MEDEDELINGEN
VAN DE
STICHTING VOOR BODEMKARTERING

BOOR EN SPADE

XIV

VERSPREIDE BIJDRAGEN TOT DE KENNIS VAN DE BODEM VAN NEDERLAND

STICHTING VOOR BODEMKARTERING, WAGENINGEN
DIRECTEUR: DR. IR. F. W. G. PIJLS

Soil Survey Institute, Wageningen, Holland
Director: Dr. Ir. F. W. G. Pijls

1965
H. VEENMAN & ZONEN N.V. – WAGENINGEN

INHOUD / CONTENTS

blz.

Voorwoord 7

In memoriam prof. dr. C. H. Edelman 8

In memoriam W. H. Hendriks 12

1. SMET, L. A. H. DE en D. DANIËLS, Vochttrappen en grondwatertrappen en hun betekenis voor de landbouw in de Groninger Veenkoloniën 15
Moisture classes and ground water classes and their significance for agriculture in the peat-reclamation district of Groningen (summary p. 26)

2. SMET, L. A. H. DE en A. E. KLUNGEL, De ouderdom van veenpakketten en gliedelagen in de Groninger Veenkoloniën . . 28
The age of peat and 'gliede' (greasy humus)-layers in the peat-reclamation district of Groningen (summary p. 41)

3. CNOSSEN, J. en W. HEIJINK, Het Jongere dekzand en zijn invloed op het ontstaan van de veenkoloniën in de Friese Wouden 42
The Younger cover sand and its influence on the origin of the peat colonies in the region of the 'Friese Wouden' (summary p. 60)

4. CNOSSEN, J. en J. G. ZANDSTRA, De oudste Boorneloop in Friesland en veen uit de Paudorftijd nabij Heerenveen . . 62
The oldest course of the Boorne in Friesland and peat of Paudorf age near Heerenveen (summary p. 86)

5. HAMMING, C., M. KNIBBE en G. C. MAARLEVELD, Afzettingen van de IJssel, nabij Zwolle 88
Deposits of the river IJssel near Zwolle (summary p. 102)

6. KOELBLOED, K. K. en J. M. KROEZE, Hauwmossen (Anthoceros) als cultuurbegeleiders 104
Anthoceros species as indicators of cultivation (summary p. 109)

7. AKKER, A. M. VAN DEN en M. KNIBBE, Het verband tussen bodemgesteldheid en uiterlijke kwaliteit van aardappelen in het oosten van Nederland 110
The appearance of potatoes and the soil type in the eastern part of the Netherlands (summary p. 116)

8. VELDHORST, A. D. M., Uit de geschiedenis van het Nationale Park 'de Hoge Veluwe' 117
Some historical facts of the National Park 'de Hoge Veluwe' (summary p. 136)

9. CROMMELIN, R. D., Sediment-petrologie en herkomst van jongpleistoceen dekzand in Nederland 138
A contribution to the sedimentary petrology and provenance of young pleistocene cover sand in the Netherlands (summary p. 149)

blz.

10. DOMHOF, J., J. C. F. M. HAANS en M. KNIBBE, Het meten van grondwaterstanden in gronden met slecht doorlatende lagen 151
Measuring of ground water levels in soils with slowly permeable layers (summary p. 161)

11. PAPE, J. C., Enige gegevens over humuspodzolen en moderpodzolen 163
Some data on humus podzols and moder podzols (summary p. 183)

12. BROEK, J. M. M. VAN DEN, Podzolen in tertiaire zanden in Zuid-Limburg 184
Podzols in Tertiary sand in Zuid-Limburg (summary p. 194)

13. POELMAN, J. N. B., De lutum-slibverhoudingen in rivierkleigronden 196
Percentile ratios of particles <2 mu and <16 mu in river-clay soils (summary p. 212)

14. JANSE, A. R. P. en J. N. B. POELMAN, De chemische samenstelling van enige pedogene vlekken en concreties uit een ongerijpte ondergrond van oude rivierklei 214
The chemical structure of some pedogeneous spots and concretions in an unripened subsoil of old river clay (p. 214)

15. ZONNEVELD, I. S., Studies van landschap, bodem en vegetatie in het westelijk deel van de Kalmthoutse heide 216
Studies on landscape, soil and vegetation in the western part of the 'Kalmthoutse heide' (summary p. 237)

16. BRETELER, H. G. M., De gronden in het dal van de Worm en langs de westelijke steile rand bij Rimburg 239
The soils in the valley of the Worm and along the western escarpment near Rimburg (summary p. 254)

Artikelen die in de periode januari 1958 tot januari 1965 elders zijn gepubliceerd 256

Publikaties van de Stichting voor Bodemkartering 262

VOORWOORD

Boor en Spade XIV wijkt in uiterlijk enigszins van de voorgaande edities af. Voor de nieuwe aflevering werd een papiersoort gebruikt, die het mogelijk maakt de foto's op elke gewenste plaats op te nemen en de nummering van de figuren te vereenvoudigen. Aldus is getracht het raadplegen van de figuren te vergemakkelijken en de leesbaarheid van de artikelen te verhogen.

De redactie heeft gemeend de lezers ook een dienst te bewijzen met het opnemen van een lijst van artikelen, die in de afgelopen jaren door medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering elders zijn gepubliceerd. Hiermee wordt tevens een goede traditie, die enkele jaren onderbroken is geweest, voortgezet.

De grote voorraad van artikelen is er de oorzaak van dat de samenstelling van deze editie veel tijd heeft gevergd, zodat zij ruim een jaar na de vorige verschijnt. Het leek de redactie echter niet verantwoord met publiceren van een deel der artikelen te wachten tot de volgende uitgave.

Prof. dr. C. H. Edelman, 1903–1964

IN MEMORIAM PROF. DR. C. H. EDELMAN

Van 21 augustus 1945 tot 31 maart 1955 directeur van de Stichting voor Bodemkartering

Tegen aller hoop en verwachting in is prof. Edelman ons op 15 mei 1964 op 61-jarige leeftijd ontvallen.

Toen in 1945 de Stichting voor Bodemkartering werd opgericht, werd prof. dr. C. H. Edelman benoemd tot directeur. Voordat het zo ver was, moesten er echter heel wat misverstanden en hindernissen worden opgeruimd.

Toen hij 25 jaar geleden op dertigjarige leeftijd tot hoogleraar in Wageningen werd benoemd, had hij al een naam te verliezen op sedimentpetrologisch en mineralogisch gebied. In het laboratorium van zijn voorganger trof hij een kleine staf medewerkers, waaronder ir. W. A. J. Oosting. Deze wordt thans met recht de eerste veldbodemkundige van ons land genoemd, maar bezat toen dat predicaat allerminst. Daarvoor moest eerst de veldbodemkunde zelf meer naam krijgen.

Samen met Oosting heeft hij, omdat dit binnen het kader van de Landbouwhogeschool niet mogelijk bleek, getracht de nog jonge wetenschap van de veldbodemkunde en de bodemkartering in nieuwe organisatorische vormen, bijvoorbeeld in de vorm van een instituut, vastgelegd te krijgen. Voor de oorlog werd hierin echter niet meer bereikt dan dat kon worden voorkomen, dat bodemkartering een taak werd van een ander ministerie dan dat wat de belangen van de landbouw behartigt.

In 1942 ontviel ons echter dr. Oosting. Prof. Edelman stond toen alleen voor de taak de nieuwere richting van bodemkundig onderzoek voor ons land waar te maken en georganiseerd te krijgen. Dit was hem echter in hoge mate toevertrouwd. In de Bommelerwaard en later ook in Didam en het Westland werd met studenten begonnen aan bodemkundige studies, het vastleggen ervan op bodemkaarten en het uitdragen van de resultaten daarvan. Medio 1944 waren de omstandigheden gunstig om te komen tot een instelling voor bodemkartering in Nederland. De beleidsinstanties in Den Haag waren overtuigd van het nut en de noodzaak van bodemkartering, er waren onderzoekers opgeleid en prof. Edelman was de aangewezen directeur. Omdat hij echter als goed vaderlander niet wilde en kon voldoen aan de onder invloed van de bezetter gestelde voorwaarden, waaronder hij toen tot directeur kon worden benoemd, duurde het tot augustus 1945 voordat de Stichting voor Bodemkartering tot stand kwam.

In een groot aantal gebieden in ons land kon toen worden gestart. De tijdens de oorlog in de genoemde gebieden toegepaste methode van het geleidelijk ontwikkelen van de legenda werd allerwegen gebruikt. De nauwe betrekkingen tussen landschapsvormen en bodemreeksen bleken ook in andere gebieden te bestaan; zij bleken in het algemeen een goede werkhypothese of ordeningsprincipe op te leveren.

Hij en zijn medewerkers bepaalden zich echter niet tot wat men zou kunnen noemen de zuivere bodemkartering. Grote waarde werd ook gehecht aan de landbouwkundige en andere toepassingen van de karteringen. Bodemkaarten zijn tegenwoordig vaak onmisbaar, niet alleen in de land-, tuin- en bosbouw en de cultuurtechniek, dus binnen de landbouwsfeer, maar

ook daarbuiten. Hierbij wordt gedacht aan de civiele techniek, de planologie etc. Ook werd het nut van bodemkartering aangetoond voor wetenschappen als geologie, geomorfologie, historische geografie en archeologie, terwijl omgekeerd de grote betekenis van deze wetenschappen voor de bodemkartering zeer scherp naar voren kwam.

Zowel op het gebied van de bodemkartering en haar praktische toepassingen als op het gebied van genoemde 'omringende' wetenschappen werden door prof. Edelman en zijn medewerkers grote successen geboekt.

Wat zijn nu de oorzaken van al deze successen geweest? Dat zijn er vele. Wij zullen trachten er enkele van te belichten. Prof. Edelman stelde er niet alleen een eer in zelf goed onderzoek te doen; hij was er bovendien trots op anderen als zodanig te kunnen opleiden en te stimuleren. Daarbij stonden niet alleen de academische medewerkers in zijn gunst. Ook voor het middelbare personeel had hij persoonlijk een zeer grote belangstelling. Hiervoor organiseerde hij opleidingscursussen, waaraan hij hoge eisen stelde.

Een andere oorzaak is, dat hij de zeldzame gave bezat de wetenschappelijke resultaten van zijn medewerkers aan de man te brengen, te verkopen zoals dat wel minder eerbiedig, maar zeer typerend wordt uitgedrukt. Dit heeft voor de Stichting voor Bodemkartering als zodanig echter ook andere consequenties gehad. Er bestaat niet alleen vraag naar resultaten van bodemkartering, er is ook grote vraag naar bodemkundigen. In de bijna twintig jaar van haar bestaan zijn alleen al ± 20 bodemkundigen, afgezien van de middelbare krachten, van de Stichting overgegaan naar andere diensten zowel in binnen- als buitenland. Twee medewerkers van de Stichting zijn zelfs benoemd tot hoogleraar aan de Universiteit te Amsterdam. Prof. Edelman heeft dit echter niet meer mogen beleven.

Nog een andere oorzaak is dat hij uitermate de kunst heeft verstaan de medewerkers van de Stichting als groep, als team dus, te leiden. Hierdoor was het mogelijk dat onder meer de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, de bekende Nebo-kaart, tot stand kwam.

Een van de grote zorgen is voor hem altijd geweest het door de medewerkers op tijd publiceren van resultaten van onderzoek. Hij heeft dat altijd krachtig gestimuleerd en hierdoor niet alleen de wetenschap, maar ook de onderzoekers zelf een grote dienst bewezen. Zijn stelregel hierbij was altijd: 'Men moet in zijn jeugd niet proberen een meesterwerk te schrijven. Als een onderzoek of onderzoekje afgerond kan worden, publiceer het dan in een artikel van niet te grote omvang'. Dit deed bij hem het idee rijzen te starten met de door velen benijde serie 'Boor en Spade'. Dit bleek een mogelijkheid bij uitstek om resultaten van onderzoek in niet al te lange vorm te publiceren. Prof. Edelman ging daarin zelf voor.

Na zijn aftreden op 31 maart 1955 als directeur van de Stichting voor Bodemkartering is hij het werk van ons instituut met intense belangstelling blijven volgen en stond hij als wetenschappelijk adviseur directie en medewerkers op alle mogelijke manieren met raad en daad bij.

In nummer X (1958) van de serie 'Boor en Spade' is bij gelegenheid van het 25-jarig hoogleraarschap van prof. Edelman een uitvoerig artikel verschenen over diens grote en omvangrijke activiteiten en over de verdiensten die hij zich op allerlei gebied verworven heeft; daarin is ook een lijst van publikaties van prof. Edelman opgenomen. Dat wij nu in nummer XIV reeds een in memoriam over hem moeten schrijven, vervult ons met groot leedwezen.

Prof. Edelman zal in onze herinnering blijven voortleven als de onverzettelijke doorzetter, aan wie het te danken is dat onze Stichting voor Bodemkartering er kwam en leven ingeblazen kreeg. Hij was een van de weinigen waar zovelen zoveel aan te danken hebben.

Na 1958* verschenen publikaties van prof. Edelman

Edelman, C. H., 1959: Applications of soil survey in land development in Europe. F.A.O. European Commission on Agriculture. Second Meeting of the Working Party on Soil Classification and Survey, Wadham College, Oxford, 6-11 September.

Edelman, C. H. en B. E. P. Eeuwens, 1959: Sporen van een Romeinse landindeling in Zuid-Limburg. Berichten Rijksdienst Oudheidk. Bodemonderzoek *9*, 49–56.

Edelman, C. H., 1960: Podzols forestiens et podzols de bruyère. Pedologie, *10*, 2, 229–249.

Edelman, C. H., 1960: Bospodzolen en heidepodzolen. Kon. Ned. Akad. van Wetenschappen, Amsterdam, Verslag vergadering Afd. Natuurkunde *69*, 6, 87–88.

Edelman, C. H. and A. W. Edelman-Vlam, 1960: Studies concerning the morphogenesis of some old rural settlements in the sandy areas of the Netherlands. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *77*, 312–318.

Edelman, C. H. en A. op 't Hof, 1960: De betekenis van de biologische homogenisatie van de grond. Bodem nr. *40* (zomer), 8–15.

Edelman, C. H., 1961: Soil survey activities in Turkey. Paris O.E.C.D. Problems of development.

Edelman, C. H., 1961: Les applications de la cartographie des soils. C. R. Hebdomad des Séances de l'Acad. d'Agriculture de France *47*, 13, 681–688.

Edelman, C. H., 1961: Gilgay – topografie als rijpingsverschijnselen van alluviale afzettingen. Kon. Ned. Akad. van Wetenschappen A'dam, Verslag vergadering Afd. Natuurkunde *70*, 6, 81–83.

Edelman, C. H., 1962: Physiography of gilgai soils. Soil Science *94*, 366–370.

Edelman, C. H., 1963: Applications of soil survey in land development in Europe. Wageningen. Intern. Institute for Land Reclamation and Improvement. Publ. 12.

Edelman, C. H. and P. K. J. van der Voorde, 1963: Important characteristics of alluvial soils in the tropics. Soil Science *95*, 258–263.

*) De eerder verschenen publikaties zijn genoemd op blz. 11–18 van Boor en Spade X.

DR. IR. F. W. G. PIJLS

IN MEMORIAM W. H. HENDRIKS

Op 30 maart 1964 viel uit de rij van personeel van de Stichting voor Bodemkartering de heer W. H. Hendriks, hoofdkarteerder bij deze dienst.

Wilhelmus Henricus Hendriks werd op 27 september 1916 geboren te Deurne, als zoon van een landbouwer. Een harde jeugd, waarin weinig plaats is geweest voor een zorgeloze ontspanning, heeft deze man vroeg rijp gemaakt voor het zorgen voor anderen en het wegcijferen van zichzelf. Als oudste van het gezin Hendriks heeft hij reeds vroeg de verantwoording en zorgen moeten helpen dragen om in de zeer schamele bestaansmogelijkheden op een Peellandbouwbedrijf tijdens de crisisjaren te voorzien.

In 1943 ging hij op zevenentwintigjarige leeftijd naar de Landbouwwinterschool te Boxtel. Door levenservaring gesterkt, volhardde hij in deze op late leeftijd begonnen vakstudie; hij behaalde na twee jaar zijn diploma als een succesvolle leerling.

In 1945 trad Hendriks in dienst bij de Stichting voor Bodemkartering. Gedurende achttien jaar is hij werkzaam geweest bij de veldbodemkartering in verschillende gebieden van Noord-Brabant; in deze tijd heeft hij onder de leiding gestaan van verschillende karteringsleiders. Zij die met hem hebben samengewerkt of leiding aan hem hebben gegeven, moeten hebben ervaren dat Willem Hendriks steeds heeft getracht ook onder moeilijke omstandigheden zijn werk met plichtsgetrouwheid te vervullen. Bovendien is hij door zijn opgeruimdheid voor velen van ons een voorbeeld geweest in het bewaren van vertrouwen in de toekomst.

Op zijn levenspad heeft deze nog jonge man tegenslagen ondervonden, die velen van ons te machtig zouden zijn geweest. Een ervan was het vroegtijdig heengaan van zijn eerste vrouw uit zijn nog zeer jonge gezin. In de jaren daarna hebben ziekten zijn gezin opnieuw voor grote moeilijkheden geplaatst.

Het door deze beproevingen getekende leven van Willem Hendriks vond een onverwacht einde door een ongeneeslijke ziekte, die hem op de leeftijd van 47 jaar is overvallen. Zijn voorbereiding op een spoedig heengaan heeft alle fasen van geestelijke en lichamelijke tegenstand gepasseerd, welke men bij een mens mag verwachten die aan het leven gehecht is. Met dankbaarheid heeft hij kort voor zijn heengaan het medeleven gememoreerd dat door verschillende medewerkers en collega's vanwege zijn ziekte is betoond. Een lichtflits over zijn te vroeg geëindigde carrière was de kennisneming van een op handen zijnde promotie. Hij proefde daaruit de waardering van de Directie voor het werk, dat hij gedurende de helft van zijn bodemkundige loopbaan onder moeilijke omstandigheden heeft moeten volbrengen.

Hoofdkarteerder Hendriks is heengegaan. Hij heeft een leegte achtergelaten bij hen die in zijn naaste omgeving stonden; zij zullen het door hem onderhanden genomen werk voortzetten. Hiervan zullen de bodemkaarten van de Amerkant en het kaartblad 45 West voor de Stichting voor Bodemkartering de belangrijkste tastbare herinneringen zijn aan een toegewijd en kundig werker. Velen van ons bewaren daarnaast de herinnering aan het nobele karakter dat de omgang van deze medewerker en collega met anderen sierde.

Hij ruste in vrede.

DR. IR. D. VAN DIEPEN

VOCHTTRAPPEN EN GRONDWATERTRAPPEN EN HUN BETEKENIS VOOR DE LANDBOUW IN DE GRONINGER VEENKOLONIËN

Moisture classes and ground water classes and their significance for agriculture in the peat-reclamation district of Groningen

door/*by*

L. A. H. de Smet[1]) **en/and D. Daniëls**[1])

INLEIDING

De verschillen in bodemgesteldheid in de oude veenkoloniën van de provincie Groningen zijn groot. Zij worden vooral bepaald door de variaties in profielbouw en hoogteligging. De landbouwkundige waardering van de diverse profielen hangt nauw samen met de waterhuishouding, vooral ten aanzien van de vochtvoorziening van de plant.

Bij de bodemkundige opname van deze veenkoloniën werden de profielen in zogenaamde vochttrappen ingedeeld, die aan de hand van bepaalde profiel- en landschapskenmerken werden vastgesteld. De praktijk leert, dat een dergelijke vochttrappenindeling landbouwkundige betekenis heeft.

Op de tegenwoordige kaarten worden door de Stichting voor Bodemkartering de onderscheiden gronden ingedeeld in grondwatertrappen, die op de diepten van de gemiddelde hoogste en laagste grondwaterstand berusten. De vraag deed zich voor, of het mogelijk was de reeds gekarteerde vochttrappen om te zetten in grondwatertrappen.

In de Groninger Veenkoloniën, waar verschillende polder- en wijkpeilen voorkomen, leek het schatten van grondwatertrappen op het eerste gezicht niet goed mogelijk te zijn. Om het verband tussen vochttrappen en grondwatertrappen te leren kennen, werd een serie grondwaterstandsmetingen verricht, die met de in de veenkoloniën onderscheiden vochttrappen werden vergeleken. Uit dit onderzoek bleek, dat de grondwatertrappen toch uit de vochttrappen zijn af te leiden.

Aangezien ook landbouwkundige gegevens tijdens het onderzoek zijn verzameld en bestudeerd, kon bovendien worden geconstateerd, dat de onderscheiden vocht- en grondwatertrappen landbouwkundig te karakteriseren zijn.

BODEMGESTELDHEID EN VOCHTTRAPPEN

De oude veenkoloniën in Groningen worden gekenmerkt door het voorkomen van vrij veel reliëf. Plaatselijke verschillen in hoogteligging van 1 à 2 m worden veelvuldig aangetroffen. Zij hangen duidelijk samen met verschillen in bodemgesteldheid. De hoogste terreindelen, die voornamelijk door koppen en ruggen worden gevormd, bestaan uit droge en soms zeer droge gronden, de middelhoge uit vochthoudende en vochtige en de laagste uit natte gronden.

Het profiel van een veenkoloniale grond kan in opbouw sterk wisselen. De bouwvoor varieert in dikte en kwaliteit. Veel profielen bevatten geen veen meer. Waar nog veen aanwezig is, kan het in dikte, samenstelling en aard verschillen vertonen. Het eertijds door veen overdekte zand is dekzand.

[1]) Afd. Groningen, Stichting voor Bodemkartering.

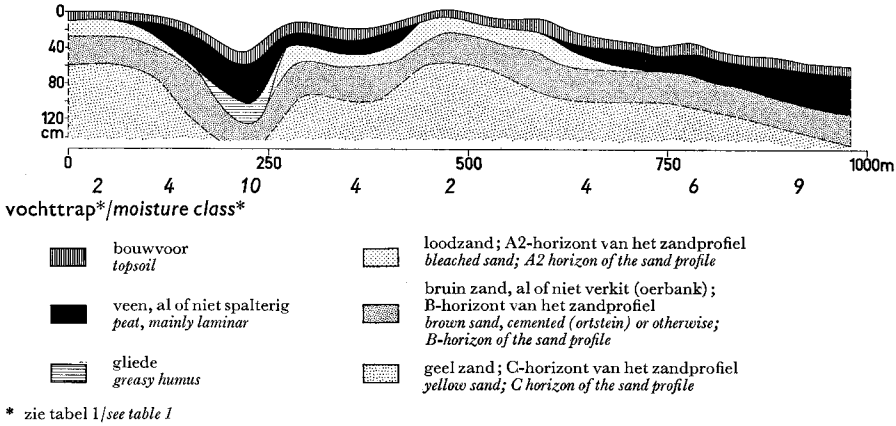


Fig. 1. Schematische profieldoorsnede door oude veenkoloniale gronden
Fig. 1. Cross section in outline of soils of the old peat colonies

Het heeft een vrij uniforme korrelgrootteverdeling. In de hoger gelegen profielen is het gepodzoleerd.

De profielen op koppen en ruggen hebben veelal een dunne, schrale bouwvoor. Hieronder komt soms nog een dun ingedroogd veenlaagje voor. In deze profielen worden min of meer verkitte B-horizonten aangetroffen. De middelhoge gronden hebben een humeuzere bouwvoor en een veenlaag, die maximaal 40 cm dik is. Dit veen is meestal spalterig ingedroogd. De B-horizonten in het zand zijn bij de middelhoge gronden vaak sterk verkit. De bouwvoor van de laagste profielen is veelal venig. Het hieronder voorkomende veen bestaat uit vast veen, dat bovenin meestal nog iets spalterig is ingedroogd. Bolster en bolsterig veen worden in de oude veenkoloniën slechts bij uitzondering gevonden. De profielen in kommen, zogenaamde veendobben, bevatten op de overgang van het veen naar het zand meestal gliede en 'kazige' lagen (smeerlagen). De onderlinge samenhang van de verschillende profielen wordt in figuur 1 schematisch weergegeven.

Een opvallend kenmerk van de veenkoloniën is verder het kanalen- of wijkenstelsel, dat ten behoeve van de verturving en ontginning werd gegraven. Veel wijken worden tegenwoordig afgedamd: de akkerbouwpercelen kunnen dan op polderpeil worden gehouden. De wijken die niet zijn afgedamd, staan in open verbinding met de scheepvaartkanalen. Voor de laag gelegen gronden levert dit vaak bezwaren op. Ook tijdelijke afdammingen, met behulp van houten wanden, komen voor. Over het algemeen vindt men deze in de niet bemalen delen van de veenkoloniën. Tijdens de aardappel- en bietencampagne worden de dammen verwijderd.

Evenals bij de oudere karteringen, o.a. in zandgebieden, zijn ook in de veenkoloniën de verschillende profielen nader onderscheiden met behulp van een zogenaamde vochttrappenindeling. Deze indeling kon moeilijk op de huidige polder- en wijkpeilen worden gebaseerd, gezien de grote verschillen, die in deze peilen optreden. Het bleek echter mogelijk de vochttrappen te onderscheiden aan de hand van profieleigenschappen, landschapskenmerken en onderlinge hoogteverschillen. We kunnen hier niet stilstaan bij de bespreking van de verschillende kenmerken, waarop bij de toedeling van de profielen aan een bepaalde vochttrap werd gelet. In de Groninger

Veenkoloniën zijn bij de bodemkundige opnamen elf vochttrappen onderscheiden, die met cijfers zijn aangeduid. Het laagste cijfer geeft het droogste profiel aan, het hoogste cijfer het natste. Tabel 1 vermeldt de elf vochttrappen en de gebruikte benamingen. Tevens zijn in deze tabel de veenkoloniale gronden, nl. de hoofdgroepen van de veenkoloniale legenda, volgens de in het veld gehanteerde vochttrappenindeling gerangschikt.

TABEL 1. Onderscheiden vochttrappen
TABLE 1. *Moisture classes discerned*

Vochttrap *Moisture class*	Benaming *Designation*	Hoogteligging *Elevation*	Hoofdgroepen legenda *Main groups of legend*
1	droog *dry*		zandgronden met een dunne A1- en een duidelijke podzol-B-horizont *sands soils with a thin A1 and a prominent podzol-B horizon*
2	droog-vochthoudend *dry to moderately moist*	hoog *high*	
3	vochthoudend *moderately moist*		
4	vochthoudend – vochtig *moderately moist to moist*		zandgronden met een dunne A1-horizont deels op ondiepe veen- of venige lagen en een zandondergrond met een al dan niet duidelijke podzol-B-horizont *sand soils with a thin A1 horizon partly over shallow peat or peaty layers and a sand subsoil with or without a prominent podzol-B horizon*
5	vochtig *moist*	middelhoog *medium high*	
6	vochtig – zeer vochtig *moist to very moist*		
7	zeer vochtig *very moist*		
8	zeer vochtig – nat *very moist to wet*		veengronden met een dunne A1-horizont, deels op een zand-ondergrond *peat soils, with a thin A1 horizon, partly overlying a sand subsoil*
9	nat *wet*	laag *low*	
10	nat – zeer nat *wet to very wet*		
11	zeer nat *very wet*		

GRONDWATERTRAPPEN

De diepte van het grondwater beneden maaiveld is aan min of meer sterke variaties onderhevig. In het algemeen komen in de winter de hoogste en in de zomer de laagste grondwaterstanden voor. De grondwatertrappenindeling is een klassenindeling van grondwaterstandsverlopen, die worden gekenschetst door de gemiddelde hoogste grondwaterstand (G.H.W.) en de gemiddelde laagste grondwaterstand (G.L.W.). Elke klasse, die grondwatertrap wordt genoemd – afgekort Gt – is gedefinieerd door aan te geven binnen welke grenzen G.H.W. en G.L.W. voor die Gt kunnen variëren. Tabel 2 geeft de grondwatertrappenindeling weer, die bij de Stichting voor Bodemkartering wordt gebruikt bij de landelijke kartering, schaal 1:50 000.

Grondwatertrappen kunnen theoretisch het best worden bepaald door meting van grondwaterstanden. Het verrichten van het voor een grondwatertrappenkartering noodzakelijke aantal grondwaterstandsmetingen is veelal ondoenlijk. Gebleken is echter, dat bij voldoende kennis en ervaring de grondwatertrappen uit bepaalde profielkenmerken kunnen worden af-

TABEL 2. Indeling van de grondwatertrappen
TABLE 2. *Recognized ground water classes*

Grondwatertrap *Ground water class*	I	II	III	IV	V	VI	VII
G.H.W. in cm – m.v. *Average highest ground water table, centimetres below surface*	—	—	<40	>40	<40	40–80	>80
G.L.W. in cm – m.v. *Average lowest ground water table, centimetres below surface*	<50	50–80	80–120	80–120	>120	>120	>120

geleid. In verband met de verschillen in polder- en wijkpeilen leek het schatten van grondwatertrappen aan de hand van profielkenmerken in de oude veenkoloniën niet de aangewezen weg. Er is in eerste instantie dan ook naar het verband gezocht tussen grondwaterstanden en de destijds gehanteerde vochttrappen.

De in de veenkoloniën gemeten grondwaterstanden werden voor dit doel bestudeerd. Het betrof een serie metingen aan ca. 170 grondwaterstandsbuizen, die ten behoeve van een proefplekkenonderzoek met fabrieksaardappelen in 1958 werden uitgevoerd. De buizen werden van de pootdatum tot de rooidatum om de 14 dagen opgemeten. Daarna zijn de metingen bij een beperkter aantal buizen enige tijd voortgezet. Behalve van deze gegevens kon bovendien gebruik worden gemaakt van een serie metingen aan 12 à 15 buizen, verspreid over de belangrijkste bodemtypen; in deze buizen werden van 1957 tot en met 1962 de standen om de 14 dagen opgenomen. Ten slotte werden ook de oudere C.O.L.N.-gegevens bestudeerd.

De resultaten van het onderzoek zullen aan de hand van enkele grafieken worden besproken. De proefplekken van het aardappelonderzoek in

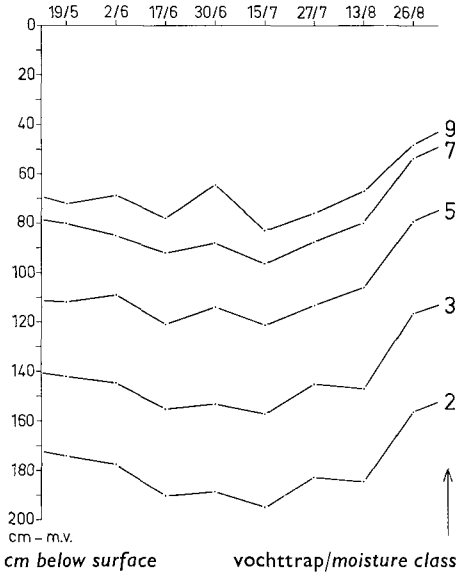
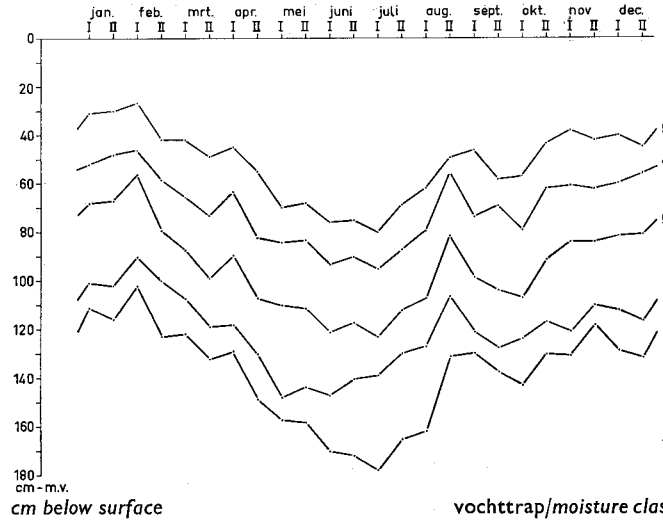


Fig. 2. Gemiddelde grondwaterstanden per vochttrap in het groeiseizoen 1958
Fig. 2. Average ground water levels per moisture class in the growing season of 1958

Fig. 3.
Gemiddelde grondwaterstanden per vochttrap van 1957 t/m 1962
Average ground water levels per moisture class over 1957–1962



1958 lagen in hoofdzaak verdeeld over de vochttrappen 2, 3, 5, 7 en 9 van de veenkoloniale legenda. Figuur 2 geeft voor elk van deze vochttrappen de gemiddelde grondwaterstandsverlopen van de profielen tijdens het groeiseizoen weer. Het grondwaterstandsverloop bij een bepaalde vochttrap is geconstrueerd uit de gemiddelde cijfers van de gemeten grondwaterstanden van de bij die vochttrap behorende profielen. Over het algemeen waren de verschillen in grondwaterstanden binnen een vochttrap klein.

Uit de grafiek blijkt, dat de droogste gronden (vochttrap 2) in het groeiseizoen van 1958 de diepste grondwaterstand hadden en wel op ca. 200 cm en dieper beneden maaiveld, de gronden van vochttrap 3 op ca. 150 cm, die van de vochttrappen 5, 7 en 9 op respectievelijk ca. 115, 90 en 70 cm.

De grondwaterstandsverlopen van de buizen, die over langere perioden zijn opgemeten, geven voor de verschillende vochttrappen hetzelfde beeld te zien (fig. 3). Uit deze verlopen kunnen de gemiddelde laagste en de gemiddelde hoogste grondwaterstand worden vastgesteld. Aan de hand hiervan konden de verschillende tot een bepaalde vochttrap behorende gronden in grondwatertrappen worden ingedeeld (tabel 3).

TABEL 3. De verdeling van de vochttrappen over de grondwatertrappen
TABLE 3. *The repartition of the moisture classes over the ground water classes*

Grondwatertrappen *Ground water classes*	II	IV	VI	VII
Vochttrappen *Moisture classes*	9	7	5	3, 2

PROFIELEIGENSCHAPPEN

De vochttrappen zijn in hoofdzaak uit bepaalde profielkenmerken afgeleid. Deze kenmerken betreffen voornamelijk de mate van profielontwikkeling in de zandondergrond en enkele daarmee verband houdende verschijnselen. Andere kenmerken, zoals de aard en de dikte van de bouwvoor en van de

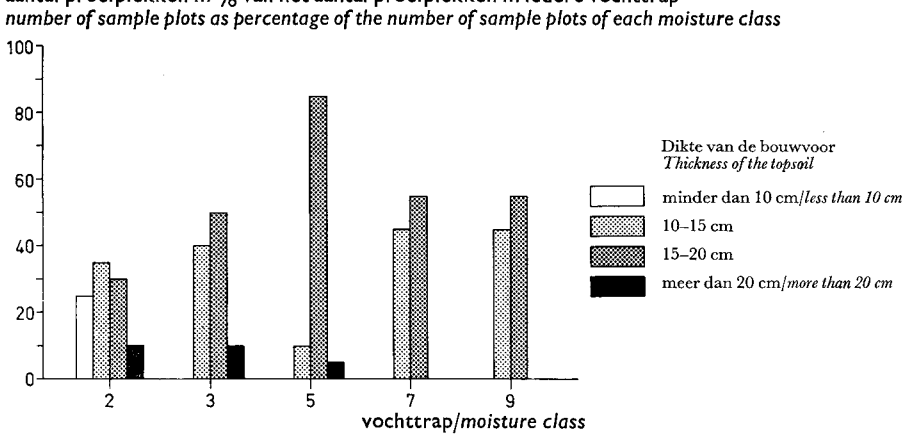


Fig. 4. Bouwvoordikteklassen bij de verschillende vochttrappen
Fig. 4. Thickness classes of the topsoil in the different moisture classes

veenlaag, waarvan op het eerste gezicht mocht worden aangenomen, dat deze in hoofdzaak het vochthoudend vermogen van het profiel bepalen, waren minder goed te gebruiken. De bouwvoor en de veenlaag kunnen in aard en dikte soms sterke wisselingen vertonen. Toch blijkt het interessant te zijn achteraf de vochttrappen met enkele van deze eigenschappen te vergelijken. De gegevens van het proefplekkenonderzoek in 1958 zijn voor dit doel gebruikt. Het proefplekkenonderzoek in andere jaren omvatte aanmerkelijk minder gegevens en kon als zodanig niet in zijn geheel worden benut. Van de proefplekken in 1958 zijn destijds nauwkeurige profielmetingen en beschrijvingen verricht. Eveneens zijn de profielen uitvoerig geanalyseerd, zodat daarvan vrij veel cijfermateriaal voorhanden is.

Het verband tussen de vochttrap en de dikte van de bouwvoor wordt in de figuren 4 en 5 weergegeven. Bij toenemende vochtigheid van het profiel is de variatie in de bouwvoordikte geringer. Bepalen we voor de verschillende vochttrappen de gemiddelde bouwvoordikten, dan bedragen die voor de trappen 2, 3, 5, 7 en 9 respectievelijk 15, 17,5, 20, 17,5 en 17,5 cm. Onge-

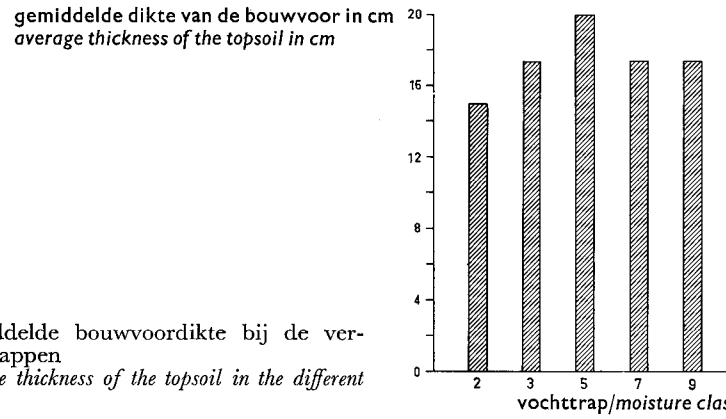


Fig. 5. De gemiddelde bouwvoordikte bij de verschillende vochttrappen
Fig. 5. The average thickness of the topsoil in the different moisture classes

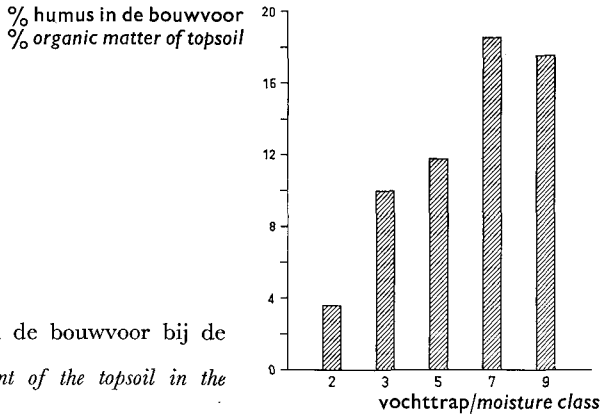


Fig. 6. Het humusgehalte van de bouwvoor bij de verschillende vochttrappen
Fig. 6. The organic matter content of the topsoil in the different moisture classes

twijfeld houden deze diktecijfers eveneens verband met andere profieleigenschappen, zoals het voorkomen van veenlagen en grijs zand onder de bouwvoor.

Figuur 6 laat het verband zien tussen vochttrap en organische-stofgehalte van de bouwvoor. Dit gehalte is hoger naarmate het profiel een vochtigere ligging heeft. Vochttrap 9 wijkt iets af.

Het is bekend, dat het organische-stofgehalte van de veenkoloniale bouwvoor met enige voorzichtigheid moet worden gehanteerd. Bij de analysebepalingen is de mogelijkheid niet uitgesloten, dat vrij veel zeer fijn verdeeld veenstof (irreversibel materiaal) als humus is bepaald. Bij de bodemkundige opname van de oude veenkoloniën zijn door ons geen humusgehalten geschat, maar de humositeit van de bouwvoor werd aangegeven met de volgende termen: humusarm, humeus, humusrijk en venig. Hierbij zij opgemerkt, dat deze termen niet corresponderen met de indeling en benaming van de

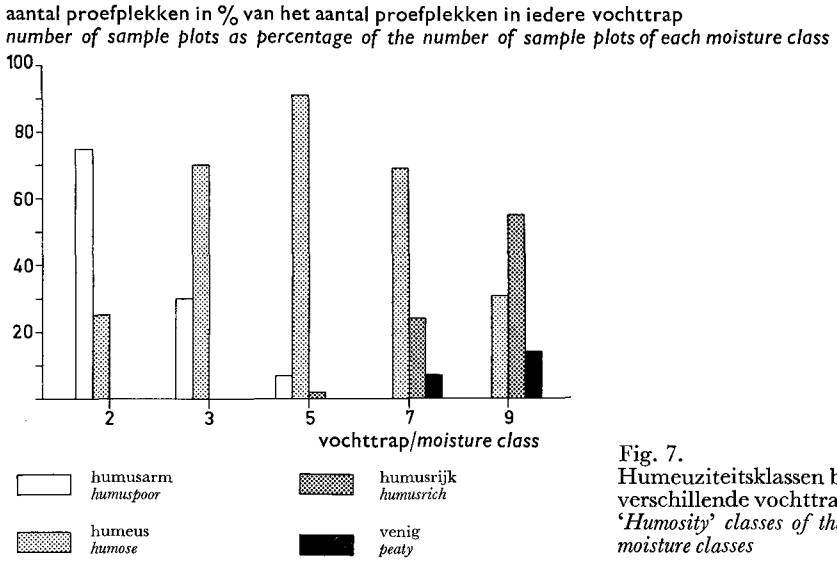


Fig. 7.
Humeuziteitsklassen bij de verschillende vochttrappen
'Humosity' classes of the different moisture classes

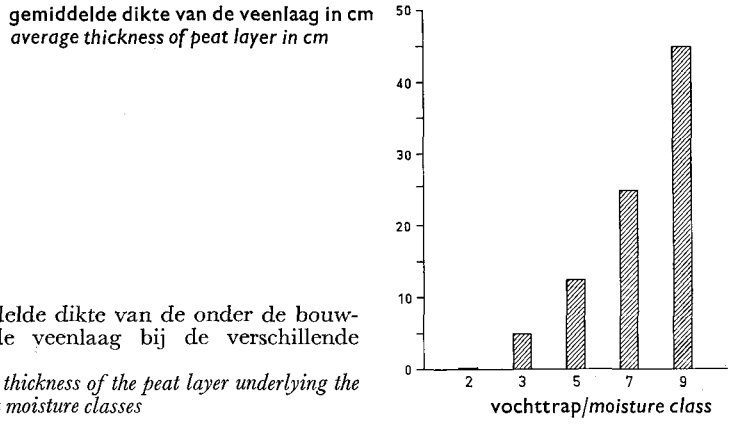


Fig. 8. De gemiddelde dikte van de onder de bouwvoor voorkomende veenlaag bij de verschillende vochttrappen
Fig. 8. The average thickness of the peat layer underlying the topsoil in the different moisture classes

humusklassen, zoals die thans bij de Stichting voor Bodemkartering in gebruik zijn.

Het verband tussen de vochttrap en de humositeit wordt weergegeven in figuur 7. Bij profielen met een vochtigere ligging neemt de humositeit van de bouwvoor toe. Over het algemeen kan worden gezegd, dat de schattingen in humositeit in goede overeenstemming zijn met de organische-stofbepalingen.

In de meeste veenkoloniale profielen is de variatie in veendikte groot. Worden de veendiktecijfers per vochttrap gemiddeld, dan blijkt de dikte van de veenlaag bij hogere vochttrappen duidelijk toe te nemen (fig. 8). De spreiding in de dikte van de veenlaag is bij de hoogste vochttrappen het grootst (fig. 9).

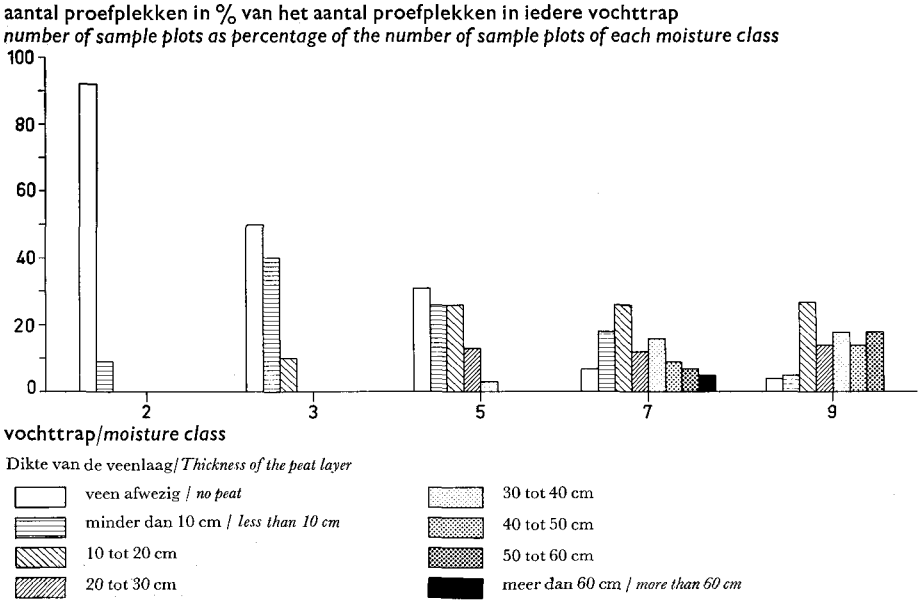


Fig. 9. Veendikteklassen bij de verschillende vochttrappen
Fig. 9. Classes of thickness of the peat layer in the different moisture classes

LANDBOUWKUNDIGE GEGEVENS

Bij het proefplekkenonderzoek in 1958 werden diverse gegevens verzameld. Deze bestonden o.a. uit vruchtwisselings-, bemestings- en voor zover mogelijk opbrengstgegevens over de jaren 1953 t/m 1957 van de percelen, waarop de proefplekken in 1958 hebben gelegen. De gegevens werden verzameld door assistenten van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst Veendam. In 1958 werd de wijze van poten van de aardappelen, de verzorging en bemesting, zoals deze in de praktijk plaatsvinden, nagegaan. Ten slotte werden van de proefplekken de opbrengsten bepaald.

Behalve de gegevens van het proefplekkenonderzoek in 1958 zijn ook de resultaten van de graanenquêtes van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst Veendam met de diverse vochttrappen vergeleken. Tevens zijn nog eigen waarnemingen verricht. De resultaten van al deze onderzoekingen kunnen hier slechts zeer summier worden behandeld.

VRUCHTWISSELING

Uit het ons ter beschikking staande materiaal kon voor de verschillende vochttrappen de beteelde oppervlakte in de laatste jaren (1953-1958) worden vastgesteld (fig. 10). De aardappelteelt wordt op vrijwel alle vochttrappen aangetroffen, hoewel de natste gronden, wegens moeilijkheden bij het machinaal rooien, minder geschikt zijn. Ook de kans op nachtvorst is op deze gronden het grootst.

De suikerbieten nemen in de vruchtwisseling een bescheiden plaats in. De gronden van vochttrap 5 blijken het meest geschikt te zijn voor deze teelt. De graanteelt is evenals de fabrieksaardappelteelt van veel betekenis. Tarwe wordt het meest verbouwd op vochttrap 5, waarop de vochttrappen 7 en

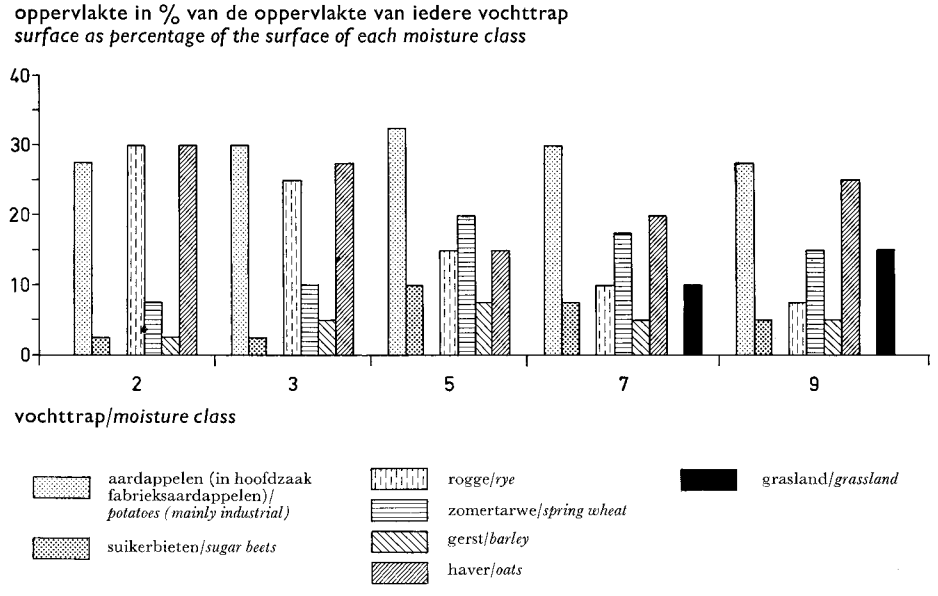


Fig. 10. De met verschillende gewassen beteelde oppervlakten van elke vochttrap
Fig. 10. The surfaces of each moisture class grown with different crops

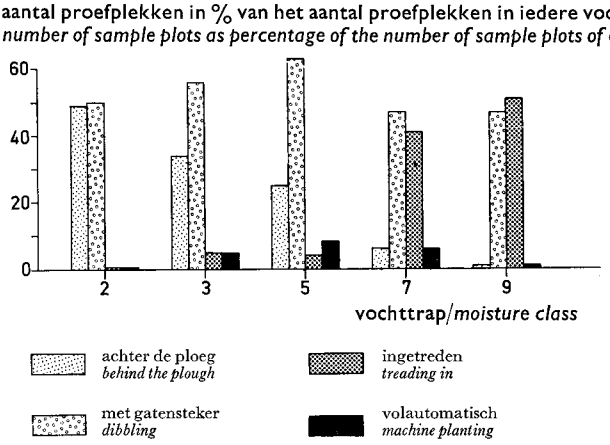


Fig. 11.
De wijze van poten bij de verschillende vochttrappen
The method of planting potatoes in the different moisture classes

9 volgen. Met het natter worden van de grond neemt de roggeteelt duidelijk af. Dit houdt nauw verband met de kans van uitwinteren.

Verder blijkt uit de verschillende gegevens, dat de gemiddelde kunstmestgiften voor de diverse teelten met het vochtiger worden van de grond iets afnemen. De hoger gelegen, drogere gronden hebben duidelijk meer behoefte aan bemesting. Ten aanzien van de aardappelteelt volgen hier nog enkele resultaten.

FABRIEKSAARDAPPELTEELT

Aangezien bij de veenkoloniale gronden grote verschillen bestaan in vroegheid en draagkracht van de grond, is nagegaan hoe het verband is tussen vochttrap en wijze van poten. Dit verband vindt men in figuur 11. Het blijkt, dat het hoogste percentage van de achter de ploeg gepote percelen bij de droogste gronden voorkomt. Het hoogste percentage van de percelen, waarop de poters zijn ingetreden, wordt bij de natste gronden aangetroffen. Bij poten met behulp van de gatensteker zijn de onderlinge verschillen klein. Van de volautomatisch behandelde percelen komen de meeste voor op vochttrap 5, waarna 7 en 3 volgen. Op gronden met de vochttrappen 2 en 9 ligt slechts een enkel perceel, waarop de aardappels volautomatisch gepoot zijn. Een verklaring van de hier gevonden verschillen moet dus worden gezocht in bepaalde eigenschappen van de grond, zoals stuifgevoeligheid en het al dan niet gemakkelijk bewerken met machines in het vroege voorjaar in verband met de vroegheid van de grond. De natte gronden worden in de herfst vaak niet meer geploegd, omdat ze in te natte toestand verkeren. In het voorjaar worden ze dan op volledige bouwvoordiepte geploegd ('gediepploegd'). De niet bezakte grond leent zich dan bij uitstek voor het intrappen van de aardappelen.

Bij het proefplekkenonderzoek in 1958 zijn de bemestingscijfers nauwkeurig verzameld en met de vochttrappen vergeleken. Figuur 12 geeft hiervan de resultaten. Uit de gemiddelde cijfers blijkt, dat de droogste gronden de hoogste mestgiften krijgen en de natste de laagste. De hoogste giften waren gemiddeld $\pm$ 153 kg zuiver N, 85 kg zuiver P_2O_5 en 88 kg zuiver K_2O per ha; de laagste gemiddeld $\pm$ 117 kg zuiver N, 49 kg zuiver P_2O_5 en

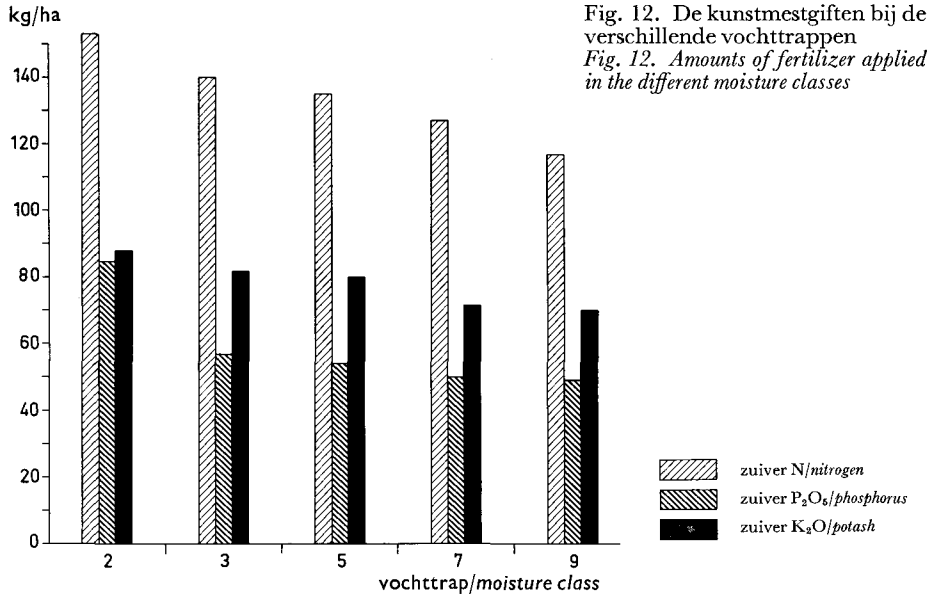


Fig. 12. De kunstmestgiften bij de verschillende vochttrappen
Fig. 12. Amounts of fertilizer applied in the different moisture classes

70 kg zuiver K_2O per ha. Ten behoeve van het proefplekkenonderzoek werd wat de kalibemesting betreft door de boer het advies van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst opgevolgd. Dit advies was gebaseerd op de analyseresultaten van monsters, die in de voorafgaande herfst waren genomen.

Het verband tussen de opbrengst en de vochttrap wordt in figuur 13 gegeven. De plekken op vochttrap 5 hebben de hoogste knolopbrengsten en

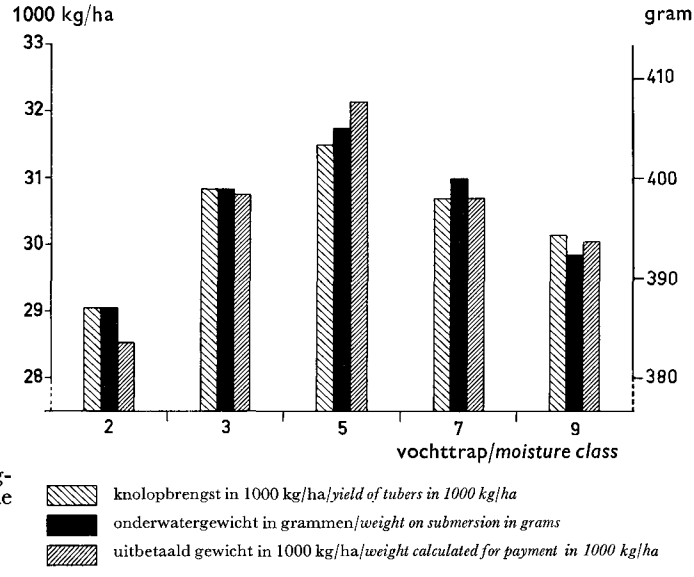


Fig. 13.
De aardappelopbrengsten bij de verschillende vochttrappen
Potato yields for the various moisture classes

eveneens de hoogste onderwater- en uitbetalingsgewichten. Hierop volgen respectievelijk de plekken van de vochttrappen 3, 7, 9 en 2. De cijfers voor vochttrap 2 lagen in 1958 ver beneden het gemiddelde.

SAMENVATTING

De oude veenkoloniën in Groningen worden gekenmerkt door het voorkomen van vrij veel reliëf, grote verschillen in profielbouw, vooral ten aanzien van de dikte en aard van de bouwvoor, en die van de daaronder voorkomende veenlaag, en de mate van bodemvorming in het zand. Verschillende van deze profielkenmerken hangen min of meer met elkaar samen. Met betrekking tot de waterhuishouding vertonen de diverse profielen eveneens grote verschillen. Behalve door de variaties in hoogteligging worden deze verschillen ook min of meer veroorzaakt door de verschillen in de huidige polder- en wijkpeilen.

Bij de kartering van de oude veenkoloniën werden de gronden in een aantal zogenaamde vochttrappen ingedeeld. Bij vergelijking van de vochttrappen met gemeten grondwaterstanden bleek, dat de grondwatertrappen – zoals deze op het ogenblik door de Stichting voor Bodemkartering worden onderscheiden bij de kaartbladenkartering, schaal 1:50 000 – uit de vochttrappen zijn af te leiden.

Het proefplekkenonderzoek met fabrieksaardappelen in 1956, 1957 en 1958 leverde veel cijfermateriaal op. Ook andere onderzoekingen, zoals de graanenquêtes van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst Veendam en eigen waarnemingen, leverden belangrijke gegevens op. Met behulp hiervan konden de onderscheiden vochttrappen en daarmede ook de grondwatertrappen landbouwkundig gekarakteriseerd worden.

De fabrieksaaardappelteelt neemt op alle vochttrappen de belangrijkste plaats in. Over het algemeen wordt de suikerbiet weinig verbouwd; zij blijkt evenwel op de middelhoog gelegen vochtige gronden het best te voldoen. Op de drogere gronden zijn de rogge- en de haverteelt belangrijk. De natte gronden zijn voor rogge minder geschikt in verband met de kans op uitwintering. Op de vochtige gronden neemt de teelt van tarwe dan ook in betekenis toe. Grasland wordt alleen op de natste gronden aangetroffen.

Naarmate de gronden vochtiger zijn, blijken de toegediende kunstmestgiften voor alle gewassen geringer te zijn.

De hoogste opbrengsten worden verkregen op de middelhoog gelegen vochthoudende en vochtige gronden. Het proefplekkenonderzoek voor de fabrieksaardappelteelt 1958 heeft dit bevestigd.

SUMMARY

The old peat colonies in the province of Groningen are characterized by the occurrence of considerable relief, of great differences in the soil profiles, especially of the thickness and the nature of the topsoil and the underlying peat layer and of the degree of soil formation in the sand. Several of these features of the soil profile are more or less correlated with each other. As regards the water relations the profiles are also very different. These differences are not only due to variations in elevation but to a certain degree also to the different levels maintained at present in the polders and canals.

When surveying the old peat colonies, the soils had been divided into a number of so-called moisture classes. By comparing these with measured

ground water levels it appeared to be possible to link them up with the ground water classes recognized at present in mapping the sheets of the soil map on the scale 1:50 000.

The experiments with industrial potatoes on scattered sample plots in 1956, 1957 and 1958 yielded a wealth of numerical data. Other investigations such as the inquiry into cereals of the State Agricultural Advisory Office at Veendam and field observations of the authors yielded further important information. By using these it was possible to characterize the different moisture classes and consequently also the ground water classes from the point of view of agricultural management. The growing of industrial potatoes leads the field on all moisture classes. Not many sugar beets are grown in general, but they appear to give the most satisfactory results yet on medium high, moist soils. On drier soils the cultivation of rye and oats is of importance. The wet soils are less suited to rye in connection with the hazard of dying out during winter. Consequently the growing of wheat gains in importance on the moist soils. Grassland is found on the wetter soils exclusively.

The quantities of fertilizers applied to all crops appear to be smaller the wetter the soils are. The highest yields are obtained on medium high, moderately moist and moist soils. This could be clearly established by the experiment on scattered sample plots of 1958.

mei 1963

LITERATUUR

Bedrijfsvoorlichting ten behoeve van de landbouwers in het ambtsgebied van het Rijkslandbouwconsulentschap voor zuidelijk Groningen, jaren 1953–1962. Veendam.

Bon, J. en B. Vrijhof, 1958: De landbouwwaterhuishouding in de provincie Groningen. 's-Gravenhage. Commissie Onderzoek Waterhuishouding Nederland, Rapport no. 2.

Booy, A. H., 1959: Drentse dalgronden. Uniforme gronden? Boor en Spade *X*, 97–105.

Booy, A. H., 1963: De bouwvoor van de dalgronden. Boor en Spade *XIII*, 156–167.

Smet, L. A. H. de, 1959: De bodemkundige verkenningskaart van de veenkoloniën in zuidelijk Groningen, Drenthe en noordelijk Overijssel. Boor en Spade *X*, 143–156.

Smet, L. A. H. de: De Groninger Veenkoloniën (westelijk deel); bodemkundige en landbouwkundige onderzoekingen (ter perse).

Verslag 1958 van de Aardappelenquêtecommissie Veenkoloniën van het aardappelproefplekkenonderzoek in 1958.

DE OUDERDOM VAN VEENPAKKETTEN EN GLIEDELAGEN IN DE GRONINGER VEENKOLONIËN

The age of peat and 'gliede' (greasy humus)-layers in the peat-reclamation district of Groningen

door/*by*

L. A. H. de Smet[1]) en/and A. E. Klungel[1])
met medewerking van/in co-operation with
prof. dr. F. Florschütz[2]) en/and dr. B. Polak[3])

INLEIDING

Het oorspronkelijk aaneengesloten hoogveengebied van zuidelijk Groningen en oostelijk Drente bevond zich tussen de Hondsrug en de hoge gronden van Westerwolde. Dit gebied is thans vrijwel geheel verveend.

Het veen werd het eerst in Groningen ontgonnen. De ondergrond, die daardoor vrijkwam, de z.g. dalgrond, werd in cultuur gebracht. In deze oude gebieden, de veenkoloniën, vertoont het profiel doorgaans een dunne bouwvoor met daaronder een veenlaag van wisselende dikte, die op zand rust. Hoogteverschillen in het terrein, die vooral door de ongelijkmatige klink en de vertering van het veen zijn ontstaan, zijn talrijk. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat plekken met dikke, ongestoorde, vaste veenlagen samengaan met een depressie in het terrein.

Het veen kan sterk wisselen in samenstelling, hetgeen in hoge mate wordt bepaald door het reliëf, zoals afvoerloze kommen, de zogenaamde dobben, en de reeds in de pleistocene ondergrond aanwezige dalen. De veenlagen in de dobben bestaan in hoofdzaak uit oligotroof veen met onderin veelal gliede en op de overgang naar het zand kazige lagen. In de voormalige dalen kunnen behalve oligotrofe ook mesotrofe en eutrofe veenlagen voorkomen; op de overgang naar de zandondergrond wisselen dunne veen- en zandlagen af.

In de oude veenkoloniën, ten westen van Veendam-Wildervank, is een vijftal profielen met ongestoorde vaste veenlagen bemonsterd, palynologisch onderzocht en volgens de 14C-methode gedateerd.

Drie profielen, de nummers 1, 2 en 3, zijn afkomstig uit voormalige dalen; de twee andere, de nummers 4 en 5, uit veendobben. De gliede uit de veendobben en het daarop rustende veen werden eveneens onderzocht om na te gaan of deze als organische-B-horizonten kunnen worden beschouwd (zie voor organische-B-horizonten Van Heuveln, 1962).

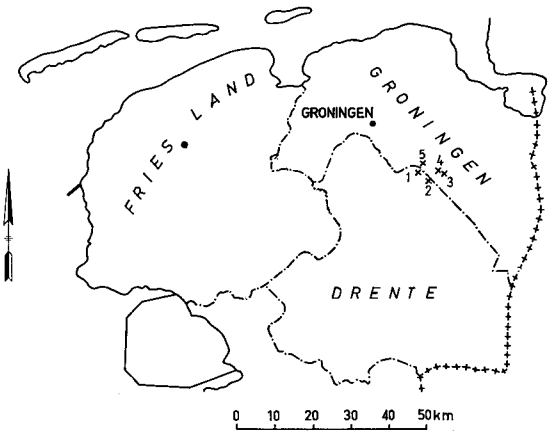
De resultaten van het palynologisch onderzoek en de 14C-ouderdomsbepalingen worden hierna besproken. Hoewel de vegetatiegeschiedenis van het hoogveenprofiel niet volledig kon worden gereconstrueerd, bleek het mogelijk een beschrijving van de eerste veengroei te geven.

LIGGING EN BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOCHTE PROFIELEN

Op een overzichtskaartje (fig. 1) zijn de bemonsterde plekken met de nummers 1 t/m 5 aangegeven. De figuren 2 en 3 geven van deze plekken de pro-

[1]) Afd. Groningen, Stichting voor Bodemkartering.
[2]) Oud-hoogleraar in de palynologie.
[3]) Afd. Regionale Bodemkunde, Geologie en Mineralogie van de Landbouwhogeschool te Wageningen.

Fig. 1. De ligging van de vijf onderzochte profielen
Fig. 1. Map showing the site of the five sampled profiles



fielschetsen met een korte beschrijving. De bemonsterde lagen voor het palynologisch onderzoek en de 14C-ouderdomsbepalingen zijn in de profielschetsen aangeduid.

Profiel 1 (Zuidlaarderveen, 1957)
Ligging: Kaartblad 1:25 000, 12E (Zuidlaren)
Coörd. W/O 246.7 Z/N 569.5
Profielschets (fig. 2a): Dit profiel ligt aan de rand van het voormalige Hunzedal. Tot op een diepte van ca. 50 cm beneden maaiveld bestaat het uit zuiver veen. Dit is in hoofdzaak oligotroof veen, dat bovenin spalterig is. Daaronder werd gliede aangetroffen en verder 'kazig' zand. Dit zand gaat tenslotte in zandige en venige lagen over, die in dikte kunnen wisselen. Ook het zandige of venige karakter varieert. Van 220 tot 280 cm beneden maaiveld komt een organische laag voor, die als amorfe gyttja kan worden aangeduid. Beneden 280 cm werd alleen zuiver zand gevonden.

Het profiel is van 100 tot 280 cm beneden maaiveld bemonsterd en palynologisch onderzocht (zie fig. 4).

Profiel 2 (Annerveen, 1957)
Ligging: Kaartblad 1:25 000, 12E (Zuidlaren)
Coörd. W/O 248.7 Z/N 567.3
Profielschets (fig. 2b): Ook dit profiel werd aan de rand van het voormalige Hunzedal aangetroffen. De venige lagen hebben hier een geringere dikte dan in het eerste profiel. Het bestaat tot 80 cm diepte uit oligotroof veen dat bovenin is ingedroogd. Het zand begint op 80 cm en wordt op 110 cm venig. Vanaf 130 cm bevat het zand geen venige lagen meer.

Voor palynologisch onderzoek is het profiel van 70 tot 130 cm bemonsterd (zie fig. 5); de laag van 115 tot 125 cm bovendien voor 14C-ouderdomsbepaling.

Profiel 3 (Wildervank, 1957)
Ligging: Kaartblad 1:25 000, 12F (Veendam)
Coörd. W/O 252.5 Z/N 568.2
Profielschets (fig. 2c): Dit profiel bevindt zich in een vlak terrein met over het algemeen middelhoge gronden. Tot 70 cm bestaat het in hoofdzaak uit

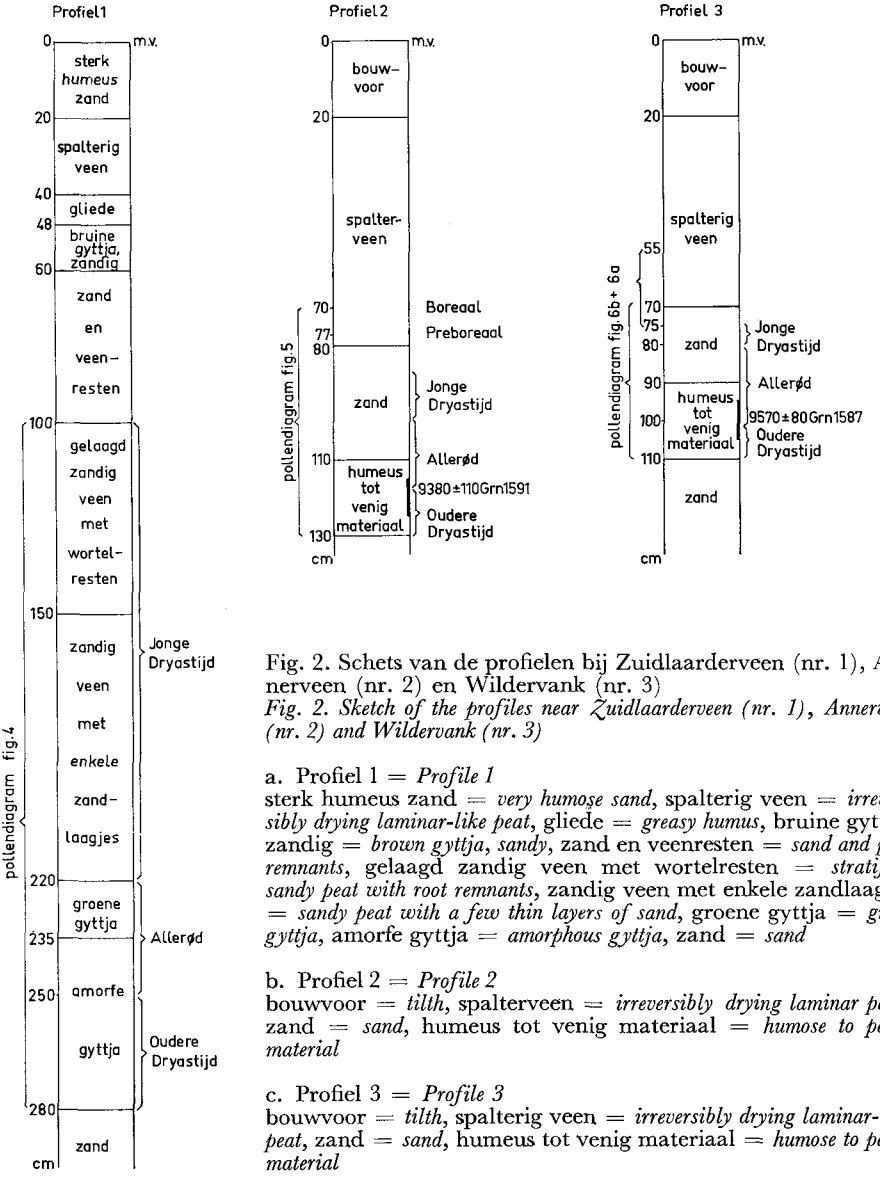


Fig. 2. Schets van de profielen bij Zuidlaarderveen (nr. 1), Annerveen (nr. 2) en Wildervank (nr. 3)
Fig. 2. Sketch of the profiles near Zuidlaarderveen (nr. 1), Annerveen (nr. 2) and Wildervank (nr. 3)

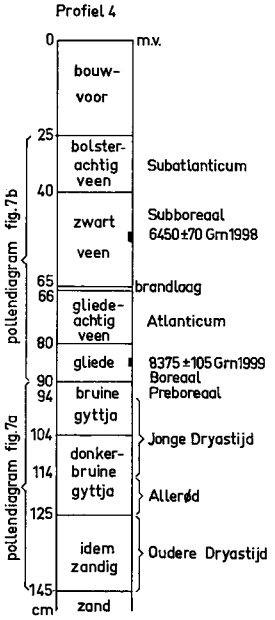
a. Profiel 1 = *Profile 1*
sterk humeus zand = *very humose sand*, spalterig veen = *irreversibly drying laminar-like peat*, gliede = *greasy humus*, bruine gyttja, zandig = *brown gyttja, sandy*, zand en veenresten = *sand and peat remnants*, gelaagd zandig veen met wortelresten = *stratified sandy peat with root remnants*, zandig veen met enkele zandlaagjes = *sandy peat with a few thin layers of sand*, groene gyttja = *green gyttja*, amorfe gyttja = *amorphous gyttja*, zand = *sand*

b. Profiel 2 = *Profile 2*
bouwvoor = *tilth*, spalterveen = *irreversibly drying laminar peat*, zand = *sand*, humeus tot venig materiaal = *humose to peaty material*

c. Profiel 3 = *Profile 3*
bouwvoor = *tilth*, spalterig veen = *irreversibly drying laminar-like peat*, zand = *sand*, humeus tot venig materiaal = *humose to peaty material*

oligotroof veen, dat bovenin spalterig is. Hieronder wordt zand aangetroffen, dat op een diepte van 90 tot 110 cm venig is. De samenstelling van dit onderste deel van het profiel wijst op de aanwezigheid van een oud dal. De nabij gelegen, uit het voormalige Swanemeer ontspringende, Oude Aa is waarschijnlijk een overblijfsel hiervan.

De laag van 55 tot 110 cm is bemonsterd voor palynologisch onderzoek (fig. 6a en 6b); de laag van 95 tot 105 cm bovendien voor een 14C-ouderdomsbepaling.



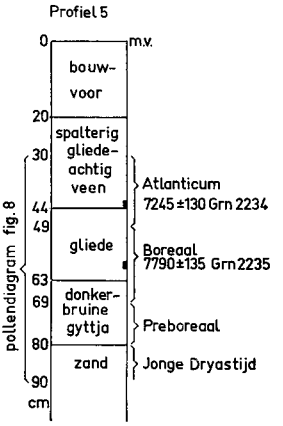


Fig. 3. Schets van de profielen bij Borgercompagnie (nr. 4) en Kalkwijk (nr. 5)
Fig. 3. Sketch of the profiles near Borgercompagnie (nr. 4) and Kalkwijk (nr. 5)

a. Profiel 4 = *Profile 4*
bouwvoor = *tilth*, bolsterachtig veen = *tirr-like peat*, zwartveen = *black sphagnum moss peat*, brandlaag = *charcoal containing layer*, gliedeachtig veen = *greasy humus-like peat*, gliede = *greasy humus*, bruine gyttja = *brown gyttja*, donkerbruine gyttja = *dark-brown gyttja*, zandig = *sandy*

b. Profiel 5 = *Profile 5*
bouwvoor = *tilth*, spalterig gliedeachtig veen = *irreversibly drying laminar-like and greasy humus-like peat*, gliede = *greasy humus*, donkerbruine gyttja = *dark-brown gyttja*, zand = *sand*

Profiel 4 (Borgercompagnie, 1959)
Ligging: Kaartblad 1:25 000, 12F (Veendam)
Coörd. W/O 252.4 Z/N 569.0
Profielschets (fig. 3a): Het materiaal is afkomstig van een veendobbe; het bestaat tot op een diepte van ca. 125 cm uit oligotroof veen van verschillende samenstelling. Het veen onder de bouwvoor is tot 40 cm bolsterig. Daaronder wordt zwart veen aangetroffen, waarin een brandlaagje op ca. 65 cm voorkomt. Hieronder bevindt zich min of meer gliede-achtig veen, dat op ca. 80 cm overgaat in zuivere gliede en op 90 cm geleidelijk in bruine gyttja. Deze is van 125 tot 145 cm zandig. Dieper dan 145 bestaat het materiaal uit zuiver zand.

De laag van 25 tot 145 cm is bemonsterd voor palynologisch onderzoek (fig. 7a en 7b) en de lagen van 51 tot 53 cm en van 84 tot 86 cm ook voor 14C-ouderdomsbepalingen.

Profiel 5 (Kalkwijk, 1959)
Ligging: Kaartblad 1:25 000, 12E (Zuidlaren)
Coörd. W/O 248.1 Z/N 571.9
Profielschets (fig. 3b): Dit tweede veendobbeprofiel bevat eveneens oligotroof veen dat in samenstelling wisselt. Onder de bouwvoor is het spalterig; dieper gaat het over in gliede-achtig veen. Zuivere gliede wordt van ca. 45 tot 60 cm aangetroffen. Ook hier volgt op de gliede een geleidelijke overgang naar bruine gyttja. De zandondergrond begint op 80 cm.

Voor palynologisch onderzoek is de laag van 30 tot 90 cm bemonsterd (fig. 8); de lagen van 42–44 cm en 58–60 cm bovendien voor 14C-ouderdomsbepalingen.

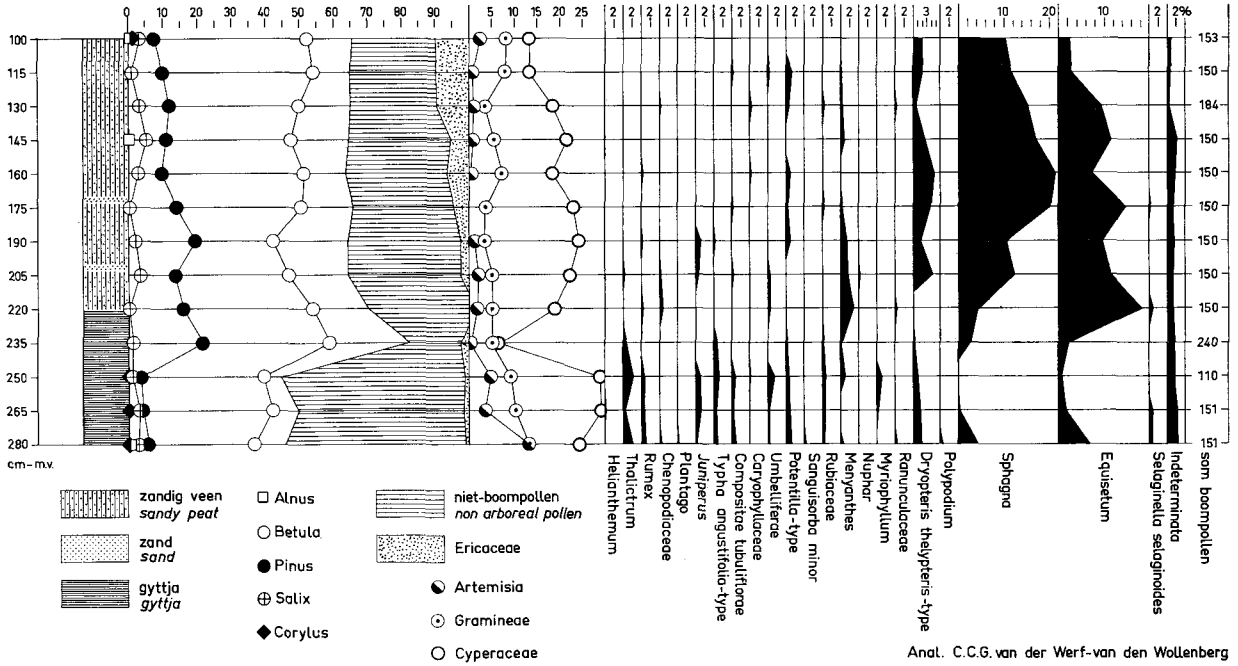


Fig. 4. Pollendiagram van het profiel bij Zuidlaarderveen
Fig. 4. Pollen diagram of the profile near Zuidlaarderveen (translation: som boompollen = total of the arboreal pollen)

PALYNOLOGISCH ONDERZOEK EN 14C-OUDERDOMSBEPALINGEN

De resultaten van palynologisch onderzoek en 14C-ouderdomsbepalingen van de vijf bemonsterde profielen worden hier gegeven. De eerste drie profielen zijn onder leiding van prof. dr. F. Florschütz onderzocht, de laatste twee onder leiding van dr. B. Polak. De 14C-dateringen, door prof. dr. Hl. de Vries (†) verricht op het Natuurkundig Laboratorium van de Universiteit te Groningen, hebben betrekking op een bepaalde laag uit de eerste twee profielen en op de gliedelagen uit de laatste twee.

Profiel 1 (Zuidlaarderveen)

Het diagram van het onderzochte deel van dit profiel (100–280 cm beneden maaiveld, fig. 4) geeft enkele fasen weer van de laatglaciale vegetatiegeschiedenis. Het waarschijnlijkst is, dat de zandige gyttja van 280 tot ca. 250 cm in de Oudere Dryastijd ontstond, de nagenoeg zuivere gyttja van ca. 250 tot ca. 220 cm in de Allerødtijd en de ongeveer 120 cm veen, venig zand en humeus zand die dan volgen, in de Jonge Dryastijd.

De lichte, maar in de Allerødtijd dichtere bossen in de omtrek hadden een subarctisch karakter. Tijdens de afzetting van de bovenste helft van het geanalyseerde pakket zullen ter plaatse of in de nabijheid Ericaceeën vrij talrijk zijn geweest.

Verondersteld mag worden, dat hier in het begin water aanwezig was met planten als Potamogeton en Chara. Langs de oevers zullen Carices en het subarctische mosvarentje Selaginella selaginoides hebben gegroeid. Later bevond zich op deze plaats een mesotroof veen met Carex, Selaginella, de subarctische dwergberk (Betula nana), Hypnaceeën en weinig Sphagnum. In de bovenste twee decimeters van het zand zijn overblijfselen van Phragmites aangetroffen.

Profiel 2 (Annerveen) en profiel 3 (Wildervank)

De resultaten van het onderzoek van de monsters van profiel 2 zijn in één diagram (fig. 5) weergegeven; die van de analyse van profiel 3 in twee diagrammen, n.l. een als boompollendiagram voor de bovenste laag van 55–73 cm (fig. 6a), en een in de vorm van een totaal- of 'Iversen'-diagram betreffende de onderste laag van 70 tot 110 cm (fig. 6b).

Het 'Iversen'-diagram van Wildervank (fig. 6b) wijst op een grotendeels laatglaciale sedimentatie en wel, gezien het verloop van de scheidingslijn der percentages boompollen en niet-boompollen, in de Oudere Dryastijd (110–ca. 100 cm), de Allerødtijd (ca. 100–ca. 80 cm) en de Jonge Dryastijd (ca. 80–75 cm). Het spectrum bij 73 cm zou dan Preboreaal of Boreaal kunnen zijn en de spectra bij ca. 68 tot 55 cm atlantisch. Over het geheel genomen zijn de planten, waarvan de resten bij het slibben van het materiaal zijn gevonden, gebonden aan een eutroof milieu.

Het diagram Annerveen (fig. 5) vertoont van 130 tot ca. 85 cm zoveel overeenkomst met het totaal- of 'Iversen'-diagram van Wildervank, dat indien het laatste diagram de bosgeschiedenis in de Oudere Dryastijd, de Allerødtijd en de Jonge Dryastijd van het Laatglaciaal mocht weerspiegelen, zulks ook voor het bedoelde deel van het diagram Annerveen mag worden aangenomen.

Het spectrum bij 77 cm heeft een preboreale, dat bij 70 cm een boreale habitus.

In de zandige gyttja aan de basis zijn overblijfselen van eutrofe water-

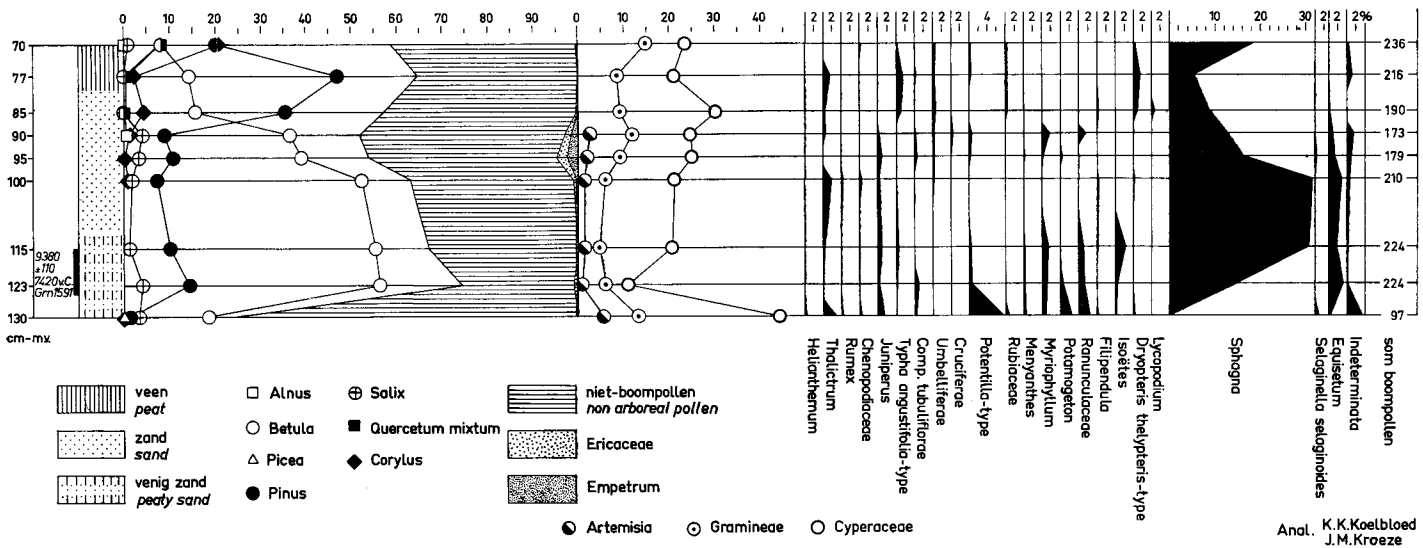
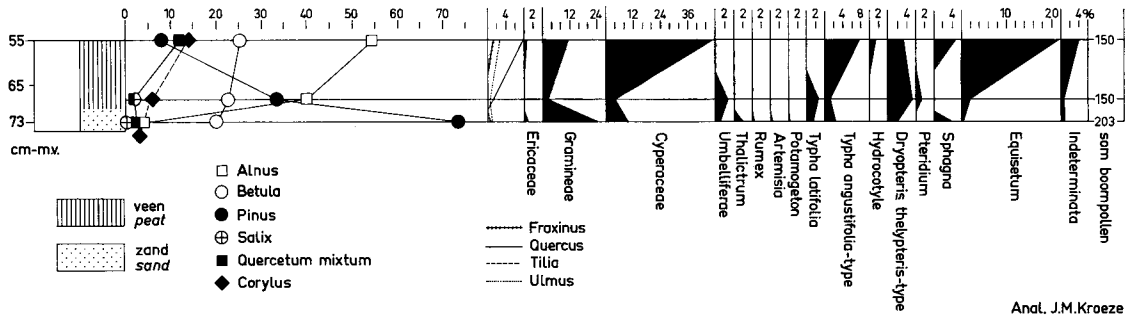


Fig. 5. Pollendiagram van het profiel bij Annerveen
Fig. 5. Pollen diagram of the profile near Annerveen



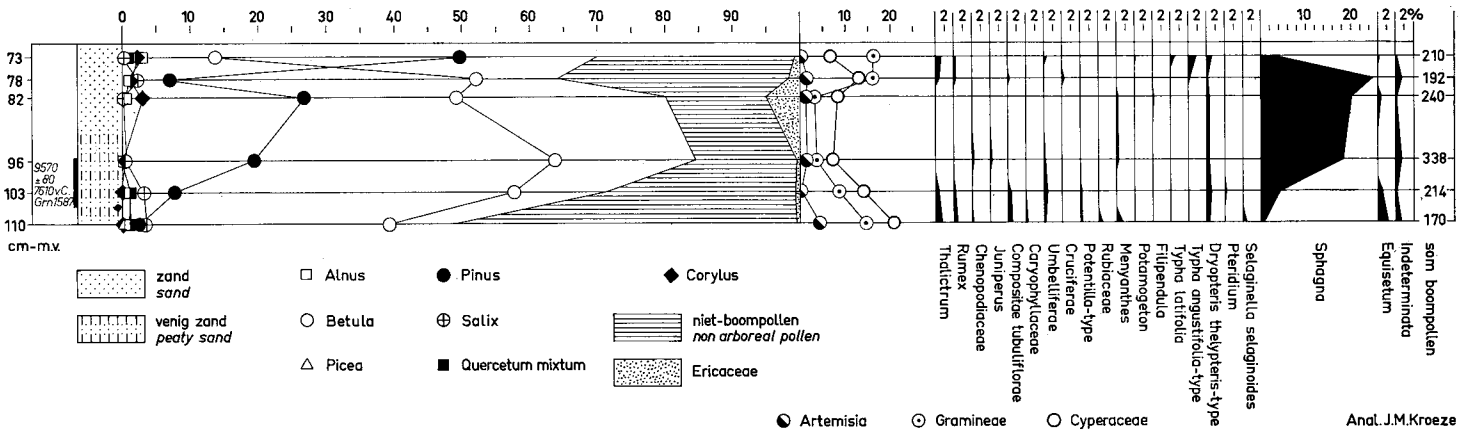


Fig. 6a en 6b. Pollendiagrammen van het profiel bij Wildervank
Fig. 6a and 6b. Pollen diagrams of the profile near Wildervank

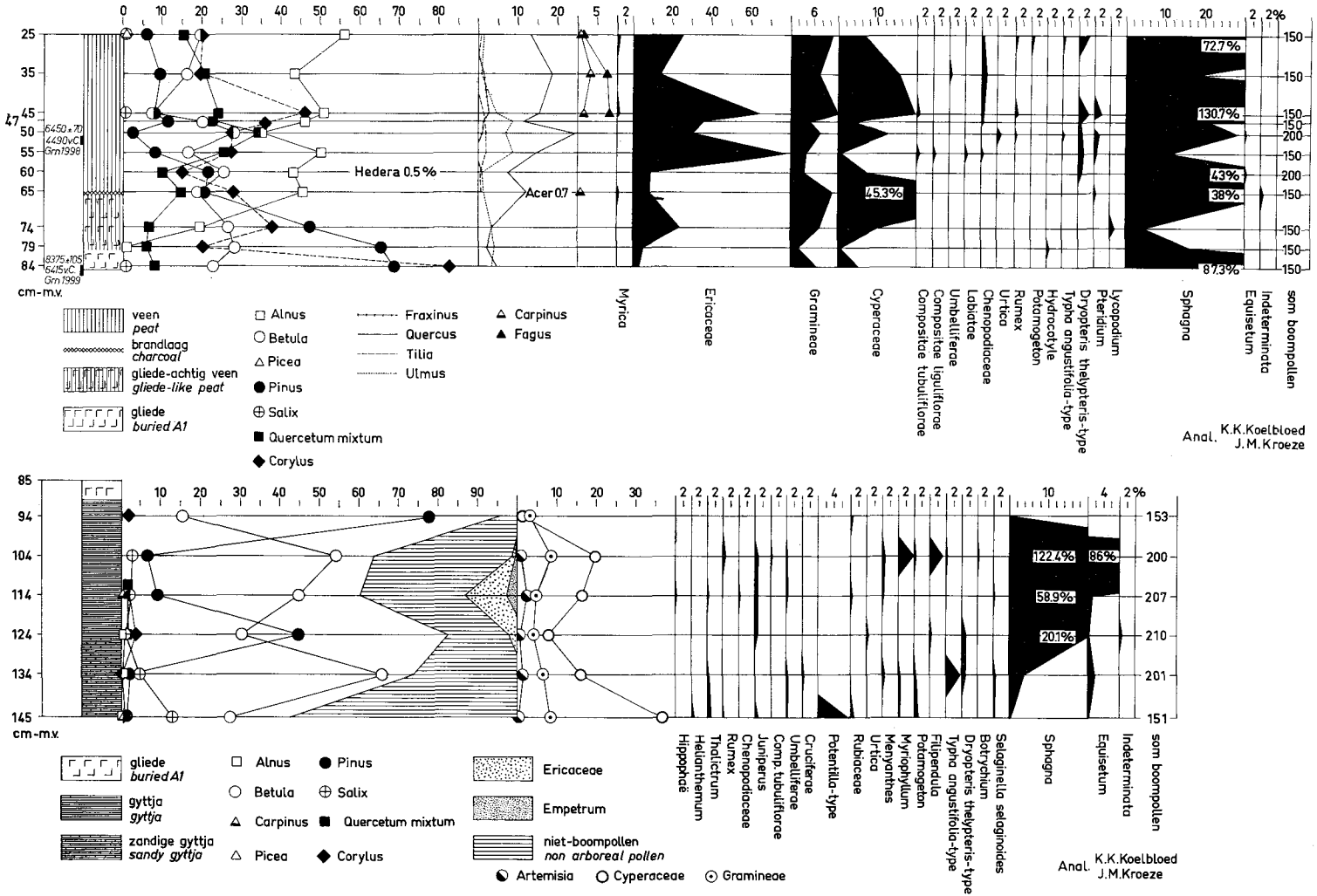


Fig. 7a en 7b. Pollendiagrammen van het profiel bij Borgercompagnie
Fig. 7a and 7b. Pollen diagrams of the profile near Borgercompagnie. N.B. Gliede (buried A1) = greasy humus

planten en van mesotrofe moerasplanten gevonden. Beide kwamen ook hoger voor, maar boven 110 cm zijn alleen resten van Phragmites en Carex aangetroffen.

De 14C-ouderdomsbepalingen zowel van profiel Annerveen als van profiel Wildervank zijn in tabel 1 weergegeven.

TABEL 1. 14C-datering van de profielen Annerveen en Wildervank

Profiel	Monster nr.	Laag in cm – m.v.	Aard van het materiaal	14C-datering (absolute tijdschaal)
Annerveen 1957	GRN 1591	115–125	venig zand	9380 ± 110
Wildervank 1957	GRN 1587	95–105	venig zand	9570 ± 80

Profiel 4 (Borgercompagnie, 1959) en profiel 5 (Kalkwijk, 1959)

Van profiel 4 zijn van de resultaten van de onderzochte monsters twee diagrammen (fig. 7a en 7b) samengesteld en van profiel 5 één diagram (fig. 8).

Fig. 7a geeft van het bovenste deel van het profiel Borgercompagnie van 25 tot 84 cm een boompollendiagram. Fig. 7b is een totaal-diagram van het onderste gedeelte van het profiel (van 94 tot 145 cm), dat in het Laatglaciaal valt. Het onderste monster, op 145 cm, behoort nog tot de Oudere Dryastijd, met meer dan 50% kruiden (gearceerd), waarin Cyperaceae de belangrijkste plaats innemen. Er zijn eveneens verschillende laatglaciale kruiden aangetroffen, o.a. Helianthemum, Thalictrum, Selaginella en Artemisia. Van de bomen overheerst de berk; er is een vruchtschub van Betula nana aangetroffen; het percentage Salix is hoog.

Vervolgens loopt, hoger in het profiel, de hoeveelheid kruiden snel terug. De Allerød gaat dan tot 114 cm door, waarna de Jonge Dryastijd begint.

Zoals in onze streken gebruikelijk is, overheerst in de Allerødperiode eerst de berk en dan de den. Salix is aanvankelijk nog vrij hoog in het totaaldiagram, n.l. 4,8% en volgens de klassieke berekening 13%. Het klimaat wordt daarna vochtiger of de grondwaterstand stijgt, aangezien vrij veel Sphagnum en verder nog overblijfselen van waterlelie worden gevonden.

In de Jonge Dryastijd gaat de berk weer overheersen, de kruiden nemen toe, zo ook de Ericaceae, met veel Empetrum. Opvallend is verder de hoge waarde voor Equisetum in deze periode. Aangezien nog vrij veel andere moeras- en waterplanten zijn gevonden, alsmede kleine hoeveelheden Pediastrum, moet de waterstand toen ook vrij hoog zijn geweest.

Het Preboreaal ligt op een diepte van ongeveer 94 cm, aangezien de bossen dan gesloten zijn en het kruidenpercentage laag is. In de bossen komen echter nagenoeg nog geen thermofiele loofbomen voor. Tussen 94 en 84 cm begint het Boreaal, n.l. met een groot Corylus-maximum. Na 84 cm gaan de loofbomen, gemengd met eikenbos en els, terrein winnen. Tussen 65 en 74 cm begint het Atlanticum, waarin Alnus gaat overheersen.

Het Subboreaal ligt op ongeveer 45 cm. De afzetting krijgt dan n.l. het karakter van oud veenmosveen met Calluna, terwijl Alnus afneemt en Fagus toeneemt. In deze periode valt ook een tweede Corylus-maximum. Het bovenste deel van het onderzochte profiel zou tot het Subatlanticum kunnen behoren. Onkruiden, welke karakteristiek zijn voor Subboreaal en Subatlanticum, zijn schaars. Gecultiveerde Gramineeën zijn helemaal niet

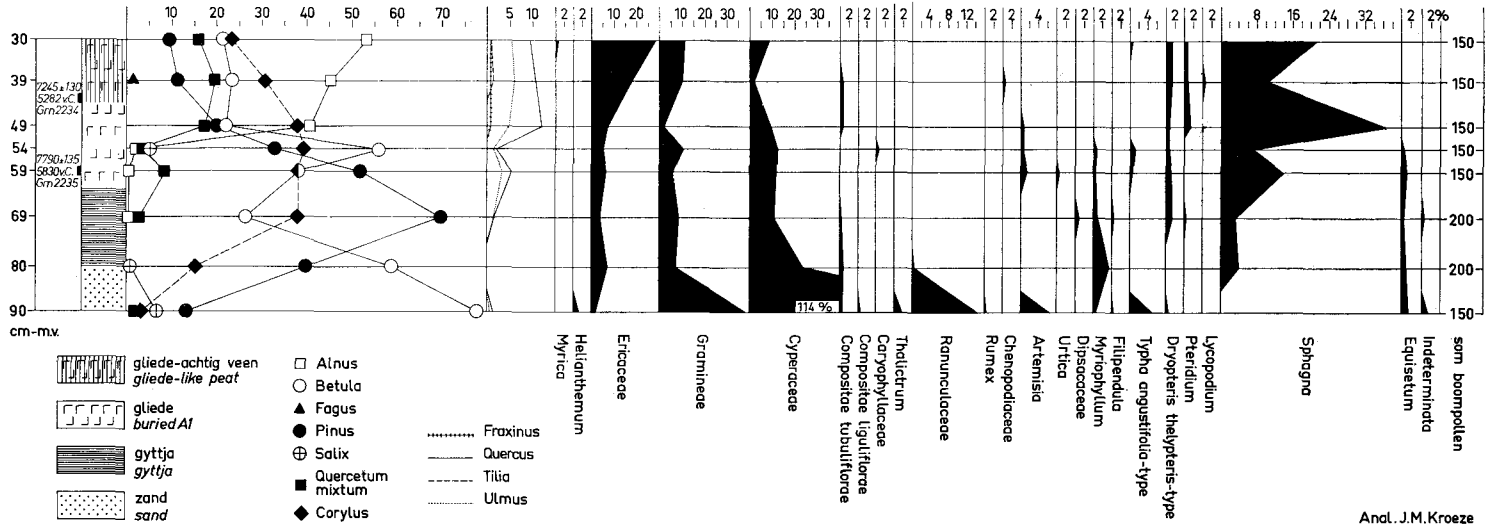


Fig. 8. Pollendiagram van het profiel bij Kalkwijk
Fig. 8. Pollen diagram of the profile near Kalkwijk. N.B. Gliede (buried A1) = greasy humus

gevonden en ook een uitbreiding van de heide is niet geconstateerd. Het Ericaceae-pollen is waarschijnlijk van lokale heidebegroeiing op veen afkomstig. Ten slotte kon de conclusie worden getrokken, dat menselijke invloed gering is geweest.

Van het diagram Kalkwijk (fig. 8) kan het volgende worden vermeld. Het humeuze zand op 80–90 cm valt nog in de laatste fase van de Jonge Dryastijd met een hoge waarde voor Betula en vrij veel Salix. Het percentage kruiden bedraagt 66,5. Hierin overwegen de Cyperaceae. Tussen 80 en 69 cm valt het Preboreaal; bij 69 cm begint het Boreaal met veel Corylus en Pinus. Het Atlanticum begint even onder 49 cm en gaat door tot 30 cm. Jongere lagen zijn niet aangetroffen.

De uitslagen van het 14C-onderzoek van de bemonsterde lagen van de profielen Borgercompagnie en Kalkwijk worden in tabel 2 weergegeven.

TABEL 2. 14C-datering van de profielen Borgercompagnie en Kalkwijk

Profiel	Monster no.	Laag in cm – m.v.	Aard van het materiaal	14C-datering (absolute tijdschaal)
Borgercompagnie 1959	GRN 1998	51–53	veen (zwart veen)	6450 ± 70
	GRN 1999	84–86	gliede	8375 ± 105
Kalkwijk 1959	GRN 2234	42–44	veen (spalterig gliedeachtig veen)	7245 ± 130
	GRN 2235	58–60	gliede	7790 ± 135

DISCUSSIE

De door prof. dr. F. Florschütz onderzochte profielen, te weten Zuidlaarderveen, Annerveen en Wildervank, vertonen in profielopbouw veel gelijkenis. Het profiel Zuidlaarderveen met dikke gyttja, zandige veen- en venige zandlagen geeft duidelijk fasen uit de laatglaciale vegetatiegeschiedenis weer. De op elkaar gelijkende profielen Annerveen en Wildervank, waarin de zandige veen- en venige zandlagen aanmerkelijk dunner zijn, bevatten eveneens fasen uit het Laatglaciaal.

De profielen Wildervank en Annerveen geven een beeld van een laatglaciale sedimentatie. Hiervoor pleit ook de profielopbouw. Vergelijken we echter de resultaten met de 14C-ouderdomsbepalingen, dan leveren de profielen Wildervank en Annerveen enkele moeilijkheden op. De volgens de 14C-methode gedateerde lagen vallen ten minste 1500 jaar te 'jong' uit, wanneer de pollenanalytische gegevens als juist worden aanvaard. Het verschil tussen de ouderdomsbepalingen van de overeenkomstige lagen in beide profielen is klein.

De oorzaak zou kunnen zijn een eventuele verontreiniging door ingespoelde humus, afkomstig van hoger liggende veenlagen (zie Van Heuveln, 1959 en 1962). In ons geval zou kunnen worden verondersteld, dat zowel in het profiel Wildervank als in het profiel Annerveen in de onder de zandlaag voorkomende venige afzetting een inspoeling heeft plaats gevonden van humus, die uit hoger liggende veenlagen afkomstig is. Hierdoor zouden de afwijkende uitslagen kunnen worden verklaard.

Een andere mogelijkheid is de invloed van een jongere vegetatie. Zo is het denkbaar, dat bomen, tijdens een deel van het Holoceen, het onder de

zandlaag liggende veen hebben doorworteld en met jonger materiaal verrijkt.

De door dr. B. Polak onderzochte profielen verschillen van de voorgaande door hun profielopbouw. Beide bevatten gliede, die via venige-'kazige' lagen (gyttja) in zand overgaat. Profiel Borgercompagnie, waarin een dikke overgangslaag naar het zand voorkomt, geeft nog de verschillende fasen van het Laatglaciaal weer. Deze resultaten zijn bij nadere vergelijking van het profiel goed in overeenstemming met die, verkregen bij de door prof. dr. F. Florschütz onderzochte profielen.

Ook het profiel Kalkwijk, waarin de gyttja-laag aanmerkelijk dunner is, geeft van deze en de daarop volgende lagen fasen van de vegetatiegeschiedenis te zien die volkomen aansluiten bij die van de overeenkomstige lagen van profiel Borgercompagnie.

Zowel bij het profiel Borgercompagnie als bij het profiel Kalkwijk is de ouderdom bepaald van de daarin voorkomende gliedelagen en van de daarboven liggende zwartveenlagen. Deze ouderdomsbepalingen zijn verricht om na te gaan of de door ons beschreven gliedelagen in veendobben als organische-B-horizonten kunnen worden beschouwd.

Volgens Van Heuveln (1959 en 1962) is in het veen, dat hoofdzakelijk bestaat uit organische stof die arm is aan sesquioxyden, de humus mobiel geworden en heeft het zich verplaatst, nadat het veen ontwaterd is. Dit zwart gekleurde, amorfe, organische materiaal kan zich dan opgehoopt hebben in het veen op de overgang van zand naar veen of in het zand. Komt het amorfe materiaal in het veen, of zoals veelal het geval is op de overgang van veen naar zand voor, dan wordt het door Van Heuveln als een organische B opgevat.

Uit de dateringsresultaten van de profielen te Borgercompagnie en Kalkwijk blijkt, dat we niet te maken hebben met humusinspoelingshorizonten. De gliedelagen zijn volgens de 14C-gegevens ouder dan de erboven liggende veenlagen. Hieruit mag blijken, dat niet alle gliedelagen als organische-B-horizonten kunnen worden beschouwd.

Behalve gliede als inspoelingsmateriaal kennen we dus ook nog gliede, die op een andere wijze is gevormd. Deze gliede, waarvan dikke lagen in dobben voorkomen, is dus overeenkomstig de oude opvatting aan het oppervlak als afzetting ontstaan.

De veendobben liggen als diepe depressies in het terrein en zijn, als gevolg van de slechte ontwatering, zeer nat en waarschijnlijk altijd nat geweest. Op deze wijze kon vrijwel geen mobiele humus ontstaan en dus ook niet uitspoelen.

Tot slot kan bij de laatste twee profielen nog worden opgemerkt, pat de resultaten van het palynologisch onderzoek en de 14C-ouderdomsbepalingen volledig met elkaar overeenstemmen.

SAMENVATTING

Het oorspronkelijke hoogveenprofiel is in de oude veenkoloniën van Groningen niet meer aanwezig. Het bodemprofiel bestaat er over het algemeen uit een dunne bouwvoor, waaronder een dunne veenlaag op zand. In depressies, zoals in voormalige stroomdalen en in zogenaamde veendobben, worden echter nog vrij dikke ongestoorde veenlagen aangetroffen.

Een drietal profielen in voormalige dalen en een tweetal in veendobben zijn palynologisch onderzocht, respectievelijk onder leiding van prof. dr. Florschütz en Mevrouw dr. B. Polak. Tevens zijn van bepaalde veen- en

gliedelagen ouderdomsbepalingen verricht volgens de 14C-methode door prof. dr. Hl. de Vries (†).

Uit de resultaten is gebleken, dat de eerste veengroei in het Laatglaciaal is begonnen met de vorming van gyttja, waarop zandige veen- en venige zandafzettingen volgen. De gliede is in hoofdzaak in het Boreaal ontstaan en de daarop volgende veenafzettingen in het Atlanticum, het Subboreaal en eventueel het Subatlanticum.

De 14C-ouderdomsbepalingen hebben uitgewezen, dat de in veendobben voorkomende gliedelagen niet als inspoelingshorizonten (organische B), maar als oppervlaktevormingen moeten worden opgevat.

mei 1963

Naschrift. De auteurs vermelden onder dankzegging dat prof. dr. G. C. Maarleveld het artikel, in het bijzonder het geologische gedeelte, kritisch heeft willen doorlezen.

SUMMARY

In the peat-reclamation district of Groningen no original high-moor peat profiles are left. At present the soil profile consists as a rule of a thin tilth on sand or on a thin layer of peat over sand. In depressions, e.g. in former streamlets and in so called veendobben (more or less circular glacial depressions, filled in with peat), however, moderately thick undisturbed layers of peat can be found.

Palynological studies were made by Prof. Dr. F. Florschütz and Mrs. Dr. B. Polak on three profiles in former peat-streamlets and on two profiles in veendobben. 14C-datings were made of some layers of peat and greasy humus by Prof. Hl. de Vries (†).

The results show that the growth of peat began in the late Glacial period. At first gyttja, later on layers of sandy peat and peaty sand were formed. Most of the greasy humus dates from the Boreal period; the younger sediments of peat date from the Atlantic, Subboreal and eventually from the Subatlantic period.

14C-datings have shown that the layers of greasy humus in the veendobben were not formed by lodging of material from overlying horizons in the B-horizon: they are the result of formation on the surface of the soil.

LITERATUUR

Heuveln, B. van, 1959: Ouderdomsbepalingen van humus in een humuspodzolprofiel onder veen volgens de 14C-methode. Boor en Spade *X*, 27–38.

Heuveln, B. van, 1962: Organic B in high moor peat and high moor peat reclamation soils. Boor en Spade *XII*, 169–177.

Smet, L. A. H. de, 1959: De bodemkundige verkenningskaart van de veenkoloniën in zuidelijk Groningen, Drenthe en noordelijk Overijssel. Boor en Spade *X*, 143–156.

Visscher, J., 1949: Veenvorming. Noorduyn's Wetenschappelijke Reeks. no. 33. Gorinchem.

Zeist, W. van, 1950: Pollen investigations in the Northern Netherlands. Diss. Utrecht.

HET JONGERE DEKZAND EN ZIJN INVLOED OP HET ONTSTAAN VAN DE VEENKOLONIËN IN DE FRIESE WOUDEN

The younger cover sand and its influence on the origin of the peat colonies in the region of the 'Friese Wouden'

door/*by*

J. Cnossen[1]) **en W. Heijink**[2])

INLEIDING

In de Friese Wouden (fig. 1) zijn vrij grote gebieden bedekt geweest met hoogveen. Door vervening heeft dit landschap een ander aanzien gekregen. Het wordt gekenmerkt door:
compagnonsvaarten met wijken
veenkoloniën met lintbebouwing
veenontginningsgronden.

In het onderstaande is een poging gedaan een verband te leggen tussen de vroegere dekzandsedimentatie en de ligging van de veenkoloniën en hun ontginningen.

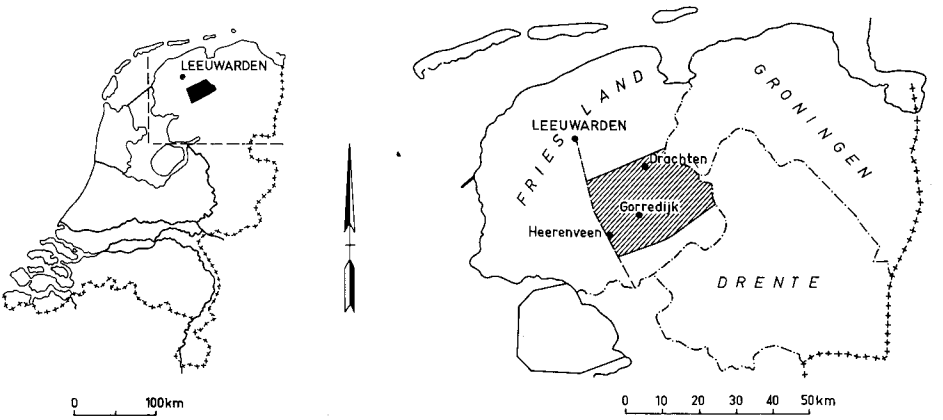


Fig. 1. De ligging van het te behandelen gebied
Fig. 1. The situation of the area under discussion

GEOLOGIE

a. De keileem

De keileem is een afzetting van de ijskap, welke tijdens de Riss-ijstijd een groot deel van Nederland bedekte. De keileem bestaat uit allerlei materiaal dat het ijs op zijn weg vanaf het noorden meenam. Dit materiaal kwam pas aan de oppervlakte bij het smelten van het ijs. De enorme watermassa's, die hierbij vrijkwamen, hebben een sterk eroderend karakter op het toenmalige keileemlandschap gehad. Ook tijdens de periode tussen de keileem- en de dekzandsedimentatie, n.l. in het Eemien en een groot deel van het latere Würmglaciaal, heeft er veel erosie van de keileem plaatsgevonden (Hoppe

[1]) Afd. Friesland, Stichting voor Bodemkartering.
[2]) Kaartcoördinatie, Stichting voor Bodemkartering.

en Maarleveld, 1957). Aangenomen wordt dat de keileem in de kern van de rivierdalen volledig is geërodeerd (Ter Wee, 1962). Daarnaast werd in de keileem een grillig stelsel van geulen en geultjes uitgeslepen. De grote hoeveelheid vrijgekomen materiaal werd via de rivierdalen westwaarts afgevoerd naar het midden en het westen van Friesland (zie ook het artikel van Cnossen en Zandstra in dit nummer).

Een nader onderzoek van de diepere ondergrond zal dit sedimentatiegebied nauwkeuriger kunnen omgrenzen.

b. Het oudere dekzand

In de laatste of Würm-ijstijd is Nederland niet door het landijs bedekt geweest. Er heerste echter wel een toendraklimaat. In deze periode zijn grote gebieden door zand bedekt. De oudste zandafzetting door de wind wordt aangeduid als Ouder dekzand. Deze afzetting dateert uit het Pleniglaciaal-B, de tijd vóór het Laatglaciaal; ze vertoont een duidelijke gelaagdheid. De afwisseling van horizontale uiterst fijne en grovere zandbanden, zo kenmerkend voor het Oudere dekzand, is voor ons aanleiding geweest aan te nemen, dat behalve materiaal uit het westen (Eemzee, Noordzee (o.a. Vink, 1949)) vrij veel materiaal van de aan de oppervlakte gelegen keileem afkomstig is. Deze keileem is tijdens het Eemien en een groot deel van de Würmtijd blootgesteld geweest aan afbraakprocessen. Vooral tijdens het Eemien zal dit een belangrijke invloed hebben gehad. Zo is de bodem overal tot meer dan 2 m diepte ontkalkt. De tevens door watererosie en vorstwerking aangetaste keileem vormde in het Pleniglaciaal-B van de Würmtijd een gemakkelijke 'prooi' voor de winderosie. Verscheidene erosiedalletjes in de keileem stoven dicht. Plaatselijk ontstonden hier zelfs zandruggen waardoor omkering van het reliëf plaatsvond.

c. Het jongere dekzand

Veenenbos (1954) onderscheidt in de Friese Wouden twee typen Jonger dekzand. Hij maakt een chronologische indeling:
het Jongere dekzand afgezet na het Allerød-interstadiaal
het regionale Jongere dekzand dat gesedimenteerd is tussen het Bølling- en het Allerød-interstadiaal.

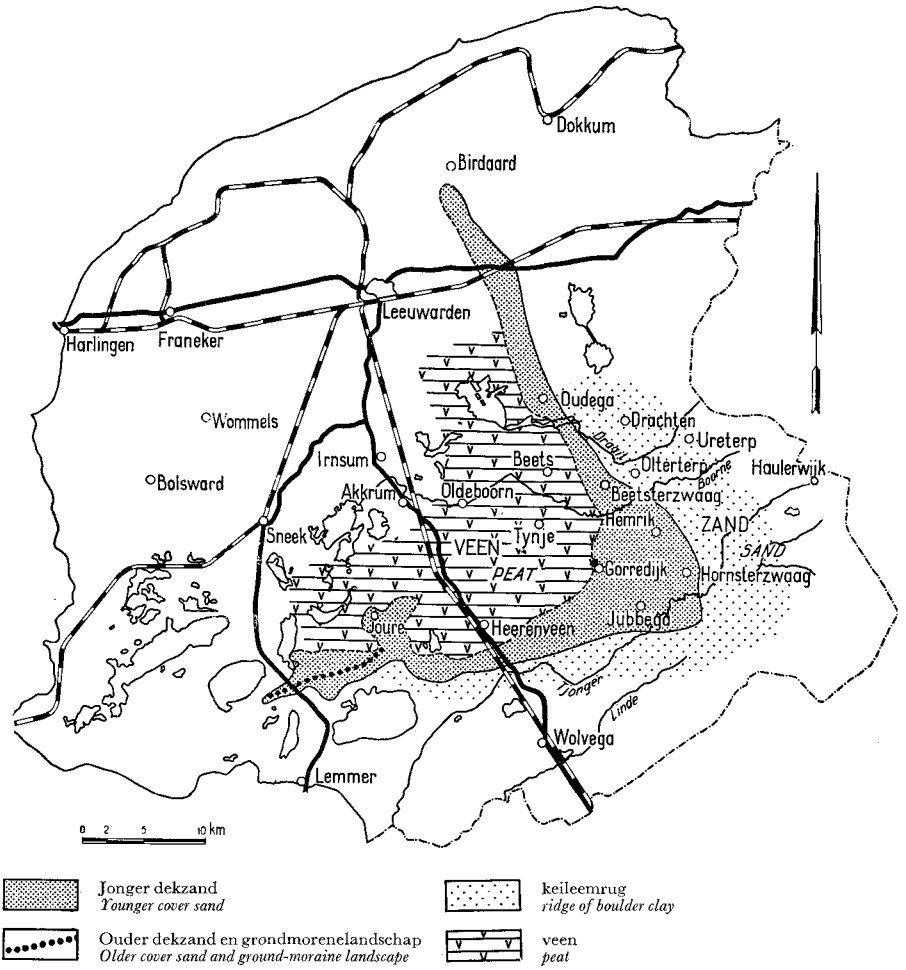
Aangezien wij van mening zijn, dat het voorkomen van het regionale Jongere dekzand van plaatselijke betekenis is (Cnossen en Heijink, 1958), wordt meer gevoeld voor de indeling die Van der Hammen (1951) geeft, waarbij al het dekzand dat na de Bølling is afgezet als Jonger dekzand wordt beschreven (Cnossen, 1961).

Naar de landschappelijke ligging en de invloed op het reliëf komt het Jongere dekzand op twee verschillende manieren voor:

1. het lokale type, dat overwegend als ruggen is afgezet. In dit type bevindt zich veelal een Usselo-laag. Het reliëf is daardoor meer geaccentueerd. Het voorkomen heeft een plaatselijk karakter
2. het gordeltype, dat zich als een aaneengesloten grensstrook bevindt tussen de Friese Wouden en het Lage Midden. Globaal is deze gordel in figuur 2 aangegeven.

Omdat wij juist de invloed van het Jongere dekzand (gordeltype) verantwoordelijk achten voor de latere veranderingen in een groot deel der Friese Wouden, willen we deze accumulatie van Jonger dekzand nog iets nader beschrijven.

Fig. 2. Gordel van Jonger dekzand tussen de Friese Wouden en het Lage Midden (naar Veenenbos, 1954)
Fig. 2. Belt of Younger cover sand between the Friese Wouden and the Lage Midden (after Veenenbos, 1954)



1. *De textuur* of korrelgrootteverdeling is vrij uniform. (Men spreekt bij dekzanden ook wel van goed gesorteerd.) Als voornaamste fractie is aanwezig die van 150–210 mu; de leemfractie (<50 mu) ontbreekt nagenoeg geheel. Deze uniformiteit zou wijzen op een sedimentatie door windkracht.

TABEL 1. Voorbeeld van de korrelgrootteverdeling van Jonger dekzand
TABLE 1. *Example of the grain size distribution of Younger cover sand*

Diameter	<16	16–50	50–105	105–150	150–210	>210 mu
Percentage	–	2	8	29	36	26

2. *De begrenzing aan de oostzijde* is scherp en abrupt. De overgang van het Oudere naar het Jongere dekzandlandschap is slechts enkele tientallen meters breed.
   Tevens is deze begrenzing plaatselijk meer geaccidenteerd; de oostzijde is soms steil, bijvoorbeeld ten westen van Boornbergum en langs de Tjonger.
3. *Het Jongere dekzand heeft nivellerend gewerkt* op het reliëf van het Oudere dekzandlandschap in dien zin, dat lagere delen zijn opgevuld. Plaatselijk zijn de hoogste delen van Oudere dekzandruggen geheel of gedeeltelijk onbedekt gebleven.
4. *De figuratie van het sediment op de westelijke grens* der Friese Wouden doet denken aan een gordel. Deze gordel varieert in breedte. Ten noorden van Beetsterzwaag is de gordel betrekkelijk smal. Ten zuiden hiervan neemt de breedte aanzienlijk toe in oostzuidoostelijke richting. In Midden-Friesland wordt de begrenzing versluierd door het veenpakket van het Lage Midden.

Na het bovenstaande rijst de vraag: 'Waar is het herkomstgebied van dit Jongere dekzand?' Bij de bespreking van de keileem is er reeds op gewezen dat tussen de afzetting van de keileem en de afzetting van de dekzanden een zeer lange periode ligt, waarin de keileem onder invloed heeft gestaan van erosie (Hoppe en Maarleveld, 1957). Het geërodeerde materiaal werd westwaarts afgevoerd en na langere of kortere tijd gesedimenteerd. Dit materiaal zal volgens ons een grote bijdrage hebben geleverd als 'brongebied' voor het Jongere dekzand van het gordeltype. Dit in tegenstelling tot eerdere publikaties (o.a. Vink, 1949; Edelman en Maarleveld, 1958), die de herkomst van het dekzand in de toenmaals drooggevallen Noordzee zochten (zie ook de bijdrage van Cnossen en Zandstra in dit nummer).

Deze gedachtengang wordt gesteund door de configuratie van deze z.g. gordel. Ten zuiden van Beetsterzwaag kennen we de grootste verbreiding van dit type Jonger dekzand. Dit ligt ook voor de hand als we bedenken, dat hier de Boorne, Draait en Eestroom (zie later) voor een groot reservoir van erosiemateriaal hebben gezorgd. Ten noorden van Beetsterzwaag wordt de gordel steeds smaller. Hier waren weinig of geen riviertjes, terwijl tevens de Dokkumer Wouden naar het oosten (de Lauwers) en het noorden konden afwateren. Dit had een geringere afvoer van erosiemateriaal in westelijke richting tot gevolg. Volgens Maarleveld (1960A) en Maarleveld en Van der Schans (1961) zijn de Jongere dekzanden afgezet met noord- tot zuidwestelijke winden. We kunnen ons nu gemakkelijk voorstellen, dat bij de grote voorraad erosiemateriaal in de benedenlopen van Boorne, Draait en Eestroom een grote hoeveelheid zand kon worden verplaatst. Tevens schiepen de brede dalen de mogelijkheid het zand vrij ver landinwaarts te transporteren.

HYDROLOGIE

De afvoer van het overtollige water in de Friese Wouden is in hoofdzaak naar het westen gericht als gevolg van de oost-westhelling van het landschap. Deze afvoer is in hoofdzaak geschied door rivierdalen die naast een gerichtheid van noordoost naar zuidwest een opmerkelijke parallelliteit vertonen. Dit afvoersysteem was reeds aanwezig toen de keileem nog aan de oppervlakte lag. Uit het feit dat de Jongere dekzandgordel georiënteerd is in een

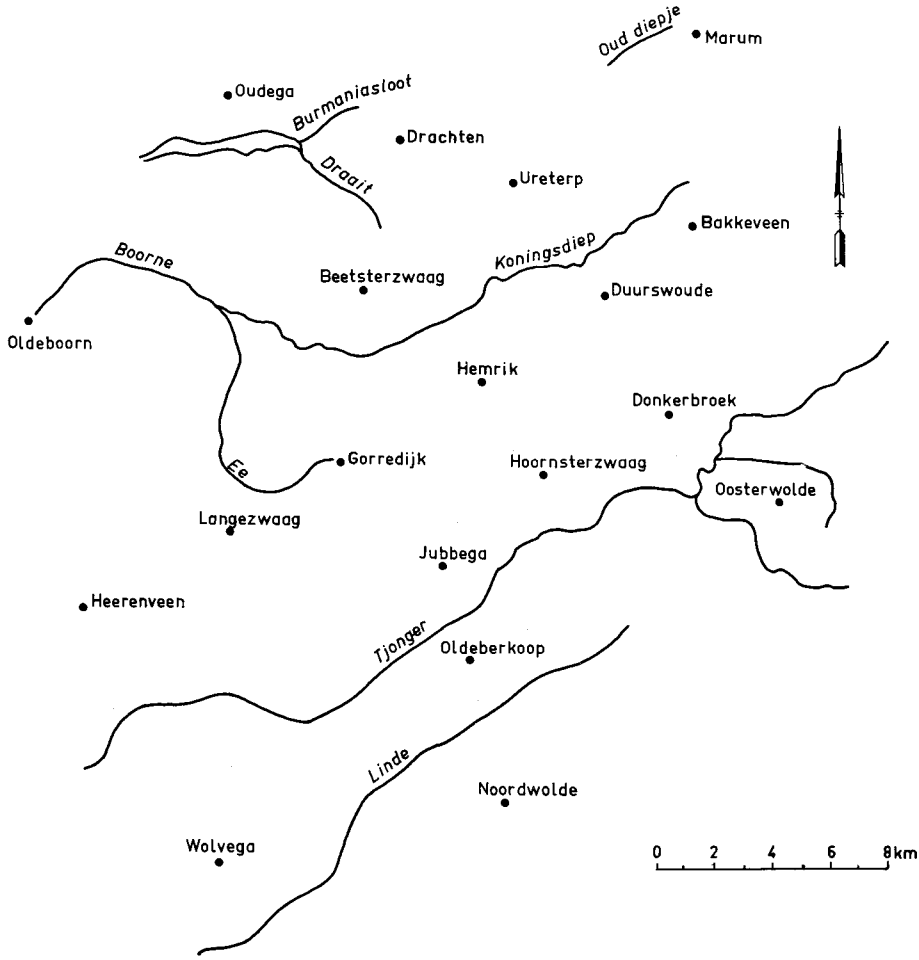


Fig. 3. Overzicht van de huidige rivierlopen in het zuidoosten van Friesland
Fig. 3. Outline of the present-day courses of the rivers in the southeastern part of Friesland

richting van noordwest naar zuidoost, volgt dat de rivierdalen en deze gordel elkaar vrijwel loodrecht snijden. Dit is met uitzondering van één rivierdal (de Linde) het geval geweest.

De invloed van de sedimentatie van Jonger dekzand op de loop van de rivieren en uiteraard de hiermee samenhangende waterhuishouding is zo groot geweest, dat een nadere beschrijving van ieder riviertje afzonderlijk noodzakelijk wordt geacht.

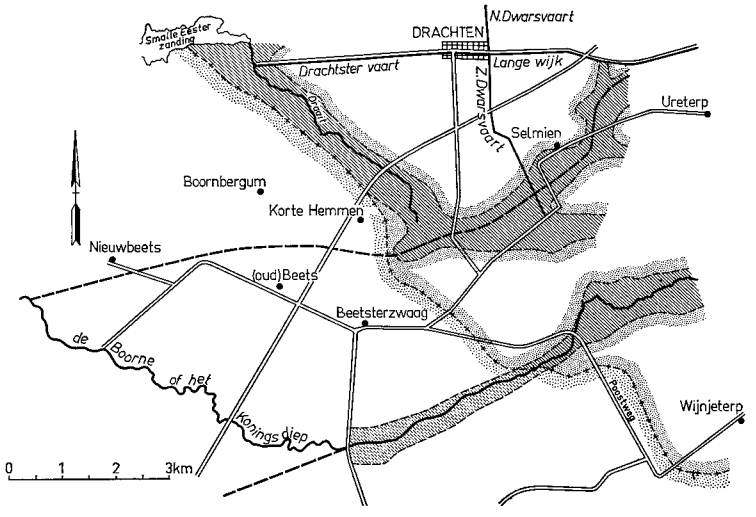
Achtereenvolgens worden besproken (zie fig. 3): a. de Draait, b. de Boorne of het Koningsdiep, c. de Tjonger en d. de Eestroom.

a. De Draait

De Draait wordt op de topografische kaartbladen alleen aangegeven als een klein riviertje, dat ten noorden van Beetsterzwaag zijn oorsprong vindt. Bij de studiekartering van de Friese Wouden in een gebied rondom Ureterp

en Siegerswoude is echter gebleken, dat het beginpunt van het riviertje oorspronkelijk veel verder noordoostwaarts heeft gelegen. Het maakte zelfs bijna contact met het Oude Diep (Oud diepje) ten noorden van Marum in de provincie Groningen. Het is nu nog waar te nemen als een opvallende laagte in het landschap met zeer weinig houtbegroeiing langs de perceelsscheidingen.

Heeft de Draait in het Oudere dekzandlandschap zijn normale noordoost-zuidwestverloop, in de nabijheid van de Jongere dekzandgordel buigt de stroomrichting om naar het noordwesten. Hoewel de gegevens tot nu toe vaag zijn, menen schrijvers toch, dat de Draait vóór de afzetting van het Jongere dekzand de ombuiging naar het noordwesten niet had vertoond. Toen paste dit riviertje geheel in de morfologie van de rivierlopen in de Friese Wouden, n.l. een noordoost-zuidweststrekking. De rivierloop moet dan in westelijke richting ten zuiden van Korte Hemmen, Boornbergum en Nij-Beets hebben gelegen (zie fig. 4). Wij menen erop te moeten wijzen, dat het dorpje Oud-Beets voorheen Beets heette. In 1315 werd dit nog geschreven als Beke, hetgeen duidt op een stroompje of een beek (Nammekundich Wurkforbân, 1961). Het is misschien mogelijk dat met deze oude naam Beke de oorspronkelijke Draait is bedoeld, waarvan na inklinking der jongere sedimenten het oude dal als een laagte in het terrein kwam te liggen en weer een rol heeft gespeeld bij de waterafvoer. Na beëindiging van de Jongere



oostgrens van het Jongere dekzandlandschap
eastern boundary of the Younger cover sand landscape

Ouder dekzandlandschap
landscape of the Older cover sand

gebieden met gley- en veengronden
areas with gley and peat soils

gebied met gleygronden in het Jongere dekzand
area with gley soils in Younger cover sand

huidige loop van de riviertjes
present-day coarse of rivulets

vermoedelijke oorspronkelijke loop van de Draait en van de Boorne
reconstructed course of the Draait and Boorne rivulets

Compagnonsvaarten
canals to carry off the cut-over peat by ship

wegen
roads

Fig. 4. Stroomdal van de Draait en de Boorne (of het Koningsdiep) vóór en na de afzetting van Jonger dekzand
Fig. 4. Valleys of the Draait and the Boorne (or Koningsdiep) before and after the sedimentation of Younger cover sand

dekzandafzetting ten gevolge van klimaatsverbetering, kon de oude loop niet meer worden ingenomen, omdat deze was afgesloten door een hoge barrière van Jonger dekzand tussen Beetsterzwaag en Boornbergum. De Draait zocht zich een nieuwe afvoermogelijkheid achter de Jongere dekzandgordel langs. Pas op een plaats waar een laagte aanwezig was, kon het riviertje in westelijke richting door de barrière breken. Dit bleek het geval te zijn in de depressie van de Smalle Ee.

b. De Boorne of het Koningsdiep

Bij de bespreking van de geologie is reeds ter sprake gebracht dat ten zuiden van Beetsterzwaag de Jongere dekzandafzettingen zich verder zuidoostwaarts uitbreidden als een steeds breder wordende strook. De oostelijke begrenzing valt ongeveer samen met de Poostweg tussen Beetsterzwaag en Wijnjeterp. Gevolg hiervan is, dat ook voor deze rivier de Jongere afzetting van het dekzand niet zonder nadelige gevolgen is verlopen. Weliswaar heeft echter geen totale verstopping plaatsgevonden, hoewel de vele kronkels in de rivierloop wel in deze richting wijzen. Tussen de Poostweg en de Nieuwe weg van Beetsterzwaag naar Gorredijk worden ter weerszijden van de rivierloop voornamelijk zandgronden aangetroffen. Overwegend zijn dit gleygronden met een dunne humeuze tot venige bovengrond (zie fig. 4). De textuur van het zand bestaat uit matig fijn, goed gesorteerd zand, dat wat korrelgrootte betreft, geheel overeenkomt met Jonger dekzand.

Dat de dalopvulling met Jonger dekzand tussen beide bovengenoemde wegen een nadelige invloed heeft op een vlotte afvoer van het water, blijkt maar al te vaak. In natte zomers (1954 en 1956) en bijna elke winter blijft het water voor de Poostweg staan en inundeert er grote gebieden (fig. 5).

Men ziet, dat in bovengenoemd deel van het riviertje – al heeft geen stroomverlegging door verstopping plaatsgevonden, zoals bij de Draait – de afzetting van het Jongere dekzand sterk haar stempel heeft gedrukt op de morfologie en waterhuishouding van het stroomgebied van de Boorne.

c. De Tjonger

Wanneer men de oude en/of nieuwe topografische kaarten raadpleegt, blijkt dat deze rivier voor een belangrijk gedeelte, te weten vanaf iets ten westen van Oosterwolde, is gekanaliseerd. Men spreekt dan ook veelal van het Tjongerkanaal. Dat deze kanalisatie voor een gedeelte nauw samenhangt met de Jongere dekzandafzetting, is, na hetgeen is medegedeeld over de Draait en de Boorne, niet te verwonderen. Temeer, omdat dit gedeelte van de Tjonger in het gebied ligt waar de Jongere dekzandafzetting zich het verst in zuidoostelijke richting heeft uitgebreid. Bovendien ligt de Tjonger in het overgangsgebied van het Jongere naar het Oudere dekzandlandschap. En, zoals reeds eerder gemeld, heeft ook juist hier de hoogste opstuiving plaatsgevonden. Dit zal dan ook wel de reden zijn dat de Tjonger zich zo moeilijk heeft kunnen handhaven tijdens de sedimentatie van het Jongere dekzand.

Het Tjongerdal snijdt ten zuiden van de lijn Jubbega-Hoornsterzwaag en ten noorden van de lijn Oldeberkoop-Makkinga het Jongere dekzandlandschap (zie fig. 6).

Aan het einde van de afzetting van het Jongere dekzand en natuurlijk ook daarna, heeft de loop van de Tjonger hier nog de grootste moeite gehad zich te handhaven. De afvoer van het water uit het achterland was aangewezen

Fig. 5. Stagnatie bij de waterafvoer in het Boornedal ten oosten van de Poostweg
Fig. 5. Impeded drainage in the valley of the Boorne to the east of the road called Poostweg
Foto: A. Bokma

op een smal kronkelend stroompje. Zeer fraai is dit tegenwoordig nog te zien in het natuurreservaat 'Delleburen' (fig. 7).

Komen in het Oudere dekzandlandschap ter weerszijden van de rivierloop aanzienlijke gebieden met gleygronden voor, in het Jongere dekzandlandschap daarentegen zijn dit maar smalle stroken. Op vele plaatsen zijn hoog opgestoven stuifduinen van Jonger dekzand tot vlak aan de rivierloop aanwezig geweest. Door afgraving zijn deze nu grotendeels verdwenen.

In figuur 6 is ten slotte nog een reconstructie gegeven van het gebied met gleygronden indien er geen Jonger dekzand tot afzetting zou zijn gekomen. Op het ogenblik zijn ter plaatse humuspodzolen in het dekzand ontwikkeld.

Ook hier is de slechte invloed van de Jongere dekzandafzetting op de waterhuishouding groot geweest. Het graven van het Tjongerkanaal heeft hierin een grote verbetering gebracht. De afwatering van het achterland moet voordien wel zeer slecht zijn geweest, omdat er in het gedeelte dat opgevuld is met Jonger dekzand, geen behoorlijke afwateringsmogelijkheden meer aanwezig waren.

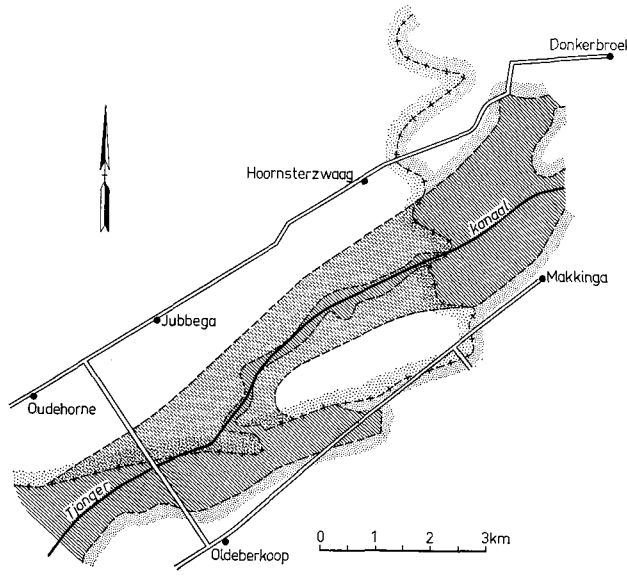


Fig. 6. Reconstructie van de Tjonger en van het gebied met gley- en veengronden in het Jongere dekzandlandschap
Fig. 6. Reconstruction of the Tjonger and of the distribution of gley and peat soils in the Younger cover sand areas

oost- en zuidgrens van het Jongere dekzandlandschap
eastern and southern boundary of the Younger cover sand landscape

Ouder dekzandlandschap
landscape of the Older cover sand

tegenwoordig gebied van gley- en veengronden van de Tjonger
present-day areas with gley and peat soils of the Tjonger

vermoedelijk Tjongerdal met gley- en veengronden vóór de afzetting van het Jongere dekzand
the valley of the Tjonger with gley and peat soils as it probably was previous to the sedimentation of the Younger cover sand

wegen/*roads*

d. De Eestroom [1])

Dat de Eestroom als laatste wordt besproken, en niet in de volgorde van voorkomen van noord naar zuid, heeft een bijzondere reden. Men kan namelijk in het huidige landschap van de Friese Wouden vrij redelijk een overeenkomst bespeuren tussen de Draait en de Boorne enerzijds en de Tjonger en de Linde anderzijds. (De Linde wordt niet besproken omdat deze rivier geheel buiten de invloedssfeer van het Jongere dekzand is gebleven.) Deze overeenkomst doelt niet alleen op de reeds eerder genoemde noordoost-zuidwest verlopende stroomrichting, maar ook op de onderlinge afstand tussen de rivierlopen [2]). Deze blijkt namelijk nagenoeg gelijk te zijn als gevolg van de hellingspositie der stroompjes [3]). Het merkwaardige is nu dat tussen de Boorne en de Tjonger de afstand tussen de rivierlopen ongeveer het dubbele bedraagt van die tussen de hierboven genoemde rivierlopen (zie fig. 3). Dit doet de vraag naar voren komen of tussen de Boorne en de Tjonger ook een rivierloop aanwezig is geweest waarmee de uniformiteit hersteld zou zijn. Hetgeen opvalt is, dat deze loop geheel moet liggen binnen het gebied van de Jongere dekzandafzettingen (fig. 8). Een reden temeer, na

[1]) Om verwarring te voorkomen met de huidige Ee, is het voormalige stroompje 'Eestroom' genoemd.
[2]) Gemeten loodrecht op de stroomrichting.
[3]) Vgl. een vulkaanhelling, waar de erosie op onderling gelijke afstanden geulen heeft doen ontstaan.

Fig. 7. De Tjonger als natuurlijke waterloop in het natuurreservaat 'Delleburen'
Fig. 7. The Tjonger as natural watercourse in the wildlife reserve 'Delleburen'
Foto: J. Cnossen, 1955

hetgeen bij de reeds besproken rivierlopen ter sprake is gebracht, te veronderstellen dat hier een oorspronkelijke rivierloop aanwezig is, die later geheel is dichtgestoven. Veenenbos (1954) poneerde, dat de invloed van het Jongere dekzand op het reliëf en de waterhuishouding duidelijk naar voren komt bij het vroegere bijna geheel opgevulde dal van de bovenloop van de Eestroom. Het is dan ook zeer aannemelijk, dat het begin van de bovenloop van de Eestroom niet zoals nu bij Gorredijk lag, maar verder oostwaarts, n.l. ten zuiden van Wijnjeterp. In fig. 6 wordt een beeld gegeven zoals de schrijvers zich het verloop van de oorspronkelijke rivierloop voorstellen. Bovendien is daarnaast schematisch aangegeven hoe groot het eventuele gebied met gleygronden zou zijn geweest, dat tot het stroomgebied van de Eestroom behoorde, indien er geen Jonger dekzand tot afzetting was gekomen. Tegenwoordig komen in het oude stroomdal plaatselijk nog gleygronden voor. Een meting op de kaart geeft als het midden tussen de Boorne en de Tjonger een lijn, die ongeveer samenvalt met de grens tussen de gemeenten Opsterland en Schoterland. Er zijn nu twee mogelijkheden:

1. dit samenvallen berust op een toevalligheid
2. we hebben hier te maken met een zéér oude grens.

De schrijvers achten de tweede mogelijkheid goed aanvaardbaar. In het voormalige brede dal van de Eestroom is na de opvulling met Jonger dekzand door latere klink of zetting der sedimenten nog iets van een dal overgebleven. Dit 'restdal' zal later weer een rol hebben gespeeld bij de waterafvoer van dit landschap, gezien de aanwezigheid van gleygronden. Na de

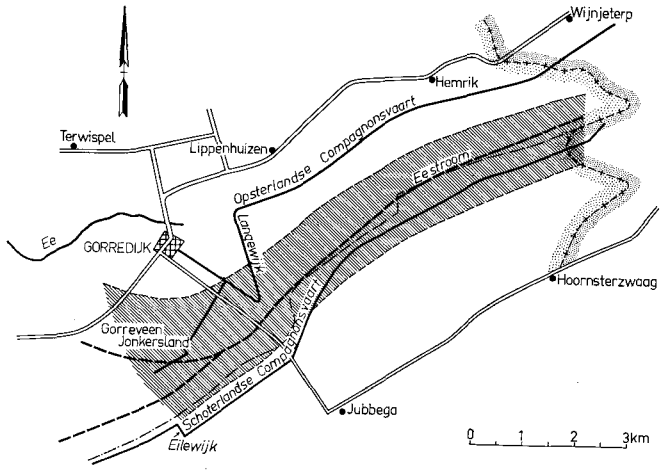


Fig. 8. Reconstructie van de bovenloop van de Eestroom
Fig. 8. Reconstruction of the upper reaches of the Eestroom

oostgrens van het Jongere dekzand
eastern boundary of the Younger cover sand

Ouder dekzandlandschap
landscape of the Older cover sand

vermoedelijke verbreiding van gley- en veengronden in het dal van de Eestroom vóór de afzetting van het Jongere dekzand
probable situation of areas with gley and peat soils in the valley of the Eestroom previous to the sedimentation of the Younger cover sand

reconstructie van de bedding van de Eestroom
reconstruction of the bed of the Eestroom

gemeentegrens tussen Schoterland en Opsterland
boundary between the municipalities of Schoterland and Opsterland

vaarten en kanalen/*canals*

wegen/*roads*

occupatie van dit gebied ligt het voor de hand, dat men vanuit het noorden (Lippenhuizen en Hemrik) maar ook vanuit het zuiden (Hoornsterzwaag) met de verkaveling tot aan dit stroompje is gegaan. Het was dus waarschijnlijk de dorpsgrens. Het gebruik van een natuurlijke waterloop als dorpsgrens was vroeger vrij algemeen. Door de latere veengroei is deze grens wel enigszins vervaagd. Bij de instelling der gemeentegrenzen heeft men deze dorpsgrens gehandhaafd. Het belang van deze grens kwam bij de vervening ook duidelijk naar voren. Vele processen zijn gevoerd om rechten te kunnen laten gelden op de oude dorspgrenzen. Ook de Opsterlandse en de Schoterlandse Compagnons bleven met hun werkterrein gescheiden door de oude dorpsgrenzen. Op grond van het bovenstaande menen wij te mogen concluderen, dat de voormalige Eestroom vanaf de hogere keileemgronden ten zuiden van Wijnjeterp globaal wordt aangegeven door de gemeentegrens tussen Opsterland en Schoterland. Hij liep ten zuiden van Gorredijk langs, om daarna in noordwestelijke richting om te buigen[1]). Het voormalige Gorreveen, het Driefveen en het huidige Jonkersland zouden in deze bocht van het stroomdal hebben gelegen.

Het Nammekundich Wurkforbàn van de Fryske Akademy geeft in de beschrijving der toponiemen van het Boven Boornegebied (1961) voor het woord Gorre de volgende uitleg: 'gorre = goor = gore = nat, moerassig'. Het is dus mogelijk dat in de naam 'Gorre' nog iets van de oude Eestroom bewaard is gebleven. Dat de typisch gebogen vorm van de oost-west verlopende wegen ten westen van Gorredijk gebonden is aan de door de Eestroom beïnvloede morfologie van de ondergrond, lijkt ons niet uitgesloten.

[1]) Het lijkt ons zeer wel mogelijk, dat in een vroeger stadium de Eestroom in zuidwestelijke richting heeft gestroomd (zie ook het artikel van Cnossen en Zandstra elders in dit nummer).

Het thans nog bestaande stroompje, de Ee, ten noordwesten van Gorredijk is ontstaan als afvoerstroompje van overtollig water uit het grote oostelijk gelegen veencomplex en heeft als zodanig met de 'oude' Eestroom weinig gemeen.

VEENVORMING

Over de eigenlijke veengroei van het gebied is door andere auteurs [1]) reeds uitvoerig geschreven. In dit hoofdstuk zal worden getracht een beschrijving te geven van de gevolgen van de afzetting van Jonger dekzand op het landschap in verband met de veenvorming.

Reeds ver voor de afzetting van Jonger dekzand was er veenvorming. Niet alleen in de rivierdalen, maar ook in depressies van het hoger gelegen keileemlandschap. Enkele perioden waarin de laatglaciale veengroei zijn hoogtepunt bereikte, zijn de Allerød en Jonge Dryastijd. Door Maarleveld en Van den Toorn (1955) en Cnossen (1961) zijn beide perioden op verschillende plaatsen in één veenpakket aangetroffen. Waar deze veengroei had plaatsgevonden en later ook Jonger dekzand werd afgezet, vindt men nu een door dit zand afgedekt 10 à 15 cm dik veenlaagje het z.g. 'Hotteveen', voornamelijk bestaande uit Hypnaceeën.

Na de afzetting van Jonger dekzand werd het klimaat geleidelijk gunstiger. De hoeveelheid neerslag nam toe, waardoor tevens de waterafvoer groter werd. Nu hebben we in het vorige hoofdstuk gezien, dat door afsnoering en verstopping van de rivierdalen met Jonger dekzand de waterafvoer naar en via de rivierdalen in westelijke richting sterk werd belemmerd. Het gevolg was dan ook, dat ten oosten van de Jongere dekzandgordel de gronden steeds natter werden en daardoor steeds gunstiger voor veenvorming. Ter weerszijden van de beekdalen ging de veengroei, die in de diepere depressies (dobben) reeds in het Laatglaciaal een aanvang nam, door en breidde zich over steeds groter wordende gebieden uit. In het gebied van het geheel dichtgestoven dal van de Eestroom waren door de gestoorde afvoer de omstandigheden gunstig voor veenvorming. Door deze veenvorming werd de ontwatering nog meer belemmerd, waardoor het veen zich over steeds grotere gebieden kon uitbreiden.

Om de verdere beschrijving van de veenvorming goed tot haar recht te kunnen laten komen, moeten we een duidelijk onderscheid aanbrengen tussen de volgende rivierdalen:

a. die van de Boorne en de Tjonger

b. die van de Draait en de Eestroom.

Ten oosten van de Jongere dekzandgordel zette zich de veenvorming in de onder a genoemde rivierdalen nog voort tot in het Atlanticum en brak toen, om tot nu toe nog niet opgehelderde reden, abrupt af (o.a. Nossin, 1961). Dit in tegenstelling tot de onder b genoemde stroomdalen, waar de veengroei zich ook na het Atlanticum rustig voortzette.

Het lijkt ons voor de hand te liggen, dat de dalen van de Boorne en de Tjonger een mogelijkheid tot waterafvoer hebben behouden; dit in tegenstelling tot die van de Draait en van de Eestroom. Dit zal de dalen van de Boorne en de Tjonger beter toegankelijk hebben gemaakt. Hierdoor was men in staat deze dalen eerder in cultuur te nemen, waardoor de groei van

[1]) Veenenbos, 1954; Cnossen, 1961.

het veen werd belemmerd. Deze occupatie zou verband kunnen houden met een sterke toename van de mesolitische bewoning aan het einde van het Atlanticum of het begin van het Subboreaal in dit gebied (Siebenga, 1955).

Nog meer oostelijk van de Jongere dekzandgordel was, als gevolg van de gereduceerde afwatering benedenstrooms, in de bovenlopen van het Koningsdiep en de Tjonger de waterhuishouding echter ook dusdanig verslechterd dat de veengroei zich hier na het Atlanticum onbelemmerd kon handhaven. Steeds groter wordende gebieden raakten ermee bedekt. In eerste instantie ontwikkelde zich in de rivierloop met zijn zijgeultjes een zeggeachtig broekveen. Door het afnemen van de voedselrijkdom van het milieu kwam het mosveen tot ontwikkeling. Dit groeide uit tot grote hoogveengebieden. Voorbeelden hiervan zijn de, inmiddels afgegraven, veengebieden rondom de Wilp, Bakkeveen en Zevenhuizen (prov. Groningen) in de bovenloop van het Koningsdiep en de gebieden rondom Haulerwijk en een gedeelte van Veenhuizen in de bovenloop van de Tjonger.

Bij de onder b genoemde stroomgebieden verliep de veenvorming bij de Draait op een iets andere manier dan die bij de Eestroom. Ten gevolge van de afsnoering door het Jongere dekzand werd de waterafvoer van de Draait zo slecht, dat ten slotte het gehele dal door veenvorming verlandde. Dit had tot gevolg dat ter weerszijden van het dal de afwatering van de hogere gronden ook een verslechtering onderging en dat hier eveneens veengroei kon ontstaan. In dit voedselarme milieu ontwikkelde zich mosveen. We kunnen dan ook aannemen, dat ten slotte vanuit de oorspronkelijke Draaitloop het gebied tussen de denkbeeldig getrokken lijnen van de dorpen Ureterp-Selmien-Olterterp aan de zuidzijde en de Groningse grens-Drachten aan de noordzijde vrijwel geheel met veen bedekt raakte. Hieruit is het, inmiddels afgegraven, hoogveengebied Ureterp-Vallaat-Ureterp aan de Vaart ontstaan. Het hoogveengebied van Drachten-Drachtster Compagnie-Rottevalle moet worden beschouwd als te zijn ontstaan door een verlanding van de bovenloop van de Draait, de Burmaniasloot en andere stroompjes. De Burmaniasloot is een stroompje dat, evenals de Draait, in de Smalle Ee afwatert. Het moet tevens niet onwaarschijnlijk worden geacht dat ook het grote meerbodemgebied ten noorden van Drachten (Nijtap-Oudega) zijn ontstaan te danken heeft aan de ten westen hiervan gelegen Jongere dekzandgordel.

De veenvorming in het geheel dichtgestoven dal van de Eestroom begon in de laagste gedeelten. Ten gevolge hiervan is in het oude dal slechts plaatselijk zeggeachtig broekveen ontstaan. De milieu-omstandigheden waren waarschijnlijk zeer spoedig reeds zo arm, dat slechts mosveen tot ontwikkeling kon komen. Dit gaf ten slotte aanleiding tot het ontstaan van één groot hoogveengebied, namelijk het gebied tussen Gorredijk-Lippenhuizen-Hemrik-Wijnjeterp enerzijds en Jubbega-Hoornsterzwaag anderzijds.

We hopen door bovenstaand betoog een indruk te hebben gegeven van de invloed van de afzetting van het Jongere dekzand op de vorming van de hoogvenen. Hoewel de periode waarin het Jongere dekzand is afgezet in de geschiedenis zeer ver terug moet worden gezocht, heeft zij een dusdanige invloed op de waterhuishouding gehad, dat de gevolgen hiervan ettelijke duizenden jaren later nog duidelijk aan de grote complexen hoogveen waarneembaar zijn.

DE VEENKOLONIËN

a. Algemeen

We mogen gerust aannemen dat behalve hout ook veen in de Friese Wouden steeds een belangrijk aandeel heeft gehad in de brandstofvoorziening. Gezien de geringe bevolkingsdichtheid in verhouding tot de uitgestrektheid van de veengebieden, gaf dit geen moeilijkheden. Men beschikte zelf veelal over 'rauw' veen als onderdeel van het bedrijf vanwege het 'opstrekkende' karakter der kavels. Had men geen veen in eigendom, dan zal er genoeg 'niemandsland' geweest zijn om turf te winnen. Winsemius (1622) vermeldt, dat de 'Woltluijden' in het begin der dertiende eeuw reeds turf staken.

Door de bevolkingsaanwas, de grotere vraag naar brandstof o.a. door industrieën en het opraken van hout voor verwarmingsdoeleinden in het westen van Nederland, ontstond daar reeds vrij vroeg een turfwinning voor handelsdoeleinden. Langzamerhand werd men ook geïnteresseerd bij de produktiegebieden in het noorden en oosten van het land.

In Friesland was de turf, na het ontstaan der steden, ook al tot een handelsprodukt geworden, zij het op beperkte schaal. Een grote uitbreiding hiervan werd verkregen toen de veengebieden in de Friese Wouden het westen van Nederland van brandstof gingen voorzien. De turfwinning werd ter hand genomen door het groot-kapitaal uit die dagen. Dit geschiedde in de vorm van N.V.'s die de naam droegen van Compagnies. Visser (1957) beschrijft deze N.V.'s als volgt: 'Consortia van aanzienlijke personen, die als kapitaalverstrekkers en ondernemers optreden'. Het begin ligt bij de oprichting van de Schoterlandse Compagnie in 1551. Later ontstonden de Opsterlandse en de Drachtster Compagnies. De Compagnies hadden tot doel de vervening van de hoogveengebieden in Friesland. Alle hieruit voortvloeiende kosten en baten waren voor gezamenlijke rekening.

De Drachtster Compagnons hadden reeds in 1649 de contracten om via de Langewijk en de Zuiderdwarsvaart door te dringen in het veengebied, dat ontstaan was in het dal van de Draait (fig. 4). De Schoterlandse Compagnie begon vanuit Heerenveen oostwaarts het veen aan te snijden. De later opgerichte Opsterlandse Compagnie begon vanuit Gorredijk (± 1630) eerst zuidwaarts te graven. Via een dwarsvaart werd tevens het Gorreveen afgeveend (fig. 8). Inmiddels was nog een Compagnie opgericht, die reeds een veenstrook tussen Jubbega en Hemrik in eigendom had verkregen. De Schoterlandse Compagnons hadden in oostelijke richting geen florissant toekomstbeeld. Na eindeloos geharrewar en geprocedeer werd de nieuwe Compagnie opgenomen in de Schoterlandse Compagnie en werd een afbakening der te vervenen gebieden verkregen, waarbij de gemeentegrens tussen Opsterland en Schoterland als scheidingsgrens werd aangehouden. De Opsterlandse Compagnons zouden het gebied ten zuiden van Lippenhuizen-Wijnjeterp vervenen, de Schoterlandse Compagnons het gebied ten noorden van Jubbega-Hoornsterzwaag. Het resultaat van deze overeenkomst weerspiegelt zich nog duidelijk in de ligging der Compagnonsvaarten. De Opsterlandse Compagnonsvaart zou aanvankelijk vanaf Gorredijk zuidwaarts worden getrokken, maar buigt na Kortezwaag zeer scherp naar het noordoosten via de Langewijk en blijft in de gemeente Opsterland (fig. 8). De Schoterlandse Compagnonsvaart die oorspronkelijk gericht is geweest op het Gorreveen, buigt iets ten westen hiervan zéér scherp af naar het zuiden om via de Eilewijk vervolgens in oostelijke richting, maar steeds binnen de gemeentegrens van Schoterland, door te gaan (fig. 8).

Door het vaak moeilijk verkrijgen van en het procederen om de eigendomsrechten voor het graven der Compagnonsvaart stagneerde de vervening der Schoterlandse Compagnie lange tijd. De werkzaamheden der Opsterlandse Compagnons daarentegen hadden een vlot verloop. Hepkema (z.j.) beschrijft een procedure uit 1732, waarbij door de Staten van Friesland aan 'de gesamentlike Compagnons van Decama-, Cuick- en Foeitsvenen' octrooi wordt verleend om hun vaart door de 'rauwe' en 'steriele' venen, toebehorende aan andere personen, te mogen graven. Hiermee wordt dus aan de Compagnons een soort concessie verleend met daarbij de mogelijkheid van onteigening.

Het wil ons voorkomen, dat het kiezen van de gemeentegrens als scheidingslijn tussen de werkterreinen der beide Compagnies ook verband houdt met de privé belangen die vele gemeentelijke autoriteiten bij de Compagnies hadden.

De Compagnons verkregen het hoogveen in de eerste plaats uit privé bezit. Dit was al een aanzienlijke oppervlakte, daar reeds vóór de stichting der Compagnies veel veen was aangekocht (Van der Molen, 1958). In de tweede plaats door gezamenlijke aankoop der Compagnons, waarbij men of alleen de klijn (veen) kocht of zowel de klijn als de ondergrond.

b. De vervening

Bij de beschrijving van het ontstaan der venen is naar voren gekomen, dat een overmaat aan water gunstig was voor de ontwikkeling van een veenpakket. Dit natte milieu is echter nadelig voor de vervener. Het is zelfs noodzakelijk waterbeheersing toe te passen.

Bij de oudste 'boerenverveningen' heeft men getracht de wateroverlast te verminderen door het opwerpen van dijkjes op het veen. Hierdoor kreeg men een iets drogere strook hoogveen, wat gemakkelijk was bij de turfbereiding. En verder moest deze 'leidijk' [1]) (Van der Molen, 1958) de afgegraven en de pas ontgonnen dalgronden beschermen tegen het van het hoogveen afstromende water.

Ook de Compagnons zagen zich geplaatst voor het probleem van de waterbeheersing. Daar ze echter toch vaarten nodig hadden voor het transport van de turf konden deze kanalen tevens dienen voor de waterafvoer. Eerst werden de Compagnonsvaarten gegraven en meestal loodrecht hierop de wijken. Door in oostelijke richting te werken, kon men gebruik maken van de natuurlijke afstroming van het water als gevolg van de oost-westhelling der Friese Wouden.

Het aansnijden ging als volgt. Vooraf werd een sleuf uitgeveend tot op het zand, ter breedte van de toekomstige vaart en de links en rechts te deponeren wijkswallen (zanddepots afkomstig uit het kanaal). Volgens Van der Molen (1958) blijkt uit een oude koopakte dat deze wallen twee roeden breed waren. Door middel van deze sleuf en door een stelsel van begreppeling kon de ontwatering beginnen. Door het nog lagere waterpeil in de vaarten werd een afstroming van overtollig water bevorderd (fig. 9). Hetzelfde principe werd toegepast bij de wijken.

De afstand tussen twee wijken werd bepaald door de meest economische krui-afstand. Immers, de turf werd per kruiwagen naar de schepen gereden.

[1]) Met Veenenbos (1954) zijn wij van mening dat de bevolking tevens leidijken heeft opgeworpen om de oude cultuurgronden tegen het zure water uit het opgroeiende veen te beschermen.

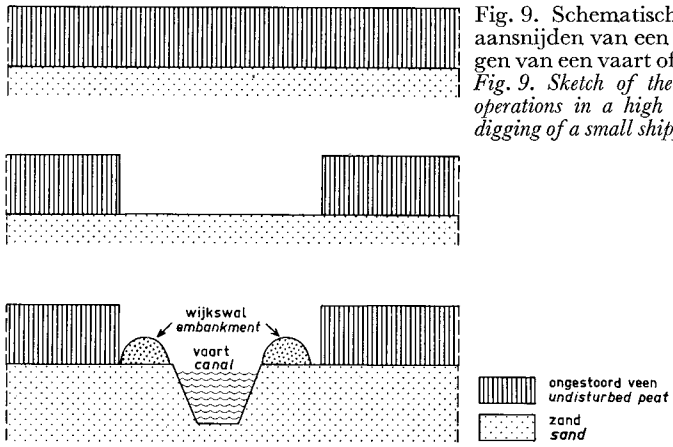


Fig. 9. Schematische voorstelling van het aansnijden van een hoogveen en het aanleggen van een vaart of wijk
Fig. 9. Sketch of the beginning of peat-cutting operations in a high moor peat with subsequent digging of a small shipping canal

Een te grote krui-afstand maakte het transport te duur, een te nauw wijkenstelsel zou de ontsluitingskosten te hoog doen stijgen. Opmerkelijk is, dat er weinig 'rest'-veen is overgebleven, dit in tegenstelling met bijv. Drente.

We nemen aan, dat met het graven van de vaarten en wijken tijdens de vervening de van origine aanwezige afwateringspatronen werden benut. Hierdoor kon men een goede drooglegging bewerkstelligen. Tevens zal de kwaliteit van het veen een rol hebben gespeeld. Ook werd op het zetveld later weer turf gewonnen door de arbeidersbevolking (Cnossen, 1961). Het onderhoud van deze vaarten en wijken was voor de Heren Compagnons. Ze mochten hiervoor verschillende 'gelden' heffen o.a. brug-, hond- en grondgelden.

Treffend is de 'necrologie' van Compagnons en veenbazen welke bewaard is gebleven in de naamgeving der vaarten, wijken en soms buurtschappen. We noemen Jan Dirkswijk, Willen Anneswijk, Heer Andringa's wijk, Jonkersland, Van Engelenvaart en Heerenveen. Enigszins vreemd doet het aan, dat ten oosten van Jubbega aan de Schoterlandse Compagnonsvaart de wijken genummerd zijn van 1 t/m 23. Van Heerenveen af tot Jubbega dragen de wijken echter wel veelvuldig een naam. Hier is waarschijnlijk nog een relict aanwezig van de moeilijkheden waarmee de Schoterlandse Compagnons te kampen hebben gehad voor ze Jubbega bereikten (zie ook pag. 58, proces uit 1732).

Het wil ons voorkomen, dat men in de naamgeving der wijken twee perioden in de vervening kan herkennen. Vóór ca. 1800 werd aan de wijken de naam van een persoon gegeven, na 1800 was dit niet meer het geval. Een reden hiervoor kan zijn, dat na ca. 1800 de Compagnons niet meer zelf lieten vervenen, maar het rauwveen verkochten, dat dan door derden werd verveend. Daar de venen rondom Appelscha, Haulerwijk en Fochteloo eerst na 1800 zijn verveend en de wijken daar geen persoonsnaam dragen, mogen we wel aannemen, dat de vervening ten noorden van Jubbega en Hoornsterzwaag ook eerst na ca. 1800 goed op gang kwam en daardoor ook met naamloze wijken de geschiedenis is ingegaan.

c. De ontginning

Het laat zich gemakkelijk begrijpen, dat de vervening van de grote impro-

duktieve veengebieden geruime tijd een bron van welvaart is geweest. Voor de vervening immers was een grote hoeveelheid werkvolk nodig en er ontstond een druk scheepvaartverkeer. Langs de vaarten ontstonden de z.g. veenkoloniën.

Eerst bestond de bewoning merendeels uit arbeiders en schippers, doch weldra vestigden zich ook boeren in deze nieuwe dorpen, die de afgeveende ondergronden in cultuur brachten. Heeft men na de vervening de ondergronden direct in cultuur gebracht of heeft men pas later 'ontdekt' dat deze ondergronden waarde hadden? Het blijkt, dat men over het algemeen vrij vlug na de vervening de ondergronden in cultuur bracht. Immers, de plaatselijke bevolking beschermde reeds eeuwen zijn 'leien' (in cultuur gebrachte ondergronden) met behulp van leidijken tegen het veenwater. Van der Molen (1958) noemt verschillende voorbeelden, waarbij de leien toegemaakt en bezaaid waren. In de zeventiende eeuw wordt bij Surhuisterveen reeds gewag gemaakt van mestvaren naar te ontginnen ondergronden en sprak men van 'toegemaakte' en 'niet toegemaakte' venen. De vervening was daar tevens nog in volle gang (mededeling S. J. van der Molen). Op de kaart van Schotanus à Sterringa (1718) staan de afgeveende gebieden ten oosten van Heerenveen als 'Nije Landen' aangegeven.

Ook wordt bij de omschrijving van 'morgengeld', een soort vaartbelasting, meegedeeld dat dit moet worden geheven van weiland, bouwland en veenland (al dan niet vergraven) (mededeling S. J. van der Molen). Hepkema (z.j.) vermeldt bij zijn beschrijving van een proces van de Schoterlandse Compagnons tegen niet tot verkoop bereid zijnde grondeigenaren in 1732: 'Dat de Staten van Friesland onder meer besluiten, dat de grondeigenaren naast het recht om voor *f* 175,— vrijkoop de turf uit hun eigen veen gegraven uit te voeren door de supplianten (de Compagnons) vaarten, bruggen, sluizen en verlaten, en wederom in te voeren 'dong', 'vuilnis' en andere stoffen tot cultivering der ondergronden.' Omtrent de aard van de bovengenoemde 'meststoffen' geven Spahr van der Hoek en Postma in de Geschiedenis van de Friese Landbouw (1952) een nadere toelichting, wanneer zij Knoop (1763) als volgt citeren: 'Edoch men bedient zich daar (= in de Wouden) veel van Bagger, die uit de Graghten en Vaarten in en bij de Steden of elders gebaggert wordt, alsmede van Asch en allerleij Vuilnis, die men insgelijks in de Steden vergadert; welke dingen de schuitevaarders gretig kopen en naar de Wouden voeren'. Ook komt in achttiende-eeuwse pachtcontracten nogal eens de bepaling voor, dat de huurder verplicht wordt 'Tien vraghten Leeuwarder leickaarde of vuilnis aan te voeren' (leicken = baggeren). We kunnen dus gevoeglijk aannemen, dat de ontginning der ondergronden vrijwel steeds direct is aangepakt. Deze bekendheid met de waarde der ondergronden zal ook de oorzaak geweest zijn dat in 1652 Johannes Crack in zijn testament ervoor waarschuwt alleen de klijn (= veen) te verkopen en *niet* de ondergrond (mededeling S. J. van der Molen), ja, dat zelfs de bemesting met dong en vuilnis en andere stoffen in 1732 reeds zodanig algemeen was, dat een vrije transportmogelijkheid contractueel werd vastgelegd.

De gang van zaken bij het in cultuur nemen kunnen we ons als volgt voorstellen. Nadat de laatste turf was afgevoerd, ging men het restveen egaliseren. De in zwang zijnde boekweitcultuur met het branden in het voorjaar schijnt ook op het restveen bedreven te zijn. In hoeverre dit, naast het maken van turf door de arbeidersbevolking, een rol heeft gespeeld bij het verkleinen

Fig. 10. Storend veenlaagje als restant van het afgegraven hoogveenpakket onder het veenontginningsdek in de omgeving van Drachten
Fig. 10. Thin peat layer, interfering with drainage and root penetration, left on the sand subsoil due to incomplete cutting of the high moor peat and subsequently covered with sand and town refuse when reclaimed; near Drachten

Foto: J. Cnossen, 1964

van de voorraad restveen, blijft een open vraag. Een belangrijk punt van de ontginning was de bezanding. Het als wijkswallen gedeponeerde materiaal uit de vaarten en wijken was hiervoor uitermate geschikt. Daar dit materiaal meestal wel gemengd was met keileem en/of lemig Ouder dekzand, is er over het algemeen een lemige bovengrond ontstaan.

Kenmerkend voor de veenontginningsgronden is, dat het onderliggende podzolprofiel in de zandondergrond overwegend ongestoord is gebleven. Het 30 à 40 cm dikke cultuurdek is vrij homogeen. De erin voorkomende baksteenresten kunnen gemakkelijk afkomstig zijn van de bemestingen, die als 'vuilnis' of iets dergelijks zijn toegediend. Wel lijkt het aannemelijk, dat deze gronden kortere of langere tijd als bouwland in gebruik zijn geweest, waardoor een betere menging is ontstaan. Door de grondbewerking is mogelijk veen in de bouwvoor opgenomen. Waar een meer of minder dikke veenlaag is achtergebleven, ondervindt de landbouw in veel gevallen hiervan hinder. De plaatselijke benamingen zijn 'bitter' of 'koffiedik' al naar gelang het voorkomen en de eigenschappen ervan. Opmerkelijk is, dat in het gebied tussen Heerenveen en Gorredijk veel veenontginningsgronden gekenmerkt zijn door een veentussenlaagje. Vermoedelijk hebben hogere waterstanden hier een 'schoon' vervenen belemmerd.

Het ontginnen van de afgeveende gronden gaf de mogelijkheid tot vestiging van een boerenstand. In de beschrijving van de geschiedenis van de gemeente Opsterland meldt Van der Molen, dat de bewoning langs de vaarten begon met arbeiders en schippers, die weldra werden gevolgd door boeren, die op de in cultuur gebrachte dalgronden bedrijven stichtten. Hiermee wordt dus de opkomst der veenkoloniën in de Friese Wouden reeds beschreven. Als voorbeelden van veenkoloniën, d.w.z. woonkernen ontstaan als gevolg van de verveningen, kunnen we noemen: Heerenveen, Gorredijk,

Jubbega Derde Sluis, Ureterp aan de Vaart, Drachtster Compagnie, Haulerwijk, Bakkeveen.

Nu rijst de vraag hoe de boeren aan land kwamen om bedrijven te stichten, aangezien de Friese Wouden reeds een verkaveling hadden. Deze verkaveling behoorde bij de oude vestigingen ('plaatsen') langs de wegen en ging vandaar tot aan een riviertje, dorps- of gemeentegrens. Dit patroon werd bij de vervening verbroken door de verkoop van het veen met de ondergrond aan de Compagnons en doordat de Compagnonsvaarten de kavels in twee stukken sneden. Het verst verwijderde deel leende zich door exploitatiemoeilijkheden gemakkelijk tot overdracht.

Zo zien we dan in de voormalige hoogveengebieden de vestiging van nieuwe, welvarende landbouwcentra langs de vaarten en wijken. Opmerkelijk is, dat in die gebieden waar de vervening een vlot verloop heeft gehad, dit resulteerde in een florissante ontwikkeling van de jonge veenkolonie (n.l. weinig of géén kleinbedrijf). Waar echter de vervening gestagneerd is geweest, heeft dit de ontwikkeling van de streek ook tegengehouden. Wij noemen hier de streek Jubbega-Schurega. Door de stagnatie in de vervening ontstond werkloosheid en armoede bij de bevolking. De in deze omgeving gevormde veenkoloniën kenmerken zich later door een groot aantal kleine landbouwbedrijfjes, die bovendien erg verspreid liggen.

SAMENVATTING

De afzetting, na het Bølling-interstadiaal, van Jonger dekzand in de Friese Wouden had een grote invloed op het bestaande afwateringssysteem. Door afsnoering en verstopping van stroomdalen werden de omstandigheden ter plaatse voor veengroei sterk begunstigd. De aldus ontstane venen gaven aanleiding tot een uitgebreide vervening, waarvoor een stelsel van wijken en vaarten werd gegraven. Het oude verkavelingspatroon werd doorsneden, waardoor de mogelijkheid ontstond na de vervening nieuwe landbouwgebieden te stichten op de ontginningsgronden (Veenkoloniën). Wij menen hiermede de schakel te hebben gelegd tussen de afzetting van Jonger dekzand en de huidige veenkoloniën in een deel der Friese Wouden.

februari 1963

SUMMARY

The sedimentation of Younger cover sand, after the Bølling interstadial, in the region of the 'Friese Wouden' has had a great influence on the existing drainage pattern. The conditions favouring the growth of peat were greatly enhanced in that area by tying off and clogging up of river plains. The peat areas resulting have been cut over to a great extent. A network of main and branch canals had to be dug for this purpose. The existing pattern of parcelling was intersected, favouring the foundation of new agricultural areas on the peat reclamation soils left after the excavation of the peat (Peat Colonies). We suppose to have established a link between the sedimentation of the Younger cover sand and the present-day peat colonies in a part of the 'Friese Wouden'.

LITERATUUR

Booy, A. H., 1957: Het Drentse hoogveen, de dalgronden en hun toekomst. Boor en Spade *VIII*, 56–73.

Cnossen, J., 1961: De bodem van het Boven-Boornegebied. In: Boven-Boorngebied, Wâlderige nr. 9, 95–116, Drachten.

Cnossen, J. en W. Heijink, 1958: Enkele opmerkingen omtrent de bodemgesteldheid van de zandgronden in een deel van Noordoost-Friesland. Boor en Spade *IX*, 156–172.
Edelman, C. H. und G. C. Maarleveld, 1958: Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. Geologisches Jahrbuch *73*, 639–684.
Hammen, Th. van der, 1951: Late glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Leiden. Diss. Leiden. Tevens: Leidse Geol. Meded. dl. XVII, 71–183.
Hepkema, J., z.j.: Heeren Compagnons van Decama, Cuick en Foitsvenen en hunne Belastingplichtigen. Heerenveen.
Hoppe, G. en G. C. Maarleveld, 1957: Glaciale landschapsvormen in Noord-Zweden. T.K.N.A.G. *74*, 178–181.
Knoop, J. H., 1763: Tegenwoordige Staat of Historische Beschrijvinge van Friesland.
Maarleveld, G. C., 1960A: Wind directions and cover sands in the Netherlands. Biuletyn Peryglacjalny *8*, 49–58.
Maarleveld, G. C., 1960B: Glacial and periglacial landscape forms in the central and northern Netherlands. T.K.N.A.G. *77*, 298–304.
Maarleveld, G. C. en R. P. H. P. van der Schans, 1961: De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei. T.K.N.A.G. *78*, 22–34.
Maarleveld, G. C. en J. C. van den Toorn, 1955: Pseudo-sölle in Noord-Nederland. T.K.N.A.G. *72*, 344–360.
Molen, S. J. van der, 1958: Opsterlân. Skiednis fan in Wâldgritenij. Wâlderige nr. 7, Drachten.
Nammekundich Wurkforbân van de Fryske Akademy, 1961: De toponymie. In: Boven-Boorngebied, Wâlderige nr 9, 152–169. Drachten.
Nossin, J. J., 1961: De reliëfontwikkeling in Zuidoostelijk Friesland. In: Boven-Boorngebied, Wâlderige nr 9, 48–70. Drachten.
Siebenga, J., 1955: De praehistorie van het Boven-Boornegebied en omgeving (niet gepubliceerde, genotuleerde voordracht voor het Lânskipgenetysk Wurkforbân der Fryske Akademy op 28-1-1955 te Leeuwarden).
Spahr van der Hoek, J. J. en O. Postma, 1952: Geschiedenis van de Friese Landbouw. Leeuwarden.
Stichting voor Bodemkartering, 1961: Bodemkaart van Nederland; schaal 1:200 000, Bennekom.
Veenenbos, J. S., 1954: Het landschap van Zuidoostelijk Friesland en zijn ontstaan. Boor en Spade *VII*, 111–136.
Vink, A. P. A., 1949: Bijdrage tot de kennis van löss en dekzanden, in het bijzonder van de zuidoostelijke Veluwe. Wageningen. Diss. Wageningen.
Visser, J., 1957: Inventaris van het archief der Opsterlandse Veencompagnie. Leeuwarden.
Wee, M. W. ter, 1962: The Saalian glaciation in the Netherlands. Meded. Geol. Stichting, N.S. nr *15*, 57–76.
Winsemius, P., 1622: Chronique ofte historische geschiedenissen van Vrieslant, etc. Franeker.

T.K.N.A.G. = Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap

DE OUDSTE BOORNELOOP IN FRIESLAND EN VEEN UIT DE PAUDORFTIJD NABIJ HEERENVEEN

The oldest course of the Boorne in Friesland and peat of Paudorf age near Heerenveen

door/*by*

J. Cnossen[1]) **en/and J. G. Zandstra**[2])

1. INLEIDING

De ruilverkaveling van de Haskerveenpolder had tot gevolg, dat een groot aantal verse slootwanden en bouwputten tot stand kwam. Hierdoor was het mogelijk interessante geologische waarnemingen te verrichten. Zo bleken er in een bepaalde strook veel veen- en leemlaagjes in het pleistocene (Würm) pakket aanwezig te zijn, wat wijst op vochtige omstandigheden tijdens de vorming. Bovendien was, niet ver van deze lokatie verwijderd, zand van voor de komst van het landijs, in slootprofielen ontsloten.

Zowel uit de ten behoeve van de Geologische Dienst verrichte boringen in het kader van de kartering voor de nieuwe Geologische Kaart, schaal 1:50 000, als uit diverse terreinwaarnemingen door de medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering is veel wetenswaardigs verzameld, zodat werd besloten de gegevens te coördineren en op schrift te stellen.

De directe aanleiding tot het onderzoek was de unieke gelegenheid de pleistocene afzettingen in dit topografisch laag gelegen gebied in ontsluitingen te kunnen bestuderen.

Bovendien stelden de schrijvers zich ten doel het gebied te vergelijken met de door Veenenbos (1954) onderzochte, hoger gelegen Friese Wouden, een landschap, dat het onderhavige aan de oost- en de zuidkant begrenst.

Gaarne betuigen de schrijvers hun dank aan dr. L. A. AE. van Eerde voor de onder zijn leiding verrichte granulometrische analysen, aan dr. G. C. Maarleveld voor de bereidwilligheid hen met raad en daad terzijde te staan en aan mejuffrouw dr. B. Polak voor de interpretatie van de pollendiagrammen. Het Natuurkundig Laboratorium van de Universiteit te Groningen verrichtte de in dit artikel genoemde 14C-ouderdomsbepalingen.

2. LIGGING EN LANDSCHAP

Het gebied, voor zover dat hier ter sprake komt, is gelegen tussen Oldeboorn, Bakkeveen, Gorredijk en Sint-Nicolaasga (het gearceerde gedeelte van fig. 1, rechts; zie voorts de topografische kaart, schaal 1:25 000, bladen 11B, C, D, E en G en 16A); een deel van de Haskerveenpolder behoort hiertoe.

Het landschap is te beschouwen als het zuidelijke deel van het Lage Midden van Friesland; het gaat in het oosten en het zuiden over in het zandgebied der Friese Wouden. Het terrein is tamelijk vlak en heeft als flauwe culminaties de dekzandruggen. Duidelijke terreindepressies komen niet voor. De onder meer uit de Friese Wouden bekende dobben zijn hier zeldzaam. Ze zijn bovendien moeilijk vast te stellen, omdat ze met veen zijn opgevuld. De drie nabij Rottum gelegen dobben zijn tot dusverre de meest westelijk bekende; zij zijn gedeeltelijk uitgeveend.

De Haskerveenpolder, waarop het onderzoek werd geconcentreerd, ligt

[1]) Afdeling Friesland, Stichting voor Bodemkartering.
[2]) Karteringsdistrict Noord van de Geologische Dienst, Haarlem.

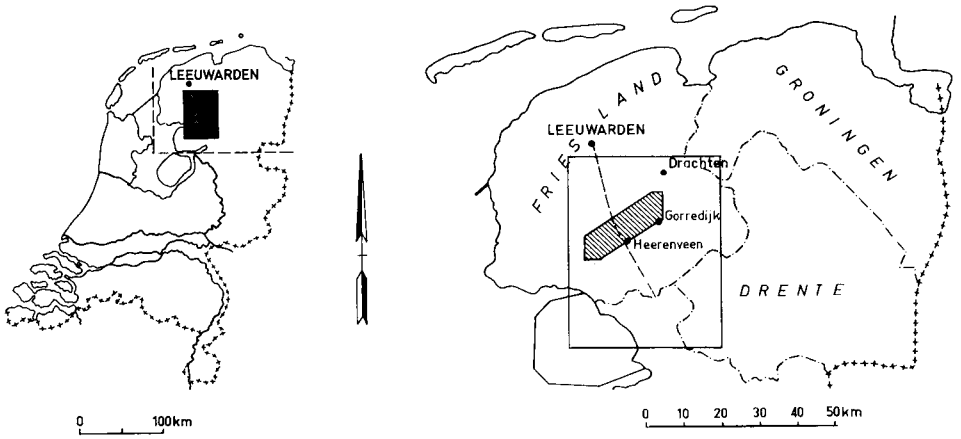


Fig. 1. De ligging van het besproken gebied / *Situation of the area under discussion*

tussen Heerenveen, Joure en Vegelinsoord (= Stobbega) in de gemeente Haskerland (zie de topografische kaart van Nederland, schaal 1:25 000, blad 11C-Joure).

In het algemeen ligt het oppervlak $\frac{1}{2}$ tot $1\frac{1}{2}$ meter beneden NAP; enige zandruggen reiken tot boven NAP. Eertijds was vrijwel het gehele terrein met oligotroof en enig eutroof veen bedekt. In de negentiende eeuw is dit grotendeels verveend.

3. DE GEOLOGISCHE OPBOUW VAN HET GEBIED

a. Afzettingen van vóór de landijsbedekking

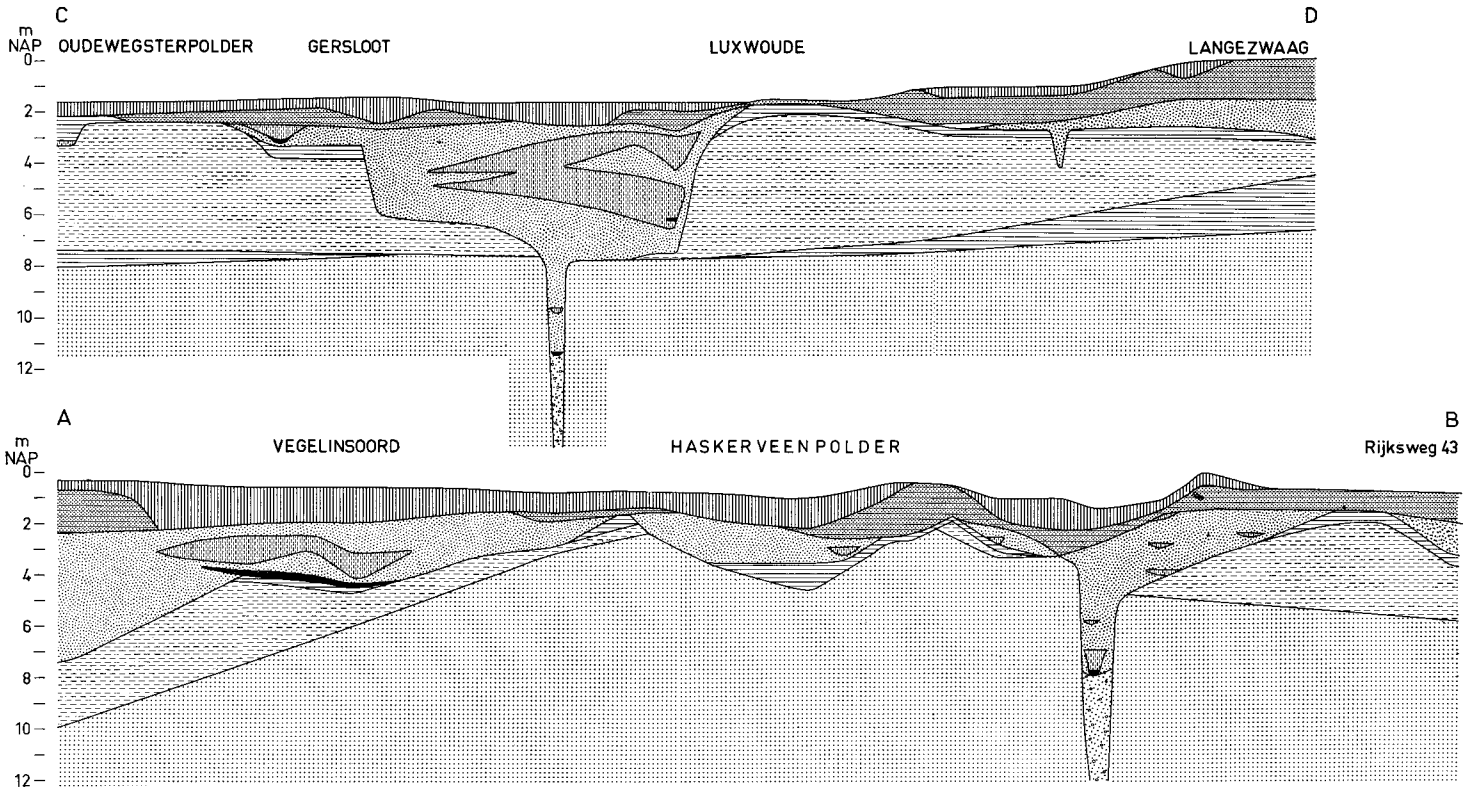
Vóór de komst van het landijs (de Risstijd) vormde het onderzochte deel van Friesland een betrekkelijk vlak gebied. Eerst onder normale fluviatiele, later ook fluvioperiglaciale en tenslotte eolische omstandigheden, sedimenteerde hier een vele meters dik pakket van fijn zand, dat met inbegrip van genoemde windafzettingen in navolging van Hol (1949) als het proglaciaal bekendheid heeft verkregen.

Buiten het onderzochte gebied is deze vorming niet altijd fijnzandig. Edelman en Maarleveld (1958) en Zonneveld (1959) onderzochten grof rivierzand met grind van lokaties in Drente en concludeerden met grove equivalenten van het proglaciaal te maken te hebben. De afzetting werd de Formatie van Emmen genoemd. Het grove proglaciaal komt ook in Gaasterland voor (Maarleveld, 1956; Zandstra, 1959).

Het fijne proglaciale zand bezit in Friesland echter een veel grotere verbreiding dan het grove.

In het onderzochte gebied varieert de diepteligging in het algemeen weinig (fig. 2). Zuidelijk van Vegelinsoord bevindt zich daarentegen een vrij grote rug met een richting van noordoost naar zuidwest. De helling naar het noorden bedraagt over twee kilometer $\pm$ 7 meter (fig. 3); de helling naar het zuiden is minder groot. Voorts is opmerkelijk, dat de kam van deze rug aanzienlijk hoger ligt dan in het normale beeld past. Deze hoge ligging kan twee oorzaken hebben.

In de eerste plaats de invloed van de wind, die korte tijd voor de komst van het landijs vat kon krijgen op het fijne zand van de droogvallende vlakten en



veen aan de oppervlakte
peat at the surface

dekzand
cover sand

fluviatiel (fluvioperiglaciaal) fijn zand
periglacial outwash: fine sand

fluviatiel (fluvioperiglaciaal) grof zand met grind
periglacial outwash: coarse sand with gravel

leem en gyttja
loam and gyttja

veenlaagjes
thin peat layers

fluvioglaciaal zand boven de keileem (= keizand) en onder de keileem
sandy glacial outwash over- and underlying the boulder clay

keileem
boulder clay

proglaciaal zand (Formatie van Emmen)
proglacial sand

Fig. 2 (bovenste profiel). Dwarsprofiel door het erosiedal van de Boorne N.O. van Heerenveen bij Luxwoude
Fig. 2 (upper profile). Cross section of the erosion valley of the Boorne N.E. of Heerenveen near Luxwoude
Fig. 3 (onderste profiel). Dwarsprofiel over de proglaciale rug en het erosiedal van de Boorne N.W. van Heerenveen bij Vegelinsoord
Fig. 3 (lowest profile). Cross section of the proglacial ridge and the erosion valley of the Boorne N.W. of Heerenveen near Vegelinsoord

Opmerking: Voor de ligging van de doorsneden zie fig. 4b/*Remark: The situation of the cross sections is indicated in fig. 4b*

daardoor ruggetjes kon doen opwaaien. Hiervoor pleit de opvallende gelijkenis met dekzand uit de Würmtijd. Verschillende onderzoekers was het eolische karakter van de bovenste lagen van het proglaciale zand reeds opgevallen (o.m. Vink, 1949; Veenenbos, 1954; De Ridder en Wiggers, 1956).

Als tweede oorzaak voor reliëfwijziging van het proglaciaal kan de landijsbedekking worden genoemd. Glaciale stuwing is in een vlak gebied van weinig betekenis; maar dit is geheel anders in de nabijheid van depressies, waar grote veranderingen kunnen optreden. Deze depressies, o.m. de resten van proglaciale afwateringsgeulen of van smeltwaterdalen, waarvan we het bestaan in het onderzochte gebied vermoeden, kunnen voldoende reliëf gehad hebben om ook hier glaciale stuwing mogelijk te maken. De gevolgen waren:

1. de dalen werden enigermate uitgediept
2. de randen van de dalen werden zijwaarts opgedrukt
3. zandruggen (oeverwallen, stuifruggen) werden opgestuwd.

De stuwing zal het patroon van ruggen en dalen scherper geaccentueerd en soms ook gewijzigd hebben.

Ook de hoge proglaciale rug bij Vegelinsoord (zie fig. 3) zal zijn hoogte wel merendeels aan glaciale stuwing danken, welke stuwing een aangrijpingspunt vond in een (smeltwater-?)dal (par. 4 en 5).

b. Afzettingen van tijdens de landijsbedekking

Op de Formatie van Emmen rust soms het fluvioglaciaal (zie fig. 2). Het is een smeltwaterafzetting van het landijs, die direct vóór het naderende ijsfront is gevormd (de z.g. 'vorgeschüttete Sande'). Deze smeltwaterafzetting is doorgaans van weinig belang.

De grondmorene, als keileem ontwikkeld, ontbreekt slechts zelden. Alleen boven proglaciale ruggen zoals bij Vegelinsoord en in het centrum van oude stroomdalen is het pakket geheel of gedeeltellijk door erosie verdwenen (fig. 2 en 3).

Bij afwezigheid van bovengenoemde smeltwaterafzettingen valt de basis samen met de top van het proglaciaal (fig. 2 en 3). De dikte van de keileem varieert sterk en loopt uiteen van 1 tot meer dan 10 meter; de dikte zal ook vooral bepaald zijn door de mate van stuwing tijdens de aangroeistadia van het landijs.

Een fraai voorbeeld van een hoog gelegen, dik pakket keileem komt voor bij Steenwijk, waar een tongbekken in het dal van het huidige Steenwijker Diep zou hebben gelegen. Het ijs in dit bekken zou het proglaciaal lateraal (Eeze, Havelterberg) en frontaal (hoogte bij Steenwijk) hebben gestuwd en er keileem hebben gedeponeerd zonder deze 'bergen' te hebben overreden (fase d, Ter Wee, 1962). De hoogte van de heuvels bedraagt 10 tot 20 meter + NAP (fig. 4a). Op en tegen het gestuwde proglaciaal komen daar keileemdikten voor van meer dan 10 meter.

Buiten het gebied van deze stuwmorenen vertoont de keileem een helling naar het WNW (fig. 4a). Een aanleiding om bij deze helling aan een tektonische storing te denken (Wensink, 1958) achten wij niet aanwezig.

Een meer gedetailleerd overzicht van de hoogteligging van de keileem in het door ons onderzochte gebied wordt in figuur 4b gegeven. In het algemeen ligt de top tussen 2 en 5 meter –NAP. Oostelijk van de spoorlijn Leeuwarden-Zwolle is het keileempatroon zeer grillig; een erosiedal in dit keileem-

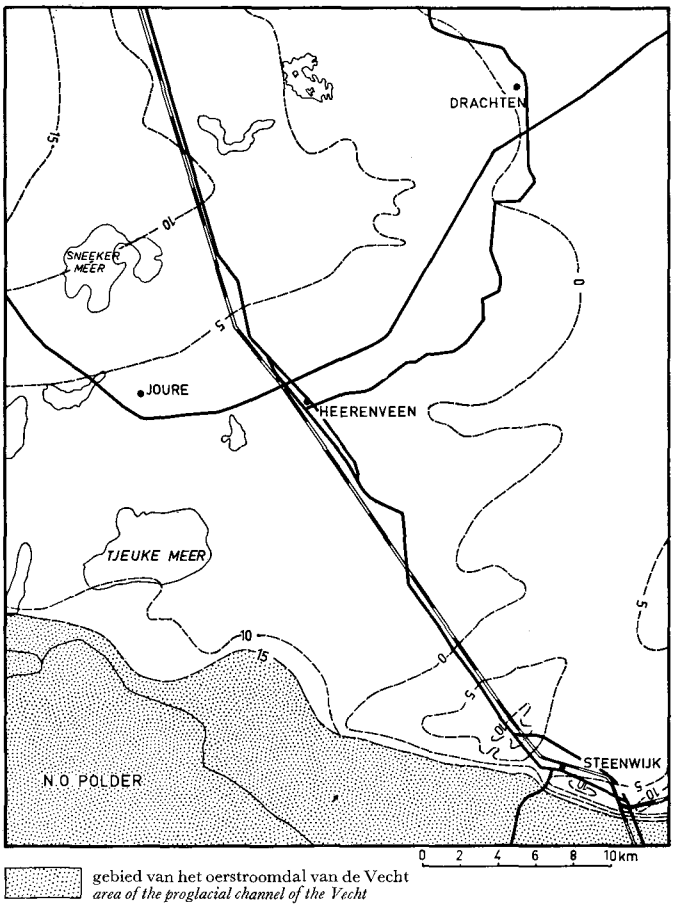


Fig. 4a.
Overzicht van de hoogteligging in meters t.o.v. NAP van de bovenkant van de keileem
Outline map of the height in metres above or below m.s.l. of the top of the boulder clay

gebied manifesteert zich duidelijk (zie par. 4 en 5 en fig. 2). De hoogste delen van het keileemoppervlak reiken tot ca. NAP.

Westelijk van de spoorlijn liggen twee keileemruggen:

a. van Vegelinsoord over Joure via Scharsterbrug in de richting van Sint-Nicolaasga.
b. de meer versnipperde rug van Oudehaske naar Oosterhaule.

Op beide ruggen reikt de keileem op de hoogste punten tot ca. NAP; tussen de ruggen herkennen we het verlengde van het bovengenoemde erosiedal. De ruggen en het tussenliggende dal zijn NO-ZW gericht (fig. 4b).

Tijdens de, voor dit gebied, jongste en daarmee laatste fase van landijsbedekking naderde het landijs vanuit het noordoosten (fase d, volgens Ter Wee, 1962). Er kunnen toen dalen zijn geweest waardoor en evenwijdig waaraan het ijs in dit gebied voortschoof. Smeltwaterstromen, in en voor het ijs uit en met name tijdens het afsmelten van het landijs, maakten mogelijk opnieuw gebruik van deze oudere dalen. Enkele van deze dalen bleven tot in recente tijd onveranderd functioneren, zoals die van de Tjonger en de Linde, die nog steeds overtollig water van het Drentse plateau in zuidwestelijke richting afvoeren (fig. 11). Enkele andere werden in de middenloop af-

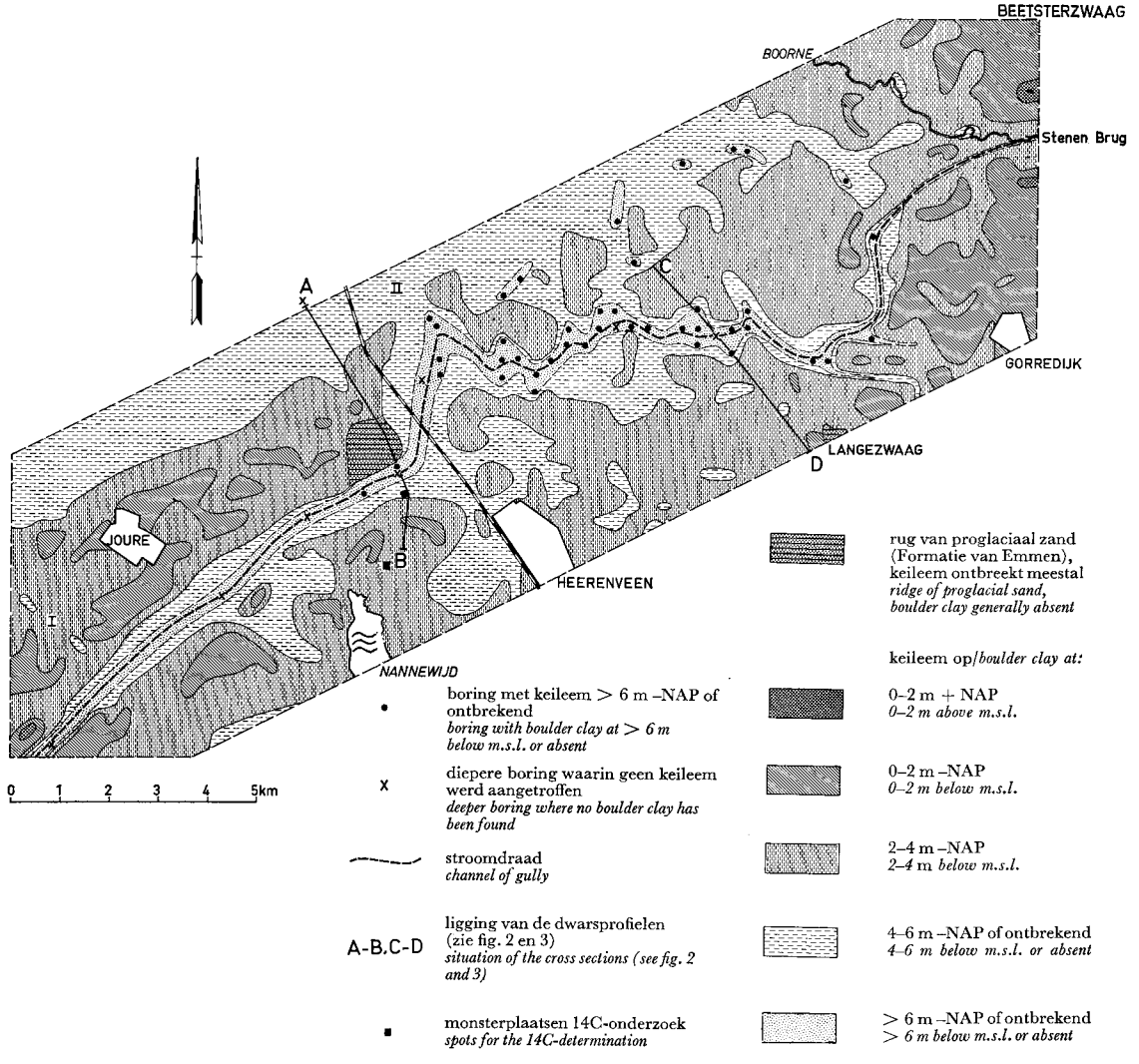


Fig. 4b. Detailkaart van de hoogteligging in meters t.o.v. NAP van de bovenkant van de keileem
Fig. 4b. Detailed map of the height in metres above or below m.s.l. of the top of the boulder clay

gesnoerd door inwaaiing van zand gedurende de Würmtijd; we noemen in dit verband de Draait, de Boorne, de Eestroom als een zijtak van de Boorne naar Jonkersland (zie ook Cnossen en Heijink, elders in dit nummer). Op deze dalafsnoeringen komen we in par. 4 en 5 nog terug.

c. Afzettingen van na de landijsbedekking tot het Paudorf-interstadiaal

Keizand. Keizand bestaat uit grof materiaal van de keileem, meer of minder verrijkt met dekzand uit de Würmtijd (Veenenbos, 1954). De basis voor de vorming werd in hoofdzaak gelegd door verwering van de keileem tijdens

het Eemien (Maarleveld, 1960). Daarna vond in de Würmtijd een sterke keileemerosie onder periglaciale omstandigheden plaats (niveo-fluviale vormingen, Edelman en Steur, 1951), waarbij vermenging met dekzand optrad.

Uit de ligging van het keizand (zie fig. 2 en 3) blijkt, dat deze afzetting minstens even oud moet zijn als de hierna te bespreken fluvioperiglaciale afzettingen. We menen dat keizand in hoofdzaak gedurende het koude en vochtige Pleniglaciaal A van de de Würmtijd gevormd zal zijn. Verder kan worden vermeld, dat keizand slecht is gesorteerd en dat het materiaal veelal ongelaagd is.

Fluvioperiglaciale afzettingen uit het Pleniglaciaal A. Vooral tijdens het Pleniglaciaal A van de Würmtijd werden eveneens in de Haskerveenpolder en omgeving onder omstandigheden met veel sneeuwsmeltwater de volgende sedimenten afgezet:

a. grof zand en grind (als opvulling van de diepe erosiedalen)
b. fijn zand met plantenresten (door watertransport)
c. humeuze leem en gyttja (in rustige bekkens)
d. veen (als verlandingsfase na de afzettingen onder c genoemd).

Op de hogere gronden van de Friese Wouden werden tijdens het Vroegglaciaal en het Pleniglaciaal A van de Würmtijd deze sedimenten nauwelijks of niet afgezet. Daar ontbreken deze lagen vrijwel geheel en beperkte de sedimentatie zich tot enige solifluctie (tabel 4).

d. Veen uit het Paudorf-interstadiaal

Organische vormingen uit de Würmtijd zijn in de vlakke lage delen van zuidelijk Friesland in het algemeen van geringe omvang. Door erosie zal bovendien veel veen verdwenen zijn; een bewijs daarvoor vormen de lagen veendetritus en de verspreide plantenresten in het zand, welke we terugvinden in de fluvioperiglaciale vormingen uit de Würmtijd.

Behalve erosie hebben ook kryoturbate omwerkingen grote wijzigingen aangebracht in de ligging van veen-, gyttja- en leemlagen. We konden constateren, dat gyttjalagen niet zelden tot een meter diep met de keileem zijn verkneed, terwijl het keizand soms boven veel jongere leem is geraakt. Ook veen is dikwijls sterk gekryoturbeerd; we vermoeden, dat in de lagere gebieden, zoals in het onderhavige alle veen-, gyttja- en leemlagen meer of minder intensief zijn verkneed (fig. 5a en 5b).

In de omgeving van het oorspronkelijke Boornedal, en bij verstopping ook in het dal zelf, moet de veengroei van grotere importantie zijn geweest.

In de Haskerveenpolder waren wij in de gelegenheid enkele profielen tot een diepte van ca. 4,50 m te bestuderen. Op de compacte door reductie blauw gekleurde keileem rust een laagje keizand. Hierop bevindt zich een zandpakket van fluviatiele oorsprong (het niveo-fluviatiel van Maarleveld en Van der Hammen, 1952). De gelaagdheid, de aanwezigheid van veen- en detritusbandjes en de grindkorrels wijzen hierop. Volgens laatstgenoemde auteurs zou dit typisch zijn voor het Pleniglaciaal A. In een zeer koud en vochtig klimaat kwamen toen niveo-fluviatiele en niveo-eolische afzettingen (d.w.z. met veel sneeuw) tot stand, zoals ook o.m. Edelman (1951) beschreef. Door dr. G. C. Maarleveld op afronding onderzochte zandmonsters geven zowel een eolische als ook een fluviatiele beïnvloeding van het sediment weer (zie tabel 1).

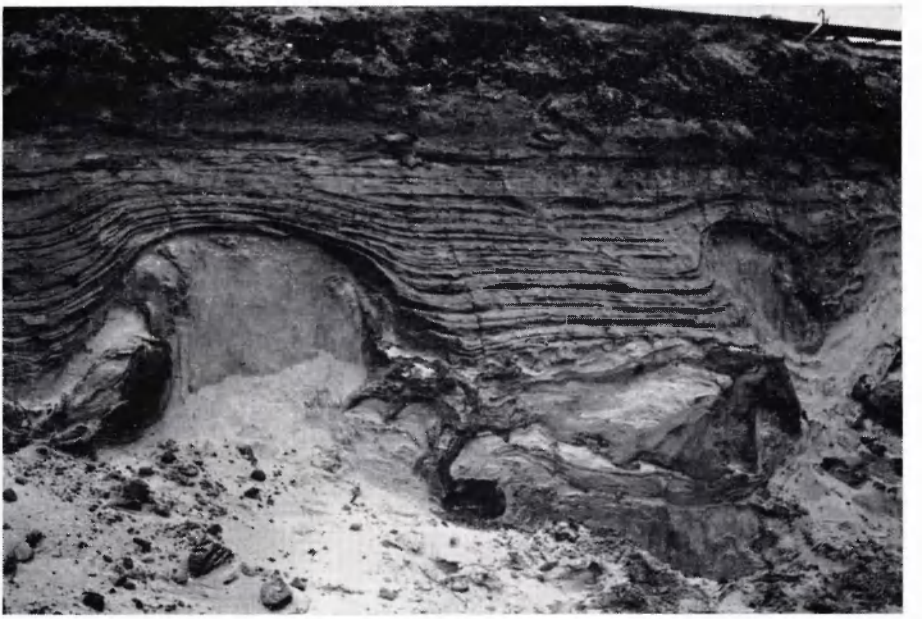


Fig. 5a en 5b.
Kryoturbatie in veen-, gyttja- en leemlagen in zuidelijk Friesland
In the southern part of Friesland layers of peat, gyttja and loam have strongly been kneaded together by congeliturbation

Foto's: M. W. ter Wee

TABEL 1. Afrondingsgraden van verschillende zanden in de Haskerveenpolder
TABLE 1. *Degree of rounding of different kinds of sand in the Haskerveenpolder*

Sedimenten *Sediments*	Afrondingsgraad in % / *Degree of rounding in %*			
	I	II	III	IV
Jonger dekzand *Younger cover sand*	—	14	73	13
Ouder dekzand *Older cover sand*	—	19	66	15
Niveo-fluviatiel zand (Plenigl. A) *Niveo-fluviatile sand (Plenigl. A)*	—	21	66	13
Niveo-fluviatiel zand (Plenigl. A) *Niveo-fluviatile sand (Plenigl. A)*	—	24	62	13

I = scherp hoekig; II = hoekig; III = matig rond; IV = rond
I = acute-angled; II = angular; III = moderately rounded; IV = round

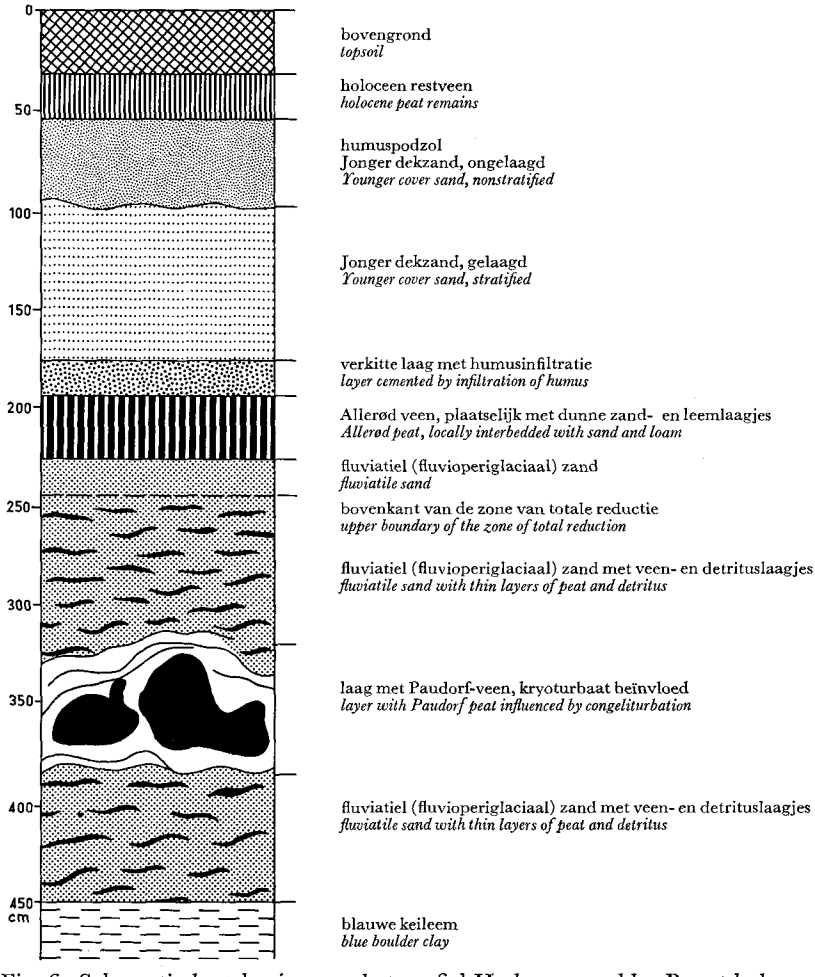


Fig. 6. Schematische tekening van het profiel Haskerveenpolder B met holoceen, Allerød- en Paudorf-veen
Fig. 6. Sketch of the profile Haskerveenpolder B with holocene, Allerød- and Paudorf peat

Op vorengenoemd niveo-fluviatiel zandpakket rust een veenlaag van ca. 50 cm, die sterk gekryoturbeerd is (fig. 6).

De absolute ouderdom van dit veen is na verwijdering van de humus, door middel van 14C-onderzoek bepaald op 30 300 ± 800 jaar (GRN 2269). Het blijkt dus dat deze veenlaag wat ouderdom en positie betreft past in het beeld dat Andersen, De Vries en Zagwijn (1960) geven van wat zij noemen het Paudorf-interstadiaal, dat zich ongeveer tussen Pleniglaciaal A en B (tabel 4) bevindt.

Zij geven als ouderdomsbepalingen voor humus uit het bemonsterde laagje 29 930 ± 300 jaar en voor het overblijvende organisch materiaal 31 700 ± 400 jaar (resp. GRO 2008 en GRO 2007). Hierbij wordt door hen opgemerkt, dat door de geringe hoeveelheid organische stof in de monsters de uitslagen met enige restricties worden gegeven.

In ons geval betrof het Hypnaceeënveen met een zeer geringe hoeveelheid zand. De mogelijkheden van 'verjonging' der veenlaag van boven worden door ons niet aanwezig geacht. Hiervoor kunnen we de volgende argumenten aanvoeren:

1. het zandpakket boven de veenlaag bevindt zich in de totaal gereduceerde zone en bevat geen wortelresten
2. er is in deze zandlaag géén infiltratie geconstateerd van organische deeltjes
3. ook de veenlaag ligt in de zone met totale reductie. Dit betekent, dat het veen zich eveneens buiten de invloedssfeer bevindt van de fluctuatiezone van het grondwater, waarmee organische delen naar beneden worden verplaatst
4. de veenlaag is zeer compact. De doorlatendheid is daardoor òf zeer gering of nihil
5. het monster werd gestoken uit de onderkant van het pakket veen.

Een onjuiste uitslag door bijmenging van ouder materiaal is evenmin onwaarschijnlijk:

1. slechts Hypnaceeënveen werd voor dit onderzoek verzameld
2. na pollenanalytische bewerking bleek, dat zich in het voor de 14C-bepaling verzonden materiaal uiterst weinig of geen jong-tertiaire bestanddelen bevinden.
3. de humus werd bovendien verwijderd.

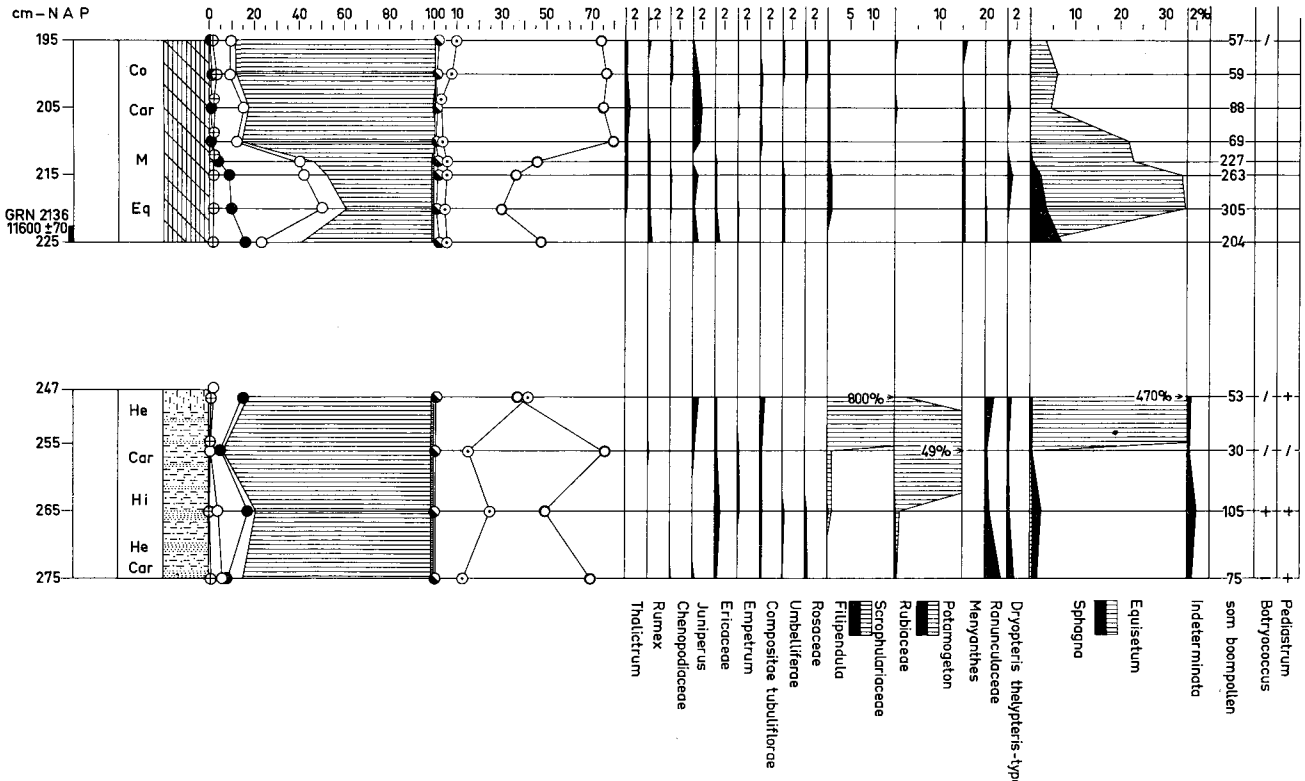
Het palynologische onderzoek had als resultaat, dat het humeuze zand onder de veenlaag in een pleniglaciaal klimaat zou zijn afgezet, gezien het hoge kruidenpercentage (97–93%). In de veenlaag wordt een lichte klimaatverbetering geconstateerd op grond van de teruggang van het kruidenpercentage tot 58,8% op 314 cm –NAP (zie figuur 7b en tabel 3). De geringe hoeveelheid kruiden houdt verband met het toenemen van het aantal Cyperaceeën en de toename van de berk (Betula) en de den (Pinus). Gecombineerd met het resultaat van de 14C-bepaling zal hiermee de klimaatverbetering gedurende het Paudorf-interstadiaal zijn weergegeven.

e. Afzettingen van na het Paudorf-interstadiaal

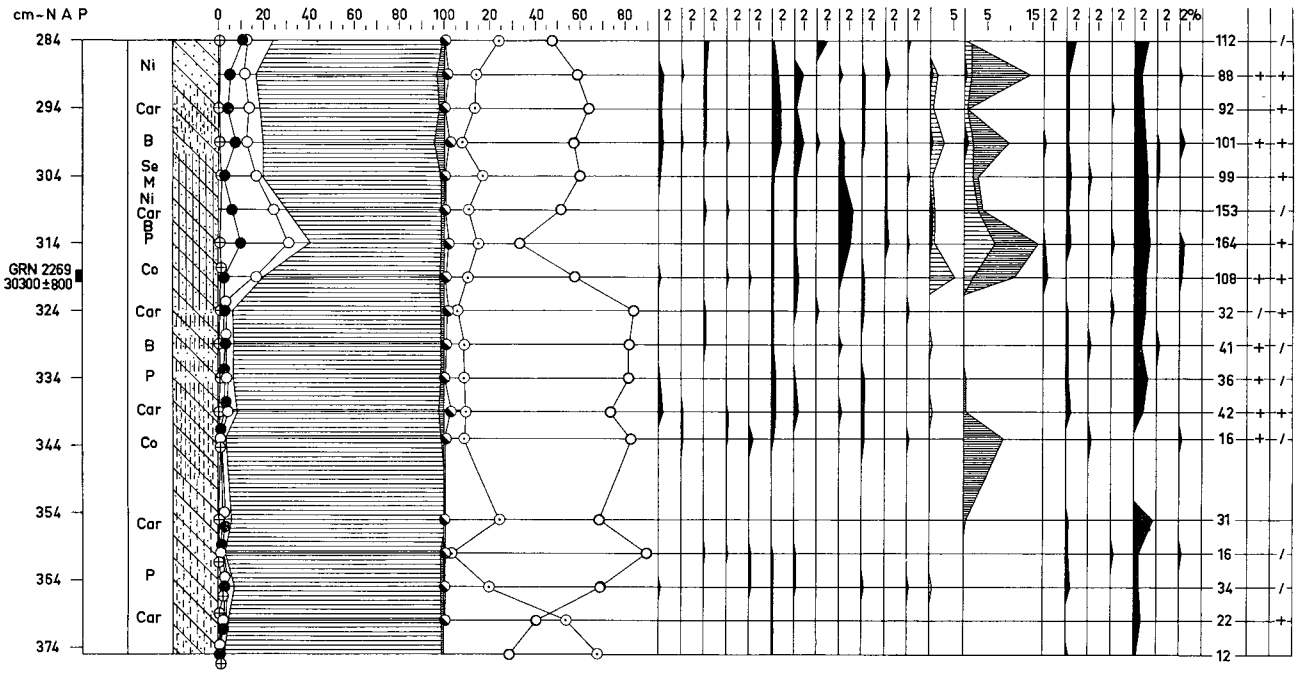
Fluvioperiglaciale afzettingen uit het Pleniglaciaal B. Vorengenoemde veenlaag wordt afgedekt door een fluviatiel beïnvloed pakket zand, dat sterke gelijkenis vertoont met het pakket, dat zich direct onder het Paudorfveen bevindt. Het fluviatiele karakter zal veroorzaakt zijn door de nabijgelegen Boorne

Fig. 7a en 7b. Pollendiagrammen uit de Haskerveenpolder / *Pollen diagrams from the Haskerveenpolder*
B = Batrachium, Car = Carex, Co = Comarum, Eq = Equisetum, He = Heleocharis, Hi = Hippuris M = Menyanthus, Ni = Nitella, P = Potamogeton, Se = Selaginella selaginoïdes

HASKERVEENPOLDER A



HASKERVEENPOLDER B



veen/*peat*

zeer fijnzandig veen
very fine sandy peat

venig zeer fijn zand
peaty very fine sand

sterk humeus zand
very humose sand

humeus zand
humose sand

zand/*sand*

lemig zwak humeus zand met zeer dunne zandlenzen
loamy, slightly humose sand with very thin lenses of sand

idem met bredere zandlenzen
ditto with thicker lenses

Hypnaceae

Salix

Pinus

Betula

niet-boompollen
non arboreal pollen

Ericales

Artemisia

Gramineae

Cyperaceae

\+ weinig/*few*

/ eel/*many*

(zie par. 4 en 5). In dit pakket zand bevindt zich de bovenkant van de zone van permanente reductie. Daaronder is het zand gekenmerkt door een grijze kleur en de aanwezigheid van leem-, veen- en detritusbandjes. Boven de reductiegrens is het zand 'los' van pakking, blond gekleurd, terwijl de veen- en detrituslaagjes ontbreken.

Pollenanalyse van materiaal beneden de reductiegrens doet de sterk fluviatiele invloed van de pleistocene Boorne naar voren komen. Dr. Polak tekent namelijk bij het pollendiagram aan, dat de interpretatie enige moeilijkheden gaf in verband met het vele jong-tertiaire stuifmeel. Genoemd kunnen worden: Hystrichospaeridae, Fagus, Pterocarya, Liquidambar, Ilex, Ulmus, Tilia, etc. Het gehele profiel maakte de indruk te zijn ontstaan onder natte omstandigheden, gezien het hoge percentage Potamogeton, Equisetum, Carex en Menyanthes (figuur 7a en tabel 2). Het diagram geeft, zonder de 'vreemde' elementen, een pleniglaciaal beeld.

De tertiaire elementen moeten afkomstig zijn van de pleistocene Boorne, die keileem en wellicht ook potklei heeft aangesneden. Zowel potklei als keileem bevat pollen uit het Jong-Tertiair, dat onder invloed van of met het landijs vanuit jong-tertiaire lagen naar ons land is vervoerd (Van Gijzel, Overweel en Veenstra, 1959; Van Heuveln, 1959).

Reeds eerder werd opgemerkt, dat het Paudorf-interstadiaal ongeveer het Pleniglaciaal A van het Pleniglaciaal B scheidt (zie ook figuur 7b en tabel 3). Daar zich volgens pollenanalytische gegevens boven het veen uit het Paudorf-interstadiaal materiaal bevindt, dat onder pleniglaciale omstandigheden is gesedimenteerd, volgt hieruit, dat dit in het Pleniglaciaal B gebeurde.

Dekzand. Volgens Van der Hammen (1953) hield gedurende het (Würm-) Pleniglaciaal B en het (Würm-)Laatglaciaal in een groot deel van Nederland de fluviatiele sedimentatie geheel op. In deze tijden werd dekzand afgezet.

TABEL 2. Lijst van gevonden en niet in het pollendiagram Haskerveenpolder A (figuur 7a) vermelde pollenkorrels en sporen

TABLE 2. *Pollen and spores found but not shown in the pollen diagram of the Haskerveenpolder A (figure 7a)*

	Abies	Alnus	Carpinus	Carya	Corylus	Fagus	Ilex	Liquidambar	Mahria-type	Nyssa	Picea	Pinus haploxylon-type	Pterocarya	Quercus	Rhus-type	Sciadopitys	Sequoia	Tilia	Tsuga	Ulmus	Hystrichosphaeridae	Helianthemum	Plantago	Typha angustifolia-type	Compositae liguliflorae	Caryophyllaceae	Cruciferae	Valeriana	Epilobium	Myriophyllum	Osmunda	Lycopodium	Selaginella selaginoides
195					0.2									0.2												0.2	0.2		0.2				
200														0.2																			
205																																	0.2
210					0.2																												
213																								0.2									
215														0.2																			
220																							0.2										
225			0.2		0.6									0.2											0.2								
248	0.3	0.3	0.3		2.3		0.3		0.3	0.3	0.9	1.3		0.3				0.3			X	0.3									0.3		
256		0.4	0.6	0.4							0.2	0.6		0.4		0.2	0.4		0.6		X												
265	0.4	1.6			1.4	0.2		0.4			1.8	1.6		1.0	0.6	1.4	0.2			0.2							0.2			0.4	0.2	0.6	
275		1.0			1.8			0.4		0.2	1.2	0.8	0.2	0.6	0.4	0.4	0.2		0.4	0.4	X		0.2	0.4			0.2			0.4			

TABEL 3. Lijst van gevonden en niet in het pollendiagram Haskerveenpolder B (figuur 7b) vermelde pollenkorrels en sporen

TABLE 3. *Pollen and spores found but not shown in the pollen diagram of the Haskerveenpolder B (figure 7b)*

	Abies	Alnus	Carpinus	Corylus	Picea	Quercus	Tilia	Ulmus	Ephedra	Helianthemum	Littorella	Myrica	Hedera	Comp. liguliflorae	Jasione	Scrophulariaceae	Rubiaceae	Boraginaceae	Polypodium
284	0.2	1.6	0.2	1.1	0.7			0.4				0.2							
289		0.2		0.2	0.2			0.2								0.2	0.2		
294		1.4		1.4	0.2	1.8								0.4					
299				0.4	0.2										0.2				
304		0.4		1.4	0.4	0.4													
309		0.4		0.4		0.2													
314		0.3		1.0	0.3	1.3											0.3		
319										0.2	0.6							0.2	
324		0.2		0.4	0.2	0.2		0.4											
329		0.7			0.2														
334				0.6	0.2														
339		0.6		0.4	0.2	0.6	0.2			0.2	0.2								
343						0.2								0.2					
355		1.8		1.0	0.4								0.2						0.2
360		0.2			0.2							0.2							
365		0.4	0.2		0.2				0.2										
370		0.4		0.2	0.2														
375				0.6															

In ons gebied van onderzoek gaat dit beeld, zoals uit de voorgaande paragraaf reeds bleek, niet geheel op.

De volgende afwijkingen komen voor (fig. 8 en 9):

1. het Paudorfveen wordt afgedekt door een vrij dik pakket fluviatiel zand
2. dit fluviatiele materiaal ligt onder een veenlaag, die bovenin gekryoturbeerd is en overgaat in fluviatiel omgewerkt eolisch zand met verspoeld veen en detritusbandjes
3. de aanwezigheid van een op de Laag van Usselo gelijkende horizont van ca. 5 cm dikte in het bovenste eolische deel van het profiel. Deze horizont vormt de grens tussen het bovenliggende niet gelaagde en het onderliggende wel gelaagde dekzand
4. tussen het gelaagde dekzand en het fluviatiele zand eronder bevindt zich plaatselijk een lemig humeus bandje van ca. 2 cm dikte (fig. 8).

Het toepassen van de door Van der Hammen geschetste stratigrafie der dekzanden deed ons de in sub 3 beschreven horizont als Laag van Usselo zien. De onderliggende veenlaag, die over een oppervlakte van vele tientallen hectaren algemeen voorkomt, zou dan in het Bølling-interstadiaal gevormd moeten zijn. De veenlaag werd op drie lokaties bemonsterd voor pollenonderzoek en twee monsters werden genomen voor 14C-onderzoek.

De uitslagen van de 14C-dateringen waren als volgt: 11 600 ± 70 jaar (GRN 2136) en 11 750 ± 100 jaar (GRO 3585). Beide getallen betekenen normale waarden voor een Allerødouderdom van het veen.

De pollenanalysen gaven als resultaat een laatglaciaal interstadium, waarbij echter door het vrij hoge percentage kruiden en de onder meer geringe hoeveelheid Pinus moeilijk valt uit te maken of het 'warme' deel van

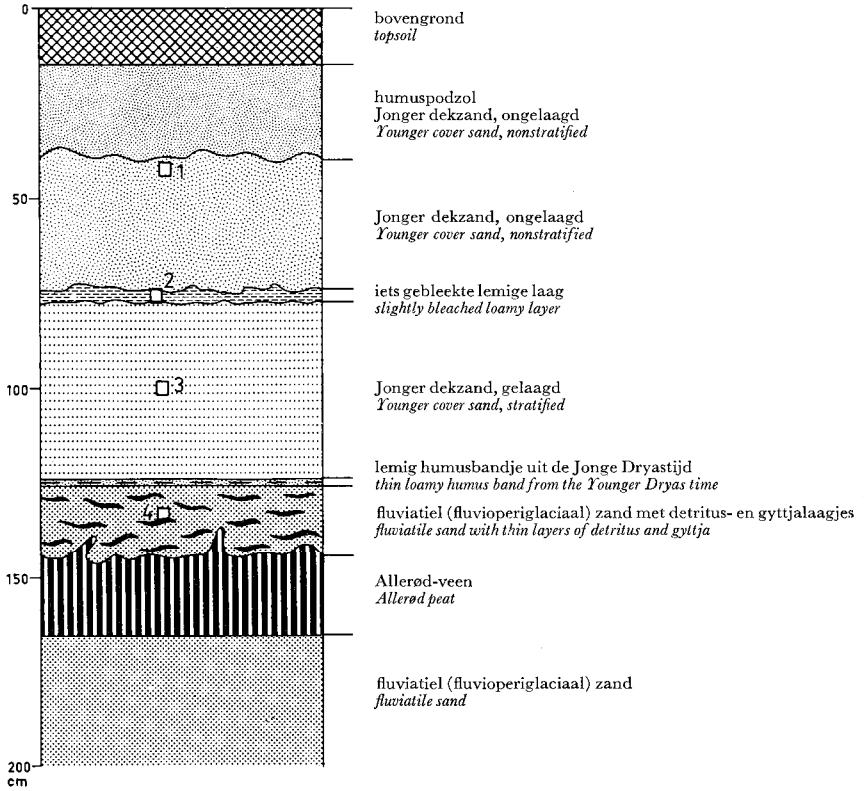


Fig. 8. Schematische tekening van de opeenvolging van de lagen boven het Allerød-veen in de Haskerveenpolder (1 t/m 4 = plaatsen waar monsters zijn genomen voor het granulometrisch onderzoek, zie fig. 10)
Fig. 8. Sketch of the sequence of layers overlying the Allerød peat in the Haskerveenpolder (1 t/m 4 = spots where samples were taken for the determination of grain sizes, see fig. 10)

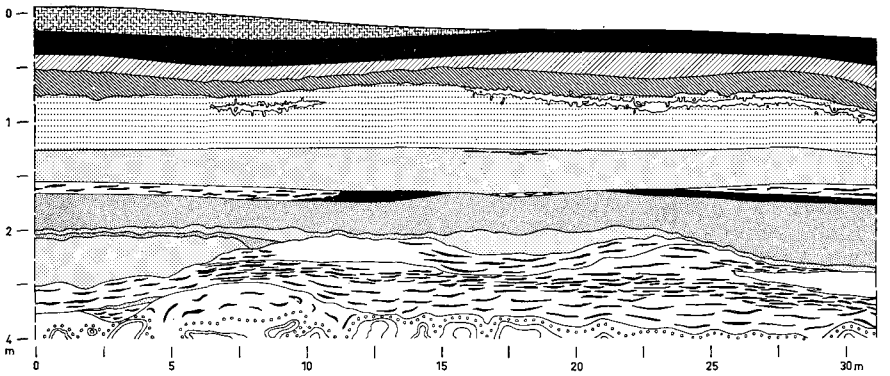
het veenlaagje de Bølling- of de Allerødtijd vertegenwoordigt. Ook de hoeveelheden Empetrum zijn te gering om hieruit conclusies te mogen trekken.

Daar de veenlaag gelegen is boven de reductiehorizont is 'verjonging' mogelijk door infiltratie van jongere organische stoffen. Van Heuveln (1959) beschrijft een 'verjongd' profiel uit Drente, waarin jonge humus, die volgens de 14C-datering 1535 ± 85 jaar (GRO 710) oud is, zich ca. 45 cm beneden de Laag van Usselo bevindt.

Een dergelijk geval kon een der schrijvers constateren bij Hoornsterzwaag, waar de ouderdom van een humusinfiltratieband onder de Laag van Usselo volgens de 14C-datering bepaald werd op 3070 ± 70 jaar (GRO 817).

De mogelijkheid, dat de 14C-uitslag van de vorenomschreven veenlaag door 'verjonging' is beïnvloed, wordt door ons echter uiterst gering geacht. Redenen hiervoor zijn:

1. Door het bovenliggende zandpakket is het veen dermate geklonken, dat het vrijwel ondoorlatend is geworden.
2. De klink deed verticale scheuren ontstaan, door welke het watertransport plaatsvindt. Deze plekken zijn duidelijk herkenbaar in verband met de



opgebrachte grond
brought up soil

veen
peat

A-horizont van een podzolprofiel
A-horizon of a podzol profile

B-horizont van een podzolprofiel
B horizon of a podzol profile

Jonger dekzand
Younger cover sand

iets gebleekte lemige laag
slightly bleached loamy layer

bruine verkitte humusinfiltratielaag
brown layer cemented by infiltration of humus

matig gesorteerd 'los' ongelaagd fluviatiel (fluvioperiglaciaal) zand
moderately bad sorted 'loose' nonstratified fluviatile sand

detritus- en veenlaagjes in fijn lemig zand met leemlaagjes
thin layers of detritus and peat in fine, loamy sand with loamy layers

glaciaal grind
glacial gravel

kryoturbate vormingen, overwegend leem
congeliturbations, predominantly loam

Schaal/*Scale:* Hor. 1 : 300, Vert. 1 : 75

Fig. 9. Het profiel boven het Paudorf-veen in een ontsluiting (Haskerveenpolder)
Fig. 9. The profile overlying the Paudorf peat in an exposure (Haskerveenpolder)

aanwezigheid van doppleriet. De monsterneming vond plaats op voldoende afstand van deze scheuren.

3. De monsters werden gestoken uit de onderkant van de compacte veenlaag.
4. Beide 14C-uitslagen zijn vrijwel gelijk. Deze overeenkomst is niet waarschijnlijk bij verontreiniging.

Op grond van bovengenoemde argumenten mogen we aannemen, dat de 14C-datering van de veenlaag betrouwbaar is.

In de hogere zandgebieden wordt na de Allerød-periode plaatselijk het Jongere dekzand II als een windafzetting aangetroffen. In de Haskerveenpolder bevindt zich echter op dit niveau een fluviatiele zandlaag met verspoeld veen en gyttjabandjes. Blijkbaar is door de veengroei de afvoer van de pleistocene Boorne verslechterd, waardoor het brede dalgebied meer nog dan elders wateroverlast kreeg.

Vorst- en golfwerking werkten erosie in de hand. Het geërodeerde zand werd met verslagen veen en ingestoven dekzand weer gesedimenteerd analoog aan het holocene spoelzand (Cnossen en Heijink, 1958). Het einde van deze tijd is vertegenwoordigd door een lemig, humeus bandje. Een pollenanalyse ervan wees uit, dat het zeer waarschijnlijk onder natte omstandigheden ontstaan was in de Jonge Dryastijd. Het laagje bevatte onder meer: 30% Betula, 3% Pinus, 1,7% Salix, 7,7% Ericaceeën (incl. Empetrum), 0,7% Gramineeën, 52% Cyperaceeën, 3% Filices, 318,7% Sphagna,

33,3% Equisetum, 1,3% Ranunculaceeën, 2,0% Artemisia, 0,3% Juniperus, 0,7% Rumex en 1% Thalictrum.

Boven dit laagje bevindt zich een pakket dekzand. Dit dekzand kunnen we onderverdelen in:

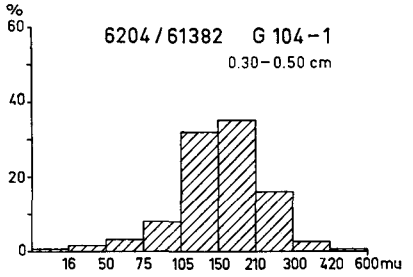
a. het onderste pakket met een duidelijke gelaagdheid
b. het bovenste pakket zonder gelaagdheid.

Tussen a en b ligt een duidelijk waarneembare horizont van ca. 5 cm dikte, die doet denken aan een weinig geprononceerde Laag van Usselo. Deze heeft een zwakke bleking, een hoger gehalte aan leem en uiterst fijn zand en een tweetoppige sortering, maar mist de bekende 'vingers' en houtskoolpartikels (fig. 8 en 9). De korrelgrootte-analysen van materiaal uit de onderscheiden horizonten boven het Allerød-veen zijn als blokdiagrammen in fig. 10 uitgezet. Hieruit blijkt dat:

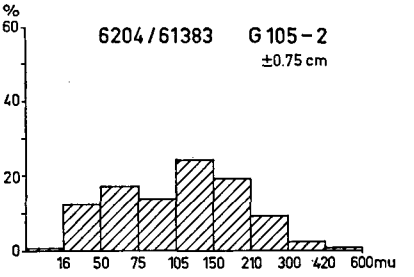
1. de monsters 1, 3 en 4 een sterk eolisch karakter weerspiegelen
2. het monster 2 een hoger gehalte aan korrels < 50 mu bevat.

In analogie met het textuurbeeld van de Laag van Usselo (Maarleveld, 1960a) willen we deze horizont zien als een stilstandfase in de dekzandsedimentatie. Door het ontbreken van geschikt materiaal voor onderzoek was een nadere datering niet mogelijk.

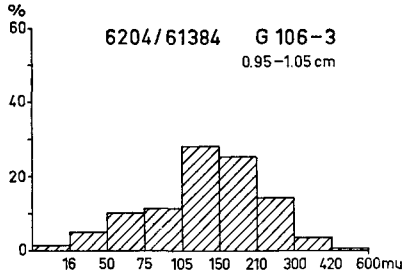
Het voorkomen van deze gebleekte – op de Laag van Usselo gelijkende – horizont staat niet alleen.



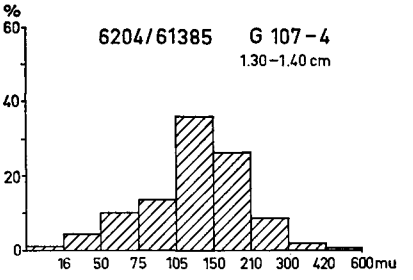
G104–1: Jonger dekzand II boven de gebleekte laag
G104–1: Younger cover sand II overlying the bleached layer



G105–2: Jonger dekzand II uit de gebleekte laag
G105–2: Younger cover sand II from the bleached layer



G106–3: Jonger dekzand II tussen de gebleekte laag en een humeus leembandje
G106–3: Younger cover sand II from between the bleached layer and a thin humose loamy band



G107–4: fluviatiel beïnvloed zand tussen het humeuze leembandje en de veenlaag
G107–4: Sand with fluviatile influences from between the thin humose loamy band and the peat layer

Fig. 10. Korrelgrootteverdelingen van materiaal uit het profiel Haskerveenpolder C (zie fig. 8).
Fig. 10. Grain size distribution of material of the profile Haskerveenpolder C (see fig. 8)

TABEL 4. De Würmijstijd met betrekking tot het onderzochte gebied
TABLE 4. *The Würm glacial epoch in the area discussed*

		Indeling naar Van der Hammen, 1953; Zagwijn, 1961 e.a. *Chronology Van der Hammen, 1953; Zagwijn, 1961 a.o.)*	14C-dateringen in het onderzochte gebied *14C-datings in the area discussed*	Aard van de sedimentatie in het onderzochte gebied *Kind of sedimentation in the area discussed*	De sedimentatie in de Friese Wouden (Veenenbos, 1954; Cnossen, 1961) *Sedimentation in the 'Friese Wouden' (Veenenbos, 1954; Cnossen, 1961)*
WÜRMTIJD / WÜRM GLACIATION	LAATGLACIAAL *LATE GLACIAL*	Jonge Dryastijd *Younger Dryas time*		Jonger dekzand *Younger cover sand*	Jonger dekzand II of lokaal Jonger dekzand *Younger cover sand II or local Younger cover sand*
		Allerød-interstadiaal *Allerød interstadial*	11 600 ± 70 jaar/*year* (GRN 2136) 11 750 ± 100 jaar/*year* (GRO 3585)	veen en gyttja *peat and gyttja*	Laag van Usselo, veen en gyttja ('hotte') *Layer of Usselo, peat and gyttja*
		Oudere Dryastijd *Older Dryas time*		fluviatiel zand met verspoeld veen en detritusbandjes *fluviatile sand with thin bands of reworked peat and detritus*	Jonger dekzand I of regionaal Jonger dekzand *Younger cover sand I or regional Younger cover sand*
		Bølling-interstadiaal *Bølling interstadial*		veen en gyttja *peat and gyttja*	
	PLENIGLACIAAL *PLENIGLACIAL*	B		fluviatiel zand met verspoeld veen en detritusbandjes *fluviatile sand with thin bands of reworked peat and detritus*	Ouder dekzand *Older cover sand*
		Paudorf-interstadiaal *Paudorf interstadial*	30 300 ± 800 jaar/*year* (GRN 2269)	fluviatiel zand? veen en gyttja *fluviatile sand?* *peat and gyttja*	
		A		fluviatiel zand en keizand. Solifluctie en kryoturbatie. *fluviatile sand and boulder sand.* *Solifluction and congeliturbation*	

In de Friese Wouden werden op verschillende plaatsen in het Jongere dekzand boven de Laag van Usselo één of meer vegetatiehorizonten waargenomen.

Prof. Florschütz dateerde bij Giekerk op pollenanalytische gronden een vegetatiehorizont in het Jongere dekzand boven de Laag van Usselo als van boreale ouderdom. Bij Mildam kwamen in een hoge dekzandformatie verschillende horizonten voor. De datering van beneden naar boven was resp. pre-boreaal tot atlantisch of jonger.

Het gelaagde karakter van het Jongere dekzand tussen de gebleekte laag en het bandje uit de Jonge Dryastijd wijst op aanzienlijke verschillen in lithostratigrafische eigenschappen der Jongere dekzanden. In topografisch hoge en droge gebieden is het leemgehalte lager en ontbreekt de horizontale gelaagdheid.

4. DE PLEISTOCENE EN DE HOLOCENE BOORNE

De afwatering van de westelijke rand van het Drentse plateau vindt plaats door een aantal stroompjes, die naar het zuidwesten afvloeien en op het IJsselmeer lozen.

Eén van de meest noordelijke is de Boorne. Het bovenstroomse dalgedeelte van deze rivier is te vergelijken met de bovenlopen van Linde en Tjonger. Circa 1 km ten westen van de brug [1]) in de weg van Lippenhuizen-Driehoek naar Beetsterzwaag buigt de tot dan toe naar het zuidwesten gerichte rivierloop om en neemt een noordwestelijke richting aan tot Piershiem, om vervolgens via het rechte, naar het zuidwesten gerichte stuk Oldeboorn te bereiken. Stroomafwaarts van Oldeboorn buigt de meanderende rivier geleidelijk naar het noorden om en mondt bij Irnsum in de Moezel uit (fig. 11).

De volgende vragen liggen voor de hand:

1. Waarom verandert de Boorne westelijk van de Stenen Brug sterk van richting? Zou het kunnen zijn, dat de pleistocene Boorne evenals de Tjonger en de Linde naar het zuidwesten heeft gestroomd?
2. Zou de Boorne van de Stenen Brug naar het noordwesten van jongere datum kunnen zijn? En zo ja:
3. Wat is de oorzaak van deze verandering van stroomrichting van de Boorne?

We zullen trachten deze vragen te beantwoorden.

De pleistocene Boorne

In paragraaf 3b werd gewezen op de rugvormige keileemtopografie westelijk van de spoorlijn Leeuwarden-Heerenveen. Tussen de ruggen ligt de keileem extra laag. Ruggen en 'dal' zijn NO-ZW georiënteerd. Het vermoeden rees, dat we te maken hadden met een deel van de pleistocene Boorne. De eerste aanwijzing daarvoor was, dat deze strook met lage keileemligging en deels zonder keileem, kon worden vervolgd tot nabij de Stenen Brug om daar aansluiting te geven op het brede pleistocene dal van de Boorne bij Beetsterzwaag.

Deze strook loopt van de Stenen Brug naar het zuidwesten, langs de Klidse en verder via Luxwoude, Gersloot, Spitsendijk, Nieuwebrug, door de Has-

[1]) Voortaan Stenen Brug genoemd.

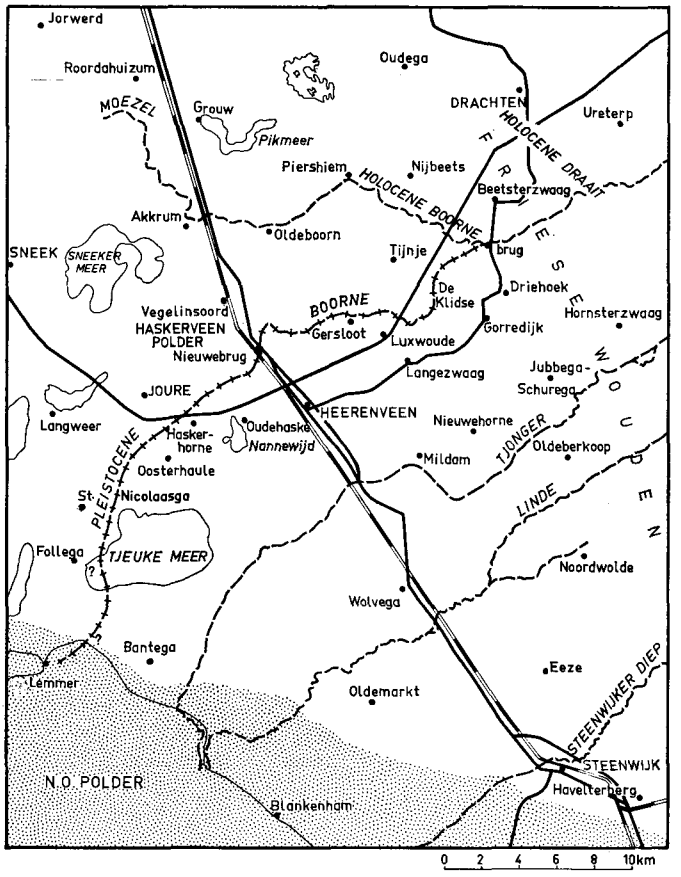


Fig. 11.
De voornaamste natuurlijke waterlopen
The most important natural water courses

invloedsgebied van de pleistocene noordelijke arm van de Vecht
area influenced by the pleistocene northern branch of the Vechtriver

recente waterloop
recent water course

brug = Stenen Brug

in de Würmtijd verstopt en afgesnoerd dal van de oudste Boorne
valley of the oldest Boorne blocked and cut-off in the Würm epoch

kerveenpolder en langs Haskerhorne naar Heide bij Sint-Nicolaasga. Het verloop zuidwestelijk van Heide is nog niet onderzocht, maar ongetwijfeld mondde de rivier, die in dit dal heeft gestroomd, niet ver van Lemmer in de toenmalige Vecht uit (fig. 11); deze noordelijke Vechtarm liep via Giethoorn, Blankenham en Kuinre naar het westen (fig. 33 in Pannekoek, 1956 en fig. 13 in Ter Wee, 1962).

Een nader onderzoek wees uit, dat de keileem in het midden van dit dal ontbreekt, zoals dit ook in de bovenloop het geval is (Veenenbos, 1954). In tegenstelling tot het meer algemene profiel met een dikke keileemlaag (zie par. 3) ziet de dalopvulling er als volgt uit:

a. van de dalbasis op ± 25 m tot ± 10 m –NAP is de erosiegeul met grof zand en scherpkantig, glaciaal grind opgevuld. Het materiaal bevat

TABEL 5. Grindassociaties (fractie 3–5 mm) in en onder de pleistocene opvulling van het Boornedal en in de keileem
TABLE 5. *Gravel associations (separate 3–5 mm) in and under the pleistocene fill of the valley of the Boorne and in the boulder clay*

Diepte (t.o.v. NAP) *Depth below m.s.l.*		Kwarts *Quartz*				Kristallijn *Cristalline*				Rest			
van *from*	tot *to*	totaal *total*	melkkwarts *milky*	overige kwarts *all other kinds*	vuursteen *flint*	porfier *porphyry*	kwarts met witte en grijze veldspaat / *quartz with white and grey felspar*	rest *rest*	lydiet, radioliet en oöliet *lydite, radiolarite and oölite*	totaal *total*	kalksteen *limestone*	grindassociatie (volgens Zandstra, 1959) *gravel association (after Zandstra, 1959)*	Ouderdom *age*
a. In een boring nabij Luxwoude / *a. In a boring near Luxwoude*													
13,—	13,50	13,—	1,—	12,—	11,—	×	3,—	45,—	×	27,—		FG V	Pleniglaciaal A en ouder (Würm en Eemien) *Pleniglacial A and older (Würm and Eemien)*
16,90	17,—	13,—	4,—	9,—	7,—	2,—	1,50	48,—	×	28,—		FG V	
20,60	20,70	25,—	10,—	15,—	6,—		1,—	40,—		28,—	1,50	FG V	
21,90	22,—	31,—	13,—	18,—	6,—		1,—	26,—	1,—	35,—	9,—	FG V	
22,50	22,60	66,—	44,—	22,—		×	1,—	×		32,—		RM	Formatie van Vianen (Needien en begin Riss) *Formation of Vianen (Needien and early Riss)*
25,60	26,—	64,—	37,—	27,—	×			×	1,—	34,—		RM	
b. In grijze keileem in de omgeving van Heerenveen / *b. In grey boulder clay in the neighbourhood of Heerenveen*													
Analysenummer *No. of analysis*													
1980		14,—	3,—	11,—	11,—		×	45,—	×	29,—		DG I	Grondmorene uit de Risstijd *Ground moraine from the Riss-epoch*
2067		27,—	7,—	20,—	9,—	4,—	7,—	31,—		22,—		DG I	
2461		20,—	2,—	18,—	18,—	1,—	9,—	28,—		24,—		DG I	
2470		28,—	3,—	25,—	13,—		4,—	28,—		27,—		DG I	
2566		11,—	2,—	9,—	7,—	×	3,50	53,—		25,—		DG I	

× = <1 %

vuursteen en veel kristallijne componenten en moet afkomstig zijn van keileem, omdat het grind uit de dalopvulling en het morenegruis uit de grijze keileem volkomen identiek zijn (resp. type FG V en DG I, naar Zandstra 1959, zie ook tabel 5).
Het glaciale grind in de dalopvulling wijst dus op een tijd van aanzienlijke keileemerosie. Een goed voorbeeld van de diepe erosie vormt het dal tussen Luxwoude en Gersloot [1]) (zie fig. 2); daar is de insnijding zo diep gegaan dat niet alleen de keileem, maar ook het proglaciaal volledig werd opgeruimd, terwijl een daaronder liggende Rijnafzetting, de Formatie van Vianen, werd aangesneden. De dalbodem lag hier op ± 22,50 m –NAP. De grindanalyses illustreren een en ander duidelijk (tabel 5, verg. fig. 2).

b. van ± 10 m –NAP tot onder het restveen aan de oppervlakte volgen fijn zand met leem-, veen- en gyttjalagen. De leemlagen zijn gebonden aan bepaalde plaatsen (zie hierna), zij kunnen daar vele meters dik zijn (fig. 2). Op dergelijke plaatsen is ook het aantal detritus- en veenlaagjes talrijker.

Ook in het terrein is bij aandachtige beschouwing van de topografie plaatselijk iets van het pleistocene dal te bespeuren.

We kunnen noemen:

1. *de lagere ligging* als gevolg van klink van dikke leem- en gyttja-lagen:

bij de Klidse, tussen de Klidse en de zuigput bij de autoweg niet ver van Luxwoude, de weilanden westelijk van de Hooge Dijk nabij Gersloot en een deel van de Haskerveenpolder. Bij een minder goede verzorging der graslanden is deze lagere ligging te herkennen aan een overdadige begroeiing met russen, terwijl ook waterkruiskruid rijkelijk kan voorkomen.

2. *een dikkere restveenlaag* aan de oppervlakte
3. boven het opgevulde dal is het terrein *vlak*. Dit in tegenstelling tot het golvende keileemlandschap.
4. verzakking van kunstwerken boven het dal. We noemen de 'knik' in de autoweg van Heerenveen naar Leeuwarden bij Nieuwebrug.

Het lijkt ons verantwoord na de uiteenzetting hierboven, dit dal als het oudste Boornedal te zien.

De holocene Boorne

Over de holocene rivier de Boorne van de oorsprong tot de Stenen Brug kunnen we kort zijn. Dit deel van de Boorne vormt het recente stroompje in de bovenloop van het brede pleistocene Boornedal, zoals bij de Tjonger en de Linde (Veenenbos, 1954; Cnossen en Heijink, elders in dit nummer).

Vanaf de Stenen Brug loopt het sterk meanderende riviertje naar het noordwesten. Uit niets blijkt in dit stroomgebied de aanwezigheid van een erosiedal. De Boorne stroomt hier grotendeels over een vrij hoog gelegen keileemveld (fig. 4a). Zowel de grove dalopvulling alsook de afmetingen van het oudste deel van het dal (zie fig. 2 en 3) duiden op een veel groter debiet van de oudste Boorne. Ook deze omstandigheden wijzen in de richting van een ander verloop van de Boorne in pleistocene tijd.

[1]) Het profiel snijdt het dal niet dwars maar schuin, de breedte is dus in werkelijkheid minder groot.

5. DE GESCHIEDENIS VAN DE BOORNE – EEN RECONSTRUCTIE

Uit de boorgegevens en veldwaarnemingen is de volgende poging tot reconstructie van de Boorne mogelijk. De meeste gegevens werden reeds in dit artikel verwerkt.

Fase A. Bij de nadering van het landijs zal de Boorne in zijn oudste vorm als smeltwaterstroom zijn ontstaan. Het is denkbaar, dat deze smeltwaterstroom een proglaciale afwateringsgeul kon benutten; het landijs zal het ontstane dal door stuwing verbreed en mogelijk ook uitgediept hebben. Gedurende het definitieve afsmelten van het ijs zal het dal opnieuw een machtige smeltwaterstroom hebben bevat, waardoor veel erosie plaatsvond.

Fase B. Over afzettingen uit het Eemien in het Boornedal zijn onze gegevens te gering in aantal om er hier nader op in te gaan.

Fase C. Tijdens het Vroegglaciaal en het Pleniglaciaal A van de Würm is hier van regionaal transport door de wind nog weinig te merken; daarentegen overheersen in het onderzochte gebied de fluvioperiglaciale vormingen. Zandruggen welke niet door keileem waren bedekt, zullen echter wel door de wind zijn geërodeerd. Zulke ruggen van proglaciaal zand bevinden zich bij Sint-Nicolaasga en zuidelijk van Vegelinsoord. Enige honderden meters zuidoostelijk van deze zandruggen lag het dal van de Boorne, een dal dat in de arctische winters slechts een gering watertransport zal hebben gehad en misschien zelfs droog heeft gelegen. Het eolische zandtransport vanaf de ruggen was bij westelijke en noord-westelijke winden (Vink, 1949) naar het oosten en zuidoosten gericht; daarbij geraakte veel sneeuw en zand in het dal en vormden zich barrières.

Ten slotte had het zand het dal zover dichtgestoven, dat het water de barrière niet kon doorbreken. Het zich voor de dam verzamelende water overstroomde daarna de oevers en zocht een weg door lage terreingedeelten, daarbij een nieuwe bedding vormend. Deze nieuwe riviergedeelten van de Boorne zijn naar het noordwesten en noorden gericht, waar het keileemoppervlak lager lag.

In deze tijd is het Boornedal op ten minste twee plaatsen afgesnoerd geraakt:

1. ten oosten van Sint-Nicolaasga
2. ten zuidoosten van Vegelinsoord.

Het in de bedding gewaaide zand is niet te onderscheiden van het zand van de ruggen zelf; beide zijn grijswit van kleur, matig fijn van korrel en goed gesorteerd. Hoewel het niet onmogelijk is, dat ook zand uit de bedding tot ruggen in het dal opwaaide, lijkt ons deze invloed gezien de bovengenoemde overeenkomst niet groot te zijn geweest. De Boorne heeft zich op deze plaatsen dus niet in het hoofddal gehandhaafd; de nieuwgevormde Boornetakken vinden we duidelijk terug op de keileemhoogtekaart (I bij Scharsterbrug en II bij Haskerdijken op fig. 4b).

De droogliggende rivierbedding werd stroomafwaarts van de verstopping met dekzand en solifluctiemateriaal opgevuld. Aan de andere kant van de barrière moet de afwatering lange tijd hebben gestagneerd, getuige de tot hoog in het profiel voorkomende meerbodemafzettingen zoals klei, leem en gyttja. Deze nemen vrij grote oppervlakten in bij een aanzienlijke dikte. Ook kon veenvorming op uitgebreide schaal optreden met name tijdens de inter-

stadialen. Wij menen dat de eerder genoemde Paudorf- en Allerødveenlagen dan ook zijn ontstaan ten gevolge van de verstoppingen van de Boorne.

Fase D. Gedurende het Pleniglaciaal B, na het Paudorf-interstadiaal, was het klimaat nog steeds arctisch maar veel droger dan in het Pleniglaciaal A. In het grootste deel van Nederland kwam toen het Oudere dekzand tot afzetting (Van der Hammen, 1953). Dit meestal lemige dekzand zal zeer waarschijnlijk ook in het onderzochte gebied in depressies zijn gesedimenteerd, en dus ook in de Boorne, maar het werd tot dusverre nergens geconstateerd. Evenals gedurende het Pleniglaciaal A gingen de fluvioperiglaciale omwerkingen door en dit duurde tot de Bøllingtijd. Lokale verplaatsingen van proglaciaal zand zullen hebben plaatsgevonden en een stagnerende invloed op de afwatering van de Boorne hebben gehad. Deze stagnatie zal ook tijdens de Bøllingtijd veenvorming mogelijk hebben gemaakt.

Fase E. Na het Bølling-interstadiaal neemt in het gebied van de Friese Wouden de eolische sedimentatie sterk toe (o.m. Veenenbos, 1954); hier wordt in de Oude Dryastijd het zogenaamde Jongere dekzand I afgezet (o.m. Cnossen, 1961). Het onderzochte gebied is evenwel voor zandtransport door de wind te nat en fluvioperiglaciale vormingen vinden nog steeds plaats, met name in het Boornedal. In het Allerød-interstadiaal vindt in dit gebied over grote oppervlakten veenvorming plaats. In het bijzonder met 14C-bepalingen werd van verschillende lokaties dit veen gedateerd (zie par. 3d).

Deze uitgebreide veengroei als gevolg van gebrekkige waterafvoer heeft de Boorne totaal verstopt.

Fase F. Vanaf de tweede helft van de Allerødtijd en in de Jonge Dryastijd is de heersende windrichting west tot zuidwest (Maarleveld, 1960). Langs de randen van de dalen vormen zich in de Friese Wouden dekzandruggen, die vermoedelijk uit de droge dalen zijn opgewaaid (Veenenbos, 1954); de eolische sedimentatie heeft daar dus een lokaal karakter. Ook langs de middenloop van de Boorne vormden zich dekzandruggen, soms zelfs boven het opgevulde dal. In deze tijd vond ook de meer regionale dekzandsedimentatie plaats aan de westkant van de Friese Wouden en langs de zuidrand van het Lage Midden (Veenenbos, 1954; Cnossen en Heijink, elders in dit nummer). Deze dekzanden snoerden de middenloop ten slotte definitief af; vooral ten westen van de Stenen Brug is de Boorne volledig verstopt geraakt, het dal is hier geheel met dekzand opgevuld.

Fase G. Hoewel de Boorne de dekzandvorming ten slotte trotseerde, gaf de rivier het oude dal tussen de Stenen Brug en Lemmer prijs en zocht zich aan het begin van het Holoceen een weg naar het noordwesten. Aanvankelijk ging dat met enige insnijding gepaard maar hieraan kwam door de invloed van een hogere zeespiegel en de daarmee verhoogde erosiebasis een einde. Sindsdien is de Boorne in betekenis afgenomen.

SAMENVATTING

De oudste Boorneloop is mogelijk ontstaan in de Riss-ijstijd als afvoergeul van het vrijkomende smeltwater. De ligging is ongeveer bepaald door de lijn Bakkeveen-Heerenveen-Lemmer. De richting is NO-ZW. Door erosie is het stroomdal plaatselijk meer dan 20 m diep.

Tot in het (Würm-)Laatglaciaal is sedimentatie onder fluviatiele invloed

doorgegaan. Afsnoeringen van het stroomdal door windafzettingen belemmerden ten slotte de waterafvoer. Hierdoor kon veenvorming plaatsvinden. Tevens was de Boorne genoodzaakt een nieuwe afvoermogelijkheid te zoeken. De richting waarin dit geschiedde, werd bepaald door het naar het noordwesten afhellen van de keileemondergrond.

De jongste afwijking van de oorspronkelijke stroomrichting wordt gevormd door de Boorneloop tussen Beetsterzwaag en Irnsum.

14C-pollenonderzoek aan materiaal uit een veenlaag, ingesloten in een fluviatiel sediment boven de keileem in de oude Boorneloop, gaf een ouderdom vergelijkbaar met die van het Paudorf-interstadiaal. Het fluviatiele sediment wordt afgedekt door een veenlaag, die volgens 14C-onderzoek gevormd is in de Allerødtijd. Een venig laagje uit de Jonge Dryastijd sluit de fluviatiele sedimentatie boven het Allerødveen af.

In het Jongere dekzand bevindt zich een op de Laag van Usselo gelijkende horizont, gekenmerkt door een zwakke bleking, een onregelmatige begrenzing en een hoger gehalte aan de fractie <50 mu dan het boven- en onderliggende Jongere dekzand. Deze laag is echter volgens de pollenanalytiche gegevens jonger dan de Allerødtijd en daardoor dus ook jonger dan de Laag van Usselo. Boven deze horizont is het Jongere dekzand ongelaagd. Het eronder liggende Jongere dekzand is duidelijk gelaagd en heeft een hoger leemgehalte.

maart 1963

SUMMARY

The oldest course of the Boorne-rivulet may date back to the Riss glacial epoch as basin of a melt-water stream. It ran from NE to SW approximately along a line connecting the present day places Bakkeveen, Heerenveen and Lemmer. Owing to erosion the depth of its valley exceeds 20 metres.

Fluviatile sedimentation went on up to the last part of the Würm glacial epoch but finally eolian sedimentation cut off the drainage of the valley and peat formed. In addition the Boorne had to find a new outlet in a direction determined by the sloping tot the NE of the boulder clay underneath. The most recent deviation from the original direction is represented by the course the Boorne follows between Beetsterzwaag and Irnsum.

Datings by determination of 14C and pollen in material taken from a peat layer contained in a fluviatile sediment overlying boulder clay and situated in the old course of the rivulet, gave results that compare with those from the Paudorf interstadial. This fluviatile sediment is capped by a peat layer that formed, according to 14C dating, in the Allerød time.

A peaty layer from the Younger Dryas time finally covers the fluviatile sediments overlying the Allerød peat.

In the Younger cover sand a horizon resembling the 'Layer of Usselo' can be discerned. It is characterized by a faint bleaching, irregular boundaries and a higher content of particles < 50 mu than occurring in the sand above and below. According to pollen-analytical data, however, this horizon does not date back as far as Allerød and hence it is also younger than the Layer of Usselo.

The Younger cover sand overlying this horizon is nonstratified, whereas the Younger cover sand underneath it is stratified and contains more particles < 50 mu.

LITERATUUR

Andersen, Sv. Th., Hl. de Vries and W. H. Zagwijn, 1960: Climatic change and radiocarbon dating in the Weichselian Glacial of Denmark and the Netherlands. Geologie en Mijnbouw, vol. *39*, 38–42.

Burck, H. D. M., e.a., 1956: Geologische geschiedenis van Nederland; toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland op de schaal 1:200 000; o. r. v. A. J. Pannekoek. 's-Gravenhage.

Cnossen, J., 1961: De bodem van het Boven-Boornegebied. In: Het Boven-Boorngebied, 95–116. Drachten.

Cnossen, J. en W. Heijink, 1958: Enkele opmerkingen omtrent de bodemgesteldheid van de zandgronden in een deel van Noordoost-Friesland. Boor en Spade *IX*, 156–172.

Cnossen, J. en W. Heijink, 1965: Het Jongere dekzand en zijn invloed op het ontstaan van de veenkoloniën in de 'Friese Wouden'. Boor en Spade *XIV*, 42–61.

Edelman, C. H., 1951: Niveo-aeolische afzettingen. Geologie en Mijnbouw N.S. *13*, 288–289.

Edelman, C. H. und G. C. Maarleveld, 1958: Pleistozän-geologische Ergebnisse der Bodenkartierung in den Niederlanden. Geol. Jahrbuch, Band 73, 639-684.

Edelman, C. H. en G. G. L. Steur, 1951: Over niveo-fluviale afzettingen op de westelijke Veluwe. Boor en Spade *IV*, 39–46.

Gijzel, P. van, C. J. Overweel and H. J. Veenstra, 1959: Geological investigations on boulder clay of E. Groningen. Leidse Geol. Meded. deel 24, 721–759.

Hammen, T. van der, 1951: Late glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Leiden. Diss. Leiden.

Hammen, T. van der and G. C. Maarleveld, 1952: Genesis and dating of the periglacial deposits at the eastern frince of the Veluwe. Geologie en Mijnbouw N.S. *14*, 47–54.

Heuveln, B. van, 1959: Potklei en Gumbotil. Boor en Spade *X*, 105–116.

Heuveln, B. van, 1959: Ouderdomsbepaling van humus in een humuspodzolprofiel onder veen volgens de 14C-methode. Boor en Spade *X*, 27–38.

Hol, J. B. L., 1949: Geomorfologie. Handboek der Geografie van Nederland. Deel 1, 240–319.

Maarleveld, G. C., 1956: Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten. Diss. Utrecht. Ook: Meded. Geol. Stichting Serie C-VI, no. 6, en Bodemkundige Studies 1.

Maarleveld, G. C., 1960a: Wind directions and cover sands in the Netherlands. Biuletijn Peryglacjalny, no. 8, 49–58, Lødz.

Maarleveld, G. C., 1960b: Glacial deposits in the Netherlands transformed under periglacial conditions. Biuletijn Peryglacjalny, no. 8, 13–20. Lødz.

Ridder, N. A. de en A. J. Wiggers, 1956: De korrelgrootteverdeling van de keileem en het proglaciale zand. Geologie en Mijnbouw N.S. *18*, 287–311.

Veenenbos, J. S., 1954: Het landschap van zuidoostelijk Friesland en zijn ontstaan. Boor en Spade *VII*, 111–136.

Vink, A. P. A., 1949: Bijdrage tot de kennis van loess en dekzanden, in het bijzonder van de zuidoostelijke Veluwe. Wageningen. Diss. Wageningen.

Wee, M. W. ter, 1962: The Saalian Glaciation in the Netherlands. Meded. Geologische Stichting N.S. *15*, 57–76.

Wensink, J. J., 1958: De jong-pleistocene en holocene ontwikkeling van een deel van Westergoo. Geologie en Mijnbouw N.S. *20*, 73–87.

Zagwijn, W. H., 1961: Vegetation, climate and radiocarbon datings in the Late Pleistocene of the Netherlands. Part. I: Eemian and Early Weichselian. Meded. Geologische Stichting, N.S. *14*, 15–45.

Zandstra, J. G., 1959: Grindassociaties in het Pleistoceen van Noord-Nederland; een samenvatting van de voorlopige resultaten van grindonderzoek, in het bijzonder van het Onder- en Midden-Pleistoceen. Geologie en Mijnbouw N.S. 21, 254–272.

Zonneveld, J. I. S., 1959: Lithostratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. Meded. Geologische Stichting N.S. *12*, 31–64.

AFZETTINGEN VAN DE IJSSEL, NABIJ ZWOLLE

Deposits of the river IJssel near Zwolle

door/*by*

C. Hamming[1]), M. Knibbe[1]) en G. C. Maarleveld[2])

1. INLEIDING

In de jaren 1961–1962 werd te Spoolde, nabij Zwolle, veel graafwerk verricht. Deze werkzaamheden hielden verband met de aanleg van een kanaal, ten westen van Zwolle, dat de IJssel met het Zwarte Water zal gaan verbinden. Door het uitgebreide grondverzet was het mogelijk een fraai beeld te verkrijgen van de opbouw van de verschillende lagen, terwijl bij het maken van de sluisput ook vrij diep liggende afzettingen konden worden bestudeerd. De ontsluiting bij Spoolde had een totale lengte van ongeveer 800 m. Het maaiveld reikte ter plaatse tot 30 à 80 cm +NAP. Het diepste punt van de sluisput lag op ca. 7 m –NAP. Het ontworpen kanaal ligt ongeveer loodrecht op de lengterichting van de verschillende aan de oppervlakte voorkomende afzettingen (fig. 1). Het dichtst bij de IJssel gelegen, zuidwestelijke deel van het kanaal werd droog uitgegraven en bood daardoor de beste gelegenheid voor de bestudering van de dieper liggende formaties.

In het volgende worden enige resultaten van het onderzoek in de ontsluiting te Spoolde weergegeven. Deze zijn aangevuld met andere gegevens betreffende de IJsselafzettingen, o.a. verkregen bij verschillende bodemkarteringen, die sedert 1945 in de omgeving van Zwolle werden uitgevoerd.

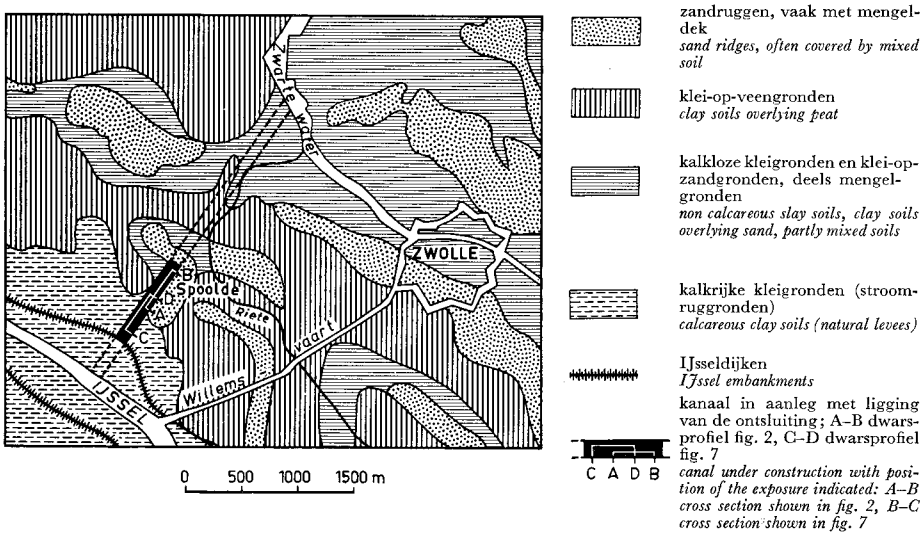


Fig. 1. Overzicht van de bodemgesteldheid in de omgeving van Spoolde, ontleend aan diverse bodemkaarten. De ligging van de ruggen, enz. binnen de bebouwde kommen is bij benadering gereconstrueerd.

Fig. 1. Outline of the soils in the Spoolde region derived from several soil maps. The boundaries inside built-up areas have been reconstructed by approximation

[1]) Afd. Overijssel, Stichting voor Bodemkartering.
[2]) Afd. Geologie en Poleobotanie, Stichting voor Bodemkartering.

Veel medewerking werd ondervonden van de Directie van de Rijkswaterstaat te Zwolle en van de uitvoerder van het werk, Hattum en Blankevoort N.V., die ons toestonden de wanden van de ontsluitingen schoon te maken en hierin monsters te nemen, en die bovendien vele gegevens ter beschikking stelden. Mevrouw dr. B. Polak van het Laboratorium voor Geologie van de Landbouwhogeschool gaf een botanische interpretatie van de door de dames K. K. Koelbloed en J. M. Kroeze vervaardigde pollenanalyse. De heer G. D. van der Heide, archeoloog bij de Directie IJsselmeerpolders, verstrekte inlichtingen over de oudheidkundige vondsten. De schrijvers spreken hier gaarne hun dank uit voor de verleende medewerking.

2. AFZETTINGEN UIT HET PLEISTOCEEN

2.1 Het fluviatiele Laagterras

Figuur 2 geeft een enigszins schematisch beeld van hetgeen in de wand van de sluisput werd waargenomen. De diepst liggende afzetting die tijdens de werkzaamheden bloot kwam te liggen, behoort tot het *fluviatiele Laagterras.* Het is een overwegend grofzandige, grindrijke afzetting, die plaatselijk een duidelijke kriskras-gelaagdheid vertoont. Het zand is in het zuidwestelijke deel steeds kalkloos. In het overige deel van de ontsluiting is het op enige

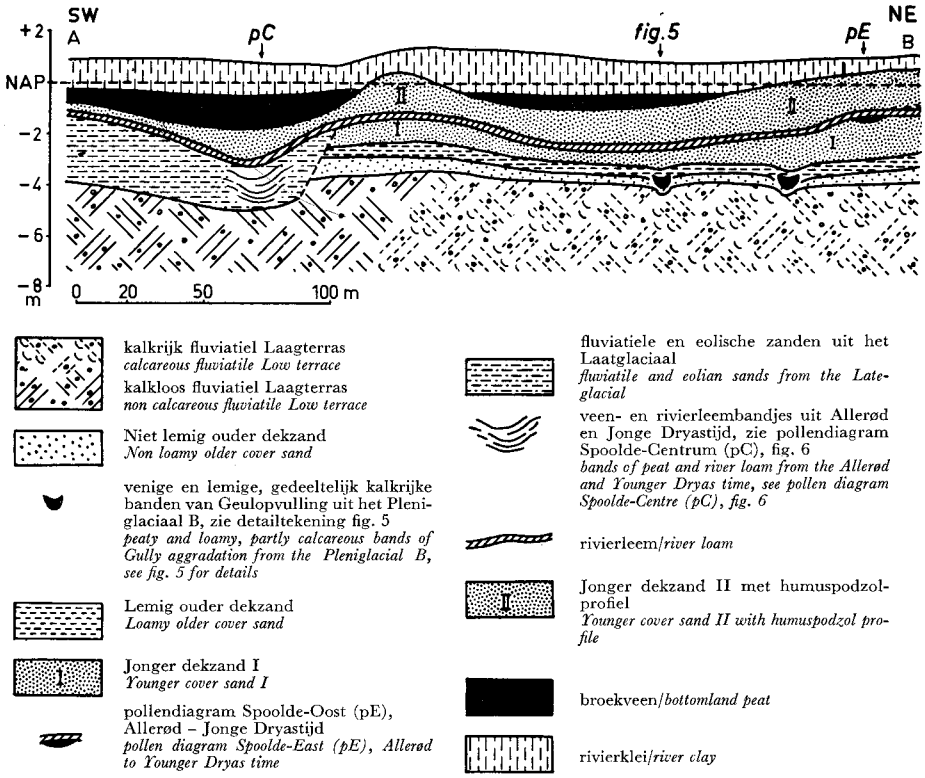


Fig. 2. Globaal lengteprofiel van een deel van de ontsluiting te Spoolde
Fig. 2. Generalized cross section of a part of the exposure at Spoolde

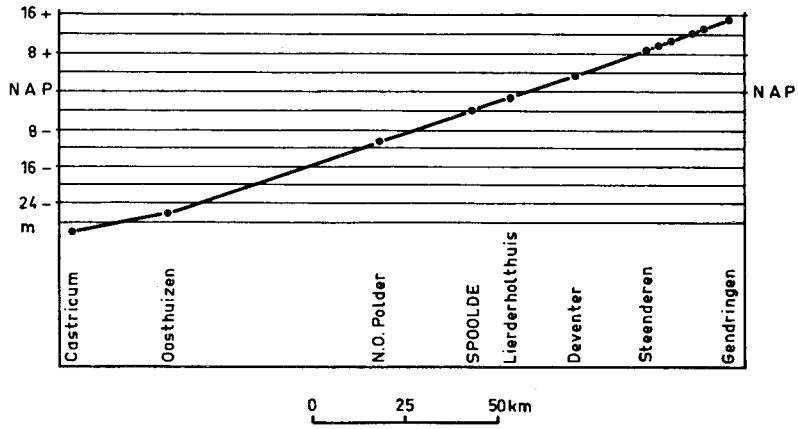


Fig. 3. Verhanglijn van de top van het fluviatiele Laagterras van de Oude IJssel en de IJssel
Fig. 3. Longitudinal gradient of the top of the fluviatile Low terrace of the Old IJssel and the IJssel

diepte kalkrijk. Het is rijk aan scherphoekige deeltjes en heeft een bont uiterlijk, hetgeen betekent, dat er een grote hoeveelheid ondoorzichtige bestanddelen in aanwezig is.

De top van het grindrijke fluviatiele Laagterras ligt te Spoolde buiten de geul op ca. 4 m –NAP. In de Noordoostpolder werd de diepteligging door Wiggers (1955) bepaald. Deze bedraagt in het oosten van de polder 6 à 7 m –NAP en in het meest westelijk gelegen deel ongeveer 12 m –NAP. Nabij Deventer en Lierderholthuis werd de bovenkant van het grove pakket op resp. 4 m +NAP en omstreeks NAP gevonden (Van den Akker, Knibbe en Maarleveld, 1964). Ten slotte vermeldden Pons (1957) en Pons en Wiggers (1958) nog andere waarnemingen over de ligging. Stellen we uit deze gegevens een verhangcurve samen (fig. 3), dan blijkt een grote overeenkomst met de curve die door Pons (1954) voor het fluviatiele Laagterras van de Rijn werd ontworpen.

Het was mogelijk op een plek de stroomrichting van deze IJssel te bepalen (fig. 4). Het water zal ter plaatse in noordwestelijke tot oostelijke richting hebben gestroomd.

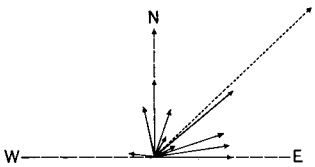
Betreffende de ouderdom van de afzetting staat ons slechts één 14C-bepaling van een monster uit een veenlaag op het fluviatiele Laagterras (in de Noordoostpolder) ter beschikking (Wiggers, 1955). De uitkomst is 29 000 (+ 5000; – 3000) jaar, een ouderdom die ten naaste bij samenvalt met het Paudorf-interstadiaal (Andersen, De Vries en Zagwijn, 1960).

Ten slotte valt nog te vermelden, dat te Spoolde en ook in enkele andere ontsluitingen op de top van het fluviatiele Laagterras plaatselijk een gekryoturbeerd, zeer zwaar kleilaagje werd aangetroffen.

2.2 Het dekzand en de rivierleem

a. Het noordoostelijke deel van de ontsluiting

In het noordoostelijke deel van de ontsluiting te Spoolde rust op het fluviatiele Laagterras een ca. ½ m dikke laag matig fijn zand, het *Niet-lemige oudere dekzand* (Van den Akker, Knibbe en Maarleveld, 1964). Het zand vertoont een grote overeenkomst met het Jongere dekzand (zie hierna); we zien hier-



1 ⟶ één meting/*single observation*
2 ⟶ gemiddelde stroomrichting/*mean direction of flow*

Fig. 4. Hellingsrichting van kris-kras gelaagde zanden in het fluviatiele Laagterras te Spoolde
Fig. 4. Direction of dip of cross-bedded sands in the fluviatile Low terrace at Spoolde

in de eerste dekzandafzetting na de vorming van het fluviatiele Laagterras. Het zand bevat slechts een geringe hoeveelheid scherphoekige deeltjes en verschilt hierdoor duidelijk van het fluviatiele Laagterras. In hoeverre dit zand overeenkomst vertoont met dat van ongeveer dezelfde ligging in de Noordoostpolder (Wiggers, 1955), is nog niet geheel duidelijk. We achten het echter waarschijnlijk dat het hier dezelfde afzetting betreft.

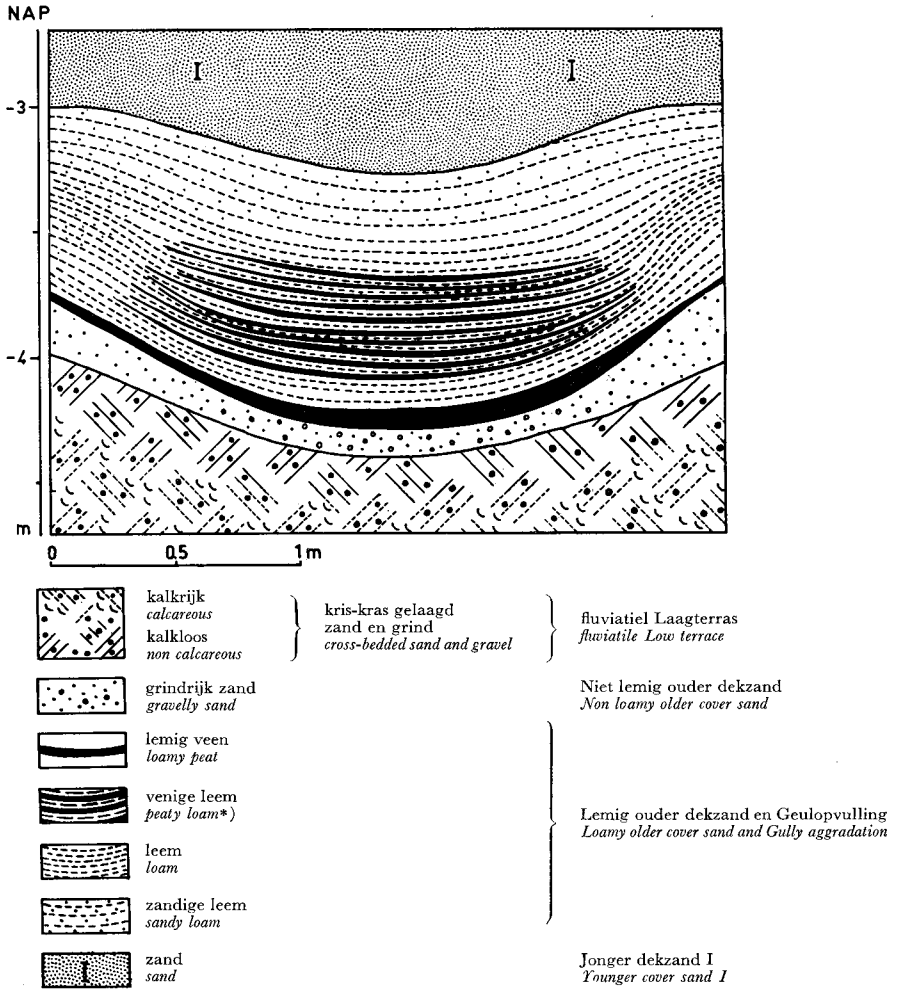
Boven het Niet-lemige oudere dekzand bevindt zich een afzetting van ongeveer 50 cm dikte, die wordt gekenmerkt door een aantal horizontaal liggende zand- en leemlaagjes, het *Lemige oudere dekzand* volgens Van den Akker, Knibbe en Maarleveld (1964). Dit zand werd evenals het Niet-lemige oudere dekzand in het Pleniglaciaal-B afgezet (zie tabel 1). In dit deel van de ontsluiting werd een tweetal komvormige opvullingen gevonden ter breedte van ca. 3 m, waarvan de basis ca. $\frac{1}{2}$ m diep in het fluviatiele Laagterras ligt. De opvulling bestond uit uiterst fijnzandige leem- en veenbandjes (fig. 5). Het pollendiagram vertoont een zeer koud beeld. Een juiste datering kan thans nog niet worden gegeven.

Aparte vermelding verdient nog het voorkomen van koolzure kalk in de kern van de lemige veenlaagjes (fig. 5). De randen van de opvulling en het omringende dekzand zijn kalkloos. Er zijn geen tekenen, die erop wijzen dat de kalk na de afzetting van de leem door het grondwater van elders werd aangevoerd. Waarschijnlijker is het, dat het Lemige oudere dekzand en de venige leem kalkrijk zijn afgezet. Vrijwel het gehele pakket Lemig ouder dekzand zal in de loop der tijden ontkalkt zijn met uitzondering van de slecht doorlatende venige leem. Ook Pons (1959) en Wiggers (1955) vermelden het voorkomen van kalk in het Lemige oudere dekzand.

Op het Lemige oudere dekzand ligt een laag van 2 tot 4 m *Jonger dekzand.* De top van de afzetting bevindt zich op 1 m –NAP tot 1 m +NAP. Het materiaal bestaat uit matig fijn zand met een horizontale gelaagdheid. Op ongeveer $1\frac{1}{2}$ m diepte onder het oppervlak van het Jongere dekzand bevindt zich op een plaats (fig. 2, Spoolde-Oost) een 10 cm dik veenlaagje. De stuifmeelinhoud van het veen werd, evenals van de overige veenlagen (zie hierna) onderzocht. Aan de hier niet in extenso gepubliceerde pollenanalyse Spoolde-Oost ontlenen we de volgende gegevens.

Het bovenste deel van het veenlaagje is tijdens een koud klimaat afgezet en bevat dan ook slechts 26% boompollen tegen 74% pollen van kruiden waaronder 17% Gramineae en 55% Cyperaceae. Het onderste deel van het veenlaagje is onder warmere omstandigheden afgezet, bevat 41% boompollen en een ongeveer gelijk percentage Gramineae en Cyperaceae (21% en 27%). We menen dan ook, mede in verband met de ligging van het laagje in het profiel, dat in het onderste deel van het veenlaagje de Allerødtijd is vertegenwoordigd. Dit betekent dat het onder het veenlaagje liggende dekzand, *het Jongere dekzand I,* in de Oudere Dryastijd gevormd zal zijn en dat

Fig. 5. Dwarsdoorsnede door een opgevulde geul in het Oudere dekzand in het noordoostelijke deel van de ontsluiting te Spoolde
Fig. 5. Cross section of an aggraded gully in the Older cover sand in the northeastern part of the exposure at Spoolde



*) Overwegend kalkrijk / *predominantly calcareous*

het boven het veen voorkomende zand in de Jonge Dryastijd werd afgezet *(het Jongere dekzand II)*.

Boven het veenlaagje ligt een ongeveer 20 cm dik kleiig laagje dat in de gehele wand te Spoolde te vervolgen was. Het zand in het kleiige laagje werd op afronding onderzocht. Het bleek dat zich hierin duidelijk meer scherphoekige deeltjes bevinden dan in het eronder liggende Jongere dekzand I en het erop rustende Jongere dekzand II. Het kleiige laagje bevat slechts weinig stuifmeel. Gezien het grote aantal Hystrix, is een groot deel van het stuifmeel en de sporen afkomstig uit vóór-pleistocene afzettingen. Hetzelfde beeld vonden we te Raalte bij venige laagjes die in het fluviatiele Laagterras waren ingeschakeld. Behalve Hystrix werd daar ook stuifmeel

TABEL 1. Overzicht van de bij het onderzoek aangetroffen sedimenten
TABLE 1. *General view of the sediments met with during the investigation*

Perioden *Periods*				Jaren v. Chr. *Years B.C.*	Eolische vormingen *Aeolian formations*	Fluviatiele vormingen *Fluviatile formations*	Organogene vormingen *Organic formations*
HOLOCEEN / *HOLOCENE*	Subatlanticum *Subatlantic*				rivierduinen *river dunes*	mengsels, Jongere IJsselklei *mixed soils, Younger IJssel clay*	
						Oudere IJsselklei *Older IJssel clay*	
							veen, algemeen *peat, generally*
				700			
	Subboreaal *Subboreal*						veen, algemeen *peat, generally*
							veen, plaatselijk *peat, locally*
				3000			
	Atlanticum/*Atlantic*				rivierduinen *river dunes*		
				5500			
	Boreaal/*Boreal*						
				7500			
	Preboreaal/*Preboreal*						
				8100			
PLEISTOCEEN/*PLEISTOCENE*	WÜRMTIJD/*WÜRMGLACIATION*	LAATGLACIAAL *LATE GLACIAL*	Jonge Dryas *Younger Dryas time*		Jonger dekzand II *Younger cover sand II*	rivierzand, rivierleemlaagjes *river sand, thin bands of river loam*	veenlaagjes *thin peat layers*
				8900			
			Allerød *Allerød*				
				9800			
			Oudere Dryas *Older Dryas time*		Jonger dekzand I *Younger cover sand I*		
				10 400			
			Bølling/*Bølling*				
				11 300			
		PLENIGLACIAAL *PLENIGLACIAL*	B		Lemig ouder dekzand *Loamy older cover sand* Niet-lemig ouder dekzand *Non loamy older cover sand*		
				± 30 000			
			A			fluviatiel laagterras *fluviatile low terrace*	

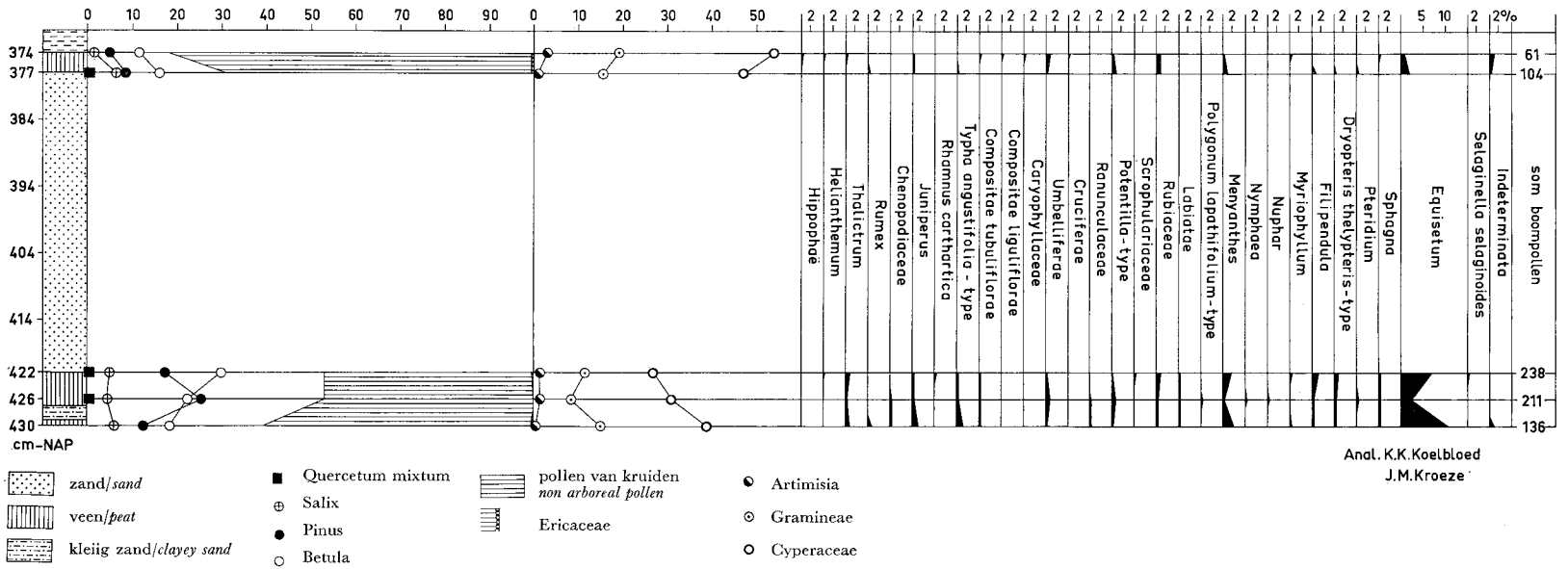


Fig. 6. Pollendiagram Spoolde-Centrum (zie pC op fig. 2)
Fig. 6. Pollen diagram Spoolde-Centre (see pC on fig. 2)

van Tsuga, Liquidambar en Nyssa aangetroffen. Afgeronde stukjes hout waren zeer talrijk aanwezig en wijzen op transport door water.

De Rijn heeft oude, stuifmeel en sporen bevattende, afzettingen aangesneden en het materiaal stroomafwaarts vervoerd. We beschouwen het kleiige laagje dan ook als *rivierleem*. Het kleiige laagje gaat over in het hiervoor reeds besproken veenlaagje. Mede in verband met de nog te bespreken datering van een veenlaagje, moet worden aangenomen dat de kleiige laag gedurende de Jonge Dryastijd is afgezet. Deze laag te Spoolde toont sterke gelijkenis met de in de Noordoostpolder door Wiggers (1955) beschreven rivierleem.

b. Het zuidwestelijke deel van de ontsluiting

In dit gedeelte van de sluisput wijkt de opbouw sterk af van de rest (fig. 2). Zowel het Oudere als het Jongere dekzand I ontbreekt. Op het grove, grindrijke, fluviatiele Laagterras rust hier matig fijn zand, dat soms lemig ontwikkeld is. Dit zand ligt in een geul, waarvan de basis zich op ca. 5 m –NAP in het fluviatiele Laagterras bevindt. Door erosie zal een deel van het fluviatiele Laagterras opgeruimd zijn, evenals het Oudere dekzand en het Jongere dekzand I. Tussen het zand van deze geul bevinden zich enige leem- en veenlaagjes (zie fig. 2). Dit materiaal werd pollenanalytisch bewerkt.

Het onderste veenlaagje zal vrijwel geheel in de Allerødtijd gevormd zijn. In het onderste deel (ca. 430 cm –NAP) ervan is mogelijk de overgang naar de Oudere Dryastijd vertegenwoordigd (fig. 6). Op het onderste veenlaagje rust een lemige laag van enige centimeters dikte. Hierop ligt weer een veenlaagje dat blijkens de polleninhoud uit de Allerødtijd stamt. Het op 374–379 cm –NAP voorkomende veenlaagje stamt uit de Jonge Dryastijd. Direct hierboven ligt een enige centimeters dik leemlaagje. Het stuifmeel en de sporen van dit laagje werden onderzocht. Evenals in de reeds genoemde kleiige laag werd hier een hoog percentage secondair pollen aangetroffen, zoals 8% Hystrix. Het laagje moet als *rivierleem* worden beschouwd. Ook deze rivierleem werd gedurende de Jonge Dryastijd afgezet. Ten slotte werd op 285–300 cm –NAP de rivierleemlaag, beschreven uit het noordoostelijke deel van de ontsluiting, aangetroffen. Deze laag bevatte te weinig pollen om hieruit conclusies te mogen trekken.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de sedimentatie van rivierleem in verschillende tijden plaatsvond. Een deel stamt uit de Allerødtijd of de overgang Allerød–Jonge Dryastijd en de rest, voor zover in deze omgeving bekend, uit de Jonge Dryastijd. De rivierleem is in dit gebied dus niet, zoals voor andere delen van het land wordt aangenomen, in hoofdzaak gedurende de Allerødtijd en het Preboreaal afgezet (zie ook Van den Broek en Maarleveld, 1963; Schelling, 1951; Pons en Bennema, 1958; Pons en Wiggers, 1958). Hierbij moet echter wel worden opgemerkt, dat de door ons beschreven rivierleemlaagjes slechts zeer dun zijn en daardoor niet geheel vergelijkbaar met de rivierleemafzettingen uit andere delen van het land. Er kan nabij Spoolde dus niet van een afsluitend leemdek worden gesproken.

Wat echter wel in de ontsluiting te Spoolde fraai wordt gedemonstreerd is het voorkomen van twee bodemkundig en morfologisch verschillende 'landschappen', die aanwezig waren gedurende de Allerødtijd en een deel van de Jonge Dryastijd. Zo maakt het noordoostelijke deel van de ontsluiting deel uit van het dekzandlandschap. In het zuidwestelijke deel bevindt men zich in het IJsseldallandschap, zoals door Pons en Wiggers (1958) naar

voren werd gebracht. Deze grens tussen twee zo geheel verschillende landschappen in een groeve, zoals te Spoolde, ontsloten te zien, is een unieke gebeurtenis.

Zoals reeds is vermeld en ook duidelijk door figuur 2 wordt geïllustreerd, werd gedurende de Jonge Dryastijd het dekzandlandschap door IJsselwater overstroomd en kwam een kleiig laagje tot afzetting. Direct hierna in de Jonge Dryastijd werd het gehele gebied door *Jonger dekzand II* overstoven, waarmede de pleistocene wordingsgeschiedenis is afgesloten.

3. HOLOCENE VORMINGEN

3.1 Het veen

Na de afzetting van het Jongere dekzand II begon een meer blijvende klimaatverbetering. Daardoor kon zich geleidelijk een permanente begroeiing vestigen. Onder invloed van deze vegetatie ontwikkelden zich in het dekzand een bodemprofiel dat tot de humuspodzolen moet worden gerekend.

Door de stijging van de zeespiegel werd de bodem steeds vochtiger en in het begin van het Subboreaal trad de eerste *veengroei* te Spoolde op (fig. 7). Dit veen heeft overwegend een eutrofe tot mesotrofe samenstelling.

Op twee plaatsen werd het veen voor onderzoek bemonsterd. Het hier gepubliceerde diagram (fig. 8 en tabel 2, Spoolde-West) werd samengesteld uit gegevens, verkregen door het onderzoek van het gehele veenpakket en van een deel van het erop liggende rivierkleidek. Het onderste deel van het veen is nog subboreaal, de rest moet geheel tot het Subatlanticum worden gerekend. Het andere profiel werd genomen in een zeer smalle geul (fig. 7, Spoolde-Zuid). Hier is de veengroei in het Subboreaal begonnen en heeft hij zich voortgezet tot in het Subatlanticum. Voor de samenstelling van de top van dit profiel wordt verwezen naar het artikel van Koelbloed en Kroeze elders in deze aflevering.

In al het onderzochte veen treffen we een cultuurinvloed aan, hetgeen blijkt uit het regelmatig voorkomen van onkruiden, zoals Plantago lanceolata, Rumex, en van graansoorten (Cerealia). De rogge (Secale), waarvan wordt aangenomen dat het eerste optreden kort na het begin van onze jaartelling valt (Mikkelsen, 1952; Fries, 1958), begint in het profiel van het diagram Spoolde-Zuid op 89 cm –NAP (zie genoemde publikatie van Koelbloed en Kroeze). In het profiel van het andere diagram (fig. 8) treedt de rogge op 88 cm –NAP op, ongeveer samenvallend met de grens veen-rivierklei. De pollenanalytische gegevens wijzen er dus op, dat de veengroei kort na het begin van de jaartelling eindigde, evenals in de omliggende gebieden (Veenenbos, 1950; Pons, 1953; Wiggers, 1955; Haans en Hamming, 1962).

In de omgeving van beide profielen zijn belangrijke vondsten gedaan. De voorlopige datering van de artefacten (Van der Heide, 1962) stemt goed overeen met de resultaten van de pollenanalyse.

3.2 De rivierklei

Op het veen ligt een *kleidek* van ongeveer 1 m dikte, waarvan de top op ca. 80 cm +NAP voorkomt (fig. 7). Het pakket bestaat uit twee delen. Het onderste, zware deel is uiterst fijnzandig, de *Oudere IJsselklei*. Deze is onderin het pakket soms kalkloos en gaat naar boven over in kalkrijke klei. Het bovenste, jongere deel, de Jonge IJsselklei, is veelal kalkrijk, soms lichter en minder fijnzandig.

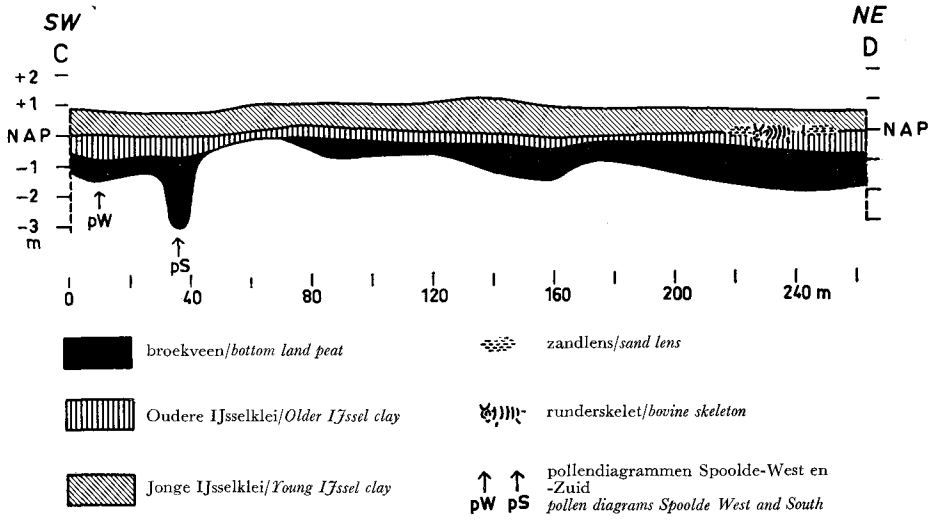


Fig. 7. Globaal overzicht van holocene veen- en kleiafzettingen in een deel van de ontsluiting te Spoolde

Fig. 7. Generalized cross section of the holocene peat and clay deposits in a part of the exposure at Spoolde

De sedimentatie van de Oudere IJsselklei is zeker nog in twee fasen verlopen. De afzetting van het kalkloze deel begon kort na het begin van de jaartelling. Het is zeer wel mogelijk, dat dit deel van de afzetting samenhangt met de, in de zeekleigebieden uitvoerig beschreven, laat-Romeinse transgressiefase, dus tussen 250 en 500 à 600 na Chr. (Pons en Wiggers, 1959/60).

Het kalkrijke deel is veel jonger. Hierin werd te Spoolde-West op 48 en 38 cm –NAP, samen met rogge de korenbloem (Centaurea cyanus) gevonden. Mevrouw dr. B. Polak schrijft hierover: 'Rogge te zamen met de korenbloem moet volgens Mikkelsen (1958) een gevolg zijn van cultuur van winterrogge'. Tot het verbouwen hiervan is men niet overal gelijktijdig overgegaan en voor zeer dicht bevolkte streken wordt aan de twaalfde of dertiende eeuw gedacht (Slicher van Bath, 1960). Het begin van de afzettingsperiode valt mogelijk samen met de aanvang van de laat-Middeleeuwse transgressiefase, die op ca. 1200 na Chr. wordt gesteld (Pons en Wiggers, 1959/60). Uit het charter van het Waterschap Salland, de zgn. Guyen-dijkbrief van 1308, blijkt dat er reeds in 1308 dijken waren, die evenwel in slechte staat verkeerden (Fockema Andreae, 1950).

Ook nadien is bij dijkdoorbraken en overstromingen nog vrij veel materiaal afgezet: de Jonge IJsselklei. Volgens Van Doorninck (1828) zijn er in het laatst van de dertiende eeuw, in het midden van de vijftiende eeuw en in het laatste deel van de zestiende eeuw in dit gebied veel calamiteiten geweest.

In Spoolde werd op de overgang van de Oudere en de Jonge IJsselklei een runderskelet (fig. 7) gevonden. Het skelet lag ingebed in een lens kalkrijk, bont zand. De heer G. D. van der Heide was zo vriendelijk het skelet uit te graven. Naar zijn mening is de Oudere IJsselklei waarschijnlijk van

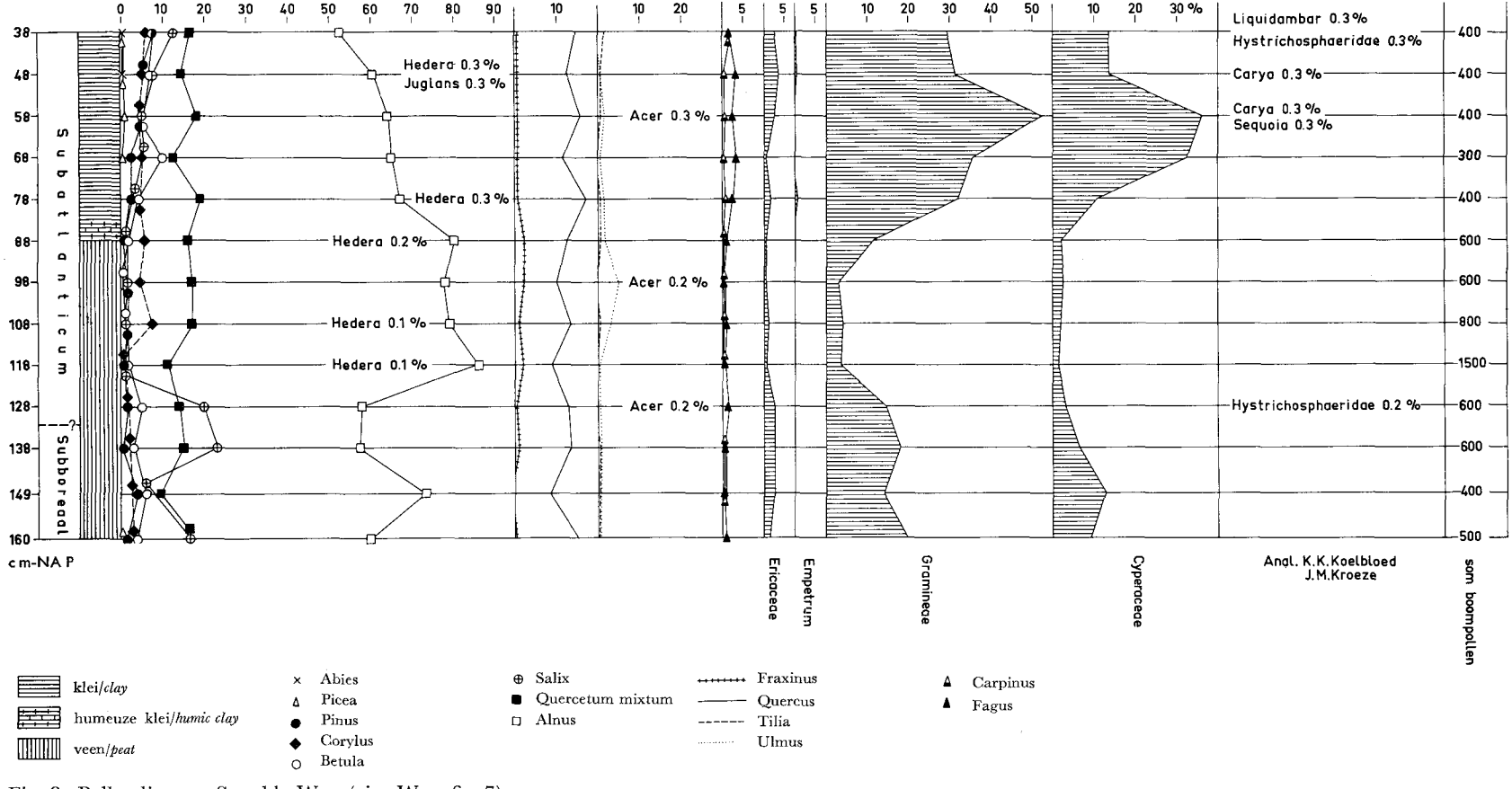


Fig. 8. Pollendiagram Spoolde-West (zie pW op fig. 7)
Fig. 8. Pollen diagram Spoolde-West (see pW on fig. 7)

vóór de aanleg van de bandijk afkomstig. Het skelet zelf liet geen scherpe datering toe. Wel volgt uit het gevonden schervenmateriaal, dat het dier niet eerder dan in de tiende tot de dertiende eeuw, mogelijk echter aanzienlijk later, ter plaatse zal zijn terechtgekomen. De bovenste kleilaag, de Jonge IJsselklei, zou, ten dele althans, betrekkelijk jong zijn en wel van nà de zeventiende eeuw. Ook tussen Harculo en Zandhove werd sinds 1573 een ca. 50 cm dikke, zware kleilaag afgezet (zie 3.4). Hieruit blijkt duidelijk, dat de omstreeks de veertiende eeuw tot stand gekomen betere bedijking niet in staat was het IJsselwater steeds te keren en dat sindsdien nog belangrijke afzettingen hebben plaatsgehad.

Het is van belang hier te wijzen op het uiterst fijnzandige karakter van de Oudere IJsselklei, in tegenstelling tot de minder fijne textuur van de Jonge IJsselklei. De afzetting van de uiterst fijnzandige klei vond plaats in een betrekkelijk rustig milieu; ook door de erosie als gevolg van de ontginningen in het bovenstroomse gebied werd een belangrijke lössfractie aangevoerd (Pons, 1957). De afzetting van de meer zandige Jonge IJsselklei vond plaats bij sterker wisselende afvoeren van de rivier, waardoor het transport van mineraal materiaal werd vergroot. Dit blijkt ook uit de afzetting van IJsselzand, ter plaatse Ramspolzand genoemd, in de Noordoostpolder tussen ca. 1400 en 1600 na Chr. (Wiggers, 1955).

3.3 De mengelgronden

Rondom de zandkoppen in het rivierkleigebied en in de overgangszone van rivierklei naar de zandgronden komen kalkloze, zandige kleigronden en kleiige zandgronden voor. Zij worden mengelgronden genoemd (Schelling, 1951b). Verondersteld wordt, dat ze zijn ontstaan door menging van rivierslib met zand van de zandkoppen. Dit zand kon zowel van dekzandruggen als van rivierduinen (zie 3.4) afkomstig zijn. Ook wordt het mogelijk geacht, dat een deel van de mengelgronden is ontstaan door ophoging met materiaal uit de potstal.

In de ontsluiting te Spoolde komt mengelgrond voor, die een rivierduin kransvormig omgeeft en die zijdelings overgaat in de Jonge IJsselklei. Hier is daarom een gelijke ouderdom van mengelgrond en Jonge IJsselklei mogelijk. Op een plek te Spoolde werd in het mengeldek een aantal scherven aangetroffen, in ouderdom variërend tussen 1200 en 1900 (Van der Heide, mondelinge mededeling). Daar het mengeldek op deze plaats was verwerkt, valt slechts te concluderen, dat het niet ouder is dan ongeveer de twaalfde eeuw. Ook tussen Wijhe en Raalte werden scherven onder een ca. 90 cm dik mengeldek aangetroffen, welke dateerden uit de dertiende eeuw. De opbouw en de ligging van dit mengelprofiel wijzen erop dat het ontstaan is als gevolg van menselijke activiteit. De mengelgronden behoren daarom tot de jongste vormingen in dit gebied en dateren uit de late Middeleeuwen of zijn sindsdien ontstaan.

3.4 De rivierduinen

We willen ten slotte een ogenblik stilstaan bij de *rivierduinen*. Langs de IJssel komt een aantal ruggen voor die wat ligging (fig. 1) en samenstelling betreft afwijken van de dekzandruggen. Het zand is bonter en bevat volgens een onderzoek van dr. R. D. Crommelin[1]) meer verweerbare mineralen. De

[1]) Intern rapport over arme en zeer arme zanden door dr. R. D. Crommelin, hoofd van de afd. Mineralogie van de Stichting voor Bodemkartering.

TABEL 2. Niet in het diagram Spoolde-West (fig. 8) vermelde pollen en sporen
TABLE 2. *Pollen and spores not presented in the diagram of Spoolde West (fig. 8)*

Diepte –NAP: *Depth below m.s.l.:*	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	149	160 cm
Myrica	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.2	×	0.3	–
Drosera	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.2
Juniperus	0.7	–	–	–	0.5	–	–	–	–	0.3	–	0.3	–
Populus	–	–	–	–	–	0.3	1.2	0.1	0.1	–	0.2	–	–
Humulus	–	–	–	–	1.0	–	–	–	0.1	–	–	–	–
Rhamnus	–	–	–	–	–	–	–	–	0.2	–	0.2	1.0	0.4
Solanaceae	–	–	1.7	0.3	0.8	–	–	–	–	–	0.3	0.3	–
Gentiana	–	–	–	–	–	0.2	–	–	–	–	–	–	0.2
Typha latifolia	–	0.3	–	0.3	0.5	–	–	0.1	–	–	0.2	–	×
Typha angustifolia type	2.7	9.0	6.5	7.3	9.8	4.7	2.5	2.4	1.4	1.3	2.2	1.7	1.8
Compositae tubuliflorae	0.7	1.0	1.2	5.3	8.0	0.3	–	0.6	–	1.5	0.3	0.3	×
Compositae liguliflorae	2.5	1.7	2.0	0.3	0.5	–	0.2	0.1	0.2	0.5	1.0	0.3	0.6
Caryophyllaceae	0.3	0.3	×	–	–	0.3	0.2	0.4	–	0.8	0.2	0.5	0.4
Umbelliferae	1.7	1.5	3.5	5.0	2.2	0.8	0.3	0.4	0.5	1.3	1.8	3.5	2.4
Cruciferae	0.5	0.7	2.5	2.3	1.0	–	0.3	0.4	0.3	0.5	1.3	0.7	0.4
Jasione	–	0.3	–	–	0.3	–	–	–	0.1	–	0.2	–	0.2
Thalictrum	0.3	0.7	0.5	1.7	–	–	0.2	0.3	–	0.5	0.2	–	×
Ranunculaceae	1.0	5.0	1.5	2.3	2.7	0.2	0.3	0.5	0.1	0.5	0.3	0.7	1.2
Rosaceae	–	–	–	–	–	–	0.2	×	0.1	0.3	0.3	–	×
Scrophulariaceae	–	–	–	–	–	–	–	0.1	–	–	–	–	0.2
Rubiaceae	–	–	–	–	1.3	–	0.3	0.1	0.3	0.8	0.8	0.7	1.2
Polygonum lapathifolium	0.5	0.3	1.7	0.7	×	×	–	×	0.1	0.2	0.5	0.3	×
Eurumex	–	0.3	0.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Labiatae Mentha type	–	–	–	–	–	–	–	–	×	0.2	–	0.3	–
Boraginaceae	0.3	–	–	0.3	–	–	–	–	–	–	0.2	–	–
Valeriana	0.3	–	–	–	–	0.2	0.2	×	–	0.2	–	–	–
Calystegia	–	–	–	–	0.3	–	–	–	–	0.2	–	–	–
Cerealia	4.5	1.6	2.7	2.7	1.5	0.4	0.5	0.3	0.1	–	0.3	0.5	1.0
Chenopodiaceae	1.0	2.0	1.0	0.7	0.3	0.3	0.2	×	0.3	0.5	1.3	0.7	0.2
Plantago coronopus	–	–	–	0.3	–	–	–	–	–	–	0.3	–	–
Plantago lanceolata	0.5	1.3	0.3	0.7	–	0.2	0.2	0.4	0.2	0.7	0.8	0.3	0.4
Plantago major	–	–	0.3	–	0.3	–	–	–	0.1	–	–	–	–
Plantago media	–	–	–	–	0.3	0.2	–	0.1	0.1	–	0.3	–	–
Artemisia	0.5	1.7	1.0	1.0	–	0.2	0.5	0.1	0.2	0.8	1.0	–	×
Centaurea cyanus	0.3	0.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Centaurea jacea	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.2	0.2	–	–
Urtica	0.3	–	0.5	–	0.8	0.3	0.3	0.3	0.4	0.3	–	0.3	0.2
Rumex	2.0	1.0	4.5	1.7	5.5	1.2	1.7	1.0	0.7	1.7	2.5	1.5	5.0
Polygonum aviculare	–	–	–	–	–	×	–	–	–	0.2	–	–	–
Polygonum bistorta	–	0.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	×
Polygonum convolvulus	–	–	×	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Dipsacaceae	–	–	0.3	–	–	–	–	–	–	×	×	–	–
Onagraceae	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	1.0	–
Menyanthes	–	–	0.3	–	–	–	–	–	×	–	–	–	–
Nymphaea	–	–	–	0.3	–	–	–	–	–	–	–	0.3	–
Nuphar	–	–	0.3	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.2

TABEL 2. Vervolg
TABLE 2. *Continued*

Diepte –NAP: *Depth below m.s.l.:*	38	48	58	68	78	88	98	108	118	128	138	149	160 cm
Myriophyllum spicatum t.	0.7	–	0.5	0.3	0.5	–	–	–	–	×	–	0.5	–
Potamogeton	1.3	7.3	0.8	0.7	0.7	1.2	1.0	0.3	0.2	–	–	0.3	0.6
Iris	–	–	–	–	0.3	0.2	–	0.1	×	0.2	0.7	0.5	–
Filipendula	1.0	0.7	0.8	1.7	0.8	0.5	0.8	0.3	0.6	1.5	1.3	1.0	1.0
Lythrum	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.3	–	0.6
Dryopteris thelypteris t.	5.0	4.5	2.2	6.3	1.0	1.0	0.2	0.8	0.3	1.2	1.5	1.0	0.2
Polypodium	0.5	–	1.0	0.3	×	×	0.2	0.1	0.3	×	0.2	–	–
Pteridium	0.7	0.3	0.8	1.3	1.3	0.2	0.3	0.5	0.1	0.3	0.3	0.3	0.4
Osmunda	0.3	–	–	–	–	–	–	–	×	0.8	0.2	0.3	–
Sphagna	4.0	2.3	1.5	2.0	0.5	1.3	1.2	1.0	0.7	2.0	0.8	1.5	0.6
Anthoceras	–	–	–	–	×	–	–	–	×	–	–	–	–
Equisetum	0.5	0.3	0.8	3.7	1.7	×	–	–	–	0.2	×	0.5	–
Indeterminata	0.7	1.0	2.0	1.7	1.7	1.0	0.3	0.5	0.3	1.0	0.5	1.0	1.0

× = korrels bij doorzien van een preparaat gevonden
grains found when viewing a microscopic slide

zware-mineraleninhoud stemt meer overeen met die van het fluviatiele Laagterras dan met die van de dekzanden.

De datering van de rivierduinen levert meestal moeilijkheden op, daar het zelden voorkomt dat het zand tussen twee dateerbare lagen ligt. Pons en Wiggers (1958) menen, dat de duinen van laatglaciale en vroegholocene ouderdom zijn. Ook later in het Holoceen zijn de omstandigheden soms gunstig geweest voor het ontstaan van verstuivingen (Pons, 1954).

In Spoolde ligt een rivierduin op het podzolprofiel in het Jonger dekzand II en een deel van het rivierduinzand ligt nog onder veen, dat in het Subboreaal tot ontwikkeling kwam. De tijd voor duinvorming strekt zich in dit geval dus uit van het Preboreaal tot en met het Atlanticum.

Als gevolg van een dijkdoorbraak bij Harculo in 1573 ontstond door verstuiving het rivierduin van Zandhove (Van Doorninck, 1828). Het bonte kalkrijke zand van dit duin is in westelijke richting naar de IJssel bij Harculo te vervolgen onder een ca. 50 cm dikke, zware kleilaag, die dus sinds 1573 werd afgezet (fig. 9). Onder de zandlens komt plaatselijk nog Jonge IJsselklei voor, die dus vóór 1573 moet zijn gevormd.

Schelling (1951b) vermeldt dat onder de meest westelijke zandkoppen te Wijhe een zware kleilaag aanwezig is. Deze kleilaag werd waarschijnlijk eerst na het begin van onze jaartelling afgezet (zie boven).

De duinen zijn hier dus zeer jong. Het blijkt dat bij de IJssel in verschillende perioden gunstige voorwaarden voor verstuiven aanwezig waren.

4. SAMENVATTING

Aan de hand van de resultaten van bodemkarteringen en van onderzoek van ontsluitingen waarbij vooral die van Spoolde van groot belang waren, kon een nauwkeuriger inzicht worden verkregen in de ontstaansgeschiedenis van de verschillende afzettingen langs de IJssel in het gebied nabij Zwolle.

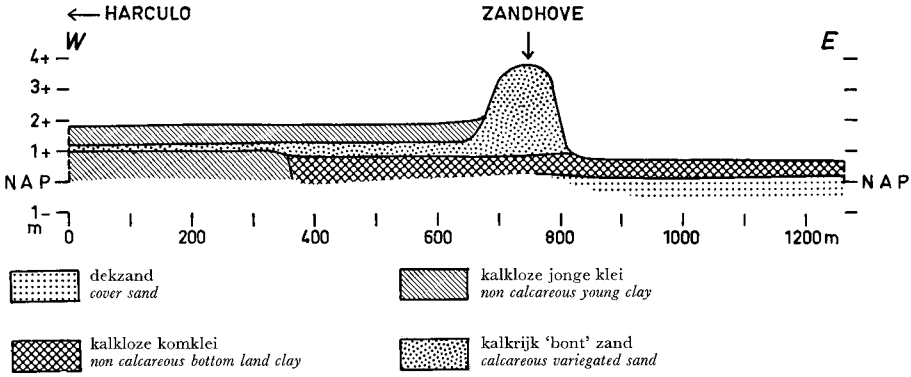


Fig. 9. Schematische dwarsdoorsnede van een rivierduin bij Zandhove
Fig. 9. Generalized cross section of a river dune near Zandhove

Op het einde van het Würm-pleniglaciaal stroomde de IJssel ongeveer ter plaatse van zijn huidige loop, waarbij ten oosten hiervan een overwegend eolische sedimentatie (dekzand) plaatsvond. Langs de IJssel overheerste de fluviatiele sedimentatie (rivierleem en rivierzand). In Spoolde was zowel het eolische als het fluviatiele landschap uit de Allerødtijd en een deel van de Jonge Dryastijd fraai ontsloten.

Tijdens het Holoceen was de afvoer van de IJssel aanvankelijk van geringe betekenis. In deze tijd werd een deel van de rivierduinen gevormd, waarna bij toenemende vochtigheid in de lage delen van het landschap de veengroei begon. In overeenstemming met de toenemende klei-sedimentatie na de Romeinse tijd elders in het land kreeg ook de IJssel sindsdien een groter debiet en ontstonden de eerste holocene kleiafzettingen langs de rivier.

In de late Middeleeuwen en ook nadien werden kleien afgezet die een wat onregelmatiger patroon bezitten en die minder fijnzandig zijn. In deze tijd werd eveneens een deel van de rivierduinen gevormd en ontstonden mengelgronden.

SUMMARY

The result of soil surveys and the study of exposures, and especially of that at Spoolde, led to a more exact understanding of the origin of several deposits along the river IJssel in the area near Zwolle.

At the end of the Würm Pleniglacial the IJssel followed approximately the same course as at present, whereas east of the river a predominantly eolian sedimentation (cover sand) took place. Along the IJssel fluviatile sedimentation (river loam and sand) prevailed. In Spoolde the eolian as well as the fluviatile landscape of the Allerød and part of the Young Dryas time was exposed to great advantage.

At the beginning of the Holocene the discharge of the IJssel was of minor importance. At that time a part of the river dunes formed and subsequently, with increasing humidity peat began to grow in the lower parts of the landscape. In accordance with the increasing sedimentation of clay after Roman times in other parts of the country, the IJssel also increased its discharge and formed the first holocene clay deposits along the river.

In the late middle ages and thereafter clays have been deposited, which show a more irregular pattern and have a less extremely fine grained sandy component. In the same period another part of the river dunes formed and the mixed (river clay – river dune or cover sand) soils came into being.

LITERATUUR

Akker, A. M. van den, M. Knibbe en G. C. Maarleveld, 1964: Het Sallandse dekzandlandschap. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen., *81*, 287–296.

Andersen, S. T., H. de Vries and W. H. Zagwijn, 1960: Weichselian glacial of Denmark and the Netherlands. Geol. en Mijnb. *39*, 38–42.

Broek, J. M. M. van den and G. C. Maarleveld, 1963: The Late-Pleistocene Meuse terrace deposits. Med. Geol. Sticht. Nw. Ser. *16*, 13–24.

Doorninck, M. van, 1828: Ontwerp van afleiding van den Rijn langs den IJssel en door de provincie Overijssel. Deventer.

Fockema Andreae, S. J., 1950: Studiën over waterschapsgeschiedenis I. Het polderdistrict Veluwe.

Fries, M., 1958: Vegetationsutveckling och odlingshistoria i Varnhemstrakten. Acta Phytogeographica Suecica, *39*, 5–64.

Haans, J. C. F. M. en C. Hamming, 1962: Over de bodemgesteldheid van het veengebied in het Land van Vollenhove. Intern rapport nr. 583, Stiboka.

Heide, G. D. van der, 1962: Een bijzondere bodemvondst in Overijssel. Versl. en Med. Ver. Beoef. Overijss. Regt en Geschiedenis, *77*, 21–35.

Koelbloed, K. K. en J. M. Kroeze, 1965: Hauwmossen als cultuurbegeleiders. Boor en Spade *XIV*, 104–109.

Mikkelsen, V., 1952: Pollenanalytiske undersøgelser ved Bølle. Nationalmus. 3. Afd. Afd. Arkacol. landsbyundersøg. I. København.

Pons, L. J., 1953: Oevergronden als middeleeuwse afzettingen en overslaggronden als dijkdoorbraakafzettingen in het rivierkleigebied. Boor en Spade *VI*, 126–133.

Pons, L. J., 1954: Het fluviatiele laagterras van Rijn en Maas. Boor en Spade *VII*, 97–110.

Pons, L. J., 1957: De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 63.11.

Pons, L. J., 1959: Fossiele bodemprofielen in het dekzand in de tunnelput van Velsen. Boor en Spade *X*. 170–209.

Pons, L. J. en J. Bennema, 1958: De morfologie van het pleistocene oppervlak in westelijk Midden-Nederland, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (NAP). Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *75*, 120–139.

Pons, L. J. en A. J. Wiggers, 1958: De morfologie van het pleistocene oppervlak in Noordholland en het Zuiderzeegebied, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (NAP). Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *76*, 104–152.

Pons, L. J. en A. J. Wiggers, 1959/60: De holocene wordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *76*, 104–152 en *77*, 3–57.

Schelling, J., 1951a: Een bodemkartering van Noord-Limburg. Diss. Wageningen. Versl. Landb. Onderz. nr. 57.17, 's-Gravenhage.

Schelling, J., 1951b: De bodem van de gemeente Wijhe in verband met de mogelijkheden van intensivering van het bodemgebruik. Intern rapport nr. 256, Stiboka.

Slicher van Bath, B. H., 1960: Duizend jaar landbouw in de Nederlanden in vogelvlucht (800–1800). In: Landbouwgeschiedenis. Min. v. Landb. en Viss., Hoofdafd. Docum. en Publ., 's-Gravenhage, 1960.

Veenenbos, J. S., 1950: De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het randgebied van de Noordoostpolder. Diss. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 55.12.

Wiggers, A. J., 1955: De wording van het Noordoostpoldergebied. Diss. Amsterdam. Van Zee tot Land 14, Zwolle.

HAUWMOSSEN (ANTHOCEROS) ALS CULTUURBEGELEIDERS

Anthoceros species as indicators of cultivation

door/*by*

K. K. Koelbloed[1]) **en/and J. M. Kroeze**[1])

INLEIDING

Bij de completering van een collectie recente pollen en sporen voor het paleobotanisch onderzoek werd aandacht aan levermossen besteed. Zo werden onder andere sporen van donker hauwmos[2]) *(Anthoceros punctatus)*, licht hauwmos[2]) *(Anthoceros laevis)* en van de tot de watervorkjesfamilie behorende soorten blauwgroen gaffelmos *(Riccia glauca)* en klein gaffelmos *(Riccia sorocarpa)* geprepareerd.

BESCHRIJVING

De levermossen verspreiden zich door middel van sporen die ontstaan in een sporekapsel (bij Anthoceros is dit een hauw) door reductiedeling van de sporemoedercel in vier cellen (sporen). Deze sporen kunnen in een tetrade bijeen blijven, maar laten ook gemakkelijk van elkaar los, waarbij dan het Y-vormige litteken van de vergroeiingsnaad te zien blijft (trileet). Op de foto's 1 en 2 is dit duidelijk te zien. De spore van *Anthoceros punctatus* (fig. 1) is trileet en stomp driehoekig van vorm. De grootte is 45–54 mu (de stekels inbegrepen). De dikte van de wand bedraagt 5–8 mu. Enkele andere kenmerken zijn:

Distalis (buiten- of rugzijde): het oppervlak van de exine is bedekt met grote stekels (echini), die gewoonlijk vertakt zijn. Proximalis (binnen- of buikzijde): het oppervlak van de exine ziet eruit als een grof onregelmatig netwerk met vertakte stekels op de verdikkingen (muri).

De spore van *Anthoceros laevis* (fig. 2) is trileet en stomp driehoekig. De grootte bedraagt 49–62 mu en de dikte van de wand varieert van 2 tot 3 mu.

Distalis: het oppervlak van de exine is bedekt met kleine, onregelmatig voorkomende stekels. Proximalis: om de vergroeiingsnaad ligt een band met fijnere stekels, welke dicht opeenstaan.

Riccia spec. (fig. 3 en 4) is eveneens trileet, al is dit bij deze soort slechts vaag te zien, en rond driehoekig. De grootte bedraagt 59–90 mu, de dikte van de wand is 3–5 mu. Het oppervlak van de exine bezit een grof, onregelmatig, niet gesloten netwerk. De hoge lijsten van het netwerk geven de spore een gesluierd aanzien.

VOORKOMEN EN VERSPREIDING

Over de standplaats in Nederland van *Anthoceros punctatus* en *Anthoceros laevis* zijn verschillende gegevens bekend. Garjeanne (1906) geeft zand- en leemgrond aan als aard van plaatsen waar beide hauwmossen groeien. Volgens Besemer en Van der Wijk (1948) groeit *Anthoceros laevis* op bouwland, stop-

[1]) Afd. Geologie en Paleobotanie, Stichting voor Bodemkartering.

[2]) Voor de collectie van dr. B. Polak, Laboratorium voor regionale bodemkunde, mineralogie en geologie, Landbouwhogeschool, Wageningen.

Fig. 1. Spore van Anthoceros punctatus-type (vergr. 2000 ×)
Fig. 1. Spore of Anthoceros punctatus-type (× 2000)

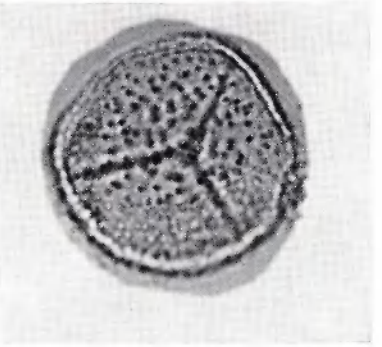


Fig. 2. Spore van Anthoceros laevis-type (vergr. 2000 ×)
Fig. 2. Spore of Anthoceros laevis-type (× 2000)

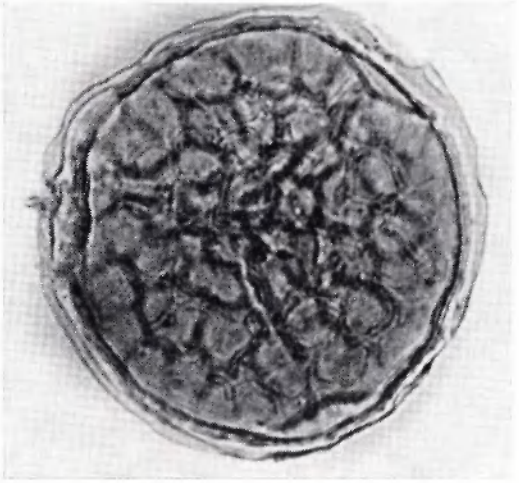


Fig. 3. Spore van Riccia spec. (vergr. 2000 ×)
Fig. 3. Spore of Riccia spec. (× 2000)

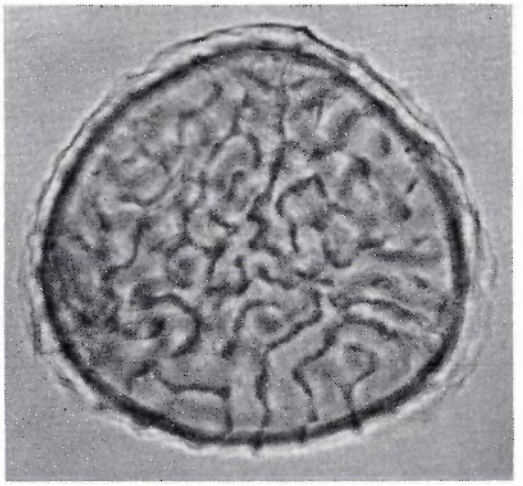


Fig. 4. Spore van Riccia spec. (vergr. 2000 ×)
Fig. 4. Spore of Riccia spec. (× 2000)

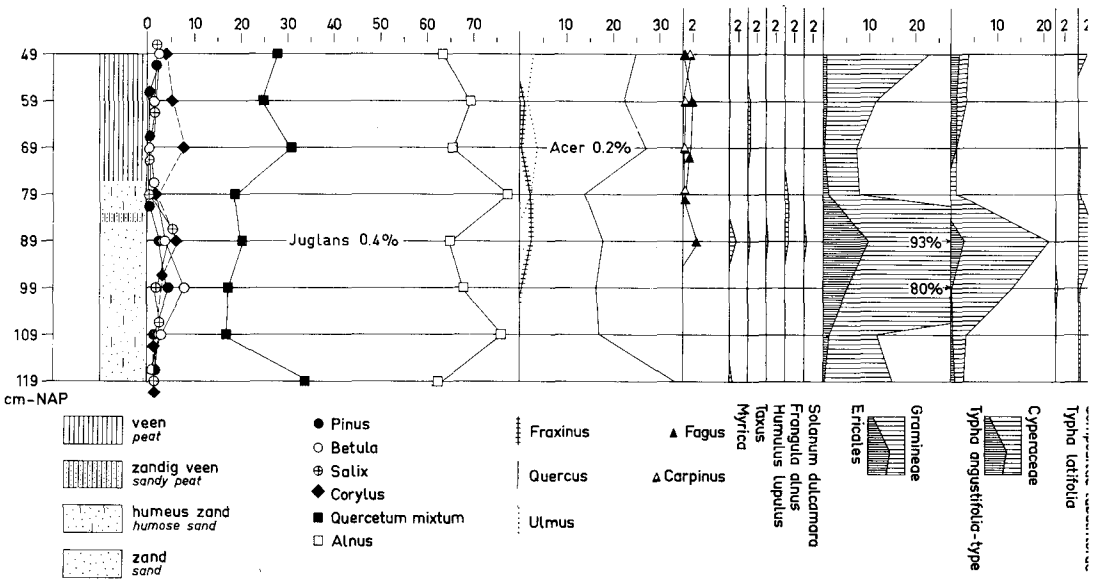
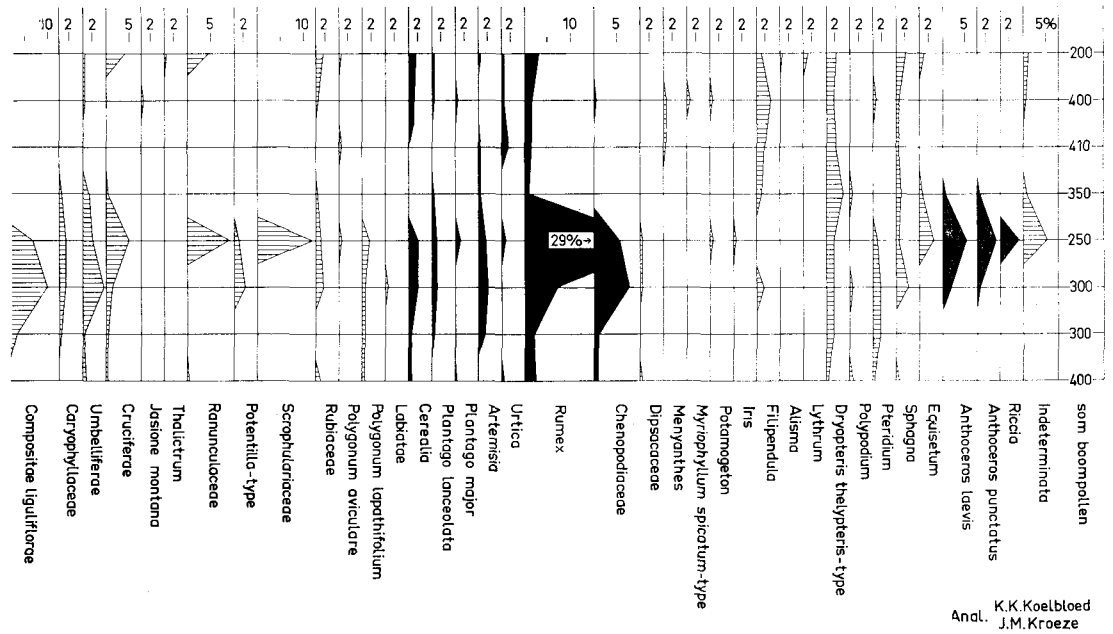


Fig. 5. Pollendiagram Spoolde-Zuid

pelveld en niet op kalk; *Anthoceros punctatus* wordt volgens hen op vochtige, lemige akkers en stoppelvelden aangetroffen. Margadant (1959) vermeldt, dat beide hauwmossen zich op vochtige, afgeplagde, niet te zure zand-, leem- of lössgrond bevinden. Blijkens een schriftelijke mededeling van

Fig. 6. De tot nu toe bekende vindplaatsen van Anthoceros in holocene afzettingen
Fig. 6. Find-spots of Anthoceros in holocene deposits know at present



dr. J. J. Barkman, waarvoor wij hem hierbij hartelijk dankzeggen, is *Anthoceros laevis* een Zuid- en Middeneuropese soort (verbreiding van Portugal tot Bulgarije en in noordelijke richting tot Engeland; is zeldzaam in Scandinavië, wordt in geheel Denemarken aangetroffen, in Noorwegen tot 60° 30′ N.B., in het zuiden van Zweden en in zuidelijk Finland). Het is een laaglandsoort. Hetzelfde geldt voor *Anthoceros punctatus*, die in Europa veel zeldzamer is. Beide zijn warmte- en droogteminnende soorten en typisch voor akkers op lemige, maar niet kalkrijke grond. Na de oogst van het graan treden zij in stoppelvelden op; zij verdwijnen weer in de herfst om ondergronds te overwinteren. De beide bovengenoemde *Riccia*-soorten behoren tot het ondergeslacht *Euriccia*. Behalve van het zeer zeldzaam voorkomende *Riccia subbifurca*, is van alle in Nederland levende, tot *Euriccia* behorende soorten bekend dat zij o.a. op akkers groeien.

Anthoceros is uit afzettingen van zeer verschillende ouderdom bekend. In een op de Veluwe dagzomende leemlaag van Cromer-ouderdom werd het voorkomen ervan door dr. B. Polak vermeld (zie Polak, Maarleveld en Nota, 1962). Jessen, Andersen en Farrington (1959) vestigden de aandacht op vondsten uit het Mindel-Riss-interglaciaal op een plek in Engeland. Voor zover ons bekend, zijn echter nog geen hauwmossen uit Nederlandse holocene afzettingen beschreven. Over het fossiel voorkomen van *Riccia* werden geen gegevens in de literatuur aangetroffen.

Bij een pollenanalytisch onderzoek van een lagenpakket in Spoolde, nabij Zwolle, werden sporen gevonden die een sterke overeenkomst vertoonden met recente sporen van *Anthoceros punctatus* en *Anthoceros laevis*. Na een zorgvuldige bestudering en vergelijking met de recente preparaten, die dr. B. Polak zo vriendelijk was ons voor dit doel te lenen, bleken het inderdaad sporen te zijn van bovengenoemde mossen. Ook werden sporen gevonden

die sterk deden denken aan die van *Riccia* of van het goudkorrelmos *Fossombronia dumortieri*. Laatstgenoemd mos kon worden uitgesloten en de sporen werden gedetermineerd als behorende tot de watervorkjesfamilie (*Ricciaceae)*. Helaas kon door het ontbreken van voldoende vergelijkingsmateriaal nog niet tot de soort worden besloten. Wel kon echter met zekerheid worden vastgesteld, dat zij tot een *Riccia*-soort van het ondergeslacht *Euriccia* behoren.

Zij werden in vrij grote hoeveelheden gevonden in het zandige deel van het profiel, dat als Subatlanticum kon worden gedateerd (profiel Spoolde-Zuid, fig. 5). Het betreft hier het bovenste deel van een opvulling met veen en zand van een smalle, in IJsselzand ingesneden geul. Het einde van de opvulling vond plaats voor de afzetting van zware, kalkloze IJsselklei. Op 229 cm –NAP (in veen van subboreale ouderdom) werd in hetzelfde profiel een spore van *Anthoceros laevis* gevonden.

In een soortgelijk profiel nabij Giesbeek (Geld.) werd eveneens in IJsselklei van subatlantische ouderdom *Anthoceros punctatus* en *Anthoceros laevis* gevonden.

In het materiaal van Spoolde (zie hiervoor Hamming, Knibbe en Maarleveld elders in deze aflevering) werd één enkele spore van *Anthoceros* op een diepte van 78 cm –NAP in de kalkarme, zware IJsselklei en verder nog één op een diepte van 118 cm –NAP in de onder de klei liggende veenlaag gevonden. Beide vondsten zijn uit het Subatlanticum. In Jonge zeeklei van Selwerd (Groningen) troffen we een exemplaar van *Anthoceros punctatus* aan, eveneens uit het Subatlanticum. Ook oude bouwlandgronden, zowel zwart als bruin van kleur, blijken sporen van hauwmossen te bevatten. Hierbij kunnen zij zowel van de akker zelf afkomstig zijn, alsook met plaggen aangevoerd. In de monsters, genomen op 40 cm onder maaiveld te Borculo, Ruurlo, Emst en op 15 cm onder maaiveld te Leggelo (Dr.) komen de sporen in hoeveelheden van minder dan 1 percent voor. In het bruinzwarte materiaal van Hoevelaken en Nijkerk werden behalve *Anthoceros*-sporen ook *Riccia*-sporen aangetroffen. Hoevelaken leverde 1,3% *Anthoceros* en 0,4% *Riccia* op, Nijkerk 5,5% *Anthoceros* en 3% *Riccia*. Bij al deze oude bouwlandgronden worden ze samen met onkruiden als *Centaurea cyanus* (korenbloem), *Rumex* (zuring), *Scleranthus* (hardbloem) en *Plantago* (weegbree) en de cultuurgewassen *Cerealia* (granen), *Fagopyrum* (boekweit) en *Spergula arvensis* (spurrie) gevonden. Het voorkomen van een aanzienlijk aantal pollen van *Fagopyrum* wijst erop, dat het onderzochte deel van deze gronden van na het einde van de veertiende eeuw dateert (zie bijv. Hacke-Oudemans, 1958 en Slicher van Bath, 1960).

Een onderzoek van een veenprofiel te Esch (N.B.) had tot resultaat dat in het subatlantische deel samen met *Rumex*, *Plantago lanceolata*, *Plantago major* en *Artemisia* eveneens *Anthoceros punctatus*, *Anthoceros laevis* en *Riccia* werden gevonden. Hetzelfde geldt voor een onder stuifzand gevonden veenpakket te Bergen op Zoom van gelijke ouderdom als te Esch.

Uit de gegevens van het diagram Spoolde-Zuid blijkt duidelijk dat het in grote hoeveelheden voorkomen van de drie mossen hier samenvalt met een uitbreiding van *Rumex*, *Chenopodiaceae* (ganzevoetachtigen), *Artemisia* (bijvoet) en *Cerealia* en de aanwezigheid van *Plantago major* (grote weegbree) en *Plantago lanceolata* (smalle weegbree) en verder nagenoeg alle andere hier voorkomende akkeronkruiden, zoals *Compositae* (samengesteld-bloemigen), *Umbelliferae* (schermbloemigen), *Potentilla* (ganzerik), *Rubiaceae* (sterbladigen), *Polygonaceae* (duizendknoopachtigen).

Gezien hetgeen hierboven over de standplaats van hauwmossen en *Euriccia* reeds werd opgemerkt, verbaast het samengaan ervan met cultuurbegeleiders geenszins. Volgens waarnemingen ter plaatse bestaat het materiaal waarin de sporen van *Anthoceros* en *Riccia* gevonden zijn uit humeus, zwak lemig, verspoeld zand dat waarschijnlijk slechts over korte afstand verplaatst is. Het is zeer wel mogelijk dat de sporen afkomstig zijn van akkers om de reeds eerder genoemde geul. Deze cultuurgronden waren gelegen op het bonte en vrij 'rijke' IJsselzand.

De oude bouwlandgronden nabij Nijkerk, waar de hauwmossen en Riccia in ongeveer gelijke percentages voorkomen als in Spoolde-zuid, zijn blijkens een mondelinge mededeling van ir. J. C. Pape slibhoudend; aanwezigheid van Zuiderzeeslib is zeer wel mogelijk.

In de twee hier genoemde gevallen waarbij *grote hoeveelheden van de hauwmossen* werden gevonden, zijn deze dus waarschijnlijk afkomstig van akkers op niet-arme zandgrond en als *cultuurbegeleiders te beschouwen*. In hoeverre een bepaalde grondbewerking ook een rol heeft gespeeld, is niet duidelijk.

SAMENVATTING

De hauwmossen *Anthoceros laevis* en *Anthoceros punctatus* komen in hoofdzaak voor in bouwlanden en stoppelvelden op lemige gronden. In Nederland werden sporen van deze hauwmossen en van een *Riccia*-soort in een aantal monsters uit afzettingen van na het Atlanticum aangetroffen. Het samen voorkomen van deze sporen met pollenkorrels van *Centaurea cyanus*, *Rumex*, *Scleranthus*, *Plantago*, *Cerealia* en *Fagopyrum* kan er hier op wijzen, dat landbouw werd uitgeoefend.

SUMMARY

The hepatics *Anthoceros laevis* and *Anthoceros punctatus* occur mainly on loamy soil in cultivated ground and in stubble fields.

In the Netherlands spores of these liverworts and those of a species of *Riccia* have been found in several samples from deposits younger than the Atlantic time. On account of the occurrence of these spores together with pollen grains of *Centaurea cyanus*, *Rumex*, *Scleranthus*, *Plantago*, *Cerealia* and *Fagopyrum* the described hepatics here be regarded as indicators of agriculture.

LITERATUUR

Besemer, A. F. H. en R. van der Wijk, 1948: Flora en fauna. Natuurhistorische bibliotheek. Uitgave nr. 9, Amsterdam.

Gams, H., 1957: Kleine Kryptogamenflora, Bd. IV, Die Moos- und Farnpflanzen. Stuttgart.

Garjeanne, A. J. M., 1906: De Nederlandse levermossen. Bussum.

Hacke-Oudemans, J. J., 1958: Archeologie van Bennekom. In: Een Veluws Dorp. Uitgave Stichting 'Oud Bennekom'.

Hamming, C., Knibbe, M. en G. C. Maarleveld, 1965: Afzettingen van de IJssel, nabij Zwolle. Boor en Spade *XIV*, 88–103.

Jessen, K., Andersen, S. en A. Farrington, 1959: The Interglacial deposits near Gort, Co. Galway, Ireland. Proc. of the Royal Irish Ac., vol. 60, sect. B., 1, 3–77.

Margadant, W. D., 1959: Mossentabel 3e druk. Ned. Jeugdbond voor Natuurstudie. Lekkerkerk.

Polak, B., Maarleveld, G. C. en D. J. G. Nota, 1962: Palynological and sedimentary petrological data of a section in ice-pushed deposits (Southern Veluwe, Netherlands). Geol. en Mijnb., *41*, 333–350.

Slicher van Bath, B. H., 1960: Duizend jaar landbouw in de Nederlanden in vogelvlucht (800 tot 1800). Landbouwgeschiedenis, 21–97. 's-Gravenhage.

HET VERBAND TUSSEN BODEMGESTELDHEID EN UITERLIJKE KWALITEIT VAN AARDAPPELEN IN HET OOSTEN VAN NEDERLAND

The appearance of potatoes and the soil type in the eastern part of the Netherlands

door/*by*

A. M. van den Akker[1]) **en M. Knibbe**[1])

1. INLEIDING

In het onderstaande wordt een bepaald facet behandeld van een onderzoek naar de relatie tussen de aardappelkwaliteit en het bodemtype. Het bodemkundige deel van het onderzoek werd aanvankelijk uitgevoerd door dr. ir. J. C. F. M. Haans en J. Domhof en later voortgezet door de auteurs. Het onderzoek geschiedde in samenwerking met ir. A. J. Reestman en de heer C. Lugt, beiden toenmaals verbonden aan het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen; zij waren bereid het manuscript door te lezen en van opmerkingen te voorzien, waarvoor hun hier gaarne dank wordt gebracht.

Het onderzoek begon in 1955 en kwam in 1956, 1957 en 1958 tot uitvoering. De perspectieven voor de veranderingen in de bewerkingen en de verkoop van de consumptieaardappelen, die zich begonnen af te tekenen, maakten een oriëntering in dit opzicht gewenst. Het in doorzichtige zakjes verpakken van al dan niet gewassen aardappelen, dat toen reeds in sommige landen een grote omvang had aangenomen (C.O.P., 1950) en in Nederland door enkele handelaren werd geëntameerd, kon tot gevolg hebben dat ook de uitwendige kwaliteitseigenschappen, zoals de kleur van de schil, aantastingen door ziekten, en de sortering, in de toekomst van groot belang zouden worden (Reestman, 1956 en 1959; Wiertsema, 1962).

Hoewel door rassenkeuze, cultuurmaatregelen, bemesting en behandeling van het produkt ongetwijfeld in belangrijke mate aan deze eisen tegemoet kan worden gekomen en ook de weersgesteldheid een belangrijke invloed zal uitoefenen, is bekend dat ook het bodemtype waarop de aardappelen worden verbouwd een zekere invloed op de kwaliteit heeft.

In handelskringen bestaat een zekere voorkeur voor aardappelen, afkomstig uit bepaalde streken van het land. Zo heeft men ook in het oosten van Nederland voorkeur voor bepaalde gebieden. Dit was aanleiding te onderzoeken in hoeverre er in het oosten van Nederland een correlatie bestaat tussen de aardappelkwaliteit en het bodemtype.

De resultaten van het onderzoek zullen t.z.t. worden gepubliceerd. Van de resultaten van 1956 gaf Lugt (1957) reeds een overzicht, waarin hij vooral op het organoleptische deel van het onderzoek ingaat. In deze bijdrage wordt op een enkel bodemkundig facet nader ingegaan. Het belangrijkste bodemkundige resultaat van het onderzoek was het vinden van een relatie tussen het uiterlijk van het produkt en de kleur van de grond, met dien verstande, dat bruine gronden een aantrekkelijker produkt opleveren dan zwarte. Op een globale overzichtskaart werd de verbreiding van de zwarte en de bruine gronden aangegeven en daarmede tevens de gebieden, die consumptieaardappelen leveren, met een meer of minder aantrekkelijk uiterlijk.

[1]) Afd. Overijssel, Stichting voor Bodemkartering.

2. DE PROEFOPZET

Het proefschema bestond uit het verbouwen, oogsten en beoordelen van aardappelen op ca. 50 veldjes gedurende de jaren 1956, 1957 en 1958. Het gebruikte aardappelras was Libertas en voor 1958 tevens Irene. De bemesting werd zoveel mogelijk volgens standaardnormen gegeven. De beoordeling van de kwaliteit geschiedde bij het ongewassen en het gewassen produkt en vóór en nà het koken daarvan. Hiervoor kan worden verwezen naar Lugt (1957).

De proeven werden uitgevoerd in Overijssel en vooral ook in de Gelderse Achterhoek omdat er in dit laatste gebied veel belangstelling van de zijde van de praktijk en van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst voor bestond.

De bodemtypen werden gekozen uit de gronden, waarop in de praktijk regelmatig aardappelen worden verbouwd, en die wat de kleur en de profielopbouw betreft kenmerkende verschillen vertonen. Gekozen werden:

A. Bruine essen. Dit bodemtype komt op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000 (1960), voor onder nr. 126 in de omgeving van Didam en Doetinchem en onder nr. 137 als onderdeel van de Achterhoek-associatie, bijv. langs de Berkel bij Borculo. Het zijn oude bouwlanden, ontstaan onder invloed van eeuwenlange bemesting met plaggen. De humeuze bovengrond is ca. 70 cm dik en bevat 5–8% lutum, 20–25% leem en 2–3% organische stof met een vrij laag C/N-quotiënt n.l. ca. 13. De kleur is bruin (10 YR 4/2). De grondwaterstanden zijn steeds zeer laag. De gronden zijn steeds als bouwland in gebruik.

B. Zwarte op bruine essen. Deze oude bouwlanden komen op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, voor onder nr. 115, bijv. in het gebied tussen Almelo en Oldenzaal. De ontstaanswijze is gelijk aan die van de bruine essen, het lutumgehalte is ongeveer gelijk, het leemgehalte ligt iets hoger, evenals het C/N-quotiënt dat ca. 15 bedraagt. Het humusgehalte van de bouwvoor is iets hoger dan van het onderste deel van het oude bouwlanddek, zodat de bovengrond een iets donkerder kleur (10 YR 2,5/1,5) heeft dan het onderste deel van het dek, hetgeen de naamgeving verklaart. De grondwaterinvloed is zeer klein.

C. Zwarte essen. Dit bodemtype komt op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, voor onder nr. 114 en maakt voorts deel uit van een aantal associaties, vooral de Twente-associatie (nr. 125). Deze oude bouwlanden liggen verspreid door het gehele dekzandgebied en zijn ontstaan onder invloed van eeuwenlange plaggenbemesting. Het leemgehalte is vrij laag, 15–20%, het humusgehalte is 6–7%, het C/N-quotiënt ca. 18, de kleur zwart (10 YR 2/1). De dikte van het humeuze dek is ongeveer 60 cm, de grondwaterinvloed is verwaarloosbaar klein.

D. Zwarte humuspodzolen. Dit bodemtype komt onder een groot aantal nummers op de Bodemkaart van Nederland voor, waarvan de nrs. 101, 107 en 116, respectievelijk de lage, de middelhoge en de hoge humuspodzolen, in het beschouwde gebied de belangrijkste zijn. De bovengrond heeft een zwarte kleur (10 YR 1,5/1). Hij bevat ca. 10% organische stof, waarvan het C/N-quotiënt tamelijk hoog is (ca. 24), en ca. 15% leem. De dikte is 20–30 cm. Deze bovengrond rust op een geelbruine tot roodbruine, zwak humeuze, ijzerarme humusinspoelingshorizont.

E. Bruine humusijzerpodzolen. De humusijzerpodzol met bruine bovengrond zoals hier bedoeld, is op de Bodemkaart van Nederland niet afzonderlijk onderscheiden. Het bodemtype kan worden beschouwd als een zwak lemige variant van de reeds genoemde bruine essen, waarin kenmerken van de humusijzerpodzol aanwezig zijn. De bovengrond bevat ca. 2,5% organische stof met een C/N-quotiënt van ca. 15, ca. 15% leem, is bruin gekleurd (10 YR 4/2) en ca. 40 cm dik. Hij rust op een, eveneens bruin gekleurde, ondergrond die behalve humusstoffen ook ingespoeld ijzer bevat. Dit type komt vooral voor in de omgeving van Didam en Doetinchem.

F. In de proefopzet werd een beperkt aantal veldjes op jonge en oude rivierklei in het gebied van de Oude IJssel en de IJssel opgenomen, op de Bodemkaart van Nederland voornamelijk voorkomend onder de nrs. 70 en 79. De gekozen plekken hadden alle gemeen dat de bovengrond bruin gekleurd was.

3. KLEUR, HUMUSGEHALTE EN HUMUSSOORT

Daar deze factoren bij het onderzoek een belangrijke rol spelen, wordt hierop thans eerst ingegaan.

De kleur van de grond laat zich met behulp van de Munsell Soil Color Charts goed onderscheiden en coderen. Was de kleur 10 YR 3/2 of helderder, dan werd de grond 'bruin' genoemd, was de kleur donkerder dan 10 YR 3/2, dan werd hij met 'zwart' aangeduid. Op deze wijze bepaald, bleken de bodemtypen A en E tot de bruine en de bodemtypen C en D tot de zwarte gronden te moeten worden gerekend. Bodemtype B nam een tussenpositie in.

De kleur van een grond wordt in belangrijke mate bepaald door de hoeveelheid en de aard van zowel de ijzerverbindingen als de organische stof. Uit de vergelijking van de kleur met het organische-stofgehalte blijkt, dat de zwarte gronden het hoogste humusgehalte hebben.

De aard van de humus kan op verschillende wijzen worden weergegeven. In de eerste plaats door de kleuromschrijving zoals boven aangegeven. Voorts door een eenvoudige veldonderscheiding in milde en wrede humus. De wrede humus is meestal zwart gekleurd, versmeert gemakkelijk en laat zich moeilijk van de handen verwijderen. De milde vorm is bruin van kleur, minder besmettelijk en doet in het algemeen 'prettiger' aan. Daarnaast kan met behulp van de stereoscoop een micromorfologische karakteristiek van de organische stof worden gegeven, waarbij onderscheid wordt gemaakt o.a. in ruwe humus, moder humus, mull humus en disperse humus (Jongerius, 1961 en 1962). Ten slotte kan de humus op eenvoudige wijze chemisch worden gekarakteriseerd door het koolstof-stikstofquotiënt (C/N-quotiënt). De wrede humus gaat hier samen met een hoger humusgehalte, een hoger C/N-quotiënt en een zwarte kleur, terwijl de milde humus samengaat met een lager humusgehalte, een lager C/N-quotiënt en een bruine kleur. Micromorfologisch blijkt de wrede humus van het moder type te zijn en de milde humus van het mull type.

In de bodemtypen van ons onderzoek komt de wrede humus voor in de zwarte humuspodzolen en in de zwarte essen, de milde humus in de bruine essen en bruine humusijzerpodzolen. De zwart-op-bruine essen nemen een tussenpositie in.

4. RESULTATEN

Het resultaat van het hier beschreven deel van het onderzoek was, dat er een verband bleek te bestaan tussen de uiterlijke kwaliteit van de aardappel en de kleur van de grond. De bruine gronden leveren aardappelen met een aantrekkelijker uiterlijk dan de zwarte gronden.

In tabel 1 is volgens de rangordemethode (Lugt, 1957) een overzicht gegeven van de relatie tussen het bodemtype en het uiterlijk van het ongewassen produkt. Het blijkt dat de aardappelen van de bruine humusijzerpodzolgronden steeds het gunstigst te voorschijn komen, gevolgd door die van de bruine essen. De aardappelen van de zwart-op-bruine essen en die van de zwarte humuspodzolgronden volgen daarna met gering onderling verschil. De aardappelen afkomstig van de zwarte essen ten slotte vertonen het minst aantrekkelijke uiterlijk.

TABEL 1. De relatie tussen het bodemtype en het uiterlijk van ongewassen aardappelknollen

TABLE 1. *The relation between the soil type and the appearance of unwashed potatoes*

Aardappelras en proefjaar *Strain of potatoes and year of growing*	Bodemtype / *Soil type* A bruine es *brown old arable land*	B zwart-op bruine es *black over brown old arable land*	C zwarte es *black old arable land*	D zwarte humus-podzol *black humus podzol*	E bruine humus-ijzerpodzol *brown humus iron podzol*
Libertas 1956	2	3	4	5	1
Libertas 1957	2	3–4	5	3–4	1
Libertas 1958	2	3	5	4	1
Irene 1958	2	4	5	3	1

De cijfers 1 t/m 5 geven de rangorde volgens Lugt (1957) aan, waarbij 1 het meest en 5 het minst aantrekkelijke uiterlijk voorstelt

Numbers 1 to 5 indicate the rank (see Lugt, 1957), 1 referring to the highest and 5 to the lowest external attractivity

Tabel 2 geeft een overzicht van dezelfde relatie, nu echter van het gewassen produkt. De verschillen zijn minder systematisch, wel kan worden gezegd dat de bruine gronden een produkt opleveren, dat na het wassen een aantrekkelijker uiterlijk bezit dan het produkt van de zwarte gronden. Blijkbaar vermindert het wassen de oorspronkelijke verschillen, maar het kan ze niet geheel teniet doen. Opvallend is nog dat de zwarte humuspodzolgronden het ongunstigst voor den dag komen.

5. BESPREKING VAN HET RESULTAAT

De aardappelknol ontwikkelt zich in de bodem, zodat het niet behoeft te verwonderen dat zijn uiterlijk door de grond wordt beïnvloed. Dit uiterlijk wordt verschillend beoordeeld naar gelang het bodemtype een bruine of een zwarte bovengrond heeft. De kleur is in belangrijke mate een indicatie van de hoeveelheid en de eigenschappen van de humus. Naarmate het humusgehalte hoger is, is ook de kleur donkerder. Uit de analyse door Lugt (1957) gegeven, volgde reeds dat het humusgehalte geheel gecorreleerd is met het uiterlijk. Naarmate de hoeveelheid humus waarmede de aardappelknol in aanraking komt groter is, is ook de kans op hechting van organische stof aan de knol en dus een grauwer uiterlijk groter. Komt de humus voor in de

TABEL 2. De relatie tussen het bodemtype en het uiterlijk van gewassen aardappelknollen
TABLE 2. *The relation between the soil type and the appearance of washed potatoes*

Aardappelras en proefjaar *Strain of potatoes and year of growing*	Bodemtype / *Soil type* A bruine es *brown old arable land*	B zwart-op bruine es *black over brown old arable land*	C zwarte es *black old arable land*	D zwarte humus-podzol *black humus podzol*	E bruine humus-ijzerpodzol *brown humus iron podzol*
Libertas 1956	2	3	4	5	1
Libertas 1957	3	5	2	4	1
Libertas 1958	1	3	4	5	2
Irene 1958	1	5	3	4	2

Zie tabel 1 voor de verklaring der cijfers
See table 1 for explanation of numbers

vorm van kleine bolletjes met een grote stabiliteit, zoals het geval is bij bruine moder, dan is de contactoppervlakte van aardappelknol en organische stof relatief gering en evenmin hecht de bruine moder zich sterk aan de oppervlakte van de knollen. Komt de humus voor als weinig stabiele humus, bijv. zwarte, glanzende moder of disperse humus, dan is bij een gelijkblijvend gehalte in de grond de contactoppervlakte veel groter en bovendien is de hechting van deze vormen van organische stof op de schil veel sterker. Derhalve is de kans op intensieve besmetting van de knollen met organische stoffen veel groter.

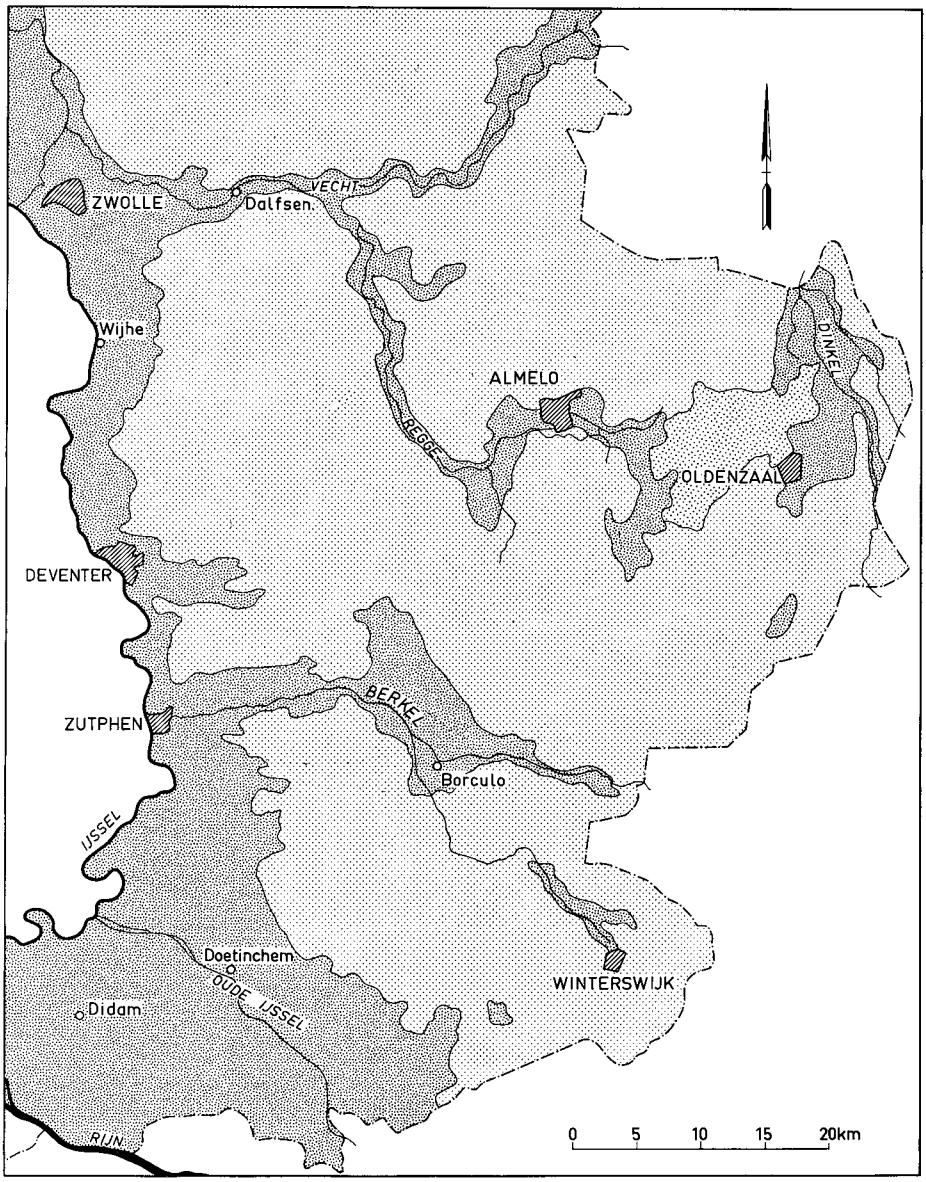
Daar in de zwarte gronden organische stof van minder stabiel karakter voorkomt dan in de bruine gronden, mag worden aangenomen dat niet alleen het gehalte maar ook de micromorfologische vorm van invloed is op het uiterlijk van de aardappelknol.

6. DE GLOBALE GEWASKWALITEITSKAART (fig. 1)

Deze kaart geeft de gebieden aan waar aardappelen met een meer of minder aantrekkelijk uiterlijk worden verbouwd. In principe is het een sterk vereenvoudigde bodemkaart, aangevende de gebieden waarin de hogere gronden een bruine, een zwartbruine of een zwarte bovengrond bezitten. Op grond van het voorgaande werden de bodemkundige legenda-eenheden 'vertaald' in legenda-eenheden, die informatie geven omtrent de uiterlijke kwaliteit van het gewas, i.c. de meerdere of mindere aantrekkelijkheid van het uiterlijk van de ter plaatse verbouwde aardappelen.

Daar de resultaten van de proefvelden op de rivierklei overeenkwamen met die van de bruine humeuze zandgronden, konden ook de gebieden langs de Oude IJssel en de IJssel worden aangegeven. Het blijkt dan dat aardappelen met een meer aantrekkelijk uiterlijk vooral langs de grote en kleine rivieren, zoals IJssel, Oude IJssel, Berkel, Vecht enz., worden verbouwd. De gebieden waar aardappelen met een minder aantrekkelijk uiterlijk worden verbouwd, liggen vooral in het dekzandgebied. De gebieden waar aardappelen worden verbouwd met een matig aantrekkelijk uiterlijk, komen vooral voor in een deel van Twente.

De in de inleiding vermelde voorkeur die in handelskringen in het oosten van het land bestaat voor aardappelen afkomstig uit een bepaald gebied, kan men aan de hand van deze kaart verklaren. Die gebieden zijn bijv.



Uiterlijk der aardappelen *Appearance of potatoes*	Kleur van de bovengrond *Colour of topsoil*	Aard van de besproken gronden *Nature of soils under discussion*
aantrekkelijk *attractive*	bruin *brown*	hogere zand- en kleigronden *higher sand and clay soils*
matig tot weinig aantrekkelijk *moderately to little attractive*	zwart op bruin *black over brown*	hogere zandgronden *higher sand soils*
weinig aantrekkelijk *little attractive*	zwart *black*	hogere zandgronden *higher sand soils*

Fig. 1. Globale gewaskwaliteitskaart voor het uiterlijk van consumptieaardappelen in het oosten van Nederland

Fig. 1. Crop quality outline map for the appearance of food potatoes in the eastern part of the Netherlands

Dalfsen en Wijhe voor de handel van Zwolle, en het Berkelgebied voor de Twentse handel. Dit zijn dus gebieden met bruine gronden, zodat het waarschijnlijk is dat de voorkeur van de handel vooral betrekking heeft op het uiterlijk van de aardappel.

7. SAMENVATTING

Door samenwerkende onderzoeksinstituten op het gebied van bodem, gewas en kwaliteit, werd een onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de kwaliteit van consumptie-aardappelen en het bodemtype in het oosten van Nederland. In deze bijdrage wordt een facet hiervan behandeld, namelijk het aantrekkelijker uiterlijk van aardappelen, verbouwd op bruine humeuze zand- en kleigronden, in vergelijking met het minder aantrekkelijke uiterlijk van aardappelen, verbouwd op zwarte humeuze zandgronden. Deze betrekkingen kwamen zeer duidelijk naar voren bij het ongewassen produkt; zij waren na wassen nog in verzwakte mate aanwezig. De oorzaken hiervan worden besproken en de verschillen worden aan de hoeveelheid en de eigenschappen van de humus toegeschreven.

Uitgaande van het resultaat van het onderzoek is voor het betrokken gebied een sterk vereenvoudigde bodemkaart omgezet in een globale gewaskwaliteitskaart aangevende de gebieden, die aardappelen met een meer of minder aantrekkelijk uiterlijk voortbrengen.

SUMMARY

Two research institutes in the field of soils, crops and crop quality cooperated in an investigation of the relation between the quality of food potatoes and the soil type in the eastern part of the Netherlands. The paper deals with one aspect of this investigation, to wit the more attractive appearance of potatoes grown in 1956, 1957 and 1958 on brown humose sand and clay soils as compared with the less appealing exterior of those grown on black humose sand soils. The relations proved to be very evident before and extant to a lesser degree after the potatoes had been washed. They are ascribed to the amounts and the properties of the humus contained by the soils. The result of the investigation is shown by the conversion of the relative part of a soil map to a scale 1:600 000 into an outline map indicating areas where potatoes with a more or a less attractive appearance can be grown.

LITERATUUR

Contactgroep Opvoering Productiviteit, 1950: De aardappel in de Verenigde Staten; verslag studiereis van 17 juli – 28 september 1950. Rapport studiegroep Landbouw. 's-Gravenhage.

Jongerius, A., 1961: De micromorfologie van de organische stof in de grond. In: Bodemkunde, voordrachten B-cursus Bodemkunde sept. 1959, 43–58. 's-Gravenhage.

Jongerius, A., 1962: Recente vorderingen in de micropedologie en haar mogelijkheden. Landbouwk. Tijdschr. *74*, 973–999.

Lugt, C., 1957: Een organoleptisch onderzoek naar de invloed van het bodemtype van zandgronden op de consumptiekwaliteit van aardappelen. Wageningen. Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen, Jaarboek 1957, 159–169.

Reestman, A. J., 1956: Hoogwaardige eetaardappelen. Landbouwgids, 301-305.

Reestman, A. J., 1959: Welke eisen stelt men in het Ruhrgebied aan de eetaardappelen? Verslag van een studiereis december 1958. Wageningen, Proefstation voor de Akker- en Weidebouw. Intern rapport nr. 16.

Stichting voor Bodemkartering, 1960: Bodemkaart van Nederland schaal 1:200 000. Bennekom.

Wiertsema, P., 1962: Nieuwe wegen voor de aardappelafzet en de taak van het onderzoek. Landbouwvoorlichting *19*, 9–16.

UIT DE GESCHIEDENIS VAN HET NATIONALE PARK 'DE HOGE VELUWE'

Some historical facts of the National Park 'de Hoge Veluwe'

door/*by*

A. D. M. Veldhorst[1])

1. LIGGING EN BEGRENZING

Het gebied dat tot het Nationale Park 'de Hoge Veluwe' behoort, is gelegen in de burgerlijke gemeenten Ede, Apeldoorn en Arnhem. Het beslaat een oppervlakte van ruim 5 700 ha, voornamelijk bestaande uit bos, heide en stuifzand. Het grootste gedeelte van het landgoed ligt binnen een afrastering; dit is het kerngebied van 'de Hoge Veluwe'. De begrenzing van dit terrein is in grote lijnen als volgt: in het noorden de straatweg Otterlo–Hoenderlo–Apeldoorn; in het westen de straatweg Otterlo–Oud-Reemst–Arnhem; in het oosten de straatweg Apeldoorn–Hoenderlo–Deelen–Arnhem en het vliegveld Deelen; de zuidgrens, ten slotte, wordt gevormd door de Koningsweg en de Heidepolweg onder Schaarsbergen (zie de bijlage, fig. 1).

Buiten dit kerngebied behoren nog enkele terreinen tot het nationale park, zoals ten noorden van de straatweg Otterlo–Hoenderlo het terrein 'De Hoef' en ten westen van de straatweg Otterlo–Oud-Reemst het z.g. 'Buurtbos', waarin 'de Hoge Veluwe' voor 106/144 deel gerechtigd is.

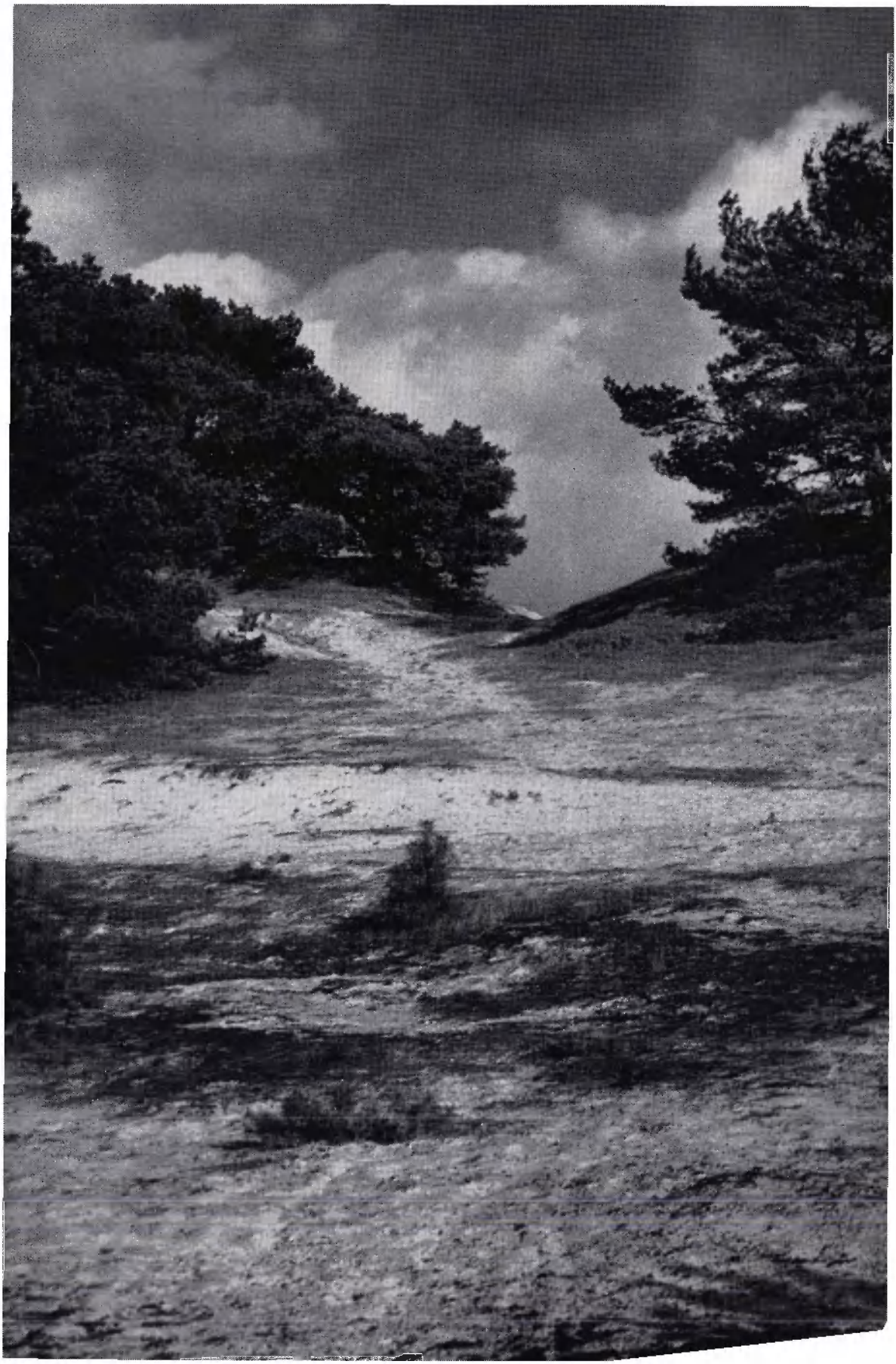
2. HET ONTSTAAN VAN HET NATIONALE PARK

In 1909 kochten de heer en mevrouw Kröller-Müller, een koopmansechtpaar uit Rotterdam, een boerderij onder Harskamp, waar zij een deel van hun vrije tijd doorbrachten. Op hun tochten in de omgeving raakten zij steeds meer onder de bekoring van het landschap, dat voornamelijk bestond uit zandverstuivingen, heide en bos met verspreid liggende ontginningsboerderijtjes. Zij besloten hier hun bezit uit te breiden door aankoop van gronden. Een der eerste aankopen was het landgoed 'Hoenderlo' in 1910, spoedig gevolgd door vele andere terreinen; omstreeks 1928 vond de laatste aankoop plaats. Aldus ontstond in een tijd, waarin vele landgoederen dreigden verkocht en verkaveld te worden, het landgoed 'de Hoge Veluwe', dat zich uitstrekte van Hoenderlo en Otterlo in het noorden tot aan Schaarsbergen in het zuiden.

De nieuwe eigenaren waren oorspronkelijk van plan hier een natuurreservaat in te richten, waar het wild zich ongestoord kon ontwikkelen. Daarom werd het landgoed van een afrastering voorzien. Elke uitbreiding van het terrein noodzaakte dus tot verplaatsing van deze omheining. Naderhand is van dit plan gedeeltelijk afgeweken en viel het landgoed als het ware uiteen in twee gebieden met een zeer verschillend karakter; in het zuiden het wildpark en in het noorden het z.g. cultuurgedeelte. Deze werden onderling eveneens door een afrastering gescheiden.

De meest opvallende veranderingen die door de Kröllers in het terrein werden aangebracht, betreffen: aanleg van verharde wegen, waardoor het gebied beter toegankelijk werd, uitbreiding van het bosareaal en het doen

[1]) Afdeling Historische Geografie van de Stichting voor Bodemkartering.



verrijzen van enige bouwwerken. Tegelijkertijd kwam aan het landbouwbedrijf een einde; de meeste boerderijtjes verdwenen, sommige kregen een andere bestemming.

Het bekende jachtslot 'St. Hubertus' werd in de periode 1914–1920 in opdracht van de heer en mevrouw Kröller door de architect dr. H. P. Berlage gebouwd. Het is geïnspireerd op de legende van St. Hubertus, de schutspatroon van de jagers. Een ander nieuw gebouw is het Rijksmuseum Kröller-Müller, een schepping van de Belgische architect prof. H. van de Velde. De bij het museum behorende beeldentuin, ontworpen door prof. dr. J. T. P. Bijhouwer, is eerst sedert enkele jaren voltooid. Verder werden op enige markante punten in het cultuurgedeelte beeldhouwwerken geplaatst.

In 1935 verkocht de N.V. Wm H. Müller & Co's Algemeene Exploitatie Mij., op naam waarvan de terreinen stonden, het gehele landgoed aan de Stichting 'Het Nationale Park de Hoge Veluwe', die in datzelfde jaar werd opgericht met het doel het landgoed te beheren en in stand te houden. Na de eigendomsoverdracht werd het park toegankelijk voor het publiek.

Het landgoed had oorspronkelijk een totale oppervlakte van ruim 6 500 ha; het bestond uit roerend en onroerend goed, gelegen onder Ede, Arnhem, Apeldoorn en Rozendaal. In deze 6 500 ha waren ook begrepen het gehucht Deelen en de Kemper, Deelense en Terletse heide; dit gedeelte is echter in de Tweede Wereldoorlog als militair terrein in gebruik genomen en later als zodanig door de Nederlandse Staat gekocht. Ook het fraaie Hoenderlose bos, de z.g. Varkensbaan, heeft tot het oorspronkelijke landgoed behoord, maar dit werd in 1938 verkocht. Hiervoor in de plaats werd het nationale park uitgebreid met 'Het Rieselo', toen een stuifzandgebied onder Otterlo, dat blijkens de naam vroeger met licht bos begroeid zal zijn geweest.

3. HET BODEMGEBRUIK ± 1830

Zoals blijkt uit de bodemgebruikskaart, welke is samengesteld volgens de gegevens van het Kadaster van ± 1830 en aangevuld met een schetsmatig ingetekende afrastering van het huidige nationale park (zie de bijlage, fig. 2), bestond het gebied waar later 'de Hoge Veluwe' zou ontstaan, voornamelijk uit heide en stuifzand. Deze uitgestrekte heidevelden en zandverstuivingen zijn mede onder invloed van menselijke activiteit ontstaan (J. C. Pape, 1960).

Tegenwoordig zijn de zandverstuivingen grotendeels door de vegetatie vastgelegd (zie fig. 3); dit was trouwens ook reeds het geval toen het landgoed 'de Hoge Veluwe' werd gesticht. Tot in de tweede helft van de negentiende eeuw echter vormden deze stuifzanden een bedreiging voor mens en ontginning. Mede hierdoor zijn dan ook gedurende lange tijd de ontginning en de bewoning van dit gebied tegengehouden en bemoeilijkt. Het zand werd door de wind gemakkelijk verplaatst, waardoor ook het bouwland gevaar liep te worden ondergestoven. De houtwallen om de akkers, waarschijnlijk oorspronkelijk aangebracht om de gewassen te beschermen tegen vernieling door het vee en het wild, dienden stellig ook om het onderstuiven van de akkers tegen te gaan. Op de bodemgebruikskaart is duidelijk te zien, dat het bouwland van de grotere bedrijven ligt binnen een bosbeplanting.

Een in het Rijksarchief te Arnhem aanwezige opgave van de zandverstuivingen op de Veluwe omstreeks 1770 noemt voor het hier besproken gebied:
– het Aanstoter zand onder Otterlo of den Aanstoot, lang ± 1½ uur en breed 1 uur gaans

Fig. 3. Oude zandverstuiving, begroeid met vliegdennen en vastgelegd door o.a. rendiermos
Fig. 3. Shifting sand, overgrown by seedlings of conifers and reclaimed by reindeer-moss and other vegetation
Foto: J. H. van Schuppen, Lunteren

Fig. 4. Levend stuifzand met helmbeplanting Foto: J. H. van Schuppen, Lunteren
Fig. 4. Shifting sand with helmet planting

– een zand bij Hoog Baarlo, groot ongeveer 10 morgen
– het Deelensche zand, lang ± 1/2 uur en breed 1/4 uur gaans, dat in verbinding staat met het Mosseler en Reemster zand
– de Deelensche Start, lang ± 1½ uur en breed 3/4 uur gaans.

Uit de bovengenoemde opgave bleek dat zowel de zandverstuiving bij Hoog Baarlo als de Deelensche Start in 1770 reeds grotendeels was vastgelegd door de vegetatie. De perceelsnaam start betekent staart en behoort tot de z.g. vormnamen in de toponymie. De naam staart of start werd gegeven aan een min of meer puntig toelopend stuk land, waarin men de vorm van een staart meende te herkennen.

Het bosareaal was in 1830 bijzonder klein; het bestond binnen het kerngebied van het tegenwoordige nationale park slechts uit de hierboven vermelde Deelensche Start en enkele bospercelen rondom de grotere ontginningsboerderijen, die voornamelijk uit eikenhakhout ten behoeve van de eekschillerij zullen hebben bestaan. Buiten de ingetekende afrastering ligt het Otterlosche Bosch, in het verleden ook het Aanstoter Bosch genoemd, dat mogelijk beschouwd kan worden als een overblijfsel van het reeds in 855 vermelde woud in Otterloun (A. H. Martens van Sevenhoven, 1925). Het bosgebied, dat tegenwoordig een belangrijk deel van 'de Hoge Veluwe' vormt, is dus van recenter datum. Een vergelijking van topografische kaarten, schaal 1:25 000, van dit gebied uit de periode 1870 tot heden geeft een duidelijk overzicht van de steeds verdere uitbreiding van het bosareaal. De

bebossing heeft vooral in het begin ten doel gehad de zandverstuivingen te verhinderen zich verder uit te breiden. In dit verband mogen in het bijzonder de bebossing van de Kompagnieberg en de aanleg van de Deelensche Straal worden genoemd. Het woord Straal werd gebruikt voor een bos, meestal langgerekt van vorm, dat tot zandkering diende. Latere bosaanplant heeft ten doel gehad dit gebied te verfraaien.

De heidevelden, die evenals de zandverstuivingen behoren tot de z.g. 'woeste gronden', hadden in tegenstelling tot de stuifzanden wel een nuttige functie, daar zij onder meer konden worden gebruikt om er plaggen van te steken of om er schapen in te weiden. Vóór de invoering van de kunstmest waren de boeren voor de bemesting van de zeer schrale bouwlanden aangewezen op stalmest. Dat men op de boerenbedrijven in dit gebied ook schapen hield voor de mestwinning ten behoeve van de landbouw, blijkt uit een pachtcontract van 1634 betreffende 'de Kemperberg' waarin 'Lambert Janss beloofft voor hem ende sijne erven opt' selve goet te holden stedich en vast de geseide ses jaren lanck sijnen trop schapen ten minsten anderhalff hondert sterck de selve beplaggen ende bestroijen inde somertijt ten minste driemael sweecks ende twemael inde wijnter deselve miste opt lant leveren ende tedden (= op het land strooien) ende voorts inde eerde brengen gelijck behoort' (Archief Nationale Park). Dergelijke overeenkomsten gelden ook voor de andere ontginningsboerderijen in deze streek. Ook de 'Deelensche Wasch', een natuurlijk heidemeertje, waarin de schapen vóór het scheren werden gewassen, herinnert nog aan de schapenteelt in dit gebied. Deze watertjes danken hun ontstaan aan een ondoorlatende laag in de bodem, waardoor het regenwater stagneert en zich plassen kunnen vormen (zie fig. 5). Dergelijke stilstaande waterplassen werden op de Veluwe meestal 'fles' genoemd, zoals b.v. de 'Breevles' (zie fig. 7) en de 'Gietensche Flesschen', gelegen nabij de 'Deelensche Wasch'. In deze omgeving, nabij Berg en Dal – op de kaarten van Van Geelkercken Burgendal genoemd – zou volgens de overlevering een kasteel hebben gestaan. Exacte gegevens hieromtrent zijn echter niet bekend. Tot nu toe heeft men nog geen enkel spoor van dit huis teruggevonden.

4. DE EIGENDOMSVERHOUDINGEN OMSTREEKS 1830

Het hier besproken gebied was ± 1830 in het bezit van slechts enkele eigenaren, zoals op fig. 2 (bijlage) staat aangegeven. Dit in tegenstelling met de situatie in de periode, dat de Kröllers tot aankoop van deze terreinen overgingen. Toen was het aantal eigenaren inmiddels reeds sterk toegenomen, zoals uit de koopakten is gebleken; deze toename zal stellig mede in verband staan met de verdeling der markegronden in de tweede helft van de negentiende eeuw.

Met uitzondering van vier kleinere bezittingen was het gehele op de kaart weergegeven gebied omstreeks 1830 in handen van drie eigenaren, n.l. de geërfden van Otterlo, de douairière A. L. A. Torck van Rosendael en de gemeente Arnhem. De grens tussen het bezit van de geërfden van Otterlo en dat van de douairière Torck van Rosendael valt samen met de kadastrale sectiegrens. Uiteraard wordt het bezit van de gemeente Arnhem van het overige gebied afgescheiden door de gemeentegrens Ede–Arnhem.

Uit deze kaart blijkt tevens dat de kleine ontginninkjes bij Hoog Baarlo (Hoog Barel) in feite gesticht zijn op grond van de geërfden van Otterlo, die gemeenschappelijke rechten op deze woeste gronden hadden.

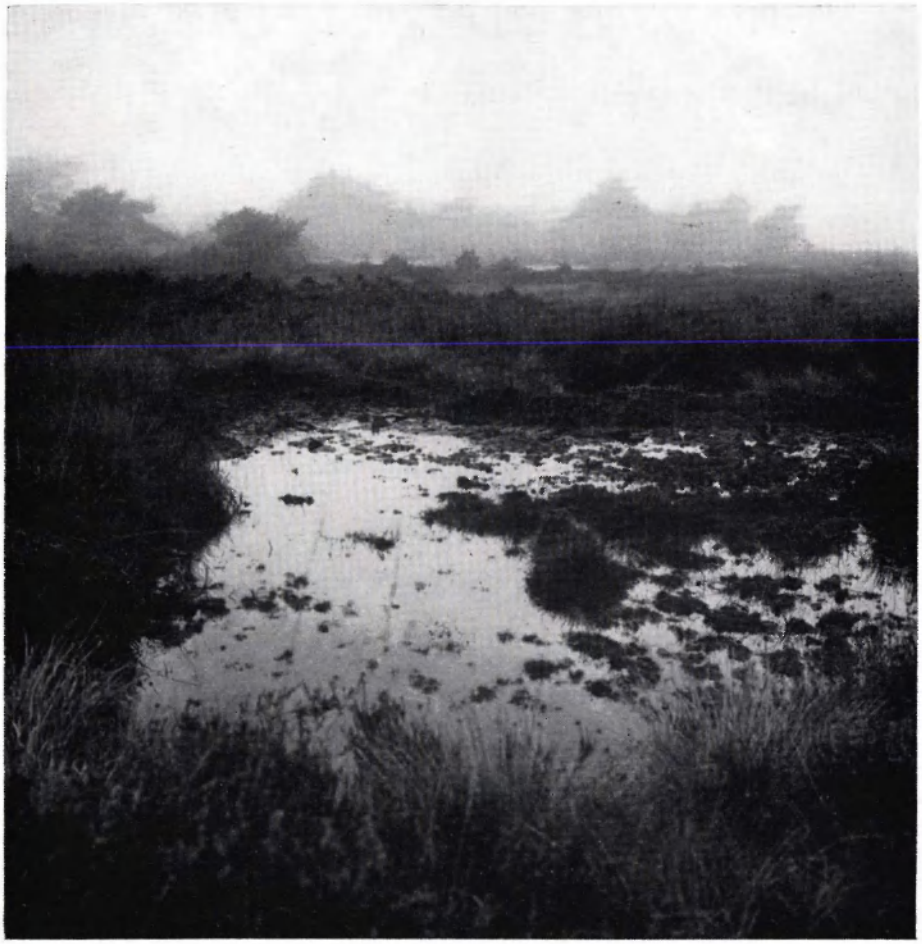


Fig. 5. Kleine waterplas (= fles) in het Deelensche Zand Foto: Cas Oorthuys, Amsterdam
Fig. 5. A so called fles (= fen) in the Deelensche Zand (see appendix, fig. 1)

5. HET BOERENBEDRIJF OP 'DE HOGE VELUWE'

De belangrijkste boerderijen in dit gebied zijn geweest: 'de Pampel', 'Kemperberg', 'Oud-Reemst' en het jongere 'Rijzenburg'. Op kleinere schaal is ook landbouw uitgeoefend, en wel door een aantal keuterboeren die meestal na ± 1830 een stukje land in pacht hadden gekregen. Dit is voorgekomen in Hoog Baarlo en op het landgoed 'Hoenderlo', die beide tegenwoordig deel uitmaken van het nationale park.

a. Het landgoed 'Hoenderlo'

In 1910 kochten de heer en mevrouw Kröller het landgoed 'Hoenderlo' (zie fig. 6), gelegen onder Otterlo, tussen de Oude en de Nieuwe Otterloscheweg; groot 1202,566 ha. In deze aankoop waren ook twaalf boerenplaatsjes begrepen. Dit landgoed is gesticht door mr. C. J. Sickesz, die, evenals ds. O. G. Heldring, prof. dr. J. H. Gunning en anderen, in de tweede helft van

de negentiende eeuw de ontwikkeling en de ontginning van deze streek heeft bevorderd.

Uit fig. 2 blijkt dat dit gebied rond 1830 vrijwel onbewoond en onontgonnen was. Het verloop van de bewoning en ontginning is af te leiden uit een reeks topografische kaarten, schaal 1 : 25 000, van ± 1870 tot ± 1930, waarop duidelijk een geleidelijke uitbreiding van het aantal boerenbedrijfjes tot omstreeks het jaar 1900 is te zien. Nadat dit gebied in 1910 was aangekocht, zijn, met uitzondering van 'de Zwarte Berg' (dat als dienstgebouw is blijven bestaan), deze bedrijfjes verdwenen om plaats te maken voor bossen. De eigenaren van het landgoed 'de Hoge Veluwe' wensten hier immers een natuurreservaat te verkrijgen en deze boerderijtjes, die bij keuterboeren in pacht waren, werden geleidelijk aan ontruimd. De pachters vestigden zich elders om daar een nieuw bedrijf te beginnen of vonden een nieuw bestaan op 'de Hoge Veluwe' bij de aanleg van wegen, bebossing, jachttoezicht, etc.

b. Hoog Baarlo

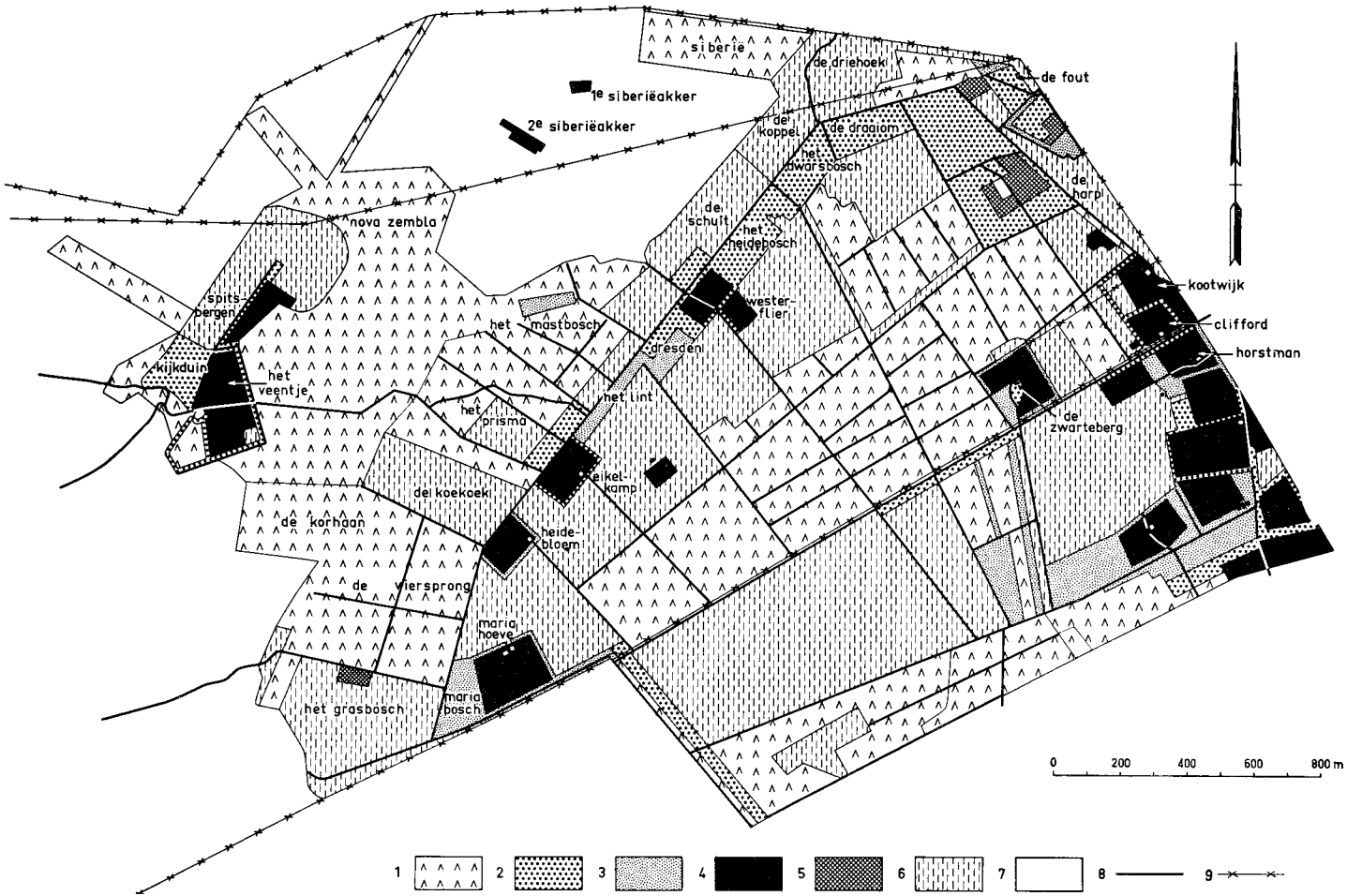
Op de kaart van het Arnhemse en Deelense Veld van Nic. van Geelkercken uit 1629 (G. A. Arnhem, Oud-Archief Arnhem inv. no. 4609) wordt met de naam 'Groot en kleijn Barlo' een gedeeltelijk begroeide zandverstuiving aangeduid (fig. 7).

De naam Baarlo zal vermoedelijk betekenen ijl bos, dat door de geringe dichtheid gemakkelijk ontgonnen en bewoond kon worden (D. P. Blok, 1961). Het achtervoegsel 'lo' wijst op een oudere bewoning dan een eerste ontginning in de 19e eeuw.

De tegenwoordige nederzetting Hoog Baarlo is eerst ± 1830 ontstaan. Het eerste huis werd in 1804 in opdracht van de heer Quarles gebouwd; het was later eigendom van de heer Evekink te Zutfen (O. G. Heldring en G. Haasloop Werner, 1845). Door middel van de kadastrale gegevens uit 1830 is het mogelijk geworden dit bezit op fig. 2 aan te geven. Om dit ontginningsboerderijtje is langzamerhand een kleine nederzetting ontstaan, die echter weer geheel is verdwenen toen dit terrein in 1912 bij het landgoed 'de Hoge Veluwe' werd gevoegd. Op de plaats waar het huis heeft gestaan dat de oorsprong van deze ontginning is geweest, herinnert nog een waterkolkje aan de vroegere bewoning; overigens vindt men daar nu slechts een open veld met hier en daar een paar bomen.

Een 'Statistieke opgave van de buurschap Hoenderlo in 1845' (O. G. Heldring en G. Haasloop Werner, 1845) geeft een indruk van de geringe omvang van deze bedrijfjes. Voor Hoog Baarlo zijn de volgende gegevens hieraan ontleend. In 1845 woonden hier zeven huislieden, die van beroep dagloner of heidemaaier waren, met hun gezinnen en wel in totaal 37 personen. De hoeveelheid ontgonnen land die elk van hen bebouwde, liep zeer uiteen. Bezaten twee huislieden in het geheel geen ontgonnen land, voor de overige vijf zijn de volgende getallen opgegeven: 500, 700, 1200, 2000 en 2500 roeden. In totaal bedroeg de oppervlakte ontgonnen land voor Hoog Baarlo in 1845 dus 6 900 roeden of 69 schepel; hierbij wordt dan aangetekend dat 1 morgen 600 Rijnlandse roeden is[1]). Op 1 inwoner na bezaten allen 1 of 2 koeien, in totaal 9 stuks. Wat de schapen betreft, bestond de kudde in totaal uit 101 stuks, terwijl één der inwoners een os bezat.

[1]) 1 Gelderse roe = 14,50 m² 1 Gelderse morgen = 8697,14 m²
1 Rijnlandse roe = 14,193 m² 1 Gelderse schepel = 1449,52 m²



1 = naaldhout/*conifers*, 2 = loofhout/*broad-leaved trees*, 3 = hakhout/*coppice*, 4 = bouwