als uitgestrekte riet-

⁵ In de monsters uit de Wieringermeer en Groot Mijdrecht is alleen het gehalte aan afslibbare delen (0-16 μ) bepaald. Het lutumgehalte (gehalte aan deeltjes 0-2 μ) is hieruit afgeleid door het slibgehalte met $\frac{2}{3}$ te vermenigvuldigen.

wouden, die misschien niet zo ver boven het water lagen als de echte kwelders, doch minstens boven normaal peil waren gelegen.

Het onderscheid tussen wad- en kwelderland is door latere auteurs overgenomen (EDELMAAN, 1950; HAANS, 1954; PANNEKOEK, 1956).

VAN LIERE (1948) beschreef de aan de randen van de oude-zeekleigebieden voorkomende slappe riethoudende kleien, doorsneden door talrijke krekens, als modderklei. Deze modderkleigebieden zouden wij met BENNEMA (1953b) liever als rietgorzengebieden beschrijven.

In de Wieringermeer-afzettingen onderscheiden wij, zeer globaal van west naar oost, achtereenvolgens

- a) een wadgebied, waar zandige sedimenten aan of bijna tot aan de oppervlakte reiken. Veelal kunnen in dit gebied geen krekens worden onderscheiden, terwijl de inklinking van de afzettingen gering is;
- b) een kweldergebied, waar op zandige wadafzettingen kleilagen, soms met rietresten, voorkomen. Dit gebied wordt doorsneden door krekens; de inklinking is veelal niet groot, daar de kleilagen slechts dun zijn;
- c) een rietgorzengebied, gelegen aan de rand van het verbreidingsgebied en overgaande in het veengebied. Hier komen zeer slappe riethoudende kleien tot kleiige rietveenafzettingen voor; het gebied is doorsneden door vele, kronkelende krekens, die uiteindelijk worden opgevuld met zandige sedimenten, die weinig of geen rietresten bevatten. De inklinking is in dit gebied zeer groot.

De grens tussen het kwelder- en het gorzengebied is moeilijk te trekken, vooral ook omdat aan het einde van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen het gehele kwelder- en zelfs het wadgebied met riet begroeid raakte, zodat vrijwel overal aan de bovenzijde van de afzettingen een laag rietklei van uiteenlopende dikte wordt aangetroffen. Ook wijzigden zich tijdens de sedimentatie de grenzen tussen het wad-, het kwelder- en het rietgorzengebied. Zo komen in het algemeen in de ondergrond van het kweldergebied en plaatselijk nog in de ondergrond van het rietgorzengebied wadafzettingen voor.

Bij de Wieringermeer-afzettingen in het eerste verbreidingsgebied lag het wadgebied ongeveer van Schoorl, Schagen en Oude Niedorp via het midden van de Wieringermeer tot in het IJsselmeer.

De Kop van Noordholland behoorde in het laatste stadium voornamelijk tot het kweldergebied. Ook de reeds beschreven afzettingen bij Zandwerven maakten deel uit van een typisch kwelderlandschap. De als kwelderland beschreven terreinen in de Wieringermeer (ZUUR, 1936) vertoonden waarschijnlijk meer het karakter van een rietgorzengebied, gezien het voorkomen van de vele rietklei en de grote variatie in inklinking van het door krekens doorsneden gebied. Verder oostelijk worden voornamelijk rietgorsafzettingen aangetroffen, zoals door WIGGERS (1955) uit de Noordoostpolder is beschreven.

Over de situatie in het tweede verbreidingsgebied zijn wij minder goed ingelicht. In grote trekken kan men in dit gebied eveneens 3 zones onderscheiden. Het wad- en kweldergebied vallen zeer moeilijk te onderscheiden; deze liggen in het westen tot ongeveer de hoogtelijn van 5 m — N.A.P. (fig. 17 en 21). Oostelijk daarvan treft men ook een gorzengebied aan, doorsneden door vele krekens. Ook in Oostelijk Flevoland constateerden DE KONING en WIGGERS (1955) riethoudende kleien van het gorzengebied van de Wieringermeer-afzettingen. Ook in dit tweede verbreidingsgebied gaat de rietklei zijdelings zeer geleidelijk over in rietveen.

Het in figuur 17 aangegeven deel van het derde verbreidingsgebied wordt geheel door gorsafzettingen ingenomen. BENNEMA (1953a) tekende op een overzichtskaart de

vele voorkomende krekten en in een profiel de geleidelijke overgang in oostelijke richting van de afzettingen in veen. Het wad- en kwelergebied van het derde verbreidingsgebied ligt ten westen of zuidwesten van het in figuur 17 afgebeelde gedeelte.

Omtrent de milieu-omstandigheden in de wadgebieden zijn wij tot heden vrij slecht ingelicht. Algemeen neemt men aan dat de sedimentatie plaats vond in een bijna zout tot brak milieu, onder nog ruime toetreding van zuurstof. Dit geldt eveneens voor de wadafzettingen voorkomend in de ondergrond van de kwelder- en gorsgebieden.

