99

VORMING VAN DERLANDSCHE DUINKUST

DOOR

Dr P. TESCH

UITGAVEN DER NEDERLANDSCHE
NATUURHISTORISCHE VEREENIGING
No. 4

EO

J. B. WOLTERS
GRONINGEN, BATAVIA

G. L. Maarsveld
Utrecht, Kunst. 4

DE VORMING VAN DE NEDERLANDSCHE DUINKUST

BIBLIOTHEEK VAN DE NEDERLANDSCHE NATUURHISTORISCHE VEREENIGING

ONDER REDACTIE VAN

DR JAC. P. THIJSSE EN DR J. BOTKE

No. 1. A. JOMAN, GALLENBOEKJE *f* 1,50

No. 2. Dr. J. BOTKE, DE HONDSRUG = 1,50

No. 3. L. DORSMAN CZN. en Iz. A. J. DE WILDE, DE LAND- EN ZOETWATERMOLLUSKEN VAN NEDERLAND . . . . . *f* 1,50

No. 4. Dr. P. TESCH, DE VORMING VAN DE NEDERLANDSCHE DUINKUST *f* 1,25

J. B. WOLTERS — GRONINGEN, BATAVIA, 1935

11374

DE VORMING VAN DE NEDERLANDSCHE DUINKUST

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DE ZEE
FLANDERS MARINE INSTITUTE
Oostende - Belgium

DOOR

Dr P. TESCH

UITGAVEN DER NEDERLANDSCHE
NATUURHISTORISCHE VEREENIGING

No. 4

f 1,25

J. B. WOLTERS – GRONINGEN, BATAVIA, 1935

BOEKDRUKKERIJ VAN J. B. WOLTERS

INHOUD.

		Blz.
I.	Inleiding. Algemeene indeeling van het Holoceen in Nederland	7
II.	De herkomst van het duinzand ten zuiden van Bergen aan Zee	17
III.	De herkomst van het duinzand ten noorden van Bergen aan Zee	27
IV.	De opening van het Nauw van Calais en het ontstaan van den schoorwal	30
V.	De onderscheiding tusschen jong en oud duinlandschap	36
VI.	Het veen aan de basis van de holoceene lagenreeks in Noord- en Zuid-Holland . . .	47
VII.	De positieve niveauverandering van de Nederlandsche kust in het holoceene tijdvak .	52
VIII.	Samenvatting van de wordingsgeschiedenis .	63

I. INLEIDING. ALGEMEENE INDEELING VAN HET HOLOCEEN IN NEDERLAND.

De aardrijkskunde deelt de Noordzeekust van Calais tot kaap Skagen in bij de „duinkusten", maar daarmee wil zij niet zeggen, dat de geologische ontwikkeling op alle punten dezelfde geweest is en de Vlaamsche duinen volmaakt gelijk zijn aan de duinen op de westelijke en noordelijke kusten van Jutland.

Ieder, die eenig oog heeft voor de eigenschappen, waarin zich het karakter van een niet te zeer verminkt landschap openbaart, zal verschillen zien, die niet aan invloeden van menschelijke werkzaamheid zijn toe te schrijven. Ik kies als voorbeelden het waterwingebied van de Amsterdamsche duinwaterleiding ten zuiden van Zandvoort, de bosschen van Heilo ten zuiden van Alkmaar en de duinen van Schoorl, drie typen van duingebied, die ieder hun eigen aard hebben en zich duidelijk van elkander onderscheiden.

Deze verschillen werden in de achttiende eeuw ook al ter dege opgemerkt en leidden toen tot verklaringen, waarin de verbeeldingskracht moest aanvullen, hetgeen aan werkelijke kennis ontbrak. Men kon destijds niet verder zien dan de oppervlakte en was geheel onkundig van wat zich op grootere diepte dan eenige meters daaronder verbergt. Het is nog maar dertig tot veertig jaren geleden, dat de ontsluiting van den ondergrond door tallooze grondboringen langs de geheele oostelijke Noordzeekust is aangevangen en de kennis heeft opgeleverd, die tot beter begrijpen in staat stelt. De

uitbreiding en verdieping van ons weten zijn nu geleidelijk wel zoover gevorderd, dat men inziet, dat de hoofdverschillen terug te brengen zijn tot verschillen in ouderdom en in herkomst van het zandmateriaal.

In dit boekje wil ik trachten uiteen te zetten, welke gebeurtenissen elkaar in dit deel van Europa in het jongste geologische verleden hebben opgevolgd en hoe naar mijn meening daaruit de tegenwoordige toestand van de Nederlandsche duinkust is gegroeid. Men begrijpe derhalve wel, dat de volgende bladzijden voornamelijk subjectieve meeningsuitingen behelzen en niet bedoelen te geven een — vaak slechts verwarring achterlatend — overzicht van allerlei onderling uiteenloopende opvattingen uit vroegeren en lateren tijd.

Voor hen, die niet gewend zijn de geologische denkrichting te volgen, ligt een groote moeilijkheid in de hardnekkigheid van de neiging gebeurtenissen uit een ver verleden zich voor te stellen te midden van de huidige toestanden. Het is noodzakelijk voor het verwerven van voorstellingen, die inderdaad bevredigen, het heden te zien als een kortstondig stadium, logisch voortvloeiend uit al het voorafgegane, dat anders was en op zijn beurt de kiem bevattend van al wat volgen zal en weer anders zal zijn. De geologie heeft de evolutie van de aardkorst doen zien als een eindelooze reeks van gedaanteveranderingen en heeft volstrekt geen bezwaar tegen de aanname van algemeene rijzingen en dalingen van land- en zeeniveau, van bodembewegingen van meer plaatselijken aard, van klimaatschommelingen, enz., wanneer waarneming en redeneering daartoe dwingen, omdat zij deze dingen op goede gronden bestaanbaar acht. Ik noodig den lezer uit zich met deze denkwijze vertrouwd te maken.

De geschiedenis van de ons bekende aardkorst omvat

stellig ettelijke honderden millioenen jaren, maar voor ons doel hebben we daarvan slechts het allerlaatste gedeelte noodig. De geschiedenis, die nu aan de orde is, speelt zich af in de laatste twintig duizend jaren, al moeten we nu en dan nog wel iets verder terug zien in het verleden. Geologisch gesproken hebben we het complex van gebeurtenissen, dat hier behandeld zal worden, nog maar juist achter den rug, of juister gezegd maakt het heden nog deel uit van dezelfde ontwikkelingsphase. Het is het laatste gedeelte van het kwartaire tijdvak (een verouderde term), het bedrijf, dat de neozoïsche aera van de geschiedenis der aardkorst met het heden verbindt, dat ons zal bezighouden.

Het geologische onderzoek, dat in Europa en Noord-Amerika nu ruim een eeuw geleden ernstig begonnen is, heeft al spoedig doen zien, dat de geschiedenis in beide werelddeelen in de hoofdzaken tal van punten van overeenkomst vertoont. Deze uitkomst versterkt het vertrouwen in de betrouwbaarheid van de werkwijze. Het ligt evenwel voor de hand, dat in bijzonderheden de geschiedenis in elke landstreek ietwat anders verloopen is, omdat de factoren, die het optreden en de uitwerking van de opbouwende en sloopende natuurkrachten beheerschen, van punt tot punt en van tijdstip tot tijdstip zich wijzigen. Hieruit volgt, dat de tijdsindeelingen, die in de verschillende landen uit de resultaten van het onderzoek zijn gegroeid, niet nauwkeurig kunnen overeenkomen. Tevens geven de regionale indeelingen aanleiding tot het gebruik van telkens andere namen, die licht verwarring scheppen. We moeten ons eerst een indeeling verschaffen, die voor Nederland bruikbaar is, maar zich ook aansluit bij elders gebruikelijke indeelingen.

De eerste groote verdeeling, welke overal toepassing

vindt, is die in Plistoceen en Holoceen; de beteekenis van deze namen mag ik wel bekend achten. Wij Nederlanders nemen nu als tijdgrens tusschen Plistoceen (vroeger „Diluvium") en Holoceen (vroeger „Alluvium") het tijdstip aan, waarop de definitieve terugtrekking van het landijsfront van het laatste glaciaal, het Würmglaciaal, aanvangt, omdat Nederland van dit oogenblik af rustig en geleidelijk van een glacialen in een interglacialen toestand overgaat, waarin het zich nu nog bevindt. Voor ons vormen dan de laatste twintigduizend jaren (bij benadering!) het Holoceen. Maar in Skandinavië en Zwitserland bijvoorbeeld moet men de zaak wel anders bezien. Daar is de huidige toestand veel later bereikt en vormen eerst de laatste acht duizend jaren het Holoceen. Ik neem aan, dat de hoofdlijnen van de historische geologie van het kwartaire tijdvak den lezer bekend zijn en behoef dit dus niet nader te motiveeren. Een ander voorbeeld van verwarring stichtende benamingen is het woord postglaciaal. In Nederland wordt dit woord gebruikt om aan te duiden het post-Riss Plistoceen of Jong-Plistoceen (Riss-Würm interglaciaal plus Würmglaciaal); naar ons spraakgebruik zijn bijv. de „Eemlagen" en het „laagterras" postglaciale vormingen. In Zweden daarentegen is postglaciaal synoniem met holoceen en omvat dit dezelfde tijdsruimte, die wij Jong-Holoceen noemen. De moraal is, dat we uit moeten gaan van het verloop van zaken in de Nederlanden (in niet-politieken zin genomen) plus aangrenzend gebied, met kritische waardeering van hetgeen het onderzoek in het overige Europa heeft geleerd.

In de kwartaire geschiedenis van Noordwest Europa treedt één factor sterk op den voorgrond, de daling namelijk van het zeeniveau tengevolge van de vastlegging van groote hoeveelheden water als ijs in de

glaciaaltijden. Er bestaan goede gronden voor de aanname, dat tijdens het Würmglaciaal tengevolge van deze wateronttrekking de zeestand meer dan 60 m lager was dan nu. In het Noordzeebekken is in den loop van den na-Würmtijd (het Holoceen) een positieve niveauverandering onloochenbaar. Ter verklaring worden aangenomen de zeespiegelrijzing als gevolg van de afsmelting van het Würmlandijs als voornaamste oorzaak en landdaling als bijkomstige factor. Het is duidelijk, dat de niveauverandering het hoofdmoment vormt en de beschouwing van de achtereenvolgende toestanden moet beheerschen.

We moeten nu een vluchtigen blik werpen op de algemeene voorstellingen, die men zich maakt van de ontwikkeling in Noordwest Europa gedurende het Holoceen.

Bij den aanvang van onze geschiedenis, toen het landijsfront van het Würmglaciaal al sinds duizenden jaren een vaste plaats innam in Jutland, Sleeswijk-Holstein, Mecklenburg, enz., had het daarvoor gelegen randgebied tot ver in Nederland en Duitschland het karakter van toendra: een boomlooze vlakte met afgesleten bodemvormen. De plantengroei bestond uit mossen, kruiden en struiken in soorten, die nu het hoogere noorden van Europa en de hoogere regionen van het hooggebergte bewonen: de noordelijke dwergwilgen, dwergberk, Dryas, enz. Men spreekt gewoonlijk van Dryasflora, als men deze arctisch-alpine plantencombinatie bedoelt. Van de zoogdieren verdienen mammoet, neushoorn, reuzenhert en rendier als eenige bekende figuren vermelding. Zeer geleidelijk komt daarin nu verandering naarmate het landijsfront zich verder naar het noordoosten terugtrekt: de arctische toestand gaat over in een subarctischen. De opdringende plantenwereld

breidt zich noordwaarts uit en het landschap wordt een grasrijk steppenland met daarin passende flora en fauna, hoewel plaatselijk de Dryasflora nog eenigen tijd stand houdt. Het ijs van den „permanent bevroren" bodem van de vorige phase verdwijnt, zoodat een normale grondwaterhuishouding tot stand kan komen; een samenhangende grondwaterspiegel vormt zich evenwel op veel grootere diepte dan waarin dit vlak zich heden bevindt wegens den veel lageren stand van de erosiebasis (den zeestand). Mammoet en wolharige rhinoceros verdwijnen hier van het tooneel. Voortschrijdende klimaatverbetering leidt tot een phase, die men als praeboreaal aanduidt. Bosschen van berk en grove den beginnen zich krachtig uit te breiden in het randgebied en op de lagere en vochtiger plekken neemt de moerasveenvorming een aanvang door den groei van dopheide, wollegras, riet, enz., waartusschen ook berk en den met els en eik voorkomen. Reuzenhert en rendier verdwijnen uit deze streken, terwijl eland, bison, oeros en vooral edelhert en ree meer op den voorgrond treden. Het klimaat is nog overwegend kontinentaal: Noord-Duitschland en Nederland liggen nog op grootere hoogte boven en op grooteren afstand van de (toenmalige) Noordzee. Tegen het einde van deze phase ligt de oppervlakte van de zee op ongeveer min 20 m en begint ze het tegenwoordige Vlaamsch-Hollandsche kustgebied te naderen. Als tijdstip neem ik in rond getal het jaartal min 8000 aan; sedert het begin van het Holoceen zijn dus al ongeveer 12000 jaren voorbij gegaan.

Hierop volgt dan de boreale phase met aanmerkelijk milder klimaat; men meent uit flora en fauna te moeten besluiten, dat de gemiddelde jaartemperatuur toen eenige graden hooger en de vochtigheid geringer geweest moeten zijn dan nu. Hiermede gaat samen de

groote uitbreiding der bosschen, waarin eerst grove den en berk, later eik, linde, en hazelaar overheerschen. In de lagere vlakten begint de veenvorming door den weelderigen groei van riet, zegge, mossen, wilg, berk, els, enz. van beteekenis te worden in het landschapsbeeld. De zee blijft stijgen en hoogt onze lage kusten op met fijnzandige en kleiïge sedimenten, waarin een fauna voorkomt, die nagenoeg niet verschilt van de huidige Noordzeebevolking. Men stelt het einde van dezen toestand — weer in rond getal — op het jaar min 5000, bij een gemiddelden stand van den zeespiegel van ongeveer min 7 m. Bij het begin van de nu volgende atlantische phase overstroomt de zee ten slotte de lage landbrug tusschen Frankrijk en Engeland en de laagten tusschen Jutland en Schonen, zoodat de zeestraat van Dover en de Deensche belten en sonten ontstaan. De Noordzee komt ook in het zuiden in verbinding met den Atlantischen oceaan en in het oosten met de Oostzee: de zoogenaamde Littorina-transgressie van de Duitsche en Skandinavische literatuur. Het klimaat wordt vochtiger, met zachte winters, een uitgesproken zeeklimaat. Het gemengde bosch breidt zich nog verder noordwaarts uit; eik, linde, iep en hazelaar bereiken hoogere breedten dan tegenwoordig; planten als Taxus en Trapa gedijen verder westelijk en noordelijk dan nu. Tevens verschijnt ook de gewone beuk, maar blijft vooralsnog ondergeschikt. Men duidt dezen tijd ook wel aan als „eikentijd". De omstandigheden zijn uitermate gunstig voor de veenvorming en de moerasboschvenen groeien uit tot zuivere sphagneta, die eenige meters dikte bereiken en zich ook over de omgeving uitbreiden.

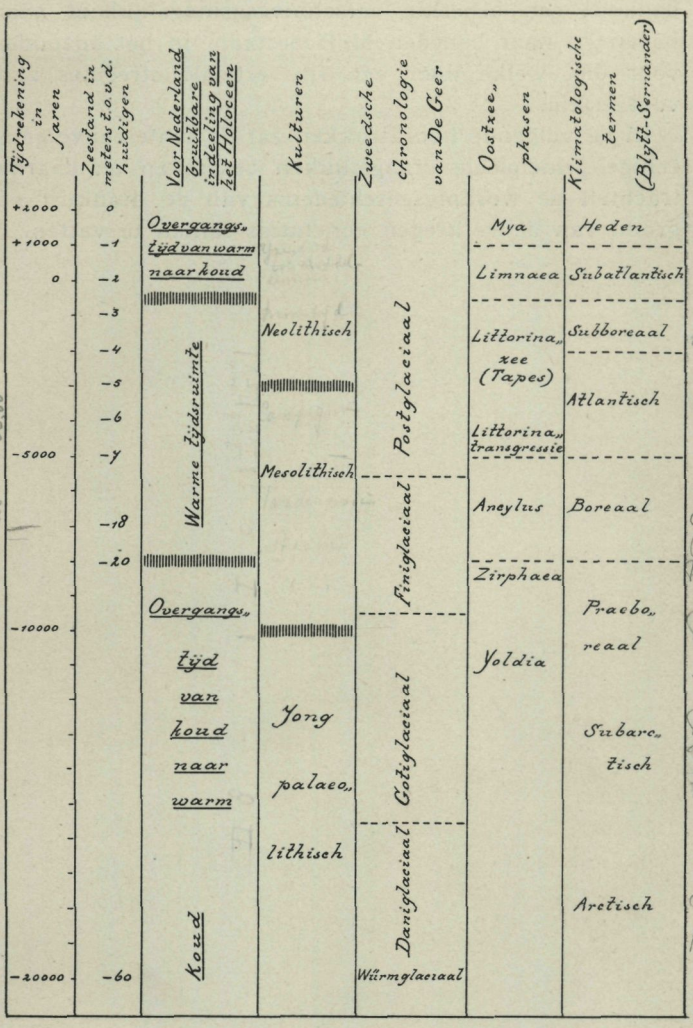
Tengevolge van nog onopgehelderde oorzaken volgt daarop een andere toestand met gematigd kontinentaal

klimaat, dat tegenover het klimaat van de atlantische phase vooral gekenmerkt is door grootere droogte (subboreale toestand). De atmosferische verweering treedt daarbij meer naar voren, de krachtige veenmosgroei komt tot stilstand en de sphagneta worden bedekt met een kleed van heidesoorten en wollegras. Deze verandering teekent zich in de veenprofielen af als de grenslaag van Weber, die onmiskenbaar op een drogere tusschenperiode wijst. In de bosschen wordt de beuk de overheerschende boomsoort. Voor Nederland schijnt deze tijdsruimte ongeveer door de jaartallen min 2000 en min 500 begrensd te zijn. De rijzing van den zeestand is vermoedelijk vertraagd; volgens sommigen is er gedurende deze periode in het geheel geen rijzing en mogelijk zelfs zwakke daling. Een gemiddelde zeestand van circa 3 m onder den huidigen wordt tijdens het subboreaal vrijwel algemeen aangenomen.

Daarna wordt omstreeks het begin van den historisch bekenden tijd het klimaat weer vochtiger; men laat daarmede de subatlantische phase aanvangen .De veenmosgroei herleeft en boven de grenslaag vormt zich het jongere sphagnetum. Het zeeniveau zet zijn stijgende beweging voort en bereikt den stand van heden. Dieren- en plantenwereld verarmen, grootendeels als gevolg van den invloed van den mensch, maar waarschijnlijk ook als gevolg van het overschrijden van het klimaatoptimum.

Uit het bovenstaande overzicht blijkt, dat een indeeling, waarvan de warme boreaal-atlantische tijdsruimte het middelpunt uitmaakt, voor ons deel van Europa aangewezen is. We aanvaarden derhalve als grondslag het ontwerp van fig. 1, waarnaast nog eenige andere indeelingen ter vergelijking zijn geplaatst. De in de kolommen voorkomende afscheidingen moet men zich

Figuur 1


Tijdrekening in jaren
Zeestand in meters t.o.v. huidigen
Voor-Nederland bruikbare indeeling van het Holoceen
Culturen
Zweedsche chronologie van De Geer
Oostree-phasen
Klimatologische termen (Blytt-Sernander)
+1000
0
+1000
0
-5000
-10000
-20000
0
-1
-2
-3
-4
-5
-6
-7
-8
-20
-60
Overgangs-tijd van warm naar koud
Warme tijdruimte
Overgangs-tijd van koud naar warm
Koud
Neolithisch
Mesolithisch
Jong palaeo-lithisch
Postglaciaal
Finiglaciaal
Cotiglaciaal
Daniglaciaal
Würmglaciaal
Mya
Limnaea
Littorina-zee (Tapes)
Littorina-transgressie
Ancylus
Zirphaea
Yoldia
Heden
Subatlantisch
Subboreaal
Atlantisch
Boreaal
Praeboreaal
Subarctisch
Arctisch

niet al te streng aan de aangegeven plaatsen gebonden denken; een beperkte verschuivingsmogelijkheid naar boven en naar beneden blijft bestaan, in het bijzonder voor die, welke door een rij verticale streepjes zijn voorgesteld.

In de volgende hoofdstukken zal ik achtereenvolgens eenige principieele vraagstukken bespreken en daarna trachten de wordingsgeschiedenis van de duinkust op grond van de verkregen conclusies samen te vatten.

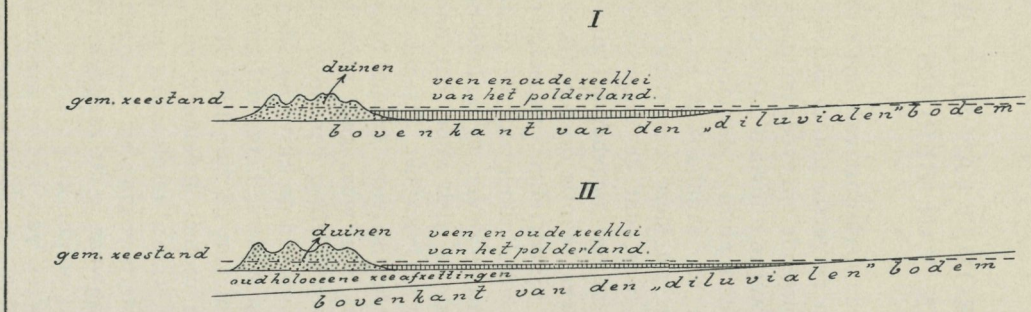
II. DE HERKOMST VAN HET DUINZAND TEN ZUIDEN VAN BERGEN AAN ZEE.

De vraag naar de herkomst van ons strand- en duinzand moet hier in de eerste plaats aan de orde komen. W. C. H. Staring meende ongeveer tachtig jaren geleden, dat het als omgewerkt diluviaal zand moet beschouwd worden, als „zanddiluvium", dat door wind en golven in alluvialen tijd tot zandbanken en duinen is vervormd." Hij kon tot deze opvatting komen, omdat hem niet bekend was, dat de Vlaamsche, Zeeuwsche en Hollandsche duinen opgebouwd zijn op een (in den regel) ongeveer twintig meter dikken, alluvialen bodem, die uit fijnkorrelige zeesedimenten bestaat. Staring, die het onderduiken van de plistoceene lagen in westelijke richting onder de holoceene vormingen zeer wel kende, stelde zich voor, dat onder de „oude zeeklei" en het veen van het Utrechtsch-Hollandsche polderland onmiddellijk zijn „zanddiluvium" volgde. Als dit inderdaad zoo was, zou men het duinzand gemakkelijk kunnen afleiden van de voortzetting daarvan in den zeebodem van de kustzone. Maar de toestand is in werkelijkheid anders, hetgeen figuur 2 toont.

Wij zien de kom van de zuidelijke Noordzee als een reservoir met een mobiel bodemdek van zeezand, dat steeds onderhevig is aan verplaatsing en wijziging ten gevolge van de waterbeweging en den eigenlijken ondergrond verbergt. Vanwaar is dit zanddek afkomstig? Als bronnen komen in aanmerking:

1. Zandige producten van oudere afzettingen, die binnen het bereik der mariene erosie vallen.

Figuur 2



Schematische doorsnede Utrecht-Hillegom:

I zooals Staring zich die voorstelde

II zooals de werkelyke toestand is

2. De zandmassa's, die door de rivieren in den tegenwoordigen tijd in zee gebracht worden.
3. Het materiaal, dat door het Nauw van Calais in de Noordzee wordt gevoerd.

In hoeverre kan voor de Nederlandsche kust de eerste bron inderdaad van beteekenis zijn, m. a. w. is het bodemdek in hoofdzaak als de omgewerkte bovenlaag van het diluvium te beschouwen? Hier ontmoeten we dus de meening van Staring en zijn opvolgers.

Zooals de figuur 2 laat zien, is in de Noordzee langs onze kusten het diluvium in het algemeen door een dikke reeks van jongere afzettingen bedekt en vormt het dus niet den onmiddellijken bodem van het waterbekken. Hoogst waarschijnlijk ligt het tot nabij de Engelsche kusten slechts op enkele plekken van beperkte afmeting bloot, zooals in de omgeving van Texel en Terschelling en op de hoogere verheffingen van de Doggersbank. Opduikingen van tertiaire en oudere gesteenten zijn stellig aanwezig nabij de Engelsche en Vlaamsche kusten als vaste kernen van zandbanken, maar de uitgebreidheid daarvan is betrekkelijk gering en slechts een klein deel is in staat tot het leveren van een zandig detritus. De meening, dat het zee- en duinzand aan de Hollandsche kust in hoofdzaak omgewerkt diluviaalzand in den zin van Staring zou zijn, moet daarom naar mij voorkomt opgegeven worden, want het diluvium is in het algemeen voor de waterbeweging niet bereikbaar, evenmin als dit het geval is met de oudere gesteenten.

De meening van Staring, dat de hoofdmassa van het zand niet door de rivieren in den tegenwoordigen tijd aangevoerd kan zijn, kunnen we thans nog geheel onderschrijven. Inderdaad brengen de rivieren een zekere hoeveelheid fijn zand in zee, doch deze hoeveelheid is

hoogst onbeduidend ten opzichte van het totaal. Het door de groote rivieren tot in hun uitmonding afgevoerde zand heeft bovendien hetzelfde karakter als dat, hetwelk de bovengenoemde oud-alluviale lagenreeks onder de duinbasis opbouwt: het is aanmerkelijk fijner van korrel en nog meer afgerond dan duinzand. In dit andere karakter ligt tevens een duidelijke aanwijzing, dat het duinzand in hoofdzaak niet af te leiden is van de voortzetting dezer formatie in den zeebodem.

Voor de herkomst van de hoofdmassa van ons duinzand blijft derhalve nog over de boven onder 3 genoemde bron. We beschouwen nu de Nederlandsche kust noordelijk tot Bergen aan Zee en constateeren, dat het aldaar aanwezige zee-, strand- en duinzand een strook vormt van materiaal, dat niet van den onderliggenden bodem afkomstig kan zijn en ook niet door de huidige rivieren wordt geleverd; het moet dus van elders aangevoerd zijn. Vanwaar en op welke wijze?

De opgaven betreffende de horizontale waterbeweging aan de zuidelijke Noordzeekust komen in het kort samengevat neer op het volgende.

De gemiddelde maximum-snelheid van den vloedstroom (noordoostgaand tij) is grooter dan die van den ebstroom (zuidwestgaand tij). In onderstaande tabel zijn eenige gegevens hieromtrent vermeld:

Gemidd. max. snelheid in meters per minuut van	Kust van Noord- en Zuid-Holland	Oostende	Nieuwpoort	Duinkerken	Calais
Vloedstroom	45	72	78	108	129
Ebstroom	34	57	66	90	123

De vloedstroom is dus krachtiger dan de ebstroom. Sterke winden wijzigen duur en snelheid: bij die uit de richtingen Zuid tot West (gemiddeld gedurende een zevende deel des jaars) wordt de vloedstroom versterkt en de ebstroom verzwakt, bij die uit de richtingen Noord tot Oost (gemiddeld gedurende een twintigste deel des jaars) is de uitwerking omgekeerd. We kunnen met E. Dubois spreken van „overmaat van stroom uit het zuiden". Een der oorzaken daarvan is de standvastige zeestrooming, het takje van den Golfstroom, dat als „Kanaalstroom" de Noordzee binnentreedt; de snelheid daarvan („reststroom") zou volgens bovenstaande opgave (het halve verschil) 3 à 9 m per minuut bedragen. Ook blijkens den uitslag van proeven met uitgezette flesschen voorzien van ingesloten briefjes kan aan het bestaan van een door het Nauw van Calais de Noordzee binnendringenden stroom niet getwijfeld worden. Ten oosten van de Doggersbank sluit deze zich aan bij de van de Engelsche kust ter hoogte van Flamborough Head oostwaarts gerichte strooming; de waterbeweging in de noordelijke Noordzee is op het oogenblik voor ons doel evenwel niet van belang en kan buiten beschouwing blijven.

Dergelijke snelheden zijn zeker meer dan voldoende voor de verplaatsing van zanden als ons zee- en duinzand, hetgeen de waarneming aan onze kusten trouwens reeds lang proefondervindelijk heeft vastgesteld. De krachtiger vloedstroom verplaatst meer materiaal noordwaarts dan de minder krachtige ebstroom in staat is weer zuidwaarts te voeren. In den loop der tijden zou dus in het zuiden een tekort ontstaan, indien geen aanvulling plaats greep. Van waar is de aanvulling afkomstig?

Engelsche en Fransche ingenieurs hebben al sinds de

achttiende eeuw de meening verkondigd, dat de verzanding en opvulling van de inhammen en baaien aan het Kanaal en de straat van Dover veroorzaakt worden door materiaal, dat door de zee zelf wordt geleverd en gestadig oostwaarts wordt vervoerd. Merkwaardigerwijze heeft eerst in 1911 een Nederlandsche onderzoeker, Eug. Dubois, voor het eerst daaruit het besluit getrokken, dat het vooral de bodem en de kusten van het Kanaal zijn, ten koste waarvan het zandreservoir van de zuidelijke Noordzee werd en wordt gevoed en de Vlaamsch-Hollandsche duinkust is opgebouwd. Het overwegen van den vloedstroom tusschen het Nauw van Calais en Noord-Holland, de vorm en rangschikking van de zandbanken pleiten voor een zandtransport langs de zuidelijke Noordzeekust van West naar Oost. We aanvaarden dus als werkhypothese de uitspraak, dat de hoofdmassa van het Nederlandsche zee-, strand- en duinzand werd en nog steeds wordt aangevoerd door den stroom door het Nauw van Calais en afkomstig is uit het Kanaal.

Welke argumenten van anderen aard zijn daarvoor aan te voeren?

Hier rijst allereerst de vraag of dit transport ook door rolsteenen van localiseerbare gesteenten is aan te toonen. Erratica van armorikaansche (in het bijzonder normandische) gesteenten zijn bijv. bekend van de stranden van Picardië aan weerszijden van de Somme-monding en van Sangatte oostwaarts in de huidige en in de iets oudere (fossiele) rolsteenbanken („cordons littoraux"), die later ter sprake komen. Voor de grootere gesteenteblokken van den zeebodem (bijv. ter hoogte van Oostende) is het zeker niet onmogelijk, dat we hier aan invloed van menschelijke werkzaamheid moeten denken, maar voor de volstrekt niet zeldzame, kleine en

goed afgeronde erratica van armorikaansche stollingsgesteenten in de strandconglomeraten is een aanvoer op louter natuurlijke wijze het waarschijnlijkst. Overtuigender blijkt echter het transport, wanneer we van Kaap Blanc Nez tot Calais het strand beschouwen. We zien dan de vuursteenen (afkomstig uit het turoone krijtgesteente met den mantel van verweerings- en afspoelingsproducten, dat als klif bij Sangatte eindigt) vooral geconcentreerd in den vloedzoom zich in metersdikke rolsteenbanken voortzetten tot aan het westelijke havenhoofd van Calais; de rolsteenen van het zachte Krijtgesteente zijn op twee km ten oosten van Sangatte reeds vrijwel geheel verdwenen. Ten oosten van Calais treft men op het strand geen aaneengesloten rolsteenbanken meer aan, maar kleinere vuursteenkeitjes zijn langs het verdere traject, tot binnen de Nederlandsche grens, blijkbaar nog in tamelijk groote hoeveelheid in het strandzand en den aangrenzenden zeebodem aanwezig. Ik vond ze op tal van punten met weinig moeite terug en bovendien sporadisch enkele grootere exemplaren. Een vervoer van het Nauw van Calais oostwaarts volgt uit de verbreiding van het erratische vuursteenmateriaal in de littorale zone.

De Vlaamsche kust levert nog een nieuw localiseerbaar bestanddeel. Een zeker niveau in het Belgische Eoceen, dat men als „Panisélien" onderscheidt, wordt gevormd door een glauconitische zandsteen, waarin merkwaardig veelvuldig de groote en dikke schalen van Cardita planicosta voorkomen. De dagzoom van dit niveau verloopt door Vlaanderen van Gent over Brugge en moet de tegenwoordige kust snijden ergens ter hoogte van Blankenberghe en Wenduyne; aan de overzijde komt het weer voor den dag met hetzelfde fossiel. Dit gesteente moet ergens in den zeebodem aan de mariene

erosie blootgesteld zijn, want daarvan afkomstige rolsteenen en losse Cardita-schalen treft men aan op het strand ten oosten van Oostende. Bij deze plaats zijn ze nog tamelijk schaarsch, maar oostwaarts gaande worden ze talrijker en van Wenduyne af tot Kadzand zijn ze inderdaad algemeen voorkomend; hun verbreiding is verder te vervolgen tot de stranden van Walcheren (Domburg) en Schouwen (Westerschouwen) en wijst op een vervoer van west naar oost.

Bepalingen van de grootte der korrels, waaruit ons strand- en duinzand bestaat, zijn al door J. L. C. Schroeder van der Kolk in grooten getale verricht en daarna door tal van andere onderzoekers. We zijn thans op grond van duizenden mechanische analysen gerechtigd tot de vaststelling van het feit, dat dit zand van Boulogne tot Schiermonnikoog een opmerkelijke gelijkmatigheid in korrelgrootte vertoont. De afmetingen van de overgroote meerderheid (80 tot 96 gewichtsprocenten) der korrels liggen tusschen 0.15 en 0.40 mm en dit leidt tot het vermoeden, dat deze waarden de grenzen van de praktische verkleiningsmogelijkheid onder de aan deze kusten heerschende omstandigheden voorstellen: deze grenzen zouden dan reeds lang bereikt zijn. Een argument voor een vervoer van west naar oost levert de korrelgrootte niet op.

Hetzelfde moet — naar de tegenwoordige kennis — gezegd worden van de mineralogische samenstelling. Nadat in de vorige eeuw Retgers en vooral Schroeder van der Kolk zich met dit onderwerp hadden bezig gehouden, is het in den jongsten tijd weer op uitgebreide schaal ter hand genomen door Edelman, waarbij ik opmerk, dat het onderzoek zich tot nu toe bepaald heeft tot de z.g. zware fractie, d. w. z. tot de mineralen zwaarder dan bromoform. De algemeene

uitkomst is, dat van Boulogne tot Schiermonnikoog het zee- en strandzand ook in dit opzicht geen essentieele verschillen vertoont (behoudens het feit, dat ongeveer van Texel oostwaarts het mineraal saussuriet van minder beteekenis wordt) en overeenkomt met onze diluviale zanden; een besluit betreffende de herkomst uit een bepaald oorsprongsgebied is derhalve op grond van de mineralogische samenstelling der zware fractie niet gewettigd. Als dit zand althans voor een deel het detritus van armorikaansche gesteenten voorstelt, kan men met Edelman aan twee mogelijkheden denken: of dit detritus bevat zeer weinig zware componenten, of het vertoont toevallig groote gelijkenis met onze diluviale zanden. Waarschijnlijker lijkt mij de volgende verklaring, die ook door Edelman uitgewerkt en aanvaard wordt.

Tijdens den voorlaatsten of grooten „ijstijd" (Riss-glaciaal) strekte zich het ijsfront uit ongeveer in de lijn Haarlem—Cromer (Norfolk): de Engelsche en de Skandinavische ijskappen waren tot een geheel samengevloeid en de normale afvoer van het rivier- en smeltwater naar het noorden was door deze afdamming onmogelijk. De afvoer moet plaats hebben gehad naar het zuidwesten door een erosiegeul in het land, waar zich nu het Kanaal bevindt, en aldus kunnen groote hoeveelheden van het type onzer Nederlandsche diluviale zanden daarheen vervoerd zijn geworden. Deze voorlaatste „opening" van het Nauw van Calais is vermoedelijk als een smalle zeestraat blijven bestaan tijdens het Riss-Würm interglaciaal, want de fauna van onze Eemlagen bevat eenige lusitanische elementen, welker aanwezigheid moeilijk anders te verklaren is. Deze sont moet zich weer gesloten hebben bij de zeespiegeldaling als gevolg van de nadering van het Würm-

glaciaal, maar de laatste „opening" van het Nauw van Calais in den loop van het Holoceen, die verder ter sprake komt, heeft de mogelijkheid gebracht, dat hetzelfde zand weer in omgekeerde richting verplaatst werd. Op deze wijze is de aanvoer van ons strandzand uit het Kanaal niet in tegenspraak met de tegenwoordige kennis der mineralogische samenstelling.

Ik geloof hiermede de gestelde vraag voldoende te hebben besproken. Voor het deel onzer duinkust ten zuiden van Bergen aan Zee acht ik waarschijnlijk, dat de hoofdmassa van het zand in holoceenen tijd werd (en nog steeds wordt) aangevoerd door den stroom door het Nauw van Calais en afkomstig is uit het Kanaal. Dit deel moet dus jonger zijn dan de laatste opening van de verbinding van Noordzee met Atlantischen oceaan.

Ten noorden van Bergen verandert het karakter van het duinlandschap. Tal van redenen pleiten voor de zienswijze, dat van Bergen noordwaarts de hoofdmassa van het zand niet teruggekeerd Kanaalzand is, maar direct afstamt van den diluvialen bodem. Ik kom over dit andere gedeelte van de Nederlandsche duinkust in het volgende hoofdstuk te spreken.

III. DE HERKOMST VAN HET DUINZAND TEN NOORDEN VAN BERGEN AAN ZEE.

Hierboven wees ik op de verandering in het karakter van het duinlandschap, die ter hoogte van Bergen aan Zee intreedt, welk verschijnsel al in de achttiende eeuw de opmerkzaamheid trok. De verandering ligt niet zoozeer in de algemeene vormen van het landschap, dan wel in de geaardheid van het zand, dat in habitus in sommige opzichten aan de „diluviale" zanden herinnert. We kunnen hier echter onmogelijk met „wortelvast" plistoceen te maken hebben, want het duinlandschap ligt, evenals ten zuiden van Bergen aan Zee, in het algemeen op zeevormingen van holoceenen ouderdom.

Toch dringt zich al dadelijk een argument op ten gunste van een nauwere betrekking van dit duinzand met den diluvialen bodem dan verder zuidelijk mogelijk is. Aan gene zijde — ten oosten — van een lijn, die ongeveer door de punten Den Hoorn op Texel, westpunt van Wieringen en Urk wordt aangegeven, is de holoceene Noordzee reeds lang in aanraking gekomen en tot heden gebleven met het Noord-Nederlandsche glaciale landschap, het product van den Riss-ijstijd. De oppervlakte daarvan bevindt zich aldaar over aanmerkelijke uitgestrektheden niet ver van het tegenwoordige zeeniveau en rijst er zelfs hier en daar nog boven uit. Hier bestaat dus de mogelijkheid, dat door de zee omgewerkte glaciale en fluvioglaciale zanden opgenomen zijn in de holoceene afzettingen en vervolgens ook tot de vorming der duinzanden hebben bijgedragen.

Teneinde de waarde van dit argument te kunnen beoordeelen moeten we den gang van zaken wat meer in bijzonderheden beschouwen. Tusschen de (hierna vast te stellen) tijdstippen min 7000 en min 5000 is de Vlaamsch-Hollandsche kuststrook „verdronken" — overstroomd geworden door de zich uitbreidende Noordzee — en opgehoogd met de oudholoceene zeeafzettingen; sinds 1927 heb ik voor dit stadium de uitdrukking „ontstaan van den oudholoceenen waddenzoom" gebezigd. Het Nauw van Calais was toen nog gesloten; de vloedgolf uit den atlantischen oceaan kon alleen door de noordelijke verbinding tot in de zuidelijke Noordzee doordringen. Het glaciale heuvelland van Texel lag toen als de noordwestelijkste punt van een landtong blootgesteld aan de uit het noordwestquadrant komende waterbeweging en kan toen het uitgangspunt geweest zijn van meer of minder volledige strandwallen, welke van dit vaste punt uit in de richtingen oost en zuid konden groeien. Het daartoe noodige materiaal moet wel grootendeels ontleend zijn geworden aan de glaciale afzettingen, die de landtong Texel—Wieringen opbouwen. Voor een zuidwaarts vervoer in dit stadium pleit het bij de zorgvuldig uitgevoerde boringen in de Schoorlsche duinen opgemerkte feit, dat zoowel in de huidige duinbasis als in de wadafzettingen daaronder ook grovere korrels, steentjes en kleinere erratica van fennoskandinavischen oorsprong optreden, waarvoor een aanvoer van de kust Den Hoorn op Texel-westpunt van Wieringen voor de hand ligt.

We kunnen niet uitmaken of we ons deze oudholoceene, van Texel uitgaande strandzoomen moeten voorstellen als nagenoeg gesloten duinketens, dan wel als reeksen platen, banken en eilanden met plaatselijke duingroepen, omdat deze vormingen thans niet meer

aan te wijzen zijn; ze zijn uitgewischt door de verder voortschrijdende Noordzee-transgressie, waarschijnlijk ook voor een deel binnenwaarts verplaatst om als grondslagen voor jongholoceene duinvorming te dienen. Ik kan dus zeer wel de meening deelen van J. W. van Dieren, dat ook bij de oudholoceene waddenzoom behoort een zeewaarts daarvan gelegen, hoogere, beschermende strook van zandig materiaal, een strandwal in meer of minder embryonalen vorm.

Het duinzand ten noorden van Bergen aan Zee bestaat mijns inziens voor een gedeelte — en misschien voor een zeer groot gedeelte — uit afbraakmateriaal van het Noord-Nederlandsche glaciale landschap, dat niet uit het Kanaal is aangevoerd, maar ter plaatse tot mariene afzettingen is omgevormd. De „diluviale" habitus wordt aldus begrijpelijker en de toevallige omstandigheid van de primaire kalkarmoede, waarmede de witte kleur (ontbreken van ijzerhydroxydhuidjes) weer verband houdt, draagt tot de gelijkenis eveneens het hare bij.

IV. DE OPENING VAN HET NAUW VAN CALAIS EN HET ONTSTAAN VAN DEN SCHOORWAL.

Hierboven besprak ik de vraag naar de herkomst van het duinzand ten zuiden van Bergen aan Zee en ik kwam tot het besluit, dat de hoofdmassa daarvan door den vloedstroom is aangevoerd uit het Kanaal. De vorming van dit stuk van den schoorwal kan dus niet verder terug reiken dan het tijdstip, waarop de landverbinding tusschen Engeland en Frankrijk voor de laatste maal werd verbroken; zoolang de Noordzee in het zuiden nog niet met den oceaan samenhing en de zuidelijke Noordzee nog geheel het karakter had van stille, ondiepe zeeboezem, is een gesloten duinkust met daarachter gelegen strandmeer naar mijn meening minder aannemelijk en verkeerde het gebied van het holoceene Nederland in een toestand, die in groote trekken met dien onzer tegenwoordige Waddenzee vergelijkbaar is. De bouw van den ondergrond van duinen en aangrenzend polderland stemt met deze opvatting overeen.

Dit sluit intusschen volstrekt niet uit, dat plaatselijk reeds duincomplexen aanwezig geweest kunnen zijn, hetzij ter hoogte van de huidige kustlijn, hetzij iets verder westelijk en noordelijk gelegen, in den vorm van meer zelfstandige duineilanden, die echter geen samenhangende afsluiting vormden. Het materiaal daarvan moet dan noodzakelijkerwijs een anderen oorsprong hebben dan door mij aangenomen wordt voor het duinlandschap, dat thans de Vlaamsch-Hollandsche kustvlakte van de zee afsluit. Ik betoogde in de voorafgaande

bladzijden, dat mijns inziens een dergelijke onderstelling noodig is ter verklaring van het afwijkende karakter van het duingebied ten noorden van Bergen.

Het normale Hollandsche duinlandschap, dat we nu beschouwen en dat we in zijn typische ontwikkeling tusschen Monster en Bergen aantreffen, ontstond evenwel eerst na de (laatste) overstrooming van het Nauw van Calais. Wanneer kan deze voor ons jongste geologische verleden zoo uiterst gewichtige gebeurtenis plaats gehad hebben?

Staring was van oordeel, dat dit nog in den diluvialen tijd moet zijn geweest, omdat op den zeebodem ter plaatse erratische blokken en keien liggen, welke daarheen z.i. slechts in diluvialen tijd vervoerd kunnen zijn geworden; de zeestraat moet dus toen reeds bestaan hebben. Het behoeft wel geen betoog, dat deze gedachtengang onjuist is. Indien werkelijk aldaar de (door Staring bedoelde) noordelijke erratica voorkomen, hetgeen door geen enkelen onderzoeker is bevestigd, dan zouden ze nog gereedelijk verklaard kunnen worden als resten van een diluviaalbedekking van het voormalige land. De losse blokken, keien en steenen op deze plek, voor zoover daarbij geen menschelijke invloeden in het spel zijn, moeten echter volgens veler onderzoek beschouwd worden als puin van gesteentelagen in het door de mariene erosie verdwenen land, dat destijds Engeland met Frankrijk verbond; ze zijn van plaatselijke herkomst en bewijzen geenszins, hetgeen Staring daaruit afleidde.

Het eerste voldoend vastgestelde historische feit, dat het bestaan der zeestraat bewijst, is de reis van den zeevaarder Pytheas van Massilia omstreeks het jaar 325 v. C., die langs de Engelsche zuidkust oostwaarts varende de Rijnmondingen bereikte. Hoe lang bestond toen de doorvaart? De gissingen hieromtrent bewegen

zich bij de verschillende schrijvers over dit onderwerp niettemin binnen zekere grenzen. Eug. Dubois berekent op grond van de hoogteligging van de oude duinbasis in het Haarlemsche duingebied en de gemiddelde niveauverandering van 1 mm per jaar, dat de aanvang van de duinvorming (en dus ook het ontstaan van het Nauw van Calais) 3000 à 4000 jaren achter ons ligt; anderen komen tot 6000 en 8000 jaren.

Sedert het gelukt is de holoceene geschiedenis van Nederland in te schakelen in de algemeene geschiedenis van Noord-Europa, kunnen we de beantwoording van de vraag met wat meer vertrouwen nabij komen. Het is de zoogenaamde „Littorina-transgressie'' in het midden van de warme tijdsruimte, die ook de zuidelijke Noordzee in verbinding bracht met den Atlantischen oceaan. Als (benaderend!) tijdstip kunnen we daarvoor het jaartal min 5000 vasthouden; we sluiten dan ongedwongen aan bij alle andere vastgestelde feiten, die met dit gedeelte van de historische geologie van Noord-Europa in verband staan. Ik hoop deze tijdsbepaling later nog nader te motiveeren.

Over het onstaan van de duinkust van Sangatte tot Bergen op een meer of minder samenhangenden schoorwal, opgebouwd achter een vooruitspringend, vast punt der kust in de richting der algemeene waterbeweging, bestaat eigenlijk geen meeningsverschil. Dergelijke schoorwallen, zij het ook van veel geringere lengte, kennen we nog van vele andere gedeelten van de kusten van Kanaal en zuidelijke Noordzee; de overbekende voorbeelden aan de Pruisische Oostzeekusten stip ik slechts even aan.

Vroeger werd de vorming van den schoorwal wel verklaard door de aanname, dat het met zand beladen rivierwater ter hoogte van de tegenwoordige kust in

botsing kwam met het zich anders bewegende zeewater, waardoor het meegevoerde zand tot afzetting kwam. Sinds de ondergrond der duinen beter bekend is geworden, kunnen we deze hypothese als vervallen beschouwen. Een zoo geweldige afvoer van zand door het rivierwater tot onze huidige kustlijn kunnen we ons alleen in plistoceenen tijd denken en de duinen zijn blijkens den bouw van den ondergrond aanmerkelijk jonger.

Staring heeft zich hierover niet onomwonden uitgesproken; ook Lorié heeft hieromtrent in 1893 nog geen geheel afgeronde meening, doch geeft niettemin duidelijk te kennen, wat hij als voldoende vaststaande beschouwt, in deze woorden:

„Ons schijnt het het waarschijnlijkste toe, dat onze schoorwal ongeveer bij Calais begonnen is zich te vormen en zoo voortgegroeid is tot een volgend vast punt, waarschijnlijk het eiland Texel, terwijl hij later op enkele punten werd doorgebroken."

Met deze voorstelling kan ik mij goed vereenigen, met het voorbehoud, dat het beter is aan te nemen, dat de schoorwal nimmer een volkomen gesloten geheel is geweest en reeds bij den aanleg openingen aanwezig bleven, waardoor het binnenwater kon afvloeien.

Lorié wijst er voorts op, dat men zich het ontstaan van onzen schoorwal zeer goed kan denken uitgaande van eenig vooruitspringend punt van de kust (i.c. Calais) of van een eiland (i.c. Texel). Een getijstrooming kan achter dit punt, waar de stroom gebroken is en de snelheid plotseling vermindert, zand afzetten en een zandbank opbouwen, die zich gaandeweg in dezelfde richting kan verlengen. Tevens wijst hij er echter op, dat ook wind en golven alléén hetzelfde kunnen doen wegens de zijwaartsche verplaatsing van het zand door

oploopende golven, wanneer de wind schuin op de kust staat. Mij komt het voor, dat de vorming van onzen schoorwal een te grootsch verschijnsel is om verklaard te kunnen worden zonder de hulp van een zand vervoerende zeestrooming. Ik acht den afstand tusschen strandwal en toenmalige kustlijn te groot voor deze door Lorié aangestipte vormingswijze: in Holland is deze afstand 40 à 60 km. Indien we evenwel aannemen, dat op deze wijze een eerste smalle strandwal gevormd werd, dan kunnen we ons de aangroeiing daarvan op twee wijzen denken:

a) Aan den binnenkant van den strandwal door aanvoer van zand van de achtergelegen kust door den langs den bodem van het strandmeer terugkeerenden onderstroom. Dan zou de aangroeiing van west naar oost moeten hebben plaats gehad, hetgeen in strijd is met langs anderen weg verkregen feiten. Ook is een strandmeer, waarin zoodanige aanvoer mogelijk was, niet goed vereenigbaar met de voorstelling, die we ons op deugdelijke gronden van den toestand maken.
b) Aan den buitenkant door de voortgaande aanvoering en verplaatsing van het zand door schuin oploopende golven. Het duinzand met het strandzand, waarop het rust, zijn echter, zooals we gezien hebben, niet af te leiden van het zand in den zich daaronder bevindenden zeebodem, hetgeen het geval zou moeten zijn, als de wind de eenige oorzaak ware.

Eug. Dubois geeft in 1915 en 1916 nog eens een gedetailleerde meening, die feitelijk geheel overeenstemt met hetgeen Lorié in 1893 als zeer wel mogelijk beschouwde. Ik kan mij daarmede geheel vereenigen en besluit aldus:

Het eerste begin van het ontstaan der duinkust van Sangatte tot Bergen was de vorming van een schoorwal, bestaande uit een reeks platen, banken en eilanden tusschen de punten Sangatte en Texel—Wieringen. Als tijdstip is daarvoor het jaartal min 4500 aan te nemen.

V. DE ONDERSCHEIDING TUSSCHEN JONG EN OUD DUINLANDSCHAP.

In het voorafgaande hebben we nagegaan, wat de herkomst is van het duinzand ten zuiden van Bergen en hoe de grondslag van de duinkust begonnen is zich te vormen. Tot 1912 gold algemeen de meening, dat de oostelijkste duinruggen de oudste zijn en dat strand en duinen zich geleidelijk westwaarts verbreed hebben, m. a. w. dat de duinstrook het resultaat is van een ononderbroken zeewaartsche aangroeiing, zoodat elke duinketen in ouderdom onmiddellijk aansluit bij de ten oosten daarvan liggende. Dit standpunt is reeds door Staring aangegeven en door Lorié in 1890 en 1893 op ondubbelzinnige wijze uiteengezet. In dezen gedachtengang is echter geen plaats voor de onderscheiding van twee duinlandschappen, die als zelfstandige vormingen tegenover elkaar moeten gesteld worden.

In 1913 verscheen de verhandeling van J. Jeswiet, waarin de schrijver tracht aan te toonen, dat het duingebied tusschen Alkmaar en Monster uit twee elementen bestaat: een oud duinlandschap in het oosten, dat in het westen door een (transgredeerend optredend) jong duinlandschap in historische tijden bedolven is geworden. Bij de kennismaking met deze nieuwe theorie werd ik getroffen door de gemakkelijkheid, waarmede op deze wijze de eigenaardige structuur van het Wassenaarsche duingebied kon worden verklaard en de latere, van Haarlem uitgaande, geologische opname heeft mij geleid tot de overtuiging, dat deze theorie als juist moet worden

aanvaard. Zeer in het kort is de door Jeswiet gegeven motiveering van zijn opvatting de volgende.

Wanneer men ergens in het kustgebied tusschen Egmond en Monster zich uit het polderland in noordwestelijke richting naar de kust begeeft, dus de duinstrook in zijn volle breedte doorsnijdt, dan ontmoet men eerst een landschap, bestaande uit zandruggen, die al of niet duinen dragen en gescheiden zijn door langgestrekte, vlakke terreinen, waarin zich een zandig moerasveen heeft ontwikkeld. Dit landschap vormt een geologische eenheid, vertoont een zeer duidelijke geleding in de richting Z.W.-N.O. en is in zijn bovenlagen verweerd (uitgeloogd, ontkalkt). Op grooteren of kleineren afstand van de kust wordt het scherp begrensd door een ander duinlandschap van zeer wisselende breedte, welks bovenlagen in het minst niet verweerd (uitgeloogd, ontkalkt) zijn. In zandgroeven en ingravingen in het jonge landschap ziet men het onverweerde, frissche zand rusten op een verweerd landoppervlak; het jonge duinlandschap heeft derhalve de westelijke voortzetting van het oude overstoven. De bovenlagen van het oude landschap zijn tengevolge van de verweering praktisch kalkvrij geworden, zoodat men op de grens der beide landschappen een plotselinge toename van het gehalte aan koolzure kalk (in hoofdzaak in den vorm van fijn schelpgruis) ten bedrage van circa 3 % vindt.

Ik heb het hoofddenkbeeld hier met mijn eigen woorden weergegeven, waarbij ik in 1921 de termen van „oud en jong duinlandschap" heb ingevoerd, omdat ze m. i. beter zijn dan de vroeger gebruikte benamingen. Jeswiet spreekt steeds van „oude en nieuwe duinen", waartegen valt aan te voeren, dat ook vlakke zandgronden zonder duinen hiervan deel uitmaken; de onderscheiding

van binnenduinen en buiten- of zeeduinen (Lorié) is zuiver topographisch, want alle binnenduinen waren ook eenmaal zeeduinen en plaatselijk vormen de binnenduinen (in geologischen zin) de tegenwoordige buiten- of zeeduinen. Ook benamingen als „witte duinen" en „gele duinen", die men wel eens heeft gebruikt, zijn minder wenschelijk, omdat daaruit verwarring kan voortvloeien. De namen oud en jong duinlandschap komen mij geheel ondubbelzinnig voor; ze geven te kennen, dat elk landschap behalve duinen ook nagenoeg vlakke terreinen omvat, die al of niet met een veenlaag zijn bedekt.

Wat de hoofdgedachte aangaat hebben andere onderzoekers zich bij deze zienswijze aangesloten. Daarnaast zijn ook wel eenigszins afwijkende indeelingen der duinen naar den ouderdom voorgesteld; ik laat deze hier verder onbesproken, omdat ze naar mijn meening slechts verwarring stichten.

Toen Lorié in 1890 en 1893 de vorming van de duinkust behandelde, was hij al zeer dicht genaderd tot het inzicht, dat later door Jeswiet in geheel duidelijken vorm werd gebracht. Ten bewijze haal ik deze zijn woorden aan: „De binnenduinen zijn geen overgerolde zeeduinen, ze zijn ouder dan deze en vormen met den schoorwal, de vlakke geestgronden en de duindalen één onafscheidelijk geheel."

Het is dit „onafscheidelijke geheel", dat ik onder den naam van oud duinlandschap samenvat. Hieruit blijkt dus, dat het uit verschillende onderdeelen is samengesteld, namelijk uit hoogere zandruggen, die al of niet duinen dragen, en gescheiden zijn door „duindalen". In dezelfde verhandeling geeft Lorié aan, hoe we ons dit landschap ontstaan kunnen denken en wel in de volgende bewoordingen:

„De binnen- en zeeduinen werden voorafgegaan door zandbanken, zandeilanden en stranden, gelijk aan de vlakke geestgronden van het Westland, van Rijswijk—Voorschoten, enz. Het eerst waren dus deze vlakke en kale strooken aanwezig, vervolgens ontstonden, door voortdurende zeewaartsche verbreeding van het strand, die van Monster—Loosduinen, van den Haag—Huis ten Deyl enz., en op deze vormden zich de eerste zeeduinen. Intusschen ging het strand voort met breeder te worden en kwam de strook Ter Heide—Ockenburg—Waalsdorp—Wassenaar te voorschijn, evenals die van Noordwijk—Noordwijkerhout enz. Ook deze kregen zeeduinen, waardoor de oudere tot den rang van binnenduinen afdaalden. Hetzelfde spel herhaalde zich en zoo werden strand en duinen breeder en breeder."

Hoe de scheidende, langgestrekte en lage terreinen, de „duindalen" of „duinvalleien", ontstaan zijn, wordt door Lorié eveneens aangegeven. Ik wil deze verklaring hier ook woordelijk inlasschen.

„De binnenste binnenduinen zijn het eerst ontstaan, gaandeweg breidde zich het strand zeewaarts uit en ontstond er op eenigen afstand een geheel nieuwe rij duinen. De tusschenruimte, dal of geul, werd nog geregeld door den vloed overstroomd; daar waar de buitenduinen zich met de binnenduinen vereenigden, ontstond een duindal; daar waar zulks niet plaats had, een aan beide zijden open geul."

En verder lezen we:

„Het eenige middel, waardoor de duindalen, die aan hun boveneinde het hoogst zijn, dezen vorm kunnen gekregen hebben, is het door de getijden heen en weer gaande zeewater. Daarvoor moet echter het smalle gedeelte der duinreeks bij Katwijk een opening geweest zijn — het Leidsche zeegat."

Geheel dezelfde verklaring der duindalen als afgesneden deelen van het westwaarts aangroeiende strand vinden we ook eenige jaren later bij Blink terug.

Ik kan mij met dit alles geheel vereenigen en zou alleen den naam veranderd willen zien. Deze naam is volkomen neutraal en geeft daardoor aanleiding tot verwarring met de pannen, dellen, vlakken en velden van het jonge duinlandschap. Het komt mij daarom beter voor dezen naam te vervangen door dien van „oude strandvlakten", waardoor uitgedrukt wordt, hoe we ons deze terreinen in eersten aanleg gevormd denken.

De vormingswijze van het oude duinlandschap acht ik hiermede voldoende besproken; thans is de verticale bouw aan de beurt. Allen zijn het er over eens, dat dit landschap opgebouwd is op een strandwal, als zoodanig herkenbaar door het voorkomen van banken van tamelijk gave en meer of minder gerolde schelpen naast overvloedig fijner schelpgruis. Naar boven volgt dan het duinzand, dat veel fijn schelpgruis bevat en dientengevolge een tamelijk belangrijk gehalte aan koolzure kalk toont. Ik vermeldde reeds het feit, dat de bovenlagen van het oude landschap een diepgaande verweering en uitlooging hebben ondergaan; daar de vermindering van het kalkgehalte een bruikbaar kriterium voor de mate van verweering oplevert, wil ik daaraan eenige woorden wijden.

Staring en zijn voorgangers hebben het verschil in kalkgehalte tusschen binnenduinen en zeeduinen reeds opgemerkt en Lorié heeft het verschijnsel verklaard door den hoogeren ouderdom der binnenduinen. Tot op een diepte van eenige meters bevat het zand van het oude duinlandschap in den regel minder dan 0.1 % koolzure kalk, daaronder stijgt de hoeveelheid snel tot circa 3 % en meer. Dit verschil verklaart voldoende, waarom

de flora van het jonge landschap een aantal soorten bevat, die als meer of minder kenmerkend voor kalkhoudenden bodem worden beschouwd, terwijl het oude landschap op de plaatsen, die nog niet te sterk door den mensch zijn beinvloed, de flora der uiterst kalkarme zandgronden draagt. In het volgende worden eenige soorten genoemd, die deze tegenstelling tot uitdrukking brengen:

Kalkvliedende planten van het oude landschap: Pteridium aquilinum, Teesdalia, nudicaulis, Ulex europaeus, Sarothamnus scoparius, Genista anglica, Ornithopus perpusillus, Potentilla tormentilla, Calluna vulgaris, Erica tetralix.

Kalkzoekende planten van het jonge landschap: Silene nutans, Anthyllis vulneraria, Ononis repens, Clinopodium vulgare, Rosa pimpinellifolia, Cynoglossum officinale, Echium vulgare, Lithospermum officinale.

Gedeeltelijk is aan den grooteren ouderdom van het oude landschap ook toe te schrijven het — in het algemeen — sterker genivelleerde karakter der daartoe behoorende duinruggen met hun zwakkere hellingen en geringere hoogteverschillen dan we in het jonge landschap gewoon zijn aan te treffen. Het is overbekend, dat de mensch het natuurlijke aanzien van het oude landschap zeer sterk veranderd heeft door afgraving en ophooging, kultiveering, bebossching, bewoning.

Tusschen en op de zandlagen van het oude landschap treden veen- en humuslenzen veelvuldig op, soms tot drie of vier boven elkaar. Deze vegetatieniveau's zijn altijd plaatselijk en vertegenwoordigen stellig geen groote samenhangende veenlaag; in zandgroeven en boringen is het uitwiggen dier lenzen dikwijls waar te nemen. Als bestanddeel van het oude landschap komen de veenlagen uiteraard ook in den ondergrond van het

jonge landschap voor, waar dit laatste over het oude transgredeert en zoowel veenkommen van beperkte afmetingen als het veen van de groote strandvlakten bedolven heeft. We zullen later zien, dat tijdens en na de wording van het oude landschap de omstandigheden uitermate gunstig waren voor de veenvorming. Tegenwoordig is de veenvorming in vochtige duinpannen meestal van weinig beteekenis, zoodat dergelijke dunne veenkorstjes bij uitdroging tamelijk snel te gronde gaan; in vorige eeuwen zijn ook in het jonge landschap wel hier en daar kleinere duinveentjes ontstaan, welke door overstuiving bewaard zijn gebleven.

Wanneer is de verbreeding van het oude landschap geeindigd en is een andere toestand ingetreden, waaraan de gedeeltelijke vernietiging van het oude en het ontstaan van het jonge landschap moeten worden toegeschreven?

Met de beantwoording van deze vraag komen we op historisch terrein. Immers de Romeinen vonden bij hun komst aan de mondingen van Rijn, Maas en Schelde het jonge duinlandschap nog niet ontwikkeld. Deze gevolgtrekking kunnen we maken uit de door hen gegeven beschrijvingen van deze gewesten: Caesar, Plinius en Strabo spreken van een moerassig terrein met hoogere en drogere plekken, dat geheel met dichte bosschen is bedekt. We kunnen hierin gemakkelijk ons oude duinlandschap met de scheidende, moerassige strandvlakten herkennen, doch niet het jonge landschap. Lorié haalde deze feiten in 1893 aan tot steun van zijn betoog, dat het begin der groote duindoorbraken en overstroomingen eerst na het jaar 300 valt; ook Jeswiet (1913) beroept zich daarop om aan te toonen, dat het jonge landschap eerst later moet zijn ontstaan. De hierop betrekking hebbende plaatsen in de geschriften

der genoemde Romeinsche schrijvers worden o. a. nauwkeurig aangehaald en besproken door Blanchard, naar wiens studie door Massart verwezen wordt; ik volsta derhalve met hier ter plaatse het voornaamste kort te vermelden. Caesar vertelt, dat de inheemsche bevolking langs de Noordzeekust een land bewoont, dat slechts uit wouden en moerassen bestaat, waarin zij moeilijk toegankelijke schuilplaatsen vindt. Strabo voegt er aan toe, dat de Menapiërs op eilanden te midden van de moerassen wonen en in den regentijd dientengevolge moeilijk te bereiken zijn.

De gegevens der Romeinsche schrijvers zijn intusschen op zich zelf weinig overtuigend en leveren stellig geen ondubbelzinnige aanwijzingen. We weten niet met zekerheid in hoeverre hun mededeelingen op eigen waarnemingen berusten en evenmin of ze inderdaad betrekking hebben op de kuststrook of op verder van de zee verwijderde landstreken. Gelukkig beschikken we ook over gegevens, die meer vertrouwen verdienen.

De archaeologische vondsten, waaraan in het bijzonder het Vlaamsche kustgedeelte zeer rijk is, bevestigen namelijk ten volle het besluit, dat het jonge duinlandschap in den Romeinschen tijd nog niet bestond. Het deel van de jongholoceene kustvlakte in Vlaanderen vertoont denzelfden bouw als dat in Zeeland en Holland: van boven naar beneden zeer jonge zeeklei, veen en kleiïge tot fijnzandige zeeafzettingen. De tegenwoordige Vlaamsche duinen liggen oostelijk van Nieuwpoort op de beide bovenste vormingen (klei en veen) en zijn dus jonger dan deze; de kleiafzetting is echter op haar beurt jonger dan de Romeinsche bezetting, want de daartoe behoorende voorwerpen worden gevonden in en op de daaronder volgende veenlaag. Daaruit volgt met zekerheid, dat het overstroomen van het veenland

in de groote kustvlakte en de afzetting van de zeer jonge zeeklei niet vroeger dan de vierde eeuw onzer jaartelling kunnen zijn begonnen; anderzijds staat het historisch voldoende vast, dat de Vlaamsche duinen zich in de negende eeuw vrijwel op dezelfde plaats bevonden als thans en dus gevormd moeten zijn tusschen vierde en negende eeuw.

De archaeologische vondsten langs de zuidelijke Noordzeestranden toonen tevens aan, dat in de eerste eeuwen van onze jaartelling de kust van Nieuwpoort tot Kamp in het algemeen eenige kilometers verder westelijk moet gelegen hebben dan thans. Dit geldt in het bijzonder voor het kustgedeelte van Oostende tot Katwijk, omdat aldaar aan de buitenzijde van de duinen duidelijke aanwijzingen van menschelijke bewoning uit Romeinschen en vroegmiddeleeuwschen tijd aangetroffen zijn, hetgeen slechts te begrijpen is bij aanname van een verder westelijk gelegen duinkust. Deze nederzettingen moeten destijds aan de binnenzijde der duinen ontstaan zijn.

In het gedrag der Noordzee ten opzichte van de door haar zelf geschapen duinkust is derhalve sinds de eerste eeuwen onzer jaartelling een belangrijke verandering gekomen en we willen nu pogen een antwoord te geven op de vraag, wat daarvan een mogelijke oorzaak kan zijn.

De onderstelling ligt voor de hand, dat de opening tusschen Dover en Calais aanvankelijk veel nauwer is geweest; de waarneming leert inderdaad, dat deze verwijding nog altijd voortschrijdt, m. a. w. dat de kusten nog steeds terugwijken. Hiermede kan een vormverandering gepaard zijn gegaan en het is in deze richting, dat de oorzaak in de eerste plaats gezocht kan worden.

Het hooge klif aan de Kanaalkust met de vooruitspringende punten Grisnez en Blancnez wendt zich bij

het plaatsje Sangatte (zandgat?), circa 7 km ten westen van Calais, van de zee af en buigt scherp om naar het zuidoosten. Oudheidkundige vondsten op het huidige strand toonen aan, dat het Romeinsche Sangatte verder westelijk gelegen moet hebben. Op grond hiervan en ook met behulp van de gesteldheid van den naburigen zeebodem is het verloop van de kustlijn ter plaatse in praehistorischen tijd ongeveer aan te geven. Deze reconstructie maakt den bouw van het lage en jonge land, dat aan den voet van het hooge Krijtland ontstaan is, meer begrijpelijk.

Van Sangatte strekt zich in zuiver oostelijke richting een circa 15 km lange zandrug te midden van lager polderland uit. Men kan hierin zien de wortel van den eersten schoorwal. De rug is met eenige onderbrekingen te vervolgen tot Veurne in Vlaanderen; deze hooge strooken gronds steken als langgerekte eilanden boven de lage omgeving van jonge zeekleipolders uit; ze bleven boven water te midden van de overstroomingen in de vroege middeleeuwen. Naar mijn meening zijn ze geologisch gelijkwaardig met de banken en platen, waaruit en waarop het oude duinlandschap in Nederland zich heeft ontwikkeld en geven ze de richting der kustlijn ter plaatse vóór het jaar 300 aan. Daarna is het kustgedeelte Calais—Nieuwpoort sterk gaan aangroeien met jonge duinketens en tusschengelegen strandvlakten, zoodat de kust zich sinds dien tijd eenige kilometers naar het noorden heeft verplaatst. Het verschijnsel van toe- of afname van de kust hangt samen met de aan- of afwezigheid van voorgelegen zandbanken en dit hangt af van de waterbeweging, die beheerscht wordt door den vorm van de zeestraat. Uit het voorafgaande blijkt, dat de groeirichting van den schoorwal eerst oostelijk is geweest en later, als inleiding tot het ontstaan van

het jonge landschap, noordoostelijk is geworden; een vormverandering van de opening wordt daarmede waarschijnlijk. Er is derhalve aanleiding voor de meening, dat de oorzaak van de ingetreden verandering in de opbouwende werkzaamheid der Noordzee te zoeken is in vormverandering van het Nauw van Calais.

Eenige jaren geleden heeft J. H. Holwerda aangetoond, dat in Romeinschen tijd aan de oevers van de zeestraat, die Gallië en Brittannië scheidde, breede zandvlakten (waddenzoomen) aanwezig moeten geweest zijn, met eenige daarin gelegen hoogere eilanden, waarvan bijv de bij lagen waterstand ook thans nog droogvallende Goodwin Sands overblijfselen zijn Hieruit blijkt, dat de zeestraat toen gedeeltelijk verstopt was door zandmassa's. De vormverandering, waaraan we de wijziging in het gedrag der Noordzee toeschreven, schijnt nader bepaald te kunnen worden als een verbreeding en verdieping tengevolge van de opruiming (oostwaartsche verplaatsing) van zandmassa's, die de opening ten deele opvulden.

De onderscheiding der beide duinlandschappen is met het bovenstaande wel voldoende gerechtvaardigd. Ik kom op de wijze van ontstaan later meer in bijzonderheden terug.

VI. HET VEEN AAN DE BASIS VAN DE HOLOCEENE LAGENREEKS IN NOORD- EN ZUID-HOLLAND.

Sinds we den oorsprong van schoorwal en duinkust vastgeknoopt hebben aan de (laatste) overstrooming van het Nauw van Calais, heb ik daaraan een bruikbare splitsing van het Holoceen in Nederland ontleend. Het jaartal min 5000 geeft voortaan de grens tusschen Oud-Holoceen en Jong-Holoceen aan. De afzettingen boven het plistoceen, welke ouder zijn dan de aanvoer van het „oude zeezand" of „strandzand", waarop het oude duinlandschap tot ontwikkeling is gekomen, worden aldus als Oud-Holoceen samengevat.

Ik wil nu de aandacht vestigen op de oudholoceene veenlagen, in het bijzonder op het vegetatieniveau, dat aan de basis van het Holoceen optreedt en wegens deze stratigrafische positie van meer dan gewoon belang is. P. Harting en W. Badon Ghyben waren de eersten, die deze laag als iets meer dan een plaatselijke toevalligheid onderscheidden en wel in den bodem van Amsterdam en wijdere omgeving. In 1890 en 1893 heeft Lorié aan de bewuste lagen een afzonderlijk hoofdstuk gewijd, waarin hij de uitdrukking „veen op grootere diepte" invoert, als tegenstelling met het groote oppervlakkige veen boven de „oude zeeklei", waarvan de onderkant tot 4 à 5 m onder gemiddeld zeeniveau reikt. Hij vermeldt de aanwezigheid op tal van plaatsen in het Hollandsch-Utrechtsche polderland en beschouwt het onderste veen eveneens als een voormalig landoppervlak,

dat het diluvium van het alluvium scheidt. Sedert zijn zeer veel nieuwe gegevens aangaande dit onderste veen in Noord- en Zuid-Holland („veen op grootere diepte" in den nauwsten zin) verkregen, die ik hieronder samenvat.

De dikte van dit laagje is meestal slechts gering; een dikte van 10 tot 60 centimeters kan als normaal gelden, hetgeen verklaarbaar maakt, dat het nu en dan ook wel eens niet vermeld wordt, hetzij dat het onopgemerkt bleef, hetzij dat het inderdaad niet (meer) aanwezig is. Het komt ook voor, dat het omschreven wordt als een laagje donkere klei met hout en plantenoverblijfselen; de meer algemeene aanduiding als vegetatieniveau verdient daarom de voorkeur. De grootste diepte is 22 tot 23 m onder gemidd. zeeniveau ten noorden van Wijk aan Zee; op 18 tot 20 m diepte bevindt het zich onder Hoorn, Uitgeest, IJmuiden, Monster, Hoek van Holland; op 14 tot 18 m diepte onder Purmerend, Velzen, Den Haag en omgeving, Vlaardingen, Schiedam, Rotterdam en omgeving; op 10 tot 14 m diepte onder Enkhuizen, Zaandam, Amsterdam en omgeving, Leiden, Dordrecht. In oostelijke richting komt het laagje in hooger niveau om ongeveer in de lijn Loosdrecht—Sliedrecht te versmelten met het oppervlakkige veen. Opmerking verdient, dat het ontbreekt of slechts zwak aangeduid is in een smalle strook langs de kust tusschen de strandpalen 58 en 108, terwijl het overigens tamelijk regelmatig optreedt tusschen Alkmaar—Enkhuizen in het noorden en Hoek van Holland—Dordrecht in het zuiden.

Dit vegetatieniveau is in de kuststrook tusschen Egmond en Hoek van Holland gescheiden van het „oude zeezand", waarop het oude duinlandschap rust, door een 12 tot 20 meter dik lagenpakket van

oudholoceene zeeafzettingen. Het is dus van belang het niveau te kunnen onderbrengen in de holoceene stratigrafie. Onlangs heeft mevrouw G. G. Vermeer—Louman de uitkomsten van haar botanisch onderzoek van dit materiaal bekend gemaakt en hieruit blijkt, dat deze vorming in den diepen ondergrond van het oude duinlandschap ontstaan is in den aanvang van onze warme tijdsruimte, tijdens de zoogenaamde „dennenphase" (behoorende tot de Ancylusphase van de Oostzee of het boreaal van Blytt-Sernander). De zeestand was toen circa 19 m lager dan de tegenwoordige. Als tijdstip, waarop de mariene transgressie van de kustzone en de ondergang van dezen plantengroei begonnen, kunnen we het jaartal min 7000 aanvaarden.

Verder in het binnenland, in het Hollandsch-Utrechtsche polderland, ligt het veenlaagje op (in oostelijke richting) geleidelijk geringer wordende diepte, zooals boven werd opgemerkt. Hier blijkt het ontstaan minder ver terug te liggen: de plantengroei is later begonnen en heeft langer voortgeduurd, namelijk tot in het midden van de atlantische phase, dus tot veel verder in de warme tijdsruimte. We zullen hiervan later gebruik maken bij de samenvatting van de geheele holoceene geschiedenis; voor het oogenblik zij voldoende, dat blijkens den „borealen" ouderdom van het bewuste niveau onder de duinstrook de opening van het Nauw van Calais en het ontstaan van den schoorwal moeten geplaatst worden in het latere gedeelte van de warme tijdsruimte, tijdens de phase van het „gemengde eikenbosch" (quercetum mixtum) (d. i. de Littorinaphase van de Oostzee of het atlanticum van Blytt-Sernander).

De zandbodem, waarop het veenlaagje ontstaan is, wekt den indruk eener samenhangende afzetting, die naar het Noordzeebekken langzaam helt. Ik zie in deze

afzetting de voortzetting van het laagterras in de rivierdalen hooger stroomopwaarts. Wanneer men het einde van de zandopvulling der rivierdalen tevens als het einde van het Plistoceen aanneemt, m. a. w. wanneer men het laagterras als onze jongste plistoceene vorming beschouwt — en daaromtrent bestaat in Nederland wel geen meeningsverschil — dan vormt het veenlaagje een goede scheiding tusschen Plistoceen en Holoceen, dat in gevallen, waarin de stratigrafie overigens niet duidelijk is, een nuttige aanwijzing kan geven. Immers het beteekent een stratigrafisch hiaat, dat een tijdsruimte van 12000 jaren omvat (van min 20000 tot min 8000).

Het feit, dat deze vroegere landoppervlakte zich thans beneden zeeniveau bevindt, toont een niveauverandering aan, die algemeen en van nagenoeg gelijkblijvend bedrag voor dit geheele gebied geweest moet zijn; een tegenstelling tusschen horsten en slenken komt hier tenminste niet op overtuigende wijze voor den dag. Schrijft men het verschijnsel in hoofdzaak toe aan algemeene daling van het land, dan is men gedwongen deze beweging in dezelfde mate oostwaarts uit te breiden tot ver buiten onze grenzen, want het ondergrondsche laagterras ligt in het algemeene verval van het bovengrondsche en blijkt daarvan de ononderbroken voortzetting te zijn; plotselinge sprongen komen in dit verval niet voor. Het is onwaarschijnlijk, dat een dergelijke bodembeweging over zoo groote uitgestrektheid nagenoeg hetzelfde bedrag zou behouden; de tektonische bewegingen in dit deel van West-Europa hebben juist de neiging aanmerkelijke verschillen in hoogteligging der schollen te veroorzaken. De opvatting van het verschijnsel in hoofdzaak als een geleidelijke rijzing van den zeestand lijkt mij daarentegen aannemelijker. Veronderstelt men, dat aan het einde van den laagterrastijd, dus bij den

aanvang van het Holoceen, de zeestand ongeveer 60 m lager was dan nu en vervolgens in langzamer wordend tempo gestegen is, dan kunnen m. i. alle feiten daarin een eenvoudige verklaring vinden.

Ik kom op deze wijze op een ander onderwerp, dat in het volgende hoofdstuk besproken wordt.

VII. DE POSITIEVE NIVEAUVERANDERING VAN DE NEDERLANDSCHE KUST IN HET HOLOCEENE TIJDVAK.

In het voorafgaande zijn eenige hoofdpunten in de geschiedenis der duinkust ter sprake gekomen, waarbij ik gepoogd heb de gebeurtenissen ook eenigermate aan tijdgrenzen te binden. Thans is het onderwerp aan de beurt, dat voor de voorstellingen betreffende de vorming van onzen holoceenen bodem van fundamenteele beteekenis is: het welbekende en veel besproken verschijnsel der niveauverandering sinds den aanvang van het huidige tijdvak. Uit den bouw van de holoceene lagenreeks in westelijk Nederland blijkt een meermalen herhaalde afwisseling van facies, waarvan het eindresultaat evenwel onmiskenbaar op een positieve niveauverandering wijst. Dit feit moge hier als vaststaande worden aanvaard; na Staring heeft geen geoloog zich meer op het standpunt geplaatst, dat de niveauverandering een onwaarschijnlijke onderstelling moet genoemd worden.

Wordt het feit derhalve algemeen erkend, de verklaringen van het hoe en waarom loopen nog sterk uiteen. Dit blijkt wel duidelijk uit de geschriften, die in den lateren tijd betreffende het onderwerp verschenen zijn. Aan Steenhuis danken we een grondige behandeling, die van 1917 dateert en waarin ook de historische ontwikkeling wordt uiteengezet aan de hand van een literatuurlijst van niet minder dan 329 nummers. De tegenwoordige stand onzer kennis wordt weergegeven

door de bespreking van het verschijnsel der „bodemdaling" in de vergadering der Geologische Sectie van het Geol. Mijnbouwk. Genootschap van 21 October 1916 en uit de vooraf verschenen overzichten, waarin verschillende onderzoekers hun meening hebben uitgesproken en toegelicht. Deze samenvatting van gegevens en meeningen geeft een volledig beeld van de verschillende wijzen, waarop toen het probleem werd beoordeeld en kan dus thans het uitgangspunt vormen. Ter inleiding zij hieraan en aan de overige recente literatuur over dit onderwerp een en ander ontleend.

Het bestaan der niveauverandering is geen ontdekking van onzen tijd, zelfs niet van de negentiende eeuw; men vindt in de werken uit de daaraan voorafgaande eeuwen reeds telkens uitspraken, waaruit blijkt, dat het verschijnsel toen evenzeer de aandacht trok en soms tot uitvoerige beschouwingen aanleiding gaf. Eerst de laatste halve eeuw heeft evenwel voor de bestudeering van het vraagstuk omvangrijk en betrouwbaar materiaal geleverd, in cijfers uitgedrukt, en we kunnen hier daarom volstaan met een beknopt overzicht van de thans heerschende opvattingen, tot welker vorming de geschriften der voorgangers toch ook zeker het hunne hebben bijgedragen.

Tot de voorstanders van een bodemdaling ter verklaring der niveauverandering moeten Dubois en Lorié gerekend worden, die beiden het complex van verschijnselen aan een dalingsproces toeschrijven. Dubois beschouwt dit proces als continu, terwijl Lorié, wel is waar met eenig voorbehoud, een onderbreking door kortstondige bodemrijzing aannam om de jongste algemeene veenvorming te kunnen verklaren. Ik kom op deze onderstelling hieronder terug.

De verklaring door werkelijke bodemdaling wordt ook

zeer nadrukkelijk naar voren gebracht door Blaupot ten Cate. Deze onderzoeker meende bovendien verder te kunnen gaan dan een bodemdaling in algemeenen zin. Blaupot ten Cate bepleitte namelijk met groote overtuiging, dat er voldoende aanduidingen zijn voor het aannemen van verschillen in de snelheid van de bodembeweging, zoodat strooken met snellere en met minder snelle daling met elkander afwisselen; in de provincie Zeeland zouden zelfs strooken voorkomen, die kenmerken van bodemrijzing vertoonen. Hij komt aldus tot de hypothese van een stelsel van tektonische „horsten" en „slenken", uitgaande van het schollenland van Limburg en het aangrenzende Duitschland, dat de verticale geleding van de tegenwoordige oppervlakte van Nederland in aanleg heeft doen ontstaan en in stand houdt.

Eenige andere onderzoekers, die grondige studie van het vraagstuk maakten en het bestaan der niveauverandering door betrouwbare cijfers bevestigd zagen, zijn ten slotte veel meer geneigd de verklaring te zoeken in een langzame rijzing van den zeestand. Tot hen meen ik Blink, De Bruyn, Ramaer en Steenhuis te mogen rekenen. Beekman wijst er terecht op, dat de verschillende factoren, die in het polderland een krimping (inklinking) van den bodem veroorzaken, dus een schijnbare daling teweeg brengen, een uitwerking hebben, die gedurende langen tijd veel aanzienlijker is dan de eigenlijke bodembeweging, waarvoor zij dikwijls is aangezien. Ik voeg er aan toe, dat het vooral deze omstandigheid was, die Staring er toe bracht de bodemdaling geheel te loochenen.

Van Giffen wijdt een zeer nauwgezette studie aan de geologische vlakken, die archaeologisch dateerbaar zijn en tevens binnen bekende grenzen aan den toenmaligen

zeestand gebonden waren. Hij komt tot de uitkomst, dat de niveauverandering sinds Romeinschen tijd niet meer kan bedragen dan 180 cm. In zijn slotwoord wijst Van Giffen er op, dat de oorzaak nog niet met zekerheid bekend is, omdat ongetwijfeld de mogelijkheid bestaat, dat zoowel het niveau van het land als dat van de zee veranderlijk is; het aannemen van een stijgend zeepeil acht hij evenwel, alles wel beschouwd, de meest waarschijnlijke onderstelling, die door tal van waargenomen feiten wordt gesteund.

De huidige stand van het onderzoek kan men derhalve aldus samenvatten, dat allen een positieve niveauverandering aannemen, waarvan het bedrag gewoonlijk op 10 à 20 cm per eeuw wordt geschat. De mogelijke verklaringswijzen, bodemdaling of zeerijzing, vinden beide hun aanhangers.

De vraag is thans welke verklaring het meest waarschijnlijk is. Zijn de argumenten voor bodemdaling krachtiger dan die voor zeerijzing of omgekeerd? Zoolang men een bepaald punt beschouwt, zijn beide verklaringen even bruikbaar, omdat de uitwerking in verticale richting dezelfde is; een reden voor voorkeur zullen we dus in horizontale richting moeten zoeken.

In welk opzicht zou bodemdaling zich kunnen onderscheiden van zeerijzing van hetzelfde bedrag? Ik heb als mijn meening uitgesproken, dat niveauverandering tengevolge van beweging van het zeeoppervlak veel meer kans heeft over een zeer groot gebied een ongeveer gelijkblijvend bedrag te behouden dan die tengevolge van beweging van het landoppervlak. In verband hiermede beriep ik mij op een opmerking van Lorié van 1913. Deze opmerking luidt:

„Ook is het recht opmerkelijk, hoe dit cijfer van 20 m onder den zeespiegel (voor de basis van het Alluvium)

rondspookt in de geologie van het Alluvium, zoowel van het Belgische en het Nederlandsche als van dat der Oostzee. Het is klaarblijkelijk een algemeen verschijnsel, dat enz."

Iets dergelijks zegt Van Giffen in de volgende woorden: „Letten we op de hoogteligging van de oudste alluviale veenlagen in Engeland, Frankrijk, Nederland en Noord-Duitschland, dan kunnen we hierin aanwijzingen vinden voor een min of meer gelijkmatige niveauverandering van ruim 20 m over een vrij groot areaal."

Deze uitingen hebben mij bijzonder getroffen, omdat ze geheel overeenstemmen met mijn eigen ervaringen. Inderdaad ligt op tal van punten langs de Vlaamsche, Nederlandsche en Duitsche Noordzeekusten de basis van het Holoceen op een diepte van circa 20 m onder gemidd. zeeniveau en komt landwaarts geleidelijk hooger te liggen. Dit feit treedt vooral duidelijk aan den dag, wanneer men voor bepaalde kustgedeelten gemiddelden berekent en daardoor den invloed van plaatselijke afwijkingen, van onzekere ouderdomsbepalingen en van waarnemingsfouten zooveel mogelijk uitschakelt. In veel gevallen, waarin voor deze basis een grootere diepte wordt opgegeven, heeft men naar mijn meening rekening te houden met de onvermijdelijke oorzaken van onnauwkeurigheid bij boorgegevens. Tot deze oorzaken reken ik:

a) de onzekerheid bij het aangeven van een grens tusschen Holoceen en Plistoceen, wanneer de overgangslagen geen kenmerkende eigenschappen vertoonen;
b) de toegepaste boorwijze, waardoor de grondmonsters vaak genoeg vermengd worden met bestanddeelen, die uit iets hooger liggende lagen zijn nagezakt;
c) de meerdere of mindere nauwgezetheid van den boormeester bij het aangeven der diepte.

Op grond van deze bronnen van onnauwkeurigheid, die ik hier slechts kort aanstip, is men m. i. tenvolle gerechtigd met een beperkte plooibaarheid der boorgegevens te rekenen, omdat men daaraan geen overdreven eischen van exactheid kan stellen. Dit in aanmerking nemende kan ik mij met de bovenaangehaalde opmerking van Lorié geheel vereenigen en ben ik overtuigd geworden van de juistheid der waarneming, dat van Calais tot de Elbe-monding een positieve niveauverandering van circa 20 m sinds den aanvang van de warme tijdsruimte te constateeren is. Derhalve een niveauverandering van gelijkblijvend bedrag over een zeer groot gebied!

De bodemdaling in den historischen tijd wordt wel verdedigd met een beroep op de tektonische niveauveranderingen in het Noordzeebekken, die uit de toeneming onzer kennis van den ondergrond onbetwistbaar gebleken zijn, en de vraag rijst of het boven vastgestelde feit daarmede in overeenstemming is te brengen. Men behoeft slechts vluchtig de overbekende feiten na te gaan om tot de gevolgtrekking te komen, dat dit niet het geval is. Ten zuiden van Calais rijzen de lagen van het jongere Mesozoïcum tot ver boven zeeniveau, langs de kust van Calais tot Kadzand ligt het Holoceen bij ruim 20 m diepte direct op Eoceen, van Zeeuwsch-Vlaanderen af begint een zeer sterke daling in jongtertiairen en plistoceenen tijd, die haar maximumbedrag van vele honderden meters in Noord-Holland bereikt en dan geleidelijk vermindert, zoodat in Groningen de mioceene ondergrond weer aanmerkelijk hooger ligt en in het gebied der Weser- en Elbe-mondingen plaatselijk tot weinig beneden zeeniveau reikt. Hieruit blijken dus overweldigend groote verschillen. Tegenover deze eenvoudige feiten schijnt mij de onderstelling, dat de

wijziging in den holoceenen tijd niets anders zou zijn dan de voortzetting van de bodembewegingen in het geologische verleden, weinig waarschijnlijk. Ook Molengraaff, Van Giffen en Steenhuis wezen er op, dat de beide verschijnselen een verschillend karakter vertoonen en een verschillend gevolg hebben, zoodat men ze afgescheiden van elkaar behoort te beschouwen. Ik kan mij daarmede geheel vereenigen. Het eerste verschijnsel is een recente niveauverandering van ongeveer gelijkblijvend bedrag over een groot gebied; het tweede heeft in den loop van millioenen jaren zeer groote verschillen over hetzelfde gebied veroorzaakt. Het laatstgenoemde verschijnsel zal zich ook nu nog voortzetten, doch blijkt dan zoo veel langzamer te verloopen, dat de verschillen in het korte holoceene tijdvak niet ondubbelzinnig tot uiting komen.

De bovenstaande beschouwingen hebben mij er toe geleid een rijzing van den zeestand van circa 20 m sinds den aanvang van de warme tijdsruimte als de meest waarschijnlijke verklaring voor de waargenomen positieve niveauverandering aan te nemen. Het ligt voor de hand deze uitkomst te toetsen aan een paar goed bekende vormingen: de strandvlakten van het oude duinlandschap en het samenhangende veen, dat op den bodem van „oude zeeklei'' is gegroeid.

De genoemde vlakten heeft men indertijd ook wel door uitwaaiing (uitstuiving) willen verklaren en hun tegenwoordige ligging aanmerkelijk beneden den gemiddelden hoogwaterstand aan bodemdaling willen toeschrijven. Met Lorié ben ik van meening, dat we daarin afgesneden deelen van het strand hebben te zien, welker oppervlakte met den toenmaligen hoogwaterstand samenhangt. Het gewone hoogwater bij Katwijk kan op plus 0.90 gesteld worden, met een tijverschil van 1.57 m.

Van den oudsten strandwal, die in Holland nog aantoonbaar is, is het stuk Rijswijk—Voorschoten overgebleven; westelijk daarvan ligt de breede strandvlakte van Den Haag met de spoorlijn Den Haag—Leiden. Om de oppervlakte daarvan te vinden hebben we de jongere opvulling met veen en klei weg te denken; blijkens tallooze boringen in deze terreinstrook ligt de oppervlakte gemiddeld op min 2.80, hetgeen een gemiddeld hoogwater geeft van min 3.80 (gewone stormvloedhoogte 1.0 m boven gemidd. vloedhoogte). Hieruit blijkt derhalve een niveauverandering van 4.7 m sinds het ontstaan van deze strandvlakte. Een iets jonger stadium in de geschiedenis van het oude duinlandschap is aangeduid door de strandvlakte van Noordwijk-Binnen naar Vogelenzang, waarin de stations Noordwijkerhout, Lisse en Hillegom liggen. Met wegdenking van de jongere opvulling ligt de oppervlakte daarvan gemiddeld op min 2.2, hetgeen een niveauverandering beteekent van 4.1 m. De strandvlakte ten noordwesten van Noordwijk, de bekende Noordzijder polder, geeft een nog jonger stadium; met wegdenking van de jongere opvulling ligt de oppervlakte gemiddeld op min 1.70; de niveauverandering bedraagt hier dus 3.60 m. We vinden dus een niveauverandering tijdens den groei van het oude duinlandschap van achtereenvolgens 4.7, 4.1 en 3.6 m, naarmate men zich bevindt in een jonger gedeelte daarvan; naar mijn meening beteekent dit een geleidelijke rijzing van den gemiddelden zeestand.

Uitgaande van een niveauverandering van 10 tot 20 cm per eeuw komt men tot een ouderdom van 4700 tot 2350 jaar voor de oudste strandvlakte ten westen van den zandrug Rijswijk—Voorschoten, 4100 tot 2050 jaar voor de jongere strandvlakten, 3600 tot 1800 jaar voor de nog jongere strandvlakte. Hieruit volgt, dat men

als gemiddelde niveauverandering per eeuw over de laatste 6000 jaren niet meer mag aannemen dan 10 cm. Hoewel de gebruikte getallen slechts bij benadering juist kunnen zijn en we rekenen moeten met de waarschijnlijkheid, dat de niveauverandering een vertraagde beweging is, mag men m. i. aan den aldus geschatten ouderdom een zekere beperkte waarde niet ontzeggen. De ouderdommen 4700, 4100 en 3600 geven de jaartallen min 2800, min 2200 en min 1700 voor dit gedeelte van de ontwikkeling van het oude duinlandschap en sluiten goed aan bij het jaartal min 4500, dat ik hierboven aannam voor het begin van het ontstaan der duinkust van Sangatte tot Bergen. Ik beschouw deze jaartallen als bij benadering juist.

Beschouwen we nu de vorming van het groote samenhangende veen achter den schoorwal, dat gedurende de aangroeiing van het oude duinlandschap ontstaan moet zijn. De door Lorié gegeven verklaring is door velen aanvaard en wordt door hem als volgt samengevat:

„Wij mogen het veen wegdenken en verkrijgen dan een zout- of brakwatermeer, dat door een schoorwal met openingen van de zee is gescheiden. De schoorwal kan echter in vergelijking met den tegenwoordigen zeespiegel 1 m hooger gelegen hebben, zoodat dan 4 m diepte voor het meer of haff overblijft. Wegens de groote oppervlakte en de heen- en weergaande strooming der getijen, was een opvulling van dit meer met veen een onmogelijkheid. Er zit dus niets anders op dan te veronderstellen, dat de bodem een rijzing van 5 of meer meters heeft ondergaan en toen weder tot de tegenwoordige hoogteligging is gaan dalen. Met deze daling hield de aangroei van veen gelijken tred, woog er tegen op."

Hierbij moet opgemerkt worden, dat Lorié later tot

tweemaal toe verklaard heeft van de veronderstelde rijzing niet meer zoo vast overtuigd te zijn maar vooralsnog geen betere hypothese te kunnen zien.

Tegen deze meening van Lorié zijn door Dubois bezwaren ingebracht. De laatstgenoemde beaamt ten volle de onmogelijkheid van veenvorming in een meer van zoo grooten omvang en een diepte van meer dan 4 m, maar hij meent een veel geringere diepte te kunnen aannemen vóór den veengroei: de verlaging van den grondwaterstand door den voorafgaanden boschgroei mag hier naar zijn meening niet uit het oog worden verloren. Voorts wijst Dubois er op, dat het niet juist is het groote veen op te vatten als „laagveen" in de schoolsche beteekenis van veen in stilstaand zoet water uit echte waterplanten ontstaan. In den Riekerpolder bijvoorbeeld bleek het veen over belangrijke uitgestrektheid hoogveenkarakter te bezitten blijkens de aanwezigheid van Sphagnum.

In 1922 verklaarde ik mij met deze opmerking van Dubois geheel te kunnen vereenigen; ik gebruikte toen de uitdrukking „verdronken hoogveen" voor de Hollandsche en Vlaamsche venen. Ook deel ik de meening, dat het strandmeer vóór den aanvang van de veenvorming veel minder dan 4 m diep was en een tijdelijke bodemrijzing onnoodig is, doch op eenigszins andere gronden.

We hebben boven gezien, dat men met de aangenomen verklaring der niveauverandering besluiten kan tot een gemiddelde vloedhoogte van min 3.80, toen de strandvlakte van Den Haag tusschen twee strandwallen ingesloten geraakte. Het schijnt geoorloofd ten tijde van het ontstaan van den oostelijksten strandwal, d. i. de geboorte van het groote strandmeer, een gemiddelden vloedstand van min 5 te onderstellen. Dit wil zeggen,

dat de bodem van het strandmeer, waarin eerst de Cardiums en later de Scrobicularia's in groote menigte leefden, slechts weinig beneden hoogwater lag en in betrekkelijk korten tijd tot boven gewoon hoogwater kon worden opgehoogd door de afzetting van de „oude zeeklei". Dit is een dergelijke toestand als het Wijkermeer te aanschouwen gaf onmiddellijk voor de afsluiting en droogmaking van het IJ. Met de vorming van de oude zeeklei is eenige tijd gemoeid en het komt mij voor, dat men zich dit proces kan geeindigd denken bij een gemiddeld hoogwater van min 4 en een gemiddeld laagwater van min 5.5. De inmiddels voortgeschreden verbreeding van het oude duinlandschap bemoeilijkte verder het regelmatig binnentreden van den vloed in het dichtgeslibde strandmeer, dat onder deze omstandigheden snel kon verzoeten en zich met veen kon opvullen, eerst met brakwaterveen van riet, vervolgens met moeras- en boschveen en in latere stadia met Sphagnumveen.

Wanneer men op deze wijze redeneert, kan men een tijdelijke negatieve niveauverandering ontgaan en volstaan met een voortgaande rijzing van den zeestand gedurende het ontstaan van het oude duinlandschap en de daarmee gelijktijdig verloopende verlanding van het strandmeer.

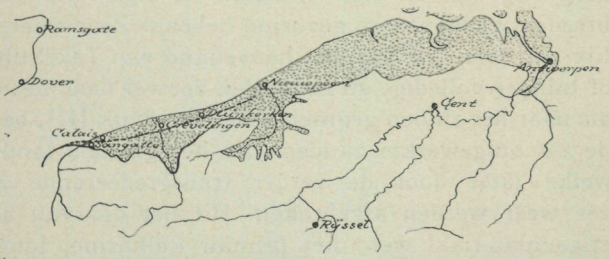
VIII. SAMENVATTING VAN DE WORDINGSGESCHIEDENIS.

De toestand bij den aanvang van het Holoceen (in Nederlandschen zin) werd beheerscht door twee factoren: de ongeveer zestig meter lagere zeestand en het arctische klimaat.

Tengevolge van den lageren zeestand vormden de Nederlanden met hetgeen nu het gebied van de zuidelijke Noordzee is een uitgestrekte laagvlakte, die noordwaarts afhelde en ten noorden van de lijn Humbermond—Kaap Skagen onderdook onder de koude wateren van de toenmalige Noordzee. Wanneer men zich een voorstelling van dezen toestand wil vormen moet men wel bedenken, dat op dit tijdstip de holoceene afzettingen, welke nu in de Hollandsch-Vlaamsche kuststrook aanwezig zijn, nog niet bestonden. Dit beteekent, dat de oppervlakte van het land op het punt, waar bijv. Amsterdam ligt, zich bevond in een niveau, dat we nu aanduiden als rond 12 m onder zeeniveau. Dit punt lag toen rond 50 m boven dit niveau (dat sinds dien tijd 60 m gestegen is) en rond 450 km van de zee verwijderd. Uit deze getallen volgt weer een algemeen verval van 1 m op 9 km. We hebben dus te maken met een nagenoeg volkomen vlak laagland, doorsneden door een net van rustig stroomende rivierarmen. Onder den invloed van het arctische klimaat had het landschap het karakter van toendra, hetgeen door vondsten van overblijfselen van planten en dieren ook in Nederland met zekerheid is aangetoond. Een overeenkomstig beeld leveren thans de noordelijkste vlakten in Rusland en Siberië.

Gelijktijdig met het terugwijken van het landijsfront van den laatsten „ijstijd" uit Denemarken en Noord-Duitschland tot Midden-Zweden en Finland voltrok zich heel langzaam een klimaatsverandering: de arctische natuur werd vervangen door een subarctische en deze door een praeboreale, d. w. z. de toendra ging over in steppe en het steppenlandschap maakte op zijn beurt weer plaats voor grasland met boschcomplexen. Deze opeenvolging is vastgesteld door het onderzoek van de in de destijds gevormde afzettingen aanwezige plantenresten, waarbij de boomsoorten vooral aan de stuifmeelkorrels (het pollen) herkend worden. Het gunstigst voor den plantengroei en voor de conserveering van het materiaal in humus- en veenlaagjes is een vochtige bodem. Deze voorwaarde was aanvankelijk slechts ten volle vervuld in de laagste gedeelten der groote vlakte, dus niet ver van de toenmalige Noordzee, waar wegens de geringe hoogte ook de grondwaterstand hoog was. De praeboreale moerasboschvenen vormden zich allereerst in de kustzone, dus in het gebied dat thans door de zuidelijke Noordzee wordt ingenomen en breidden zich in de hoogere gedeelten der vlakte uit door de moerassige strooken langs de rivieroevers stroomopwaarts te volgen. Met het rijzen van den zeespiegel en de daaruit voortvloeiende uitbreiding van de Noordzee naar het zuiden werd het land langzaam overstroomd en verplaatste zich eveneens de zone, waar de mogelijkheid voor conserveering van de plantenoverblijfselen het best verwezenlijkt was, verder zuidwaarts. Hier en daar in de zuidelijke Noordzee, waar we nu diepten tot 50 m looden, treft men op den bodem de duidelijke blijken aan van de overstroomde landoppervlakte. Toen aan het einde van de praeboreale phase — ongeveer 10000 jaren geleden — de zee den

Figuur 3



De plaats van den schoorwal uit den atlantischen tijd in de tegenwoordige Vlaamsche kustvlakte. De aanhechting aan de toenmalige kust is aangeduid.

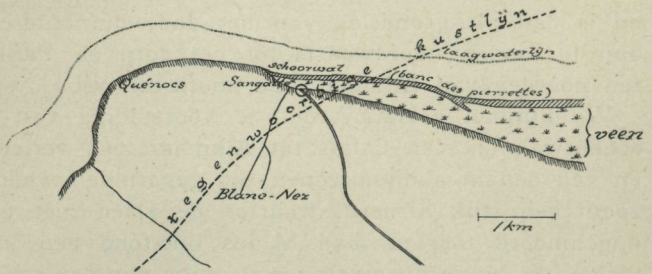
stand van min 20 m naderde, had de plantengroei zich reeds lang meester gemaakt van het land ter plaatse van de tegenwoordige Vlaamsch-Hollandsche kuststrook; tijdens de daarop volgende boreale phase bleef de vegetatie bewaard in het „veen op grootere diepte", dat we nu in den regel terugvinden als een veenig (soms ook kleiig of fijnzandig) laagje met plantenresten aan de basis van de afzettingen, waarmede de zee sindsdien deze strook heeft opgehoogd (zie hoofdstuk VI). Blijkens de flora is dit vegetatieniveau ontstaan gedurende de „dennenphase" van het boreaal. Als tijdstip, waarop de mariene transgressie van de kustzone en de ondergang van dezen plantengroei begonnen, hebben we het jaartal min 7000 aanvaard, bij een zeestand circa 18 m lager dan de tegenwoordige.

Tijdens den verderen duur van de warme boreale phase, waarin de zeestand tot min 7 m steeg, ging de ophooging van de genoemde kuststrook door de zee

rustig voort en ontstonden aldus de fijnzandige en kleiige, fijngelaagde sedimenten, die nu in den bodem van de lage landen langs de zuidelijke Noordzeekusten aanwezig zijn en zich blijkbaar in den vorm van een breeden waddenzoom gevormd hebben. Zeer waarschijnlijk zijn toen ook van het heuvelland van Texel uit meer of minder volledige strandwallen zoowel naar het oosten als naar het zuiden gegroeid (zie hoofdstuk III), bestaande uit omgewerkte zanden van het glaciale landschap, welke later door de verder transgredeerende Noordzee weer werden afgebroken. Uit het daarvan afkomstige materiaal werd het primair kalkarme, jonge (en herhaaldelijk weer verjongde) duinlandschap ten noorden van Bergen opgebouwd.

Omstreeks het tijdstip min 5000 was de zeestand zoo ver gerezen, dat de overstrooming van de laagste plekken in de landverbinding Calais—Dover kon plaats grijpen, zoodat de waterbeweging in het Kanaal door kon dringen tot in de zuidelijke Noordzee. In het tot dusverre gesloten uiteinde van den zeearm hadden zich groote hoeveelheden zand verzameld, welke nu weder mobiel gemaakt werden. Nadat de opening door de verdere rijzing van de zee en door uitschuring voldoende breedte en diepte had verkregen, kon de vloedstroom de zandmassa's oostwaarts verplaatsen en daarvan een schoorwal opbouwen (zie hoofdstukken II en IV). Deze uitwerking van zand vervoerend water is aan zeer veel kusten op aarde vast te stellen. Een goed voorbeeld daarvan levert de schoorwal, die aan de westzijde van de bocht van Danzig zuidoostwaarts is uitgegroeid als Putziger Nehrung en op zijn einde het kustlicht Hela draagt. Op overeenkomstige wijze, bepaald door richting en kracht van de getijstroomen, vormde zich van een punt ten westen van Calais uitgaande de schoorwal,

Figuur 4



Reconstructie van het hoekje bij Sangatte in Romeinschen tijd. In hoofdzaak naar G. Dubois.

waaraan de lage landen van Vlaanderen, Zeeland en Holland hun bestaan te danken hebben. Voor ons is deze gebeurtenis van zooveel gewicht, dat we het begin van de atlantische phase als een keerpunt in de geschiedenis opvatten en daaraan een tijdgrens ontleenen: de grens tusschen Oud-Holoceen en Jong-Holoceen.

In de omgeving van Calais is de wortel van den schoorwal uit den atlantischen tijd in het lage polderland te herkennen als een hoogere rug, die uit zand met tallooze rolsteenen van vuursteen bestaat; nabij Marck, eenige km ten oosten van Calais, treden de rolsteenen op den achtergrond en bestaat de rug aan de oppervlakte nog slechts uit zand. Met eenige onderbrekingen (onderduikingen) is de schoorwal, waarop de steden Calais, Grevelingen, Duinkerken en tusschengelegen dorpen zijn ontstaan, te vervolgen tot Adinkerke ten zuiden van Veurne in West-Vlaanderen en van dit punt af moet de voortzetting tot stand gekomen zijn in een iets westelijker gelegen reeks buiten de huidige

Vlaamsche en Zeeuwsche kusten. Ongeveer ter plaatse, waar nu het dorp Monster ligt, kwam dit stelsel van platen en banken binnen de tegenwoordige Hollandsche kustlijn en is dan als grondslag van het oude duinlandschap aan te toonen noordwaarts tot het dorp St. Pankras ten noorden van Alkmaar (zie hoofdstuk V).

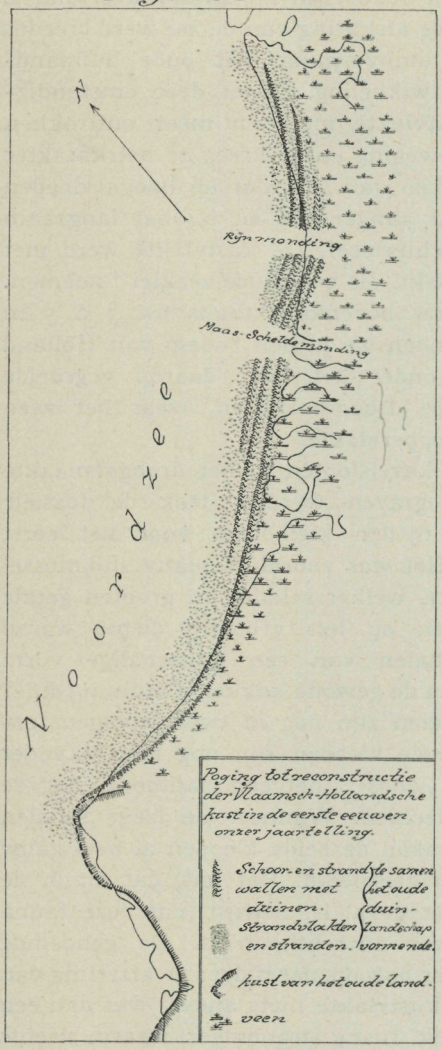
We kunnen volstaan met de voorstelling van een schoorwal, die van Calais tot Alkmaar zich verlengde en van den in oudholoceenen tijd gevormden waddenzoom een stuk afsneed, waartoe de vloed niet meer ongehinderd toegang had. Aldus ontstond een kustvlakte, die bij verhooging en verlenging van den schoorwal meer en meer van de open zee werd afgesloten en als slibbekken of „klaarbassin" ging werken. In werkelijkheid zal het verloop van zaken zeker wel ingewikkelder geweest zijn, omdat met het groeien van den schoorwal ook het zeeniveau bleef stijgen en het regime der getijbeweging eenige wijziging onderging; we kunnen deze bijzonderheden evenwel laten rusten, omdat het ons hier slechts om de groote lijnen te doen is.

Het tot stand komen van een uit zand bestaanden schoorwal van Calais tot Alkmaar en dientengevolge van een onvolkomen afgesloten kustvlakte tusschen den schoorwal en het hoogere land kunnen we (bij benadering!) met het tijdstip min 4500 verbinden en ons daarbij een gemiddelden zeestand van min 6 tot min 7 m denken. Met deze tijdsbepaling zijn we in het eerste gedeelte van de atlantische phase van het Jong-Holoceen. Een gemiddelde zeestand van min 6 tot min 7 m geeft de mogelijkheid tot ophooging van den schoorwal met schelprijk strandzand tot min 4 tot min 5 m en dit is inderdaad het niveau, waarin zich de bovenkant van dit strandzand bijvoorbeeld onder het oude centrum van Haarlem bevindt.

Inmiddels groeiden schoorwal en strand westwaarts, dus zeewaarts, aan, de afsluiting van de zee werd breeder en vollediger door duinvorming, het oude duinlandschap kwam tot ontwikkeling. Onder deze omstandigheden werd de kustvlakte meer en meer onttrokken aan de vrije waterbeweging en verkreeg ze het karakter van een vergaarbekken van slib, dat bij hooge vloeden met het water werd aangevoerd en bij het langzaam leegloopen daarin achterbleef. De kustvlakte werd met een kleiafzetting bedekt, die we „oude zeeklei" noemen. Deze kleilaag, welker bovenkant thans tot 3 à 5 m onder A.P. reikt, vinden we in den bodem van Holland en Zeeland terug onder het later daarop gegroeide veen en in de diepe droogmakerijen, waar het veen ontbreekt, aan de oppervlakte.

Toen indertijd de kavelslooten in het drooggemaakte Haarlemmermeer gegraven werden, trok de fossiele schelpdierenwereld in den kleibodem voor het eerst sterk de aandacht. Het was vooral de platte slijkmossel (Scrobicularia plana), welker schalen in grooten getale werden aangetroffen; op iets grootere diepte waren daarentegen de schalen van een dunschalige vorm (brakwatervorm) van de gewone kokkel (Cardium edule) overvloedig. De schalen zijn nog in tweekleppigen toestand, d. w. z. de beide kleppen zijn nog met elkander verbonden tot een „doos", hetgeen aantoont, dat de dieren ter plaatse leefden. Wanneer de leege schalen verplaatst worden, raken de beide kleppen al heel gauw los van elkander en geïsoleerd. Het feit, dat dit in de oude zeeklei niet het geval is, bewijst, dat deze fauna hier inderdaad zuiver autochthoon is. De genoemde schelpdieren wijzen er ook op, dat tijdens de afzetting van de oude zeeklei de kustvlakte niets anders was dan een zeer ondiep en slibrijk, rustig strandmeer, waarin slechts

Figuur 5



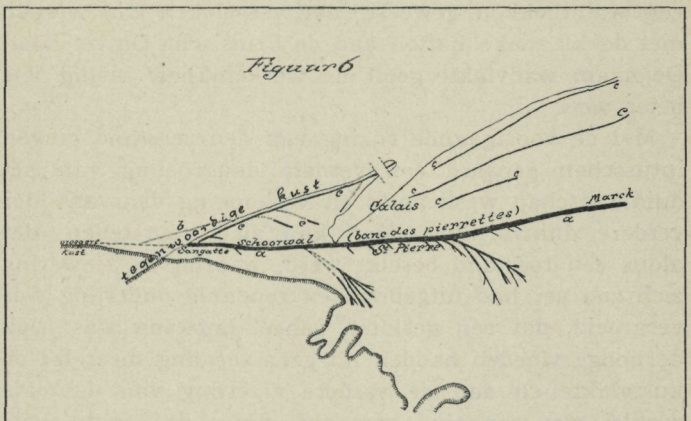
bij uitzondering, bij hoogere vloeden, een waterdiepte van meer dan eenige decimeters voorkwam en dat bij eb een nagenoeg droogvallende slibvlakte geweest moet zijn.

Voor dit stadium van de Vlaamsch-Hollandsche kustvlakte worden heel dikwijls de woorden haff en lagune gebruikt en zeker niet volkomen ten onrechte. Wanneer men evenwel — en dit terecht — met deze woorden bedoelt een zeebocht, die door een schoorwal min of meer van de open zee is afgesloten en nog voldoende diepte biedt althans voor de kleinere scheepvaart, dan is het gebruik van deze woorden hier minder juist, want onze kustvlakte is nooit

een waterbekken geweest, dat vergeleken kan worden met de klassieke haffen aan de Pruisische Oostzeekust. De naam wadvlakte geeft de werkelijkheid stellig iets beter weer.

Met de voortgaande rijzing van den zeestand gingen intusschen gepaard een verdere aangroeiing van het duinlandschap westwaarts en verhooging daarvan door verdere duinvorming. Men kan zich voorstellen, dat aldus een toestand bereikt werd, waarbij de zeewering zich zoo ver had uitgebreid en zoodanig onderling was vergroeid, dat een gesloten geheel ontstaan was. Ook de hooge vloeden hadden nu geen toegang meer tot de kustvlakte en aan de verdere afzetting van de oude zeeklei was een eind gemaakt. Sinds de eerste overstrooming van het Nauw van Calais moet deze toestand in betrekkelijk korten tijd bereikt zijn; de afsluiting van de vorming van de oude zeeklei kan men omstreeks het tijdstip min 3500 plaatsen, bij een gemiddelden zeestand van 5 tot 6 m onder A.P. (zie hoofdstuk VII).

Hoe was het gedurende dezen ontwikkelingsgang gegaan met de rivierarmen, die zich bij den aanvang van het Holoceen door de toendra tusschen Nederland en Engeland kronkelden? De vertakkingen van Rijn, Maas en Schelde doorstroomden het kleine stukje, dat het Nederland van heden is, vermoedelijk in het Zuidwesten en in het Noordwesten des lands. Tijdens de boreale phase van het Oud-Holoceen werd de moerassige vlakte overstroomd en opgehoogd door de typische wadafzettingen. Daardoor werden de riviergeulen mede grootendeels opgevuld en werden de uitmondingen steeds dieper landwaarts teruggedrongen, totdat ze zich bevonden in een zone, die ongeveer door de punten Rotterdam, Gouda, Muiden en Stavoren wordt aangegeven. In den aanvang van het Jong-Holoceen,



Omgeving van Calais met de aanhechting van den atlantischen schoorwal aan de vroegere kust. aa atlantische schoorwal met zuidoostwaarts ombuigende uitloopers, b hypothetisch tusschenstadium ter verklaring van de aanwezigheid van veen op het strand ten Oosten van Sangatte, c duinketens van het jonge duinlandschap uit historischen en huidigen tijd. Naar Q. Dubois.

na het ontstaan van den schoorwal, mondden dus de rivierarmen, ongeveer in de door deze punten aangegeven lijn, uit in het zeer ondiepe strandmeer, waarin zich de oude zeeklei als brakwaterafzetting vormde, zoolang de hooge vloeden daarin nog konden binnendringen. Toen hieraan een einde kwam, ontstond in de opgevulde strandvlakte al heel gauw een toestand met zoet grondwater, omdat de rivierwateren daarin hun stroombanen moesten vinden en de vlakte bovendien nu ingesloten geraakt was tusschen terreinen, waarin een grondwaterstand van zoet water aanwezig was in hooger niveau.

Op dit tijdstip was derhalve de toestand aldus geworden, dat een vochtige vlakte met zoet grondwater en onder mild atlantisch klimaat zich bevond ter hoogte van

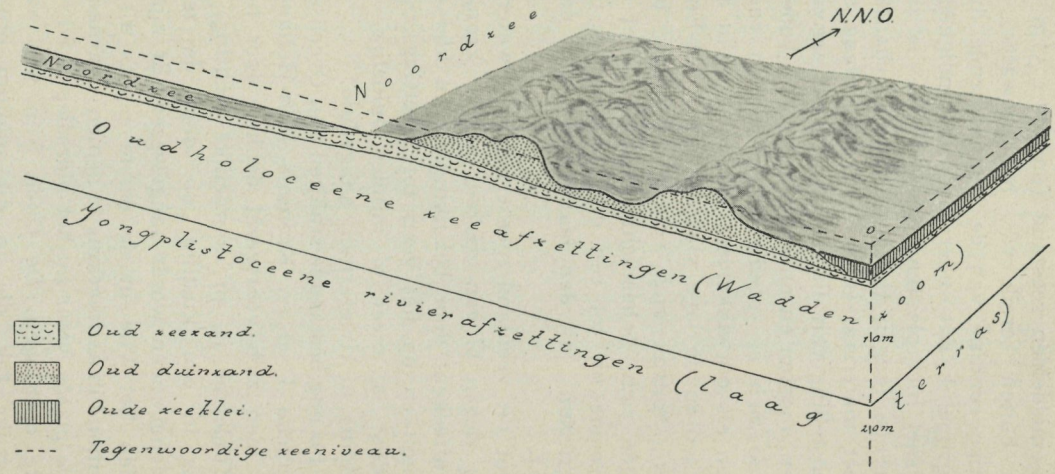
den gemiddelden zeestand (ongeveer 5 m onder A.P.), maar buiten bereik van het zeewater, dank zij de gunstige conditie van de beschermende duinkust. Het is begrijpelijk, dat onder deze omstandigheden de vlakte zich snel met plantengroei bedekte, die zich blijkbaar gedurende langen tijd heeft kunnen handhaven, want uit het materiaal is een dikke veenlaag ontstaan. De samenstelling van dit veen toont, dat aanvankelijk riet, zeggen, mossen en andere planten den bodem bedekten, waarop zich al spoedig ook bosschen van eik, berk, den en els ontwikkelden. Het lot, dat in dien tijd alle bosschen in de lage vlakten van West-Europa ondergingen, voltrok zich echter ook hier; het veenmos vestigde zich, beheerschte weldra geheel de vegetatie en groeide uit tot een dik sphagnetum (het „oudere sphagnetum" uit den laatsten tijd van de atlantische phase).

Door dit veenland moest het rivierwater zich intusschen wegen blijven zoeken, welker kronkelende loop zich afteekent door bezinkingen van klei en zand, die tusschen en op het veen tot afzetting zijn gekomen. Daardoor is, meer of minder duidelijk, de volgende verdeeling in rivierarmen aangeduid.

De nu nog bestaande stukken van Overijselsche Vecht, Geldersche IJsel en Kromme Rijn-Hollandsche Vecht moet men zich voortgezet denken door het land, dat nu Zuiderzee is, in noordelijke richting, uitmondend ergens in een kustlijn, die door de tegenwoordige Waddeneilanden wordt aangewezen. Er zijn zeer goede redenen het Vlie in de eerste plaats als toenmalige riviermond in aanmerking te nemen, daarnaast misschien ook de plaats, waar nu het Marsdiep is en mogelijk nog andere openingen. De Oude Rijn was eveneens een belangrijke tak, die in dit stadium ontstaan is en

Figuur 7a.

Schematische doorsnede tusschen Haarlem en Leiden.
Eerste stadium. Tijdstip ongeveer min 3500.



gedurende den groei van het oude duinlandschap en van het veen in de kustvlakte een breeden mond had ten westen van Katwijk. Een zuidelijke groep van rivierarmen van Maas en Schelde had haar mondingsgebied in een kustgedeelte ten zuiden van Monster.

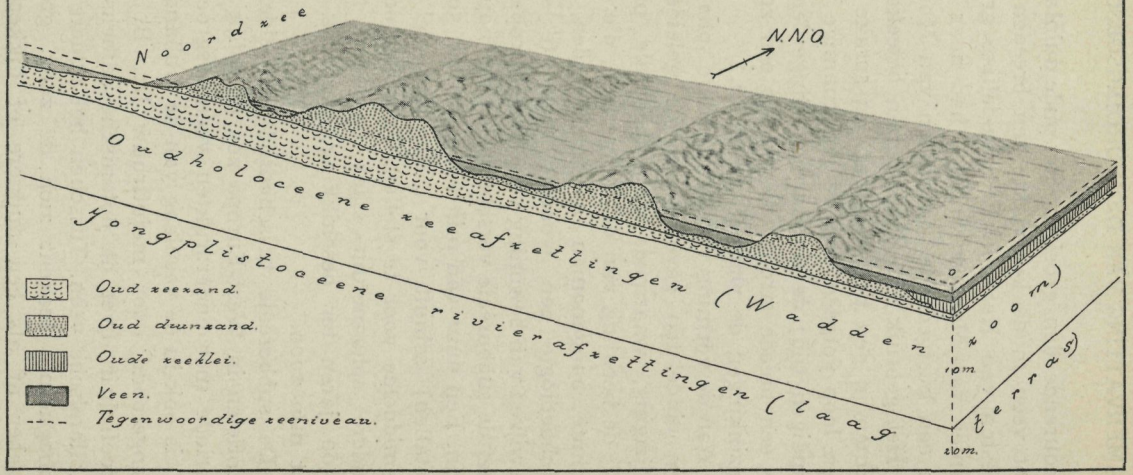
Het gebruik van deze namen beteekent niet, dat de armen in den tijd, waarvan nu sprake is, nauwkeurig den loop volgden van de gelijknamige wateren in den huidigen tijd; de rivierarmen slingerden heen en weer in een breede strook, die nu als een zoom van rivierbezinkingen de wateren begeleidt.

Aan de vorming van het „oudere sphagnetum" kwam een einde ten gevolge van de geleidelijke klimaatswijziging, waarmede de subboreale phase aanvangt. Bij de bepaling van de tijdgrenzen, die voor deze tijdsruimte aangenomen moeten worden, heeft ook de archaeologie een woordje mede te spreken, omdat bewijzen van bewoning van West-Europa door menschen met de subboreale verschijnselen ten nauwste verbonden zijn. Een duur van min 2000 tot min 500 (benaderende getallen) schijnt voor Nederland wel een bruikbaar gemiddelde voor te stellen. Voor het ontstaan van het oudere sphagnetum staat dan een tijdsruimte van 1500 jaren ter beschikking, namelijk van min 3500 tot min 2000.

De subboreale tusschentijd, die elders in de veenprofielen in West-Europa zoo duidelijk als een drogere periode met onderdrukten veenmosgroei te herkennen is, is ook in de veenlaag van de Hollandsche kustvlakte aangetoond door mejuffrouw Dr. B. Polak in haar proefschrift over de botanische samenstelling van het Hollandsche veen. Tusschen het oudere en het jongere sphagnetum teekent zich de zoog. grenshorizon van Weber af als een dunnere of dikkere laag, waarin

Figuur 76.

Schematische doorsnede tusschen Haarlem en Leiden.
Tweede stadium. Ongeveer begin onzer jaartelling.

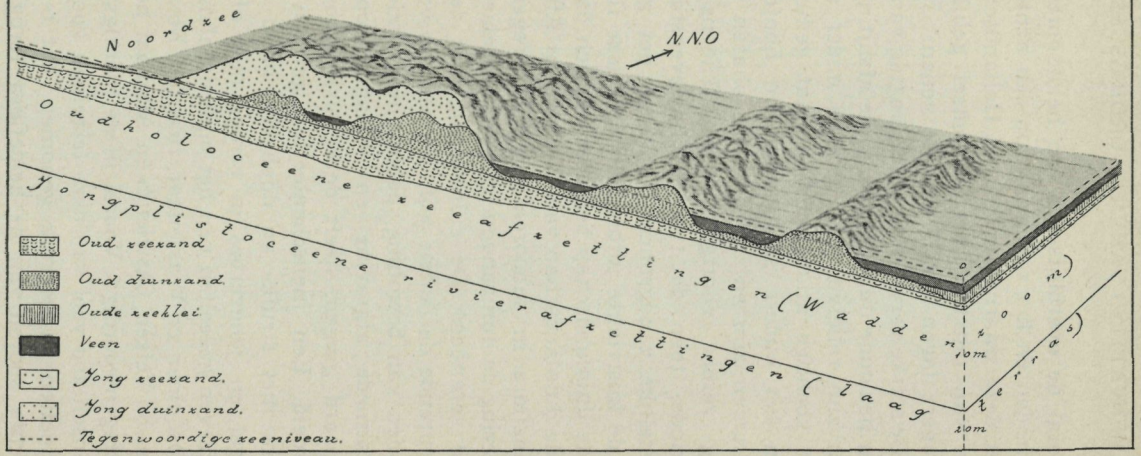


vooral de overblijfselen van heidesoorten en wollegras optreden en het sphagnum op den achtergrond geraakt. Met deze waarneming is het Hollandsche veen ook wat tijd van ontstaan betreft geheel gelijkgesteld met de hoogere lagen der Drentsche venen.

De sterke verweering en uitlooging van den bovengrond van het oude duinlandschap, de afslijting en nivelleering van zijn reliefvormen, moeten onder den invloed van het vochtige atlantische klimaat gedurende den groei van het oudere sphagnetum in hoofdzaak tot stand gekomen zijn en in de latere phasen is deze werking nog verder voortgeschreden. Tijdens de subboreale periode, toen de typische heidevegetatie zich van de oostelijke zandgronden uit over het geheele veenland in de kustvlakte uitbreidde, kon deze flora dus ook het oude duinlandschap bereiken en zich daar vestigen: het oude duinlandschap van Monster tot Alkmaar heeft zijn heideflora in subborealen tijd gekregen, toen de verweering de duinzanden in zeer voedselarme zandgronden had veranderd. De cultiveering van deze zandgronden gedurende de laatste vijf, zes eeuwen voor allerlei doeleinden van bewoning, bebossching, land- en tuinbouw, waarmede afgraving en verlaging op groote schaal gepaard gingen, heeft deze flora thans nagenoeg uitgeroeid. Een menschenleeftijd geleden was de heideflora met struik- en dopheide, brem en gaspeldoorn, gagel en jeneverbes in eenige min of meer ongerept gebleven gedeelten van het oude duinlandschap tusschen Loosduinen en Wassenaar, tusschen Noordwijk en Haarlem, bij Velzen, Castricum en Alkmaar nog tamelijk goed vertegenwoordigd. Vooral in de twintigste eeuw heeft de mensch zoo veel van deze terreinen voor allerlei levensbehoeften in gebruik genomen, dat tegenwoordig nog slechts sporen van de heideflora terug te vinden zijn.

Figuur 7c

Schematische doorsnede tusschen Haarlem en Leiden.
Derde stadium. Tijdstip ongeveer plus 900.



