

EEN ORIËNTEREND ONDERZOEK NAAR DE OORZAKEN
VAN GROEISTOORNISSEN
IN DE BOSBEPLANTINGEN IN DE NOORDOOSTPOLDER
PRELIMINARY RESEARCH ON CAUSES OF GROWTH DISTURBANCES IN
FOREST PLANTATIONS IN THE NOORDOOSTPOLDER

DOOR

Ir. J. J. WESTRA

INHOUD

I. PROBLEEMSTELLING	
1. Inleiding	1
2. Methoden van onderzoek	2
II. RESULTATEN	
1. Chemische eigenschappen van de bosgronden	5
2. Fysische eigenschappen van de bodem	8
3. Reacties van de beplantingen	15
III. DISCUSSIE	
1. Betekenis van het onderzoek	22
2. Conclusies	23
SUMMARY	24
LITERATUURLIJST	25

I. PROBLEEMSTELLING

1. INLEIDING

In de beide tot nu toe drooggelegde Zuiderzeepolders, de Wieringermeer en de Noordoostpolder, is een gedeelte van de oppervlakte tot bos bestemd geworden. De gronden die men hiervoor heeft uitgekozen, zijn vrijwel alle moeilijk te ontginnen tot produktief bouw- of grasland. Slechts een beperkt deel van de bossen ligt op gronden, die ook voor de genoemde vormen van bodemgebruik geschikt zijn. Dit zijn meestal de recreatiebossen bij de woonkernen.

Het feit dat men als regel een negatief criterium (de geringe landbouwkundige waarde) heeft gebruikt voor de bestemming tot bosgrond, brengt mede, dat hierin een grote verscheidenheid van grondsoorten wordt aangetroffen: diverse soorten zand, keileem, veen, „kwelderklei”. De profielopbouw is in veel gevallen sterk heterogeen.

In de landbouw is reeds geruime tijd bekend, dat zich bij het in cultuur brengen van drooggevallen gronden tal van speciale problemen voordoen. Voor de oplossing hiervan is reeds veel researchwerk verricht. Dat zich bij de ontwikkeling van de bosbeplantingen diverse complicaties zullen voordoen, ligt dan ook in de verwachting. Dat deze complicaties in diverse opzichten zullen verschillen van de problemen van de landbouw, ligt ook voor de hand, niet alleen als gevolg van de andere aard van het gewas, maar ook door het afwijkende karakter van de grondsoorten. Waar de landbouw vooral te maken heeft met de eigenschappen van de jonge, onder water afgezette kleien en zavel, heeft de bosbouw te maken met de reeds genoemde, deels terrestrisch afgezette, en vaak geologisch oudere grondsoorten, waaraan van landbouwkundige zijde relatief minder aandacht is besteed.

In de bosbouw is de behoefte aan speciale studie van de bebossing van drooggevallen gronden eerst vrij laat gevoeld. In de Wieringermeer beschikte men over betrekkelijk eenvormige, grofkorrelige zandgronden in de nabijheid van Wieringen (boscomplex „Robbenoord”), waar zich bij de bebossing weinig complicaties schijnen te hebben voorgedaan (BOODT, 1942), terwijl bovendien omstreeks de tijd dat eventuele moeilijkheden zich duidelijk zouden aftekenen, het bos door de inundatie van 1945 verwoest werd. Door deze omstandigheden viel eerst bij de bebossingen in de Noordoostpolder de aandacht op een aantal eigenaardige stoornissen in de ontwikkeling van de beplantingen. In 1955 werd, in overleg met het Bosbouwproefstation te Wageningen, de schrijver gevraagd een oriënterend onderzoek in te stellen.

In de opzet van dit oriënterende onderzoek is er van uitgegaan dat vooral die groeistoornissen moeten worden bestudeerd, die veroorzaakt worden door de eigenaardigheden van de drooggevallen zeebodem. Gevallen, waar dus kennelijk sprake was van biologische invloeden (ziekten, plagen, plantsoenherkomst) zijn dus eventueel wel gesignaleerd, maar nog niet nader onderzocht. Deze invloeden

kunnen ook op het oude land worden aangetroffen, zij het dan vaak in mindere mate, in verband met het meer evenwichtige karakter van de levensgemeenschap daar. Zodoende is de nadruk gevallen op de studie van de chemische en fysische eigenaardigheden van de bodem in verband met de gebruikte houtsoorten.

In de Wieringermeer heeft men zich bij zijn houtsoortenkeuze laten leiden door de ervaringen met de duinbebossingen en de erf- en wegbeplantingen in Noord-Holland (BOODT, 1942). Men heeft hier een tamelijk beperkt gamma van houtsoorten, die goed tegen de zeewind bestand zijn, zoals eik (*Quercus robur*), els (*Alnus glutinosa*), es (*Fraxinus excelsior*), esdoorn (*Acer pseudoplatanus*), populier (*Populus* sp.), wilg (*Salix* sp.), sitkaspar (*Picea sitchensis*), Oostenrijkse den (*Pinus nigra* var. *austriaca*) en Corsicaanse den (*Pinus nigra* var. *corsicana*). In de Noordoostpolder heeft men hiernaast nog gebruikt: groveden (*Pinus silvestris*), lariks (*Larix leptolepis*), beuk (*Fagus sylvatica*) en fijnspar (*Picea abies*).

Zou men een drooggevallen polder aan de natuur overlaten, dan zou zich hier een bepaalde successie van plantengemeenschappen voltrekken, waarin waarschijnlijk na enige tijd als eerste bosvegetatie een moerasbos van wilgen, elzen en populieren zou ontstaan, dat zich eventueel, naar analogie van wat zich op andere jonge gronden voordoet, kan ontwikkelen tot een gemengd loofbos, behorend tot het Alno-Ulmion. (DOING-KRAFT, 1955). In deze bossen spelen houtsoorten als eik, iep, es en esdoorn de hoofdrol. Verwacht mag dus worden, dat de gebruikte loofhoutsoorten in het algemeen aan een goed voorbereide en gerijpte polderbodem redelijk zullen zijn aangepast. Voor de naaldhoutsoorten, die, met uitzondering van de groveden, in ons land niet inheems zijn, en ook in hun natuurlijk verspreidingsgebied op totaal andersoortige gronden voorkomen, is de kans op moeilijkheden groter.

2. METHODEN VAN ONDERZOEK

Als basis voor het bodemkundig onderzoek werd uitgegaan van de gegevens van de Bodemkundige Code- en Profielenkaart van de Noordoostpolder. De gebruikte benamingen van de grondsoorten zijn ontleend aan het renvooi, behorende bij deze kaart. Er moet rekening mee gehouden worden, dat in vele gevallen deze gegevens correctie behoeven, daar de toestand na een grondbewerking gewijzigd kan zijn. Door opname van verse greppelkanten en door boringen of profielkuilen is dan de nieuwe toestand bestudeerd.

De diepte van de kartering op de codekaart (45—50 cm) is in de meeste gevallen onvoldoende om als grondslag te dienen. De gegevens van de profielenkaart (diepte 1 meter) zijn van meer betekenis. In bepaalde gevallen zijn terreinen opnieuw in detail gekarteerd aan de hand van boringen tot 120 cm diepte. Deze bodemkundige detailkaarten kunnen dan vergeleken worden met kaarten van de opstandshoogten. Bij de jonge opstanden die in het onderzoek betrokken zijn, is dit de beste beschikbare maatstaf voor de geschiktheid van de betreffende groeiplaats voor de betrokken houtsoort. Deze opstandshoogtenkaarten zijn verkregen door in de onmiddellijke omgeving van een boorpunt van de bodemkartering 10 bomen te meten, en het gemiddelde hiervan te berekenen.

Voor de beoordeling van de bodemprofielen is, voor wat betreft de chemische eigenschappen, afgegaan op analyses door het bodemkundig laboratorium van de Directie van de Wieringermeer te Kampen. Voor een groot deel zijn de onderzochte monsters reeds in verband met andere onderzoeken genomen; waar nodig is dit materiaal aangevuld met nieuwe.

De fysische toestand van de bodem is vooral van belang met het oog op de vochthuishouding. Hiermede in nauw verband staat de doorwortelbaarheid van de grond. Daar de bosgronden in de Noordoostpolder vaak zeer heterogeen van profielopbouw zijn, is er naar gestreefd zoveel mogelijk de afzonderlijke lagen te karakteriseren. Naast veldwaarnemingen in profielkuilen, is de methode der pF-analyse gebruikt (RICHARD, 1953).

Deze analyse wordt gedaan aan ongeroerde grondmonsters die met behulp van ringen van een bepaald inwendig volume (100 cm^3) worden gestoken. De monsters worden met water verzadigd, waarna achtereenvolgens toenemende zuigspanningen worden aangelegd. Hierdoor worden de poriën, te beginnen met de grootste, tot een door de aangelegde spanning bepaalde diameter geledigd. Door bij elke zuigspanning het evenwichtsvochtgehalte in volumeprocenten te bepalen, en dit tegen de pF (de logaritmische van de aangelegde onderdruk in cm water) uit te zetten, krijgt men een curve die een afspiegeling geeft van de verdeling van de poriëngrootten in het monster, en zo een voor de bepaalde structuurtoestand karakteristiek verloop heeft (fig. 1). Uit deze curve kan men het vochtgehalte bij veldcapaciteit en bij het verwelkingspunt aflezen, evenals het totale poriënvolume. Deze liggen bij respectievelijk $pF = 2,0$, $pF = 4,2$ en $pF = 0$. Deze bepalingen zijn verricht op het laboratorium van het Bosbouwproefstation „De Dorschkamp”.

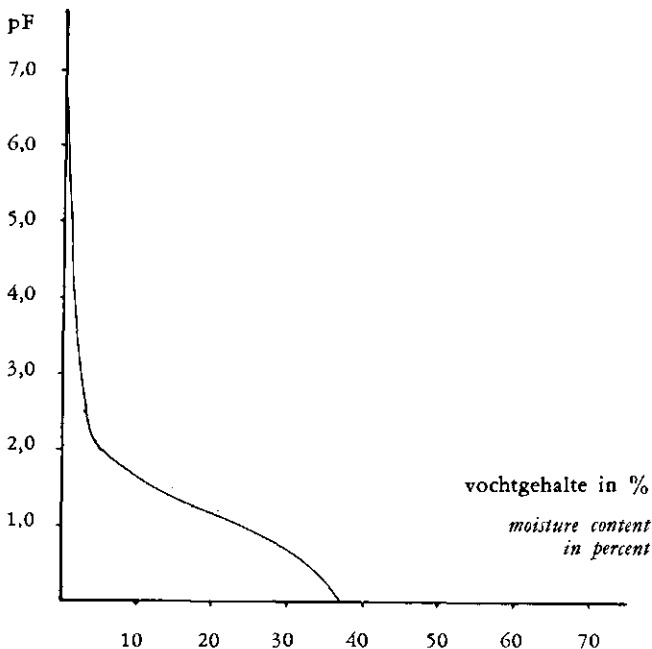


Fig. 1. pF-curve Deksand, C-horizont

Fig. 1. pF-curve Coversand, C-horizon

Voor de plantegroei van belang zijn vooral de mate van doorluchting van de grond en de hoeveelheid voor de plant opneembaar water. Uit de aard der zaak wisselen deze grootheden in een bepaalde grond met de tijd, afhankelijk als ze zijn van de toevoer van water door neerslag of kwel, en de afvoer door wegzakken, verdamping en verbruik door de planten. Daar echter het actuele veldvochtgehalte van de bodem boven de capillaire zone schommelt om de veldcapaciteit, kan als maat voor de doorluchting worden gebruikt het verschil tussen totaal poriënvolume en veldcapaciteit, en voor de hoeveelheid opneembaar water het verschil tussen de veldcapaciteit en het verwelkingspunt.

Tenslotte is getracht aan de hand van analyses van de bladsamenstelling de oorzaken van bepaalde afwijkingen op te sporen. Deze methode gaat uit van het feit, dat gebreken in de voorziening van de plant met minerale voedingsstoffen zich vaak uiten in de samenstelling van het blad. Intussen is deze bovendien afhankelijk van talrijke andere factoren, zoals tijdstip van bemonstering, plaats in de boomkroon, ouderdom van de naalden (bij altijd groene naaldbomen), storingen in de vochtuishouding enz. Dit maakt de interpretatie van deze gegevens uitermate ingewikkeld (NEMEC, 1940; TAMM, z.j.; LEYTON, 1948, 1954; MITCHELL, 1934, 1939). Hoewel er steeds naar gestreefd is zoveel mogelijk van deze variabelen uit te schakelen door steeds in dezelfde periode en aan overeenkomstige delen van de boomkroon te bemonsteren, blijft de grootste voorzichtigheid geboden. Deze analyses zijn uitgevoerd op het laboratorium van het Bosbouwproefstation „De Dorschkamp”.

II. RESULTATEN

1. CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN VAN DE BOSGRONDEN

a. Stikstof

Bij gebruik als bouw- of grasland zijn de drooggevalle gronden in de regel stikstofbehoefstig. (HISSINK, 1954). In de bosbeplantingen is hiervan meestal niets gebleken. Symptomen van stikstofgebrek, zoals gele verkleuring van de bladeren, komen slechts zelden voor. Het N-gehalte van bladeren en naalden blijkt dan ook normaal of zelfs hoog te zijn. Speciaal bij de lariks en de sitka is het vaak boven normaal. Bij de eik is het meer variabel, maar komt overeen met gehalten van opstanden op het oude land. (tabel 1).

TABEL 1. Bladanalyses
Table 1. Leaf analyses

Houtsoort <i>Species</i>	plaats <i>locality</i>	N%	P ₂ O ₅ mg/g	K%	Ca%	Mg%
eik <i>oak</i>	NOP	2,736	5,2	0,98	0,73	
	Borger 1	2,668	4,6	1,32	0,66	
	NOP	2,247	6,4	1,22	0,80	
	Borger 2	2,283	4,7	1,34	0,74	
lariks <i>larch</i>	NOP	2,213	17,1	0,97	0,92	
	NOP	1,924	17,4	1,94	0,75	
	Ruinen 1	1,474	6,5	0,50	0,73	
	Ruinen 2	1,587	5,0	1,04	0,65	
sitka <i>sitka spruce</i>	NOP	1,786	5,2	1,01	0,69	0,06
	NOP	1,536	2,8	1,03	0,57	0,04
	Borger	1,06	3,0	0,93	0,41	0,09

Waar stikstofgebrek werd gevonden, waren in de regel storingen in de vocht-huishouding aan te wijzen. Zo kwam het voor in afd. L 45 c (Kuinderbos) in sitka, geplant op een slecht ontwaterd komveen. Na ontwatering hiervan trad een opmerkelijke verbetering van de groei in, gepaard met een stijging van het N-gehalte van de naalden.

In kaval S 14 (Voorsterbos), waar eveneens stikstofgebrek geconstateerd wordt, geldt althans voor een deel van de opstand, dat dit door verdroging op deze zeer schrale zandgrond wordt veroorzaakt. Een bemesting in deze opstand bracht geen zichtbare veranderingen teweeg.

Bij de eik is een veel grotere variatie in stikstofgehalten waargenomen dan bij de andere soorten. Op grond hiervan kan men een en ander concluderen over de huidige N-rijkdom van deze gronden. De aanwijzingen van de bladanalyses worden hier n.l. vaak gesteund door de samenstelling van de onkruidvegetatie.

Op kwelderleij (een humeuze aan de toenmalige kust afgezette leij of zavel op veen) komen in het blad zeer hoge N-gehalten voor. Ook de zeer weelderige

onkruidgroei met wilgenroosjes en brandnetel wijst op een rijke stikstofvoorziening.

Op de meeste zandgronden en ook op de keileem worden matige N-gehalten gevonden. Dit doet vreemd aan, daar de chemische analyse van deze gronden zeer lage N-totaal cijfers oplevert. In het huidige stadium is de voorziening echter goed te noemen. De enige uitzondering doet zich voor op de zwarte keileem, een zeer harde, en dientengevolge moeilijk te doorwortelen grondsoort. Hier moet dus weer de fysische toestand van de grond voor het N-gebrek verantwoordelijk worden gesteld.

Op de Zuiderzeezavels is het N-gehalte in het eikenblad aan de lage kant. Ook de groeiwijze van de boompjes wijst op een schrale voorziening. Dit komt dus enigszins overeen met de ervaringen in de landbouw.

b. Fosfaat

Het fosfaatgehalte van de gronden is in het algemeen nauw gecorreleerd met het lutumgehalte (fractie $< 2 \mu$). Dit geldt speciaal voor de jonge Zuiderzeeafzettingen. Bij de oudere, deels terrestrisch gevormde gronden, is dit verband veel losser.

Bij de zanden is de genoemde correlatie nauw bij het Espelzand en het Ramspland, terwijl het Blokzijlzand afwijkt door relatief hoge P-totaalcijfers.

Het laagterraszand, in de Noordoostpolder vooral voorkomend in zijn dekzandfacies in het Kuinderbos, is relatief fosfaatarm. Vergeleken echter met soortgelijke gronden op het oude land, is het enigszins verrijkt. Hierbij moet onderscheid gemaakt worden tussen gronden waarin het oude vegetatieprofiel nog aanwezig is, en die waar het geabradeerd is. De A- en B-horizonten van het oude profiel blijken namelijk rijker te zijn dan de C-horizont (tabel 2).

TABEL 2. Chemische analyses dekzand
Table 2. Chemical analyses of coversand

Horizont <i>Horizon</i>	CaCO ₃ %	humus %	lutum % <i>clay</i>	P-totaal mg/100 g	pH
A	0,0	5,2	2,1	43	7,5
	1,0	2,7	1,6	27,6	7,9
B	0,0	2,3	1,5	22	7,3
	0,0	1,2	1,0	34,1	7,3
C	0,0	0,6	0,9	8,2	7,0
	0,1	0,2	0,8	9,6	7,8

Het Kuinrezand staat, wat P-totaal cijfer betreft, tussen de A- en B-horizonten van het dekzand enerzijds en de C-horizont anderzijds.

Het premorenale (in de Noordoostpolder meestal als fluvioglaciaal aangeduide) zand blijkt relatief fosfaatarm te zijn en staat dicht bij de C-horizont. Het lutum-

gehalte is vrij sterk wisselend en van een correlatie hiervan met het P-totaal cijfer kan niet gesproken worden.

De keileem behoort tot de fosfaatrijke bosgronden. In dit opzicht verschilt het sterk van dezelfde grondsoort op het oude land. Vermoedelijk is dit toe te schrijven aan het verschil in verweringsgraad. Binnen de Noordoostpolder treden nog variaties op die enigszins samenhangen met de graad van verwerking, zoals die door DE WAARD (1949) wordt opgegeven. Groot zijn deze verschillen echter niet.