In het eerste verbreidingsgebied is duidelijk geconstateerd hoe het zoutgehalte naar het oosten daalde tot zeer lage waarden. In de Noordoostpolder komt in de Wieringermeer-afzettingen immers veelvuldig *Unio timidus* voor (WIGGERS, 1955). Ook de foraminiferen, ostracoden en diatomeeën wezen op een zeer laag zoutgehalte (VAN VOORTHUYSEN, 1951; MIDDELHOEK en WIGGERS, 1953; WIGGERS, 1955).

Door Dr J. H. VAN VOORTHUYSEN werden foraminiferen uit het rietklei van het gorsgebied uit het derde verbreidingsgebied onderzocht. Het onderzoek wees uit dat het hier betrof „een slecht geventileerd, brak milieu, dat naar boven steeds ongunstiger werd, waarbij de toetreding van zuurstof en het zoutgehalte steeds verder afnam”. *Sireblus beccarii* kwam onderin nog voor, in de lagen daarboven vrijwel alleen nog *Trochammina*, *Haplophragmoides* en *Arenoparrella*, terwijl bovenin de foraminiferen vrijwel geheel ontbraken.

In dit beeld past geheel het voorkomen van kalkloze kleien, die hun koolzure kalk hebben verloren tijdens de sedimentatie door de hoge CO₂-spanning tengevolge van de aanwezigheid van veel ontledende organische stof. Deze kleien zijn voorts rijk aan pyriet; het lutumgehalte is steeds hoog, evenals het watergehalte direct na de afzetting.

De omstandigheden in de krekten in het gorsgebied gelijken weer vrij veel op die in het wadgebied. De zuurstofvoorziening is hier vrij goed, zodat kalkrijke sedimenten worden afgezet. De koolzure-kalkgehalten, vermeld in figuur 22, zijn voor wat betreft het derde verbreidingsgebied in hoofdzaak van kreek-afzettingen afkomstig.

De ouderdom van de Wieringermeer-afzettingen.

In de literatuur zijn slechts weinig en dan nog uitsluitend globale gegevens te vinden omtrent het einde van de 'oude-zeekleiafzettingen'. BENNEMA (1954) sprak zich het meest positief uit en plaatste het einde van de sedimentatie van de oude zeeklei in Holland omstreeks 2300 v. Chr. PANNEKOEK (1956) en DE JONG en JELGERSMA (1957) plaatsten de grens Atlanticum-Subboreaal, die omstreeks 3000 v. Chr. valt, in de oude zeeklei en de oude wadafzettingen.

Zoals in het voorgaande reeds werd aangetoond is de sedimentatie van de oudere mariene afzettingen plaatselijk doorgegaan tot in het begin van het Subboreaal. De Wieringermeer-afzettingen moeten, zoals uit het volgende zal blijken, geheel in het Subboreaal worden geplaatst.

In het eerste verbreidingsgebied beschikken wij over de door PONS (1957) vermelde gegevens van het profiel Hauwert-Zwaagdijk (fig. 16). De Wieringermeer-afzettingen zijn hier slechts als een dunne laag rietklei ontwikkeld. Onder deze klei bevindt zich een veenlaag, waarvan het bovenste gedeelte door erosie is verdwenen. Aan de basis van deze veenlaag is een ¹⁴C-monster genomen (GRO 605). De ouderdom werd bepaald op 4690 ± 140 jaar, hetgeen betekent dat de veenlaag is gevormd omstreeks 2740 ± 140 v. Chr. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de Wieringermeer-afzettingen hier enige tijd na 2740 v. Chr. zijn doorgedrongen.

Een veenlaag aan de bovenzijde van de kleilaag vertoonde een ouderdom van 4090 ± 120 jaar (GRO 610), zodat deze veenlaag werd gevormd omstreeks 2140 ± 120 v. Chr.

De Wieringermeer-afzettingen werden op deze plaats dus gevormd tussen ongeveer 2600 en 2200 v. Chr. De gegevens van DU BURCK (1958a, 1958b) die de door ons als Wieringermeer-afzettingen beschouwde sedimenten in de Kop van Noordholland in het Subboreaal dateerde, zijn met het bovenstaande in goede overeenstemming.

Nabij Zandwerven konden de Wieringermeer-afzettingen eveneens worden gedateerd.

De sedimentatie vond hier plaats enige tijd vóór 2375 v. Chr., getuige de ouderdom van de schelplaag, doch deze was omstreeks 2200 v. Chr. reeds beëindigd.

Behalve van Zandwerven zijn ook van andere plaatsen uit het eerste verbreidingsgebied archeologische vondsten gemeld, die kunnen bijdragen tot de datering van de Wieringermeer-afzettingen ⁶. Tot de oudste cultuur van Zandwerven, die op omstreeks 2300 v. Chr. werd gedateerd, behoort wellicht een vuursteen bijl uit de Wieringermeer, gevonden bij de Hoornse brug, terwijl tot de standvoetbekercultuur (ongeveer 2200 v. Chr.) behoren een vondst uit de Wieringermeer bij de Westfriesche Sluis en zeer waarschijnlijk een 3-tal andere vondsten uit de Wieringermeer, alsmede een uit de gemeente Hoogwoud.

Ook een zes-tal stenen bijlen uit de Wieringermeer en een exemplaar, gevonden ten oosten van Den Oever, dateren wellicht uit deze tijd.

Na de bevolking behorende tot de oudste neolitische cultuur van Zandwerven die leefde van visvangst, het verzamelen van schelpdieren en wellicht ook van de jacht, vestigden zich daar omstreeks 2200 v. Chr. bewoners, behorende tot de standvoetbeker-cultuur, die zich vooral toelieden op de veeteelt, doch ook landbouw bedreven (WATERBOLK, 1956). Gezien de verbreiding van de vondsten van deze standvoetbeker-cultuur in de Wieringermeer en Westfriesland kan worden aangenomen dat omstreeks 2200 v. Chr. de Wieringermeer-afzettingen werden bewoond door een herdersbevolking. Op de lagere gedeelten begon destijds reeds de groei van het veen. Dit wijst op een einde van de sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen tussen 2300 en 2200 v. Chr.

In het tweede verbreidingsgebied zijn ¹⁴C-bepalingen van het profiel te Ransdorp aanwezig ter datering van de Wieringermeer-afzettingen (fig. 11). De veenlaag, gelegen onder de Wieringermeer-afzettingen is wederom gedeeltelijk geërodeerd. Een ¹⁴C-monster gaf als ouderdom voor deze laag 5090 ± 170 jaar (GRO 1608), waaruit dus volgt dat de veenlaag dateert uit 3130 ± 170 v. Chr. De veenlaag op de Wieringermeer-afzettingen bleek 4500 ± 70 jaar oud en werd dus gevormd omstreeks 2540 ± 70 jaar v. Chr. (GRO 1609). De sedimentatie van de Wieringermeer-afzettingen moet hier dus worden geplaatst tussen enige tijd ná 3130 en vóór 2540 v. Chr., globaal gesproken dus tussen 2900 en 2400 à 2500 v. Chr. Ook palynologisch is geconstateerd dat de Wieringermeer-afzettingen nabij Ransdorp in het Subboreaal werden afgezet.

Ook in het derde verbreidingsgebied is een profiel geanalyseerd, waaruit de ouderdom van de Wieringermeer-afzettingen valt af te leiden (fig. 10). Het monster CV2 (GRO 988), genomen op een diepte van 6.2-6.3 m — N.A.P. en even boven de maximale *Chenopodiaceae*-uitslag behorend bij de Watergraafsmeer-afzettingen, bleek 5150 ± 60 jaar oud te zijn en dus te dateren uit 3190 ± 60 v. Chr. Het monster, genomen onmiddellijk boven de *Chenopodiaceae*-uitslag van de Wieringermeer-afzettingen (CV1, GRO 978) was 4200 ± 80 jaar oud; de betreffende laag werd derhalve gevormd omstreeks 2240 ± 80 v. Chr. ⁷.

Hieruit volgt dat de Wieringermeer-afzettingen hier zijn gevormd tussen enige tijd na 3200 v. Chr. en ongeveer 2250 v. Chr., dus waarschijnlijk tussen 2900 en 2200 à 2300 v. Chr. Ook in dit profiel van Vinkeveen kan de sedimentatie op palynologische gronden in het Subboreaal worden geplaatst.

⁶ Gezien het feit, dat de Heren G. D. VAN DER HEIDE, P. J. R. MODDERMAN en J. F. VAN REGTEREN ALTENA voornemens zijn een artikel samen te stellen over de archeologische vondsten uit het door ons behandelde gebied, wordt thans volstaan met het opsommen van de vindplaatsen. Een nadere behandeling en gemotiveerde datering van de vondsten zal in het genoemde artikel plaats vinden.

⁷ Het monster CV3, speciaal genomen ter datering van de bovenzijde van de Wieringermeer-afzettingen, was ten tijde van het samenstellen van het manuscript nog niet geanalyseerd (zie fig. 9).

Wanneer men alle vermelde gegevens met elkaar vergelijkt kan men concluderen dat de Wieringermeer-afzettingen in de drie besproken verbreidingsgebieden ongeveer in dezelfde tijd zijn gevormd, namelijk globaal gesproken tussen 2900 en 2300 à 2200 v. Chr. Alle palynologische gegevens wijzen bovendien uit dat de sedimentatie plaats vond in het begin van het Subboreaal. Ook de archeologische vondsten steunen deze datering.

Na de vorming van de Wieringermeer-afzettingen begon overal achter de inmiddels gesloten strandwallen de groei van het oppervlakteveen op de Wieringermeer-afzettingen, terwijl de veengroei in de daarnaast gelegen gebieden voortgang vond.