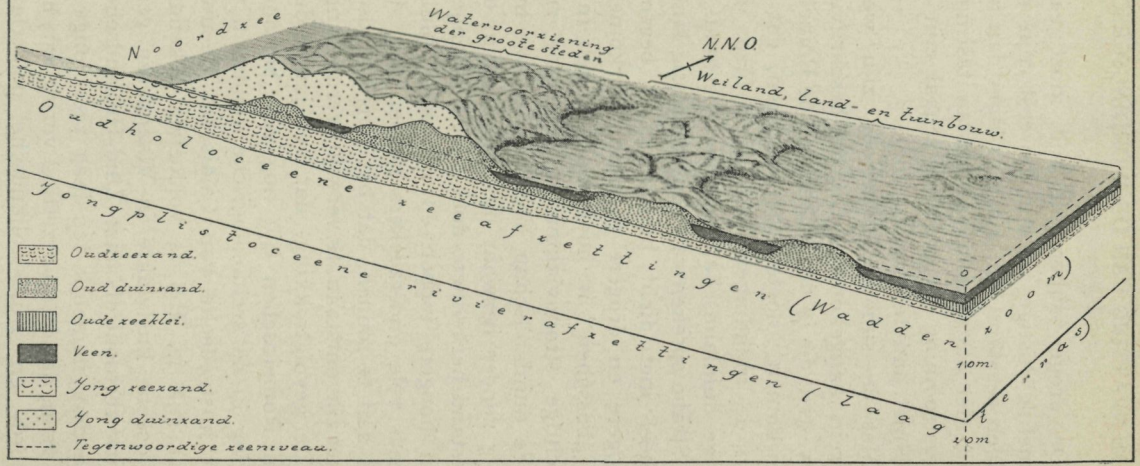
De droge, subboreale tijd moet een periode van tamelijk rustige natuur geweest zijn met een gemiddelden zeestand van 2 à 3 m lager dan nu. De Noordzee trad niet aanvallend op: kustaantasting, doorbraak en overstrooming op grootere schaal zijn gedurende dien tijd niet aan te toonen.

Met de subboreale periode zijn we op historisch terrein aangekomen. Uit de beschrijvingen van deze gewesten, die in de werken van de Romeinsche schrijvers voorkomen, moeten we opmaken, dat bij hun komst aan de mondingen van Rijn, Maas en Schelde het jonge duinlandschap nog niet bestond. Caesar, Plinius en Strabo spreken van een moerassig land, dat nagenoeg geheel met dicht houtgewas is begroeid en waarin hoogere en drogere plekken voorkomen. Als we ons de „bosschen'' in hoofdzaak denken in de scheidende, vochtige strandvlakten tusschen de ruggen van het oude duinlandschap, dan kunnen we in deze beschrijving zonder bezwaar dit landschap in den subborealen toestand herkennen, doch niet het jonge landschap met zijn hoogere toppen en zijn kale, blinkende plekken. Reeds vele onderzoekers hebben zich daarop beroepen om aan te toonen, dat het jonge landschap eerst later moet zijn ontstaan. Ik verwijs overigens naar hoofdstuk V.

De gevolgtrekking, dat het jonge duinlandschap in den Romeinschen tijd nog niet bestond, vindt bevestiging in de archaeologische vondsten, waaraan vooral het kustgedeelte van Calais tot Zeeuwsch-Vlaanderen zeer rijk is. Het is voldoende bekend, dat de jongholoceene kustvlakte in Vlaanderen geheel denzelfden bouw vertoont als onze Zuid-Hollandsche en Zeeuwsche eilanden, namelijk een laag zeer jonge zeeklei liggend op veen, dat de voortzetting vormt van het veen van het Noord- en Zuid-Hollandsche polderland. De tegen-

Figuur 7d.

Schematische doorsnede tusschen Haarlem en Leiden.
Vierde stadium. Huidige toestand.



woordige Vlaamsche duinen, ongeveer van Nieuwpoort af naar het Noorden, rusten op deze zelfde twee lagen (klei op veen) en zijn dus jonger dan deze; de vorming van de klei heeft evenwel plaats gehad na den Romeinschen tijd, want de uit dien tijd dateerende archaeologica bevinden zich in en op het veen. Uit deze omstandigheid blijkt overtuigend, dat het binnendringen van de zee niet vroeger kan zijn aangevangen dan de vierde eeuw onzer jaartelling. Ook weten we met voldoende waarschijnlijkheid, dat de toestand aan de Vlaamsche kust in de negende eeuw nagenoeg was als tegenwoordig; de omvorming van de kustzone moet zich derhalve in Vlaanderen tusschen vierde en negende eeuw hebben afgespeeld.

We hebben vroeger gezien, dat het groote veen in de Vlaamsch-Hollandsche kustvlakte daarentegen jonger is dan het oude duinlandschap, want het wigt tegen de oostelijkste zandstrook uit en zet zich niet daaronder voort; ook de oude zeeklei, de vloer van het veen, eindigt tegen den grondslag van het oude duinlandschap en is derhalve iets jonger dan deze. Het is juist deze structuur, waarop de vroeger gegeven voorstelling van het ontstaan van kustvlakte en veenlaag berust.

Het archaeologisch onderzoek heeft bijgedragen tot de opvatting, dat de Vlaamsch-Hollandsche kust in de eerste eeuwen van onze jaartelling eenige kilometers verder westelijk lag dan nu. De belangrijkste achteruitgang moet plaats hebben gehad in het gedeelte van de kustlijn tusschen Oostende en Katwijk; aan de buitenzijde der duinen, in het strand en den aangrenzenden zeebodem, zijn aldaar op zeer veel plaatsen overblijfselen van bewoning door menschen gevonden, die tot Romeinschen en vroeg middeleeuwschen tijd behooren. Deze nederzettingen moeten zich toen in de bescherming van

een duinkust bevonden hebben, welke westelijker lag dan de huidige kustlijn.

We hebben nu behandeld de vraag op welke wijze het oude duinlandschap en de daarachter liggende kustvlakte zich gevormd hebben en ik kwam tot het besluit, dat dit geschied is door een zeewaartsche aangroeiing van den schoorwal, die na de overstrooming van het Nauw van Calais ontstaan was. Daaraan knoopt zich dadelijk de vraag vast, wanneer deze verbreeding een einde heeft genomen om gevolgd te worden door de vorming van het jonge landschap en waaraan deze wijziging in de opbouwende werkzaamheid van de Noordzee kan worden toegeschreven.

Eenige redenen zijn aangevoerd voor de zienswijze, dat het jonge duinlandschap zich eerst na den Romeinschen tijd ontwikkeld heeft. In hoofdstuk V kwam ik tot het besluit, dat de bedoelde wijziging toegeschreven zou kunnen worden aan een vormverandering van het Nauw van Calais, welke veroorzaakt werd door opruiming van een verstopping met zand. Ik moet hierop nog iets nader ingaan.

Eenige jaren geleden heeft J. H. Holwerda op overtuigende wijze aangetoond, dat de vernietiging van het gedeelte van het oude duinlandschap, dat buiten de tegenwoordige Nederlandsche kustlijn gelegen was, en de ontwikkeling van het jonge duinlandschap omstreeks het midden der negende eeuw moeten aangevangen zijn. Voor de Vlaamsche kust zijn de landwaartsche verplaatsing der kustlijn en de overstrooming der veenvlakte vroeger ingetreden, namelijk tusschen 300 en 500, en is de kustlijn omstreeks 800 op haar tegenwoordige plaats gekomen; de historische en archaeologische gegevens laten niet toe deze gebeurtenissen in jongeren tijd te plaatsen. De

aantasting moet dus in den loop van eenige eeuwen van Zuid naar Noord voortgeschreden zijn.

Holwerda haalt ook ettelijke klassieke geschriften aan ten betooge, dat in Romeinschen tijd aan de oevers van de zeestraat, die Gallië en Brittannië scheidde, breede zandvlakten (waddenzoomen) aanwezig waren, met eenige daarin gelegen, hoogere eilanden, waarvan bijv. de bij lagen waterstand ook thans nog droogvallende Goodwin Sands overblijfselen zijn. Zoo vindt men verhaald, dat het Britsche tin per wagen gebracht werd naar een eiland Ictis, dat vóór de eigenlijke kust van Brittannië lag; vandaar werd het overgeladen in schepen naar de naburige Gallische kust en dan weer verder vervoerd over land. Uit alles blijkt, dat dit eiland op de kortste verbinding tusschen Engeland en het vasteland gelegen moet hebben, dus ergens in de huidige zeestraat; het traject tusschen eiland en kust viel bij eb geheel droog en was voor wagens berijdbaar. Dergelijke verhalen treft men ook aan bij de schrijvers over Caesar's tocht naar Brittannië en dezelfde voorstelling ontleent Holwerda aan de bekende kaart van Peutinger, waaruit blijkt, dat van Gesoriacum (ongeveer het tegenwoordige Boulogne) uit de reis naar Engeland eerst nog een eindweegs over land werd gemaakt. Caesar zelf vertelt, dat zijn ruiterij gezonden werd naar een verder westelijk liggende voorhaven en zich aldaar inscheepte voor den overtocht, omdat de schepen Gesoriacum niet konden bereiken wegens den oostenwind, die de vaargeulen in de zandvlakte voor de grootere vrachtschepen onbruikbaar maakte. Het voetvolk kon het wad echter niet overtrekken en moest van Gesoriacum uit in kleine scheepjes vervoerd worden. Later heeft Drusus beide havens verbonden door een dam, teneinde het verkeer onafhankelijk te maken van den waterstand.

Ik vat de geschiedenis nu als volgt samen:

Van tijdstip min 20000 tot tijdstip min 8000 rijzing van den gemiddelden zeestand van min 60 tot min 20 m. Nederland doorloopt de arktische, subarktische en praeboreale phasen van het Oud-Holoceen buiten bereik van de Noordzee, welke tegen min 8000 het Vlaamsch-Hollandsche kustgebied begint te naderen.

Van min 8000 tot min 7000 tijdens de „dennenphase" van het boreaal ontwikkeling van den plantengroei in de Hollandsche kustzone tot een aaneengesloten veenstrook („veen op grootere diepte" in den nauwsten zin).

Bij min 7000 is de gemidd. zeestand tot min 18 m gerezen. De oud-holoceene mariene transgressie in de kustzone begint, het land wordt overstroomd en het veenlaagje blijft onder wadafzettingen bewaard. Van min 7000 tot min 5000 rijzing van den gemidd. zeestand van min 18 tot min 7 m. De kustzone wordt opgehoogd gedurende den groei van den oud-holoceenen waddenzoom.

Bij min 5000 scheiding tusschen Oud-Holoceen en Jong-Holoceen. De boreale phase gaat over in de atlantische phase. Laatste overstrooming van het Nauw van Calais (Littorina-transgressie) en aanvang van de schoorwalvorming. Einde van den groei van den oud-holoceenen waddenzoom. Omstreeks min 4500 bij een gemiddelden zeestand van min 6.5 m uitgroeiing van den schoorwal van Sangatte tot Bergen (overvloedige zandtoevoer). Afsnijding van een kustvlakte. Het oude duinlandschap begint zich te ontwikkelen.

Bij min 3500 bij een gemiddeld laagwater van min 5,5 m einde van de vorming van „oude zeeklei" in de afgesneden kustvlakte. Snelle verbreeding van het strand (stranding van zandbanken) en krachtige zeewaartsche aangroeiing van het oude duinlandschap, waarbij inge-

sloten strandvlakten ontstaan. Begin der veenvorming in de kustvlakte en strandvlakten.

Van min 3500 tot min 2000 groei van het oudere sphagnetum in de kustvlakte. Aanvankelijk nog eenige verdere aangroeiing van het oude duinlandschap, maar tevens verweering daarvan.

Van min 2000 tot min 500 bij een gemiddelden zeestand van min 3 m drogere subboreale phase. Verdere verweering van het oude duinlandschap. Het oudere sphagnetum draagt een kleed van heide, zoodat de heideflora zich in het ontkalkte oude duinlandschap kan vestigen. Het Nauw van Calais begint gedeeltelijk verstopt te geraken.

Na den Romeinschen tijd opruiming (oostwaartsche verplaatsing) van de verstoppende zandmassa's in het Nauw van Calais, vormverandering van de zeestraat en wijziging van de richting der getijstroomen, aantasting van het oude en ontwikkeling van het jonge duinlandschap, welke werking van de vierde tot de twaalfde eeuw van zuid naar noord voortschrijdt.

De bladen van de geologische kaart 1 : 50 000, die het kustgedeelte van Monster tot De Cocksdorp bevatten (de bladen 's-Gravenhage, Hillegom, Amsterdam, Alkmaar, Medemblik en Den Helder), zijn verkrijgbaar bij den Topografischen Dienst te 's-Gravenhage (Prinsessegracht).

De vormingen, die in dit boekje ter sprake kwamen, dragen, voor zoover ze aan de oppervlakte treden, op deze kaarten de volgende teekens:

I 1 z Het oude zeezand. Het strandzand van den oorspronkelijken schoorwal Sangatte—St. Pankras.

I 2 z Het oude duinzand, dat het oude duinlandschap opbouwt.

I 3 k De oude zeeklei in de kustvlakte.
I 5 v Het groote samenhangende veen in de kustvlakte (het oudere en het jongere sphagnetum).
I 6 v Het moerasveen in de strandvlakten van het oude duinlandschap.
I 7 k De rivierklei langs de Rijnarmen.
I 10 k De jonge zeeklei.
I 12 z Het jonge duinzand, dat het jonge duinlandschap opbouwt.
I 14 z Het jonge zeezand.

De op elk kaartblad geteekende bodemdoorsnede verduidelijkt de onderlinge ligging der vormingen.

De inhoud van dit boekje is in hoofdzaak een samenvatting en herziening van de „Duinstudies", die ik plaatste in de jaargangen 1920, 1921, 1922, 1923, 1927, 1928 en 1930 van het tijdschrift van het Kon. Ned. Aardrijkskundig Genootschap. In deze duinstudies vindt men de toen aanwezige literatuur tamelijk volledig aangewezen en besproken. Als literatuur van nog jongeren datum vestig ik de aandacht op de volgende geschriften:

J. Th. Thijsse. De bodemdaling in Nederland en de peilschaal van Harlingen. Tijdschr. K.N.A.G., jaargang 1931, bl. 438—441.

C. H. Edelman. Petrologische provincies in het Nederlandsche Kwartair. Akad. proefschrift, Amsterdam, 1933.

G. G. Vermeer—Louman. Pollenanalytisch onderzoek van den West-Nederlandschen bodem. Akad. proefschrift, Amsterdam, 1934.

J. W. van Dieren, Organogene Dünenbildung. Eine geomorphologische Analyse der Dünenlandschaft der westfriesischen Insel Terschelling mit pflanzensoziologischen Methoden. Akad. proefschrift, Amsterdam, 1934.

Dr. L. M. R. RUTTEN

VOORDRACHTEN OVER DE GEOLOGIE VAN NEDERLANDSCH OOST-INDIË

MET 243 FIGUREN

Prijs, gebonden . . . . . f 15,00

Het boek van professor Rutten is een voorbeeld van behandeling van een gebied, waarvan men nog pas de hoofdlijnen der geologische ontwikkeling begint te onderscheiden. Van het begin tot het einde aangenaam leesbaar, (— het geheele boek is in den voordrachttoon gehouden —) wordt hier een breed inzicht gegeven in hetgeen de bestaande literatuur biedt. Zorgvuldig is daarbij geschift en geordend, en steeds wordt angstvallig vermeden conclusies te trekken als deze niet op feiten en waarnemingen zijn gebaseerd. „Wahrheit und Dichtung" zijn zorgvuldig uit elkaar gehouden. Het is een zeer belangrijke wegwijzer in de geologie van Indië en haar „zeer omvangrijke, doch tevens verspreide literatuur." *Tijdschr. v. Econ. Geographie.*

Dr. F. A. F. C. WENT

LEERBOEK DER ALGEMEENE PLANTKUNDE

VOOR STUDENTEN IN DE MEDICIJNEN EN IN DE BIOLOGIE

MET 274 AFBEELDINGEN

Prijs, gebonden . . . . . 2e druk f 18,50

't Is naast de buitenlandsche werken, die voortreffelijke besprekingen bevatten der plantkunde, een echt Nederlandsch studieboek, want hierin zijn zaken behandeld, die in ons land en in onze koloniën speciaal op den voorgrond treden. Het boek is bestemd voor hen, die na het afleggen van een H.B.S.- of Gymnasium B-examen, hunne studie in de algemeene botanie wenschen voort te zetten. Voor de meeste studenten is het een zeer geschikt leerboek, zoowel voor hen, die de biologie ambiëeren, alsook die, welke plantkunde als hulpwetenschap behoeven. Voor sommige studeerenden, b.v. die in de medicijnen, treffen we een uitvoerige behandeling der bacteriën aan, die in de chemie van de turgar in de plant en die in de geografie iets over de oekologie. Kortom, 't is een zeer uitgebreide inlichtingsbron. Behalve een groot aantal oorspronkelijke foto's tusschen den tekst, zijn achter elke paragraaf eenige leerboeken en verdere literatuur omtrent de plantkunde opgegeven, gelijk men ook nog zulk een lijst vindt van meer algemeene werken. *Het Centrum.*

UITGAVEN VAN J. B. WOLTERS — GRONINGEN, BATAVIA

Dr. F. M. JAEGER

INLEIDING TOT DE STUDIE DER KRISTALKUNDE

EENE HANDLEIDING VOOR STUDEERENDEN BIJ HET ONDERWIJS AAN NEDERLANDSCHE UNIVERSITEITEN EN HOOGESCHOLEN

Met 547 figuren, 1 zwarte en 2 gekleurde platen

Prijs, gebonden . . . . . f 4,90

Waar schrijver zijn werk noemt eene inleiding tot de kristalkunde, geeft hij eigenlijk meer dan de titel belooft en zeer zeker is het hem gelukt een duidelijk en goed verzorgd wetenschappelijk werk samen te stellen, dat zoowel voor studenten als docenten van groote waarde zal blijken te zijn. Wij wenschen schrijver veel succes met dit degelijk en ook fraai uitgevoerde boekwerk. *Weekblad M. O.*

Dr. P. TERPSTRA

LEERBOEK DER PHENOMENOLOGISCHE KRISTALOPTIEK

Eerste deel, MEETKUNDIGE EIGENSCHAPPEN, met 96 figuren . f 2,25

Een klare en stevige uiteenzetting van de theoretische grondslagen der kristaloptiek. *Natuurwetensch. Tijdschrift (v. België).*

Dr. PH. H. KUENEN

DE TIJD ALS FACTOR IN DE GEOLOGIE

Prijs . . . . . f 0,75

UITGAVEN VAN J. B. WOLTERS — GRONINGEN, BATAVIA