De veengronden blijken in het algemeen fosfaatrijk te zijn. Van de in eutroof milieu gevormde, slibhoudende broek-, zegge- en rietvenen is dit minder vreemd dan van het oorspronkelijke oligotrofe mosveen.

De kwelderklei is in veel opzichten nauw verwant aan het rietveen. Ook het fosfaatgehalte komt vrijwel overeen. Hiermede blijft deze grond achter bij Zuiderzeegronden met overeenkomstig lutumgehalte, al behoort hij nog tot de rijkste gronden die in het bos voorkomen.

Samenvattend is dus gevonden:

- | | |
|--|--|
| a. Zeer fosfaatarm:
(P-tot. < 15) | Premorenaal zand, laagterras-C. |
| b. Fosfaatarm:
(15 < P-tot. < 25) | Kuinrezand, lutumarme typen Espel- en Ramspolzand. |
| c. Vrij fosfaatrijk:
(25 < P-tot. < 50) | Laagterras A en B. |
| d. Fosfaatrijk:
(P-tot. > 50) | Keileem, mosveen, zeggeveen, rietveen, broekveen, detritus, kwelderklei, Blokzijlzand, Zuiderzeezavel. |

c. pH (H_2O)

De pH (H_2O) van de meeste gronden is opvallend hoog; in enkele gevallen echter opvallend laag. De voor bosgronden op het oude land normale waarden van 5,0—4,0 ontbreken vrijwel volkomen. In de meeste gronden bedraagt de pH (H_2O) ca 7,5 variërend van 6,3 tot 8,5 à 9,0. In de kwelderklei, het rietveen en soms in het Urkzand zijn waarden van 3,5 tot 3,0 gevonden. Ook van detritus zijn dergelijke waarden bekend. In veel van deze gevallen treden kattekleivlekken op.

d. Kalk

De meeste gronden in de Noordoostpolder bevatten vrije $CaCO_3$. Dit geldt ook voor de bosgronden. Deze kalk komt deels voor in de vorm van schelpen en schelpfragmenten, deels gebonden aan het adsorptiecomplex. De laatste vorm is direct actief, terwijl de schelpen een reserve vormen (WIGGERS, 1955). De kalkrijkdom is karakteristiek voor de jongste fase van de sedimentatie in de voormalige Zuiderzee, beïnvloed door zout water. De oudere sloef- en detritusafzettingen, ontstaan in brak, resp. zout water, zijn minder kalkrijk, soms zelfs kalkloos. De oorspronkelijk terrestrische formaties zijn in de regel primair kalkarm. Onder invloed van de latere bedekking met zeewater zijn in de bovenlagen meestal schelpen terecht gekomen.

Samenvattend kan men zeggen, dat van de onder water gevormde lagen de Zuiderzee-afzettingen kalkrijk zijn, de sloefafzettingen kalkhoudend, de detritus

kalkarm tot kalkloos. Van de terrestrische formaties zijn alleen de zwarte keileem en de mariene kwelderklei bij Schokland primair kalkhoudend, terwijl de overige kalkarm of kalkloos zijn.

Als regel zijn dus de bovenste lagen kalkrijk, terwijl op enige diepte het kalkgehalte sterk kan wisselen, afhankelijk van de formatie die ter plaatse voorkomt. Van de kalkloze grondsoorten zijn enkele, echter niet alle, sterk zuur, zoals boven reeds is aangegeven.

e. Kalium

Van dit element zijn aan grondmonsters uit de boscomplexen zelden bepalingen gedaan. Dit materiaal is dan ook van te geringe omvang om hieraan conclusies te verbinden. Het is echter opvallend dat in de naalden van lariks en sitka merkwaardig hoge K-gehalten worden gevonden (tabel 1). Daar dit op zeer verschillende standplaatsen wordt gevonden, ligt het voor de hand hierin het resultaat te zien van een gemeenschappelijk kenmerk van de drooggevallen gronden.

f. Magnesium

Over het voorkomen van dit element in de bodem zijn geen analysegegevens beschikbaar. Gezien de samenstelling van het zeewater dat enige eeuwen op de bodem heeft kunnen inwerken, en dat vrij veel magnesium bevat, is het niet aannemelijk dat de gronden hieraan uitermate arm zullen zijn. Toch doet zich het verschijnsel voor dat de Mg-gehalten in de naalden van lariks en sitka lager zijn dan die, welke van het oude land bekend zijn. Ook doen zich andere symptomen van Mg-gebrek voor, nl. gele, soms necrotische, naaldpunten.

Ook dit komt op zeer uiteenlopende gronden voor en wijst in de richting van een gemeenschappelijk kenmerk van de drooggevallen gronden. De verklaring ligt waarschijnlijk in het fysiologische vlak, en kan gezocht worden in het antagonisme tussen K en Mg. In dat geval is het dus een uiting van dezelfde eigenschap die de hoge K-gehalten veroorzaakt.

2. FYSISCH EIGENSCHAPPEN VAN DE BODEM

a. Rijping

De verschijnselen van de rijping van de drooggevallen toekomstige bosgronden zijn in principe gelijk aan die van de landbouwgrond. Deze processen zijn beschreven door HARMSSEN (1944) en DOMINGO (1951). Door het afwijkende karakter van de bosgronden is de betekenis van de verschillende processen echter anders.

De zandgronden rijpen zeer snel, weik proces echter bij wateroverlast vrijwel volledig omkeerbaar is (DOMINGO, 1951), daar geen structuurveranderingen optreden. Over de rijping van keileem is weinig bekend. Van fysische veranderingen is zeer weinig sprake, daar deze grondsoort niet zwelt of krimpt bij wisseling van het vochtgehalte. De rijping waarvan men hier kan spreken, ligt dan ook, evenals op de zandgronden, meer in het biologische vlak: na de ontwatering ontwikkelen er zich organismen, aangepast aan het landmilieu (HARMSSEN, 1944).

De veengronden veranderen van een groenbruine, stinkende massa in een zwarte, min of meer gescheurde grond, die soms zelfs verschijnselen van irreversibele indroging vertoont.

Van de rijping van de kwelderklei is in de literatuur vrijwel niets bekend. Meestal vindt men bij deze grondsoort, onafhankelijk van de diepte in het profiel, een gelijkmatige iets platige structuur met kleine structurelementen. Dit doet vermoeden, dat de fysische veranderingen gering zijn geweest.

In verreweg de meeste gevallen heeft de bosbeplanting met de rijping in eerste instantie niets te maken gehad. Zowel in de Wieringermeer als in de Noordoostpolder is aan de bebossing steeds een periode van enige jaren landbouwvoorbouw of braak voorafgegaan. Wel is in bepaalde gevallen aantoonbaar dat de rijping van de diepere lagen onder de bosbegroeiing nog voortschrijdt.

Het meest opvallende voorbeeld hiervan is gevonden in kavel T 26 (Voorsterbos). Ter plaatse bestaat het bodemprofiel uit lichte en zware zavel met enkele zandlaagjes. De rijpingsdiepte bedraagt 68 cm, hetgeen overeenkomt met de toestand op de aangrenzende bouwlandkavel T 25, waar hetzelfde profiel voorkomt. Het blijkt echter dat de boomwortels, met name die van de els, in de nog ongerijpte grond doordringen, waar ze omgeven zijn door een kokertje gerijpte grond. Hierbij werd door de els een diepte bereikt van 105—125 cm.

Bij de colloïdrijke gronden is de rijping van groot belang voor de fysische eigenschappen en daarmee voor de vochtuishouding. Daar hij van boven af in de grond doordringt, en onder landbouwgewassen als regel niet dieper dan 1 meter reikt, kan dezelfde grondsoort zeer verschillende eigenschappen hebben, naar gelang hij hoger of lager in het profiel voorkomt. Speciaal de doorlatendheid wordt hierdoor beïnvloed. Betrekkelijk kleine verschillen in de profielopbouw kunnen de oorzaak zijn van aanzienlijke verschillen in de vochtuishouding. Dit is uiteraard van grote betekenis voor de kwaliteit van de bodem. Naarmate echter de rijping onder invloed van de begroeiing voortschrijdt, zal dit verschijnsel in betekenis afnemen. In de jeugd van de opstanden is het de oorzaak van een onregelmatig bosbeeld.

b. Structuur

In de zandgronden is van een ontwikkelde structuur vrijwel geen sprake. Zij zijn meestal arm aan colloïdale substanties (humus, lutum) die als kitmiddel kunnen fungeren. Ze vertonen dan ook in de regel een korrelstructuur. Dit geldt in het bijzonder voor Urkzand, Kuinrezand, laagterraszand en premorenaal (fluvioglaciaal) zand. Blokzijlzand vertoont overgangen naar lichte zavel, die enige kruimelstructuur kunnen vertonen. Dit wordt geïllustreerd door de pF curven in fig. 2, die zowel een goede doorluchting als een goede watervoorraad aangeven.

Voorwaarde hiervoor is evenwel een goede rijping, waaraan echter zowel bij Blokzijlzand als bij lichte zavel meestal een en ander ontbreekt, vooral in de dieper gelegen lagen.

Van de veensoorten heeft mosveen een vlokke, vezelige structuur. Afgezien van zijn geringe vastheid is deze grondsoort bij voldoende ontwatering als wortel-

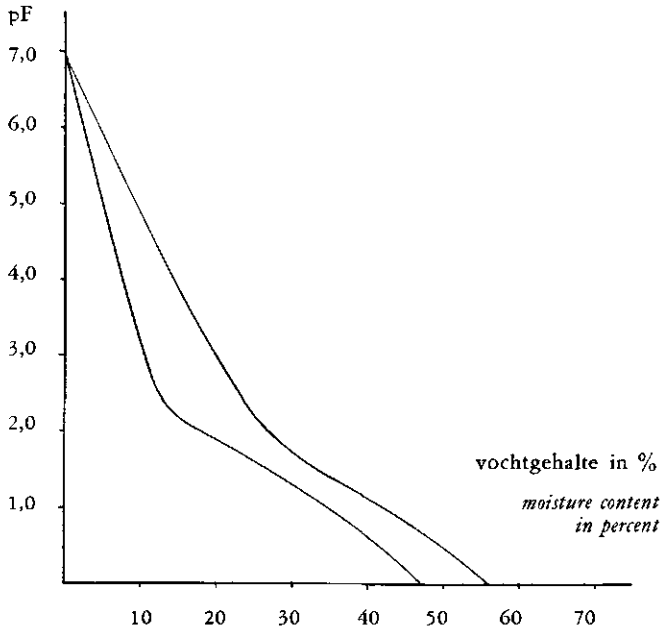


Fig. 2. pF-curven Blokzijlzand, diepte 15 cm
 Fig. 2. pF-curves "Blokzijl" sand, depth 15 cm

milieu gunstig te noemen. Rietveen, zeggeveen en broekveen zijn compacter, maar scheuren bij indroging sterk, en kunnen aldus in een vrij gunstige kluitstructuur geraken. Hun neiging tot irreversibel indrogen is een gevaarlijke eigenschap, die echter onder bosbegroeiing nog niet tot moeilijkheden heeft geleid. Daarentegen bleken de zeer wijde scheuren een uitstekende natuurlijke drainage te vormen, die vooral in het Kuinderbos een gunstige invloed op de opstand heeft.

De kleien en zware zaveln, inclusief de humeuze kwelderklei, verkeren meestal in een zeer gunstige toestand. De poriëngehalten zijn hoog (60—80%) en de verdeling over de grootteklassen zeer gelijkmatig. De lichte zaveln kunnen echter, evenals het nauw verwante Blokzijlzand, door hun slechte rijping slecht van structuur blijven. Dit geldt met name voor de diepere lagen. De oppervlakkige lagen zijn in het bos veel minder gevoelig voor structuurverval dan bij landbouwgebruik, ten gevolge van de constante bodembedekking.

Keileem vertoont in onbewerkte toestand een zeer laag poriënvolume (ca 30%) met weinig grove poriën. Na grondbewerking nemen poriënvolume en doorluchting toe. Het verkeert in een grove kluitenstructuur waarbij de wanden van de aggregaten bedekt zijn met een laagje limoniet.

c. Waterhuishouding

Dit is een zeer complex begrip, waarmee aangeduid wordt de mate en de snelheid van de veranderingen van het vochtgehalte van een bodemprofiel. Deze veranderingen worden veroorzaakt door verschillen tussen de toevoer (in de vorm

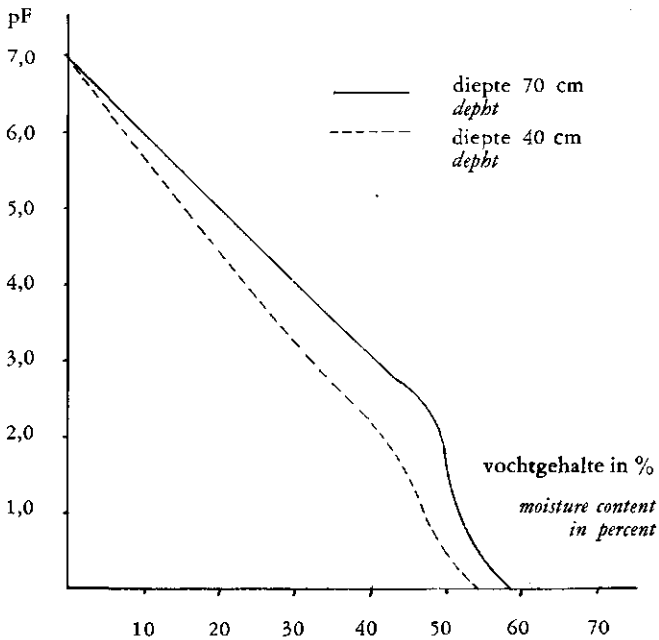


Fig. 3. pF-curven Lichte zavel
 Diepte 70 cm: ongerijpt
 Diepte 40 cm: gerijpt.

Fig. 3. pF-curves light sandy loam
 Depth 70 cm: unripened soil
 Depth 40 cm: ripened soil.

van neerslag en/of kwel) en de afvoer (verdamping al of niet via de vegetatie, wegzakken, oppervlakkige afstroming). Het is duidelijk dat deze veranderingen, behalve van de genoemde verschillen, ook sterk afhankelijk zijn van de opbouw van het profiel en de aard en structuur van de samenstellende lagen.

De veranderingen zullen het geringst zijn bij sterk doorlatende lagen, het grootst in of onder invloed van slecht doorlatende. De doorlatendheid staat evenwel onder invloed van de structuur en daarmee weer van de rijping, die op zijn beurt weer door de vochthuishouding beïnvloed wordt (DOMINGO, 1951, V. D. MOLEN & SIEBEN, 1955). Tenslotte heeft de vochtberging invloed op de snelheid van de veranderingen.

Het is onmogelijk deze zeer gecompliceerde materie hier uitvoerig te behandelen. Daarvoor vertoont onze kennis te veel lacunes. We zullen volstaan met enkele opvallende verschijnselen die bij het onderzoek werden aangetroffen, te belichten.

In afd. M 133 a, beplant met sitka, trokken de grote verschillen in groeisnelheid de aandacht, terwijl de bovengrond zeer homogeen was. Bij nadere beschouwing bleek al spoedig dat plaatselijk zeer hoge grondwaterstanden voorkwamen. Een en ander leidde ertoe van deze afdeling een bodem- en opstands-

kartering uit te voeren, zoals aangegeven is in 1, later aangevuld met grondwaterstandwaarnemingen op 3 plaatsen.

De afdeling wordt aan de westzijde begrensd door de Kuindervaart, waarvan het peil 3—4 m beneden het maaiveld ligt. Aan de oostzijde loopt een sloot die 's zomers water bevat voor infiltratie van landbouwgronden in de omgeving; het peil hiervan is 2—3 dm beneden het maaiveld. In het centrum van de afdeling ligt een dekzandopduiking, waarop het oude vegetatieprofiel grotendeels nog aanwezig is. Rondom en plaatselijk ook op deze opduiking vindt men zeggeveen, naar boven overgaand in kleilig veen en kwelderklei. Door de overstroming door de zee zijn de bovenlagen van het klei-op-veen profiel gedeeltelijk verdwenen. Tenslotte is alles bedekt met een laag Kuinrezand van enkele dm dikte. Op enige afstand ten oosten van de dekzandopduiking eindigt het voorkomen van klei en veen abrupt en vindt men een gebied van fijn gelaagde afzettingen van zand, verslagen veen en zavel, hoogstwaarschijnlijk gesedimenteerd in de mondingsgeul van de Kuinder.

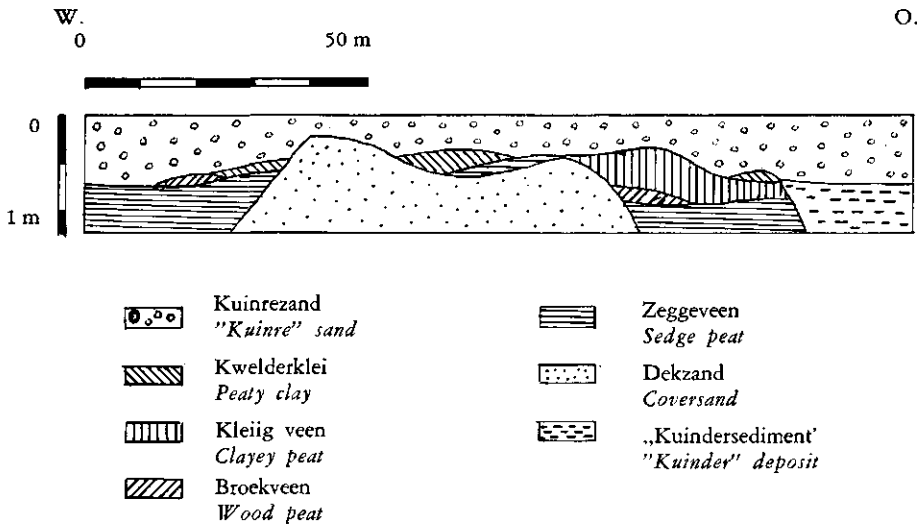


Fig. 4. Profiel door M 133 a

Fig. 4. Profile through M 133 a

Men vindt nu de beste groei van de opstand op en in de omgeving van de dekzandopduiking. Naar het westen gaand ziet men op vrij gelijkmatige bodemprofielen van Kuinrezand op veen de groei sterk afnemen. Hierbij wordt een samenhang gevonden met de grondwaterstand en tot dicht bij de Kuindervaart kan gesproken worden van ernstige wateroverlast. Dit wijst op het voorkomen van ondoorlatende lagen in de ondergrond. Hiervoor komt op deze plaats alleen het veen in aanmerking.

Niet overal in de afdeling blijken deze profielen echter zo ongunstig te zijn: ten zuidwesten van de zandopduiking groeit de sitka op ogenschijnlijk dezelfde profielen goed. Het enige verschil in de standplaats wordt gevonden in de diepere

ligging van het grondwater. Blijkbaar treedt hier minder stagnatie op een ondoorlatende ondergrond op.

De uiteindelijke oorzaak van de gevonden verschillen is vermoedelijk gelegen in onregelmatigheden in de rijping van de dieper gelegen lagen.

In de zandkop is de grondwaterstand zeer diep, maar de humeuze lagen van het oude profiel geven samen met het venige dek een goede vochtberging.

Aan de oostzijde van de zandopduiking is de toestand nog ingewikkelder door de zeer heterogene profielopbouw. Karakteristiek is de afwisseling van dunne laagjes zeer lutumarm, vrij grof Kuinrezand met Blokzijlzand, laagjes verslagen veen en zavel. Deze grondsoorten verschillen sterk zowel in doorlatendheid als in vochtberging. Men kan hier dus grote contrasten in vochtgehalten verwachten. Het blijkt dan ook dat dergelijke fijnge laagde profielen de ontwikkeling van de beplanting ernstig kunnen belemmeren.

Behalve in sommige natuurlijke afzettingen, komen dergelijke fijn ge laagde profielen vrij algemeen voor in vloeigronden. Dit zijn gronden, die na de drooglegging zijn ontstaan bij baggerwerk in tochten of kanalen door sedimentatie van de specie op de aangrenzende terreinen.

De grovere fracties worden hierbij het dichtst bij de monding van de spuitpijp afgezet, de fijnere op groter afstand. Door veelvuldige verlegging van deze monding ontstaat vaak een zeer onregelmatige profielopbouw. Ook hier doen zich dikwijls moeilijkheden voor ten gevolge van de slechte waterhuishouding.

Een opvallend voorbeeld hiervan is te vinden in kavel L 79 in het Kuinderbos. Deze kavel ligt aan de westelijke zijde van de Kuindervaart. In het noordelijk deel, dat in dit verband het meest interessant is, bestaat het oorspronkelijke bodemprofiel uit 20—30 cm Blokzijlzand op zeggeveen. Hierop ligt een vloeigronddek dat zijn grootste dikte bereikt dicht bij de Kuindervaart, maar op de westelijke helft van de kavel van geringe betekenis is.

Het opvallende feit deed zich voor, dat in het midden van de kavel zeer hoge grondwaterstanden werden gevonden, niet alleen ten opzichte van het maaiveld, maar ook in absolute zin.

Aan weerszijden van dit gebied liggen de grondwaterstanden lager en fluctueren bovendien iets minder. Vooral het westelijke deel van de kavel valt op door een zeer constante grondwaterstand. Ter plaatse bestaat de ondergrond uit zeggeveen, dat sterk gescheurd is. De doorlatendheid is hier zeer groot zodat afvloeiing van overtollig water snel plaats heeft.

In het oostelijk deel is de tamelijk dikke (ca. 80 cm) laag hoog gelegen, vrij grof zand waarschijnlijk redelijk in staat overtollig water te laten afvloeien naar de Kuindervaart. In het midden echter schijnt de ondergrond ondoorlatend te zijn. Hier ligt een vrij dikke laag zeer fijn zand op het veen. De rijping is gebrekkig en mogelijk speelt ook samenpersing van het veen een rol.

Naar het zuiden neemt het verschijnsel in betekenis af, al komen plaatselijk nog natte plekken voor. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de afnemende dikte van de veenlaag, die tenslotte verdwijnt. Hierdoor wordt het afsluitend complex dunner en minder effectief.

In het voorgaande is reeds enige malen het verschijnsel van de kwel genoemd als factor die de waterhuishouding beïnvloed. Hoewel dit in de Noordoostpolder

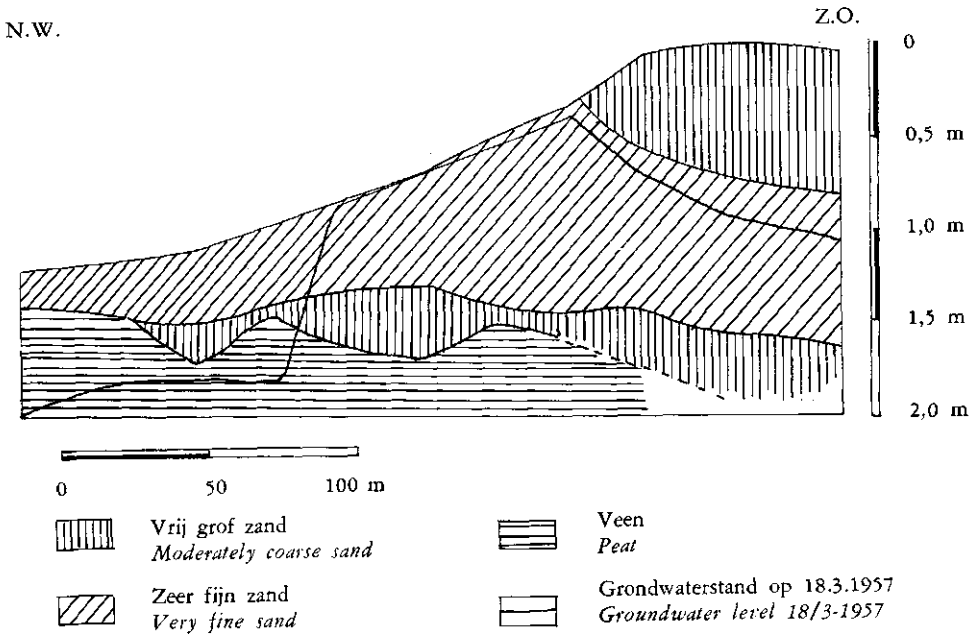


Fig. 5. Profiel N.W.-Z.O. door kavel L 79
 Fig. 5. N.W.-S.E. profile through parcel L 79

als geheel van betekenis is, speelt het in de boscomplexen, min of meer toevallig, een ondergeschikte rol. In het Kuinderbos treed in het westelijk deel zwakke kwel op (v. d. MOLEN & SIEBEN, 1955), die zich in hoofdzaak uit in een geringe verhoging van de grondwaterstand. Ondergrondse afvoer wordt plaatselijk gevonden langs enkele kanalen zowel in het Kuinderbos als in de Voorst. Een voorbeeld hiervan is de reeds genoemde dekzandkop in M 133 a, met grondwaterstanden dieper dan 1,80 m.

In de Wieringermeer zijn in het complex Robbenoord zowel kwel als ondergrondse afvoer van meer betekenis. De tweede factor, beïnvloed door de diep ingesneden kanalen die door het bos lopen, overheerst en maakt vele afdelingen droogtegevoelig. De eerste komt meer plaatselijk tot uiting en kan dan eveneens de groei belemmeren.

3. REACTIES VAN DE BEPLANTINGEN

a. Inleiding

De beplantingen hebben op de geschetste bodemkundige eigenaardigheden verschillend gereageerd. Waar de ontwikkeling afweek van het normale, kunnen de reacties gegroepeerd worden in twee categorieën: groeiremmingen en misvormingen. De eerste groep komt bij alle beschouwde houtsoorten voor, de tweede speciaal bij eik en lariks.

b. Groeiremmingen

Bij de sitkaspar zijn groeiremmingen als gevolg van de chemische bodemtoestand niet gevonden. Indien ze er al waren, werden ze in alle gevallen overschaduw door de uitwerking van eveneens ongunstige fysische factoren. Enkele voorbeelden hiervan zijn reeds vermeld in II 1a.

Op enkele zeer rijke gronden, die tevens fysisch goed zijn, is de groei optimaal. Met name is dit het geval op kwelderklei of op profielen waarin kwelderklei voorkomt. De gunstige groei in M 133 a (zie 4 c) wordt dan ook gevonden op die plaatsen waar de opstand profiteert van de drainerende werking van de dekzandopduiking en de chemische rijkdom van de kwelderklei. De stimulans van een gunstige standplaats wordt echter in sommige gevallen te niet gedaan door de zware concurrentie, die de sitka hier ondervindt van hoog opschietende onkruiden en menghoutsoorten. Een dergelijke opstand kenmerkt zich door een zeer onregelmatige aanblik, waarbij groepjes of afzonderlijke zeer goed groeiende sitka's afgewisseld worden door slechte plekken, zonder dat aan de bodem enig belangrijk verschil valt op te merken. Meestal vertonen de sitka's bovendien tekenen van zwiepschade. De concurrerende vegetatie is vrij vaak tijdelijk niet meer te vinden ten gevolge van het intensieve verplegingswerk.

De eigenschappen van het bodemprofiel worden weerspiegeld door de ontwikkeling van het wortelstelsel, wanneer dit althans voldoende tijd heeft gehad om uit te groeien. Meestal zijn bomen onderzocht die tenminste 5 jaar tevoren geplant zijn. Hierbij is gebleken dat de groei het sterkst beïnvloed wordt door de fysische gesteldheid van de grond.

De beste groei is gevonden in kleien en zavel. Deze zijn echter in het bos zeldzaam. Behalve op kwelderklei in Kuinre zijn wortelprofielen bestudeerd op zavel aan de westgrens van de Voorst (kavels S 14 en T 26). Daar speciaal de laatste een interessant licht werpen op het gedrag van de wortels, wordt één hiervan nader besproken. Het bodemprofiel bestaat hier uit 25 cm vrij grof zand (Urkzand) op lichte tot zware zavel. Tussen 43 en 47 cm diepte komt een laagje matig fijn zand voor. Hieronder ligt zavel tot een diepte van 125 cm. Het wortelstelsel dringt zonder moeite en vrij snel naar de diepte door tot op het zandlaagje op 43 cm. Hierboven treden veel vertakkingen op, waarvan vele takken horizontaal boven het zand lopen. Enkele passeren de zandlaag en dringen in de onderliggende zavel door tot een diepte van 75—85 cm. Daar de rijpingsdiepte in dit profiel 70 cm bedraagt, gaan de wortels dus 5—15 cm in de ongerijpte zavel. Het gedrag van de beworteling bij het zandlaagje op 43 cm

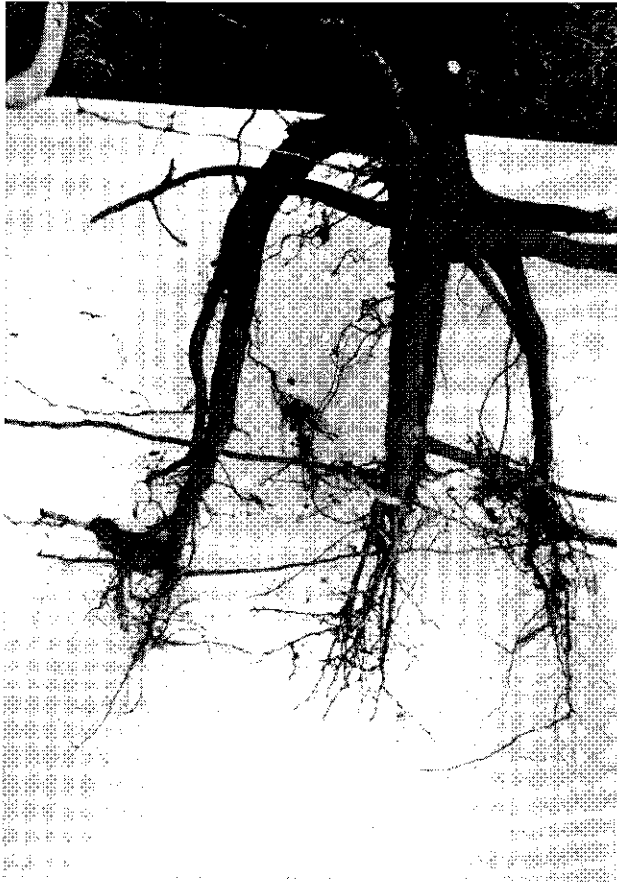


Fig. 6. Wortelstelsel Sitka, S 14 W-zijde; Urkzand op zavel

Fig. 6. Root system Sitka spruce, parcel S 14 West; "Urk" sand on sandy loam

suggereert dat dit een hindernis betekent. Dit blijkt inderdaad het geval, daar de wortels onder dit zand 4 jaar jonger zijn dan er boven. (zie fig. 6).

In dezelfde kavel bestaat het profiel verder oostwaarts volledig uit zand met een enkel slijbandje. Bij de onderzochte boom bevindt dit bandje zich op 34 cm diepte en is slechts 1 cm dik. Op grotere diepte (80 cm) komt lichte zavel voor. De rijping reikt tot 85 cm. De beworteling (fig. 7) is in hoofdzaak beperkt tot de bovenste 30 cm. Ook het slijbandje bevat er vrij veel. De dieper gaande wortels vertakken zich sterk op 40—45 cm en eindigen allemaal tussen 50 en 60 cm. Op \pm 45 cm diepte zijn de belangrijkste wortels 7 jaar oud, daar beneden slechts 2—3 jaar. Dit feit wijst op een sterke belemmering van de groei beneden dit niveau. Merkwaardig genoeg is in het profiel niets van een verandering in de aard van de grond te zien. Ook blijkt de grond na bewerking wel doorwortelbaar te zijn.

Bij de andere houtsoorten vindt men tot nu toe hetzelfde als bij de sitka, n.l.

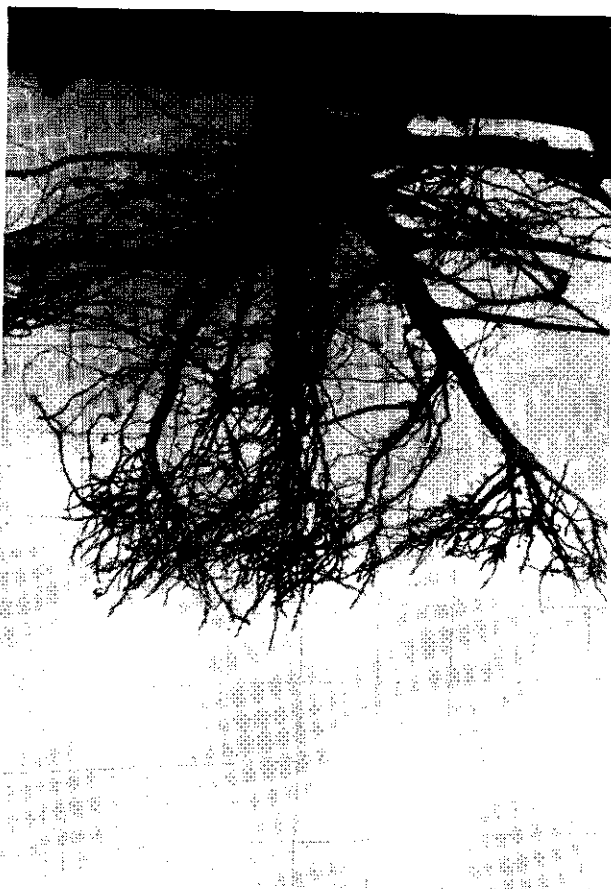


Fig. 7. Wortelstelsel Sitka, S 14 O.-zijde; Urkzand
 Fig. 7. Root system Sitka spruce, parcel S 14 East; "Urk" sand

dat groeiremmingen meestal in verband staan met de fysische bodemtoestand. Alleen van de es is bekend dat zijn groei duidelijk reageert op de chemische vruchtbaarheid (VAN LAAR, 1956). Uit het aangehaalde rapport blijkt, dat een dergelijke reactie van de eik niet gevonden is.

Deze beide soorten verschillen ook sterk in wortelgedrag. De es blijkt telkens een zeer dicht wortelnet te vormen in lagen van gunstige fysische eigenschappen, terwijl hij minder gunstige mijdt. Zijn vermogen om dergelijke lagen te doordringen is ook zeer gering. Het gevolg is dat hij van alle onderzochte soorten het meest oppervlakkig wortelt. Daar tegenover staat echter dat de intensiteit van doorworteling van de gunstige lagen door geen enkele soort overtroffen wordt. De eik daarentegen vertoont meer overeenkomst met de sitka. Ter illustratie zijn in fig. 8 de wortelstelsels van es, eik en els afgebeeld, die zijn waargenomen op eenzelfde profiel van zavel met enkele zandlaagjes in T 26 (complex „de Voorst”).

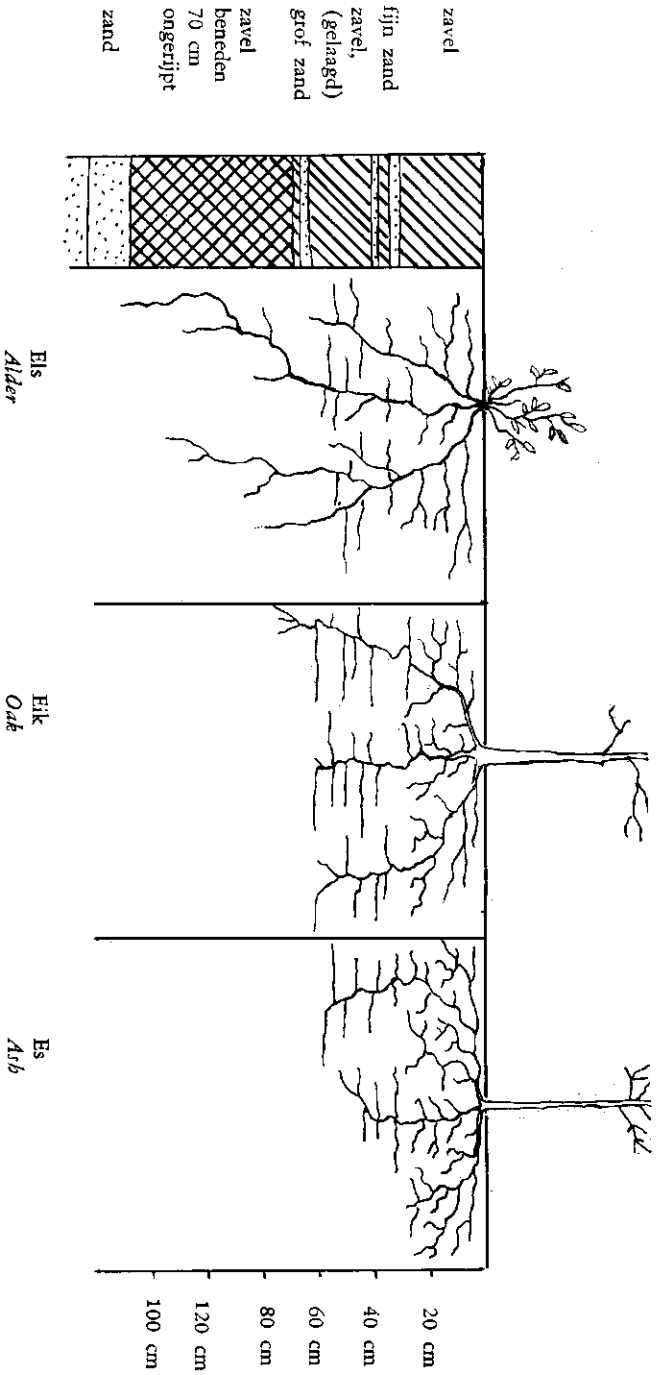


Fig. 8. Wortelontwikkeling op een profiel van lichte zavel met enige zandlaagies

Fig. 8. Root development in a profile consisting of loam with a few bands of sand

(Zavel = loam; Fijn zand = fine sand; Grof zand = coarse sand; Ongerijpt = unripened)



Fig. 9. Beworteling Sitka en es; Blokzijlzand op veen

Fig. 9. Rooting of Sitka spruce and Ash; "Blokzijl" sand on peat

Figuur 9 geeft een beeld van de beworteling van es en sitka, gefotografeerd op een naaldenplank. Het profiel bestaat uit 35 cm humeus zand en kwelderklei op compact rietveen.

In het profiel in T 26 valt hetzelfde verschijnsel op dat in S 14 bij de sitka werd aangetroffen, n.l. de remming van de wortelgroei door de zandlaagjes. Vooral het diepste laagje zand, dat bovendien grof was, bleek van belang. De es ondervindt de grootste moeilijkheden en dringt in het geheel niet door het grove zand heen. De eik passeert het bovenste zandlaagje zonder veel moeite, maar kan slechts enkele wortels door het onderste heen brengen. De els toont zich zeer weinig veeleisend en passeert beide lagen zonder zichtbare moeilijkheden.

c. Misvormingen

Zoals reeds in 5 a werd aangegeven zijn bij de eik en de lariks misvormingen waargenomen.

De eik vertoont op verschillende plaatsen het verschijnsel van een sterke ver-

takking, waarvan een slechte stamvorm het resultaat is. Dit doet zich het sterkst voor op de kwelderkleigronden in het Kuinderbos. Bij de eerste waarnemingen bleek dat de éénjarige scheuten tot laat in het seizoen groen en zacht bleven en dan in de winter bevroren. Bij nader onderzoek bleek hetzelfde ook op andere plaatsen voor te komen, zowel in als buiten de Noordoostpolder. De onverhoude scheuten in het najaar, bleken zonder uitzondering St. Janslot te zijn, soms zelfs scheutjes, uit knoppen op het St. Janslot ontstaan.

Het is echter onmogelijk gebleken aan het uiterlijk van de St. Jansloten betrouwbaar vast te stellen of zij vorstbestendig waren. Van de ogenschijnlijk niet volledig verhoude scheuten blijkt een aanzienlijk gedeelte geheel of gedeeltelijk winterhard. Ze bleken zelfs redelijk bestand tegen de strenge vorst van februari 1956 (temperaturen van -10° tot -20° C). Meestal werden de uiteinden van de twijgen beschadigd, terwijl de lager geplaatste knoppen normaal uitliepen. In geen enkel geval werd waargenomen dat het voorjaarslot in de volgende herfst of winter bevroor.

De invloed van bevroering blijkt dus van ondergeschikte betekenis. Daarentegen is wel duidelijk dat de misvorming verband houdt met de vorming van het St. Janslot. De waarnemingen hebben geleerd dat bij de krachtig groeiende eiken een sterk St. Janslot optreedt. Slechts op de Zuiderzeezavels en in sterk verheide bezaaiingen in Drente is dit niet het geval. Op deze gronden is de groei matig tot slecht. Normaal komt in de Noordoostpolder ca. $\frac{2}{3}$ deel van de jaarlijkse lengtegroei voor rekening van het St. Janslot.

Op zich zelf is de vorming van St. Janslot al een gevaar voor de vorm van de boom. Meestal vormt zich aan de top een groep vrijwel gelijkwaardige scheuten. Wanneer deze zich vrijelijk kunnen ontwikkelen, ontstaat gemakkelijk een misvormde stam.

In het kwelderkleigebied in Kuinre komen de eiken in vrijwel zuivere opstand voor, en alles wijst erop dat de slechte vorm hier veroorzaakt wordt door de uitbundige ontwikkeling van het St. Janslot. In vak 52, boswachterij Borger, waar de groei eveneens zeer krachtig is, staat de eik onder een licht scherm van vulhoutsoorten. Hier komen van de vele topscheuten slechts één of enkele tot verdere ontwikkeling.

Uit de bladanalyses blijkt dat het blad van St. Janslot een veel hoger stikstofgehalte heeft dan dat van voorjaarslot. De vergelijkende monsters zijn afkomstig van opstanden in „de Voorst” op keileem en Urkzand. De cijfers van willekeurig genomen bladmonsters van de kwelderklei en uit vak 52 Borger liggen op hetzelfde niveau of nog iets hoger dan die van het St. Janslot van „de Voorst”. In aanmerking nemend dat zij grotendeels uit St. Janslot bestaan, wijst dit erop dat een uitbundige Janslotvorming samengaat met een hoog N-gehalte in het blad. Daar ook andere aanwijzingen, b.v. de onkruidflora, duiden op een overvloedige stikstofvoorziening, kan worden aangenomen dat de misvorming in eerste instantie hierdoor veroorzaakt wordt. Anderzijds wijst de waarneming in Borger erop dat de schade door passende houtteeltkundige maatregelen (lichte overscherming in de jeugd, dichte stand) kan worden beperkt.

TABEL 3. Bladsamenstelling eik (1956)
 Table 3. Leaf analyses oak (1956)

	N %	P ₂ O ₅ mg/g	K %	Ca %
de Voorst, T 95				
voorjaarslot ¹	2,21	8,6	1,17	1,27
St. Janslot ²	2,78	8,5	1,59	0,67
de Voorst, T 35				
voorjaarslot ¹	2,23	8,4	1,09	1,26
St. Janslot ²	2,82	8,2	1,32	0,84
Borger, vak 52	2,67	4,6	1,32	0,66
Kuinre, L 72	3,02	6,3	1,12	0,72
Kuinre, L 75	2,94	6,2	1,31	0,74

¹ voorjaarslot = *spring shoot*; ² St. Janslot = *Lammas shoot*.

De lariks is in de Noordoostpolder in het algemeen slecht van vorm. Zeer veel beplantingen vertonen slinger groei en ook sabelvoet is algemeen. Door VEENENDAAL (1954) is aangetoond dat de mate van slinger groei gecorreleerd is met de chemische bodemvruchtbaarheid, geïndiceerd door het P-totaal. Ook vond hij dat de sabelvoet in verband stond met de expositie aan de wind. Dit laatste werd in de Noordoostpolder bevestigd. Ook hier is de bocht in de stamvoet als regel van de overheersende zuidwestelijke wind afgewend. De slinger groei komt echter voor op gronden met een sterk uiteenlopend P-totaal cijfer. Wel blijkt een zekere samenhang te bestaan met het N-gehalte van de naalden, maar deze is niet erg nauw. Gedeeltelijk is dit een gevolg van de beperktheid van het waarnemingsmateriaal.

Voor het grootste deel stamt dit uit de Noordoostpolder, waar de verschillen in N-gehalte klein zijn en het gehalte zelf hoog is. Ook zijn de verschillen in de mate van slinger groei niet bijzonder groot. De weinige waarnemingen van het oude land geven, hier tegenover geplaatst, wel een aanwijzing van een verband tussen N-gehalte en slinger groei, doch de grote spreiding maakt het onmogelijk hierover zekerheid te krijgen.

Het scheefzakken kan tegengegaan worden door de larixen enigszins tegen de wind te beschermen door middel van elzensingels. Vooral de eerste jaren zijn kritiek, daar de groei van het wortelstelsel eerst langzaam op gang pleegt te komen.

III. DISCUSSIE

1. BETEKENIS VAN HET ONDERZOEK

Voor de beoordeling van de resultaten van dit onderzoek zijn de omstandigheden waaronder dit heeft plaats gehad, van grote betekenis. Zoals in 1 is vermeld, heeft het onderzoek een oriënterend karakter en is het uitgevoerd in de Noordoostpolder, al zijn ter vergelijking ook waarnemingen daarbuiten gedaan, met name in Drente en de Wieringermeer. Binnen dit gebied valt de nadruk vooral op de bossen bij Kuinre en de Voorst. De overige grotere complexen, n.l. Urk, Schokland en Emmeloord waren in 1956 nog te jong om in de waarnemingen te worden betrokken.

Tot de eigenaardigheden van het bos in de Noordoostpolder behoort de vrij lange periode van braak of landbouwvoorbouw. Dit heeft een diepgaande invloed gehad op de rijping van de bodem en heeft bovendien veroorzaakt dat de beplanting vanaf het begin te maken heeft gehad met een sterke onkruidconcurrentie. Ook de stikstofvoorziening is waarschijnlijk door de voorbouw beïnvloed. In tegenstelling tot de beplantingen in de Noordoostpolder vertonen die in Oost-Flevoland, aangelegd op pas drooggevallen grond, wel N-gebreksverschijnselen (VAN GOOR, mondelinge mededeling).

In de Wieringermeer daarentegen is aan de eerste bebossing wel een lange braakperiode vooraf gegaan, doch deze was bepaald door het voortschrijden van de ontzilting. De onkruidgroei was hierbij van een ander karakter dan die in de Noordoostpolder. Bij de tweede bebossing, na de zoetwaterinundatie in 1945, was er meer overeenkomst met de N.O.P.

Op het gebied van de waterhuishouding doet zich in de Noordoostpolder de toevallige omstandigheid voor, dat in de beide grote boscomplexen de verschijnselen van kwel en onderaardse afvoer van betrekkelijk geringe betekenis zijn. In de Wieringermeer spelen beide verschijnselen een grotere rol, vooral de ondergrondse afvoer.

In het Kuinderbos is de afwatering lange tijd zeer onbevredigend geweest, met als gevolg hoge grondwaterstanden. Deze resulteerden vaak in verdrinkingsverschijnselen. De grote gevoeligheid van de opstand voor kleine verschillen in de vochthuishouding van de profielen is vrijwel zeker het gevolg van deze hoge grondwaterstanden. Hierdoor wordt de rijping belemmerd en het doorwortelbare profiel beperkt, zodat kleine verschillen een relatief grotere betekenis krijgen.

Tenslotte dient men in het oog te houden, dat zowel in het complex Robbenoord als in de Noordoostpolder een groot deel van de beboste gronden geen typisch mariene afzettingen zijn, doch grotendeels terrestrische formaties die door overspoeling met zeewater min of meer gemodificeerd zijn. Van de niet terrestrische formaties b.v. Blokzijlzand, Urkzand en Kuinrezand, is alleen de eerstgenoemde zuiver marien, terwijl de beide andere sterke invloed vertonen van het terrestrische uitgangsmateriaal (WIGGERS, 1956).

Bij de toepassing van de gevonden resultaten in toekomstige bebossingen op drooggevallen gronden, dient men met deze feiten rekening te houden.

2. CONCLUSIES

De resultaten van het onderzoek wijzen op de overheersende invloed, gedurende de eerste jaren, van de fysische eigenschappen van de bodem. Deze beïnvloeden in hoge mate de wortelontwikkeling van de bomen. In de meeste gevallen zijn de profielen waarop bos is geplant heterogeen, waarbij de invloed van de verschillende bestanddelen sterk uiteen kan lopen. In het algemeen zijn min of meer lutumrijke gronden en veen gunstige wortelniveaus, terwijl zanden en keileem hindernissen kunnen opwerpen. Scherpe overgangen in het profiel werken steeds ongunstig. Verwacht mag worden dat in de toekomst, door voortschrijdende rijping en homogenisatie, verschillende profielen verbeterd zullen worden.

De waterhuishouding is van grote betekenis. In de zeer jonge gronden komen veel onregelmatigheden voor. Ook hier is sprake van een grote invloed op de groei van het wortelstelsel. Deze is des te sterker naarmate de gemiddelde grondwaterstand hoger is. De betekenis van een goede ontwatering kan dan ook moeilijk overschat worden. Deze bevordert de rijping en stelt het wortelstelsel in staat dieper door te dringen, wat ook met het oog op de windvastheid zeer gewenst is.

De eigenaardige chemische toestand is nog maar bij uitzondering van betekenis gebleken. De misvorming van de lariks kan hieraan toegeschreven worden. Het is echter zeer goed mogelijk dat de gesignaleerde chemische eigenschappen in een later stadium nog betekenis krijgen. Vooral bij naaldhoutsoorten, die van nature op totaal andere gronden voorkomen, is dit niet uitgesloten.

In hoeverre de gevonden chemische eigenaardigheden karakteristiek zijn voor drooggevallen gronden in het algemeen, dan wel uitsluitend voor de Noordoostpolder, is niet bekend. Nader onderzoek zal hierover uitsluitsel moeten geven.

Ten aanzien van de houtsoortenkeuze kan worden vastgesteld dat de lariks ongeschikt is gebleken. Ten aanzien van de eik geldt in iets mindere mate hetzelfde, tenzij een houtteeltkundige methode wordt gebruikt, die de misvorming binnen de perken houdt. Volkomen los hiervan staat de vraag of gebruik van de eik economisch wel verantwoord is. Tenslotte is in de Noordoostpolder het succes van deze soort ook door een biologische invloed n.l. de chronische muizenplagen, beperkt.

De els blijkt een zeer goede pionierhoutsoort te zijn; zijn opmerkelijk grote vermogen om ongunstige gronden te doorwortelen en zijn windvastheid zijn belangrijke voordelen. Een nadeel is de geringe economische waarde van het hout, waardoor hij slechts als hulphoutsoort bruikbaar is.

Bij aanplant in menging met economisch meer waardevolle soorten is de stamsgewijze menging in de Noordoostpolder ongunstig gebleken door de hoge onderhoudskosten van de beplanting. Bij andere wijzen van menging kan men dit bezwaar wellicht ontgaan.

SUMMARY

In this report the results are discussed of a preliminary study of the development, in relation to soil characteristics, of various tree species planted in the Noordoostpolder. The species concerned are Oak (*Quercus robur* L.), Ash (*Fraxinus excelsior* L.), Alder (*Alnus glutinosa* Gaertn.), Sitka spruce (*Picea sitchensis* Carr.), and Japanese larch (*Larix leptolepis* Gord.).

The soils comprise a widely varying group. Their common feature is their restricted suitability for agricultural purposes. Observations indicate that their physical properties are more important for the growth of the trees than their chemical composition. Physical properties are strongly influenced by the ripening of the soil, i.e. the processes by means of which the muddy sea bottom becomes an aerated soil, capable of supporting upland plant growth. In the forested area these processes often meet with difficulties, caused by the peculiar properties of these soils.

The root development of Sitka spruce, Ash, Oak and Alder is studied in connection with the soil profile. It appears that Ash is very exacting with regard to its root environment; Oak and Sitka spruce are moderately tolerant of adverse conditions, and Alder is highly tolerant. Poor aeration seems in many cases the limiting factor, but sometimes, as is the case with boulderclay, mechanical resistance is impeding root development. Sometimes sand layers present an obstacle to the roots. The cause of this phenomenon is still unknown.

Generally Zuiderzeebottom soils provide the trees with sufficient nitrogen. With Oak and Larch indications are found, that the supply may become excessive, causing deformations. Influence of other mineral nutrients has not been found to be conspicuous.

LITERATUUR

1. ANONYMUS Bodemkundige Code- en Profielenkaart van de Noordoostpolder in 21 bladen. Directie van de Wieringermeer, Zwolle.
2. BOODT, P. De bebossching en de beplantingen in den Wieringermeerpolder. *Ned. Boschb. Tijdschr.* 15 (1942) 492—523, 579—609; 16 (1943) 26—51.
3. DOING KRAFT, H. Over de invloed van de mens op de plantengroei. *De Levende Natuur* 58 (1955) 93—99, 117—124.
4. DOMINGO, W. R. De physische rijping van de jongere Zuiderzee afzettingen in de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land* 2 (1951).
5. HARMSSEN, G. W. Rijping van Zuiderzeegronden. Verslagen v. d. ontwikkelingsdag voor de landbouwkundige opzichters van de Directie v. d. Wieringermeer, 1944.
6. HISSINK, D. J. De humus- en stikstofgehalten van de ingepolderde gronden in de voormalige Zuiderzee. *Van Zee tot Land* 10 (1954).
7. JONKER, J. J. Resultaten van pH-bepalingen aan Keileem. 1955 Mondelinge mededeling.
8. JONKER, J. J. Enkele bewortelingsproblemen in de Noordoostpolder. in : „Wortelgroei in gronden, bestaande uit een bovengrond van klei en een ondergrond van zand”. *Versl. Landbouwk. Onderz.* no. 61, 7 (1955).
9. VAN LAAR, A. Verslag van het onderzoek naar de jeugdontwikkeling van gemengde eiken-essen-opstanden. Rapport a. d. houtvester te Emmeloord, 1956.
10. LEYTON, L. Mineral nutrient relationships of forest trees. *For. Abstr.* 9 (1948) 399—408.
11. LEYTON, L. The growth and mineral nutrition of spruce and pine in heath-land plantations. *Imp. For. Inst.* 1954.
12. MITCHELL, H. L. Pot culture tests of forest soil fertility. *The Black Rock Forest Bull.* 5 (1934).
13. v. D. MOLEN, W. H. & W. SIEBEN, De landbouwkundige betekenis en de kartering van de kwel in de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land* 12 (1955).
14. NEMEC *Forstwiss. Centr. Blatt* (1940) 213, 245.
15. OVERDIJKING, G. A. & L. W. WILMES Beplantingsplan en uitvoering van de beplanting in de Noordoostpolder. *Van Zee tot Land* 9 (1953).
16. RICHARD, F. Über die Verwertbarkeit des Bodenwassers durch die Pflanze. *Mitt. Schw. Anst. Forst. Versuchswesen* (1953) 17—37.
17. RICHARD, F. & J. BEDA Methoden zur Bestimmung der Wasserbindung und der Porengrößen in natürlich gelagerten Waldböden. *Mitt. Schw. Anst. Forst. Versuchswesen* (1953) 293—314.
18. TAMM, C. O. Studies on Forest nutrition I. Seasonal variation in the nutrient content of conifer needles. *Medd. Statens Skogsforskningsinst.* Bd. 45, 5.

19. VEENENDAAL, H. Verband tussen stamvorm en bodemvruchtbaarheid bij de Japanse lariks in Drente. *Ned. Boschb. Tijdschr.* 26 (1954) 307—311.
20. DE WAARD, D. Glacigeen Pleistoceen, een geologisch detailonderzoek in Urkerland. *Verb. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Serie 15* (1949) 70—246.
21. WIGGERS, A. J. De wording van het Noordoostpoldergebied. *Van Zee tot Land* 14 (1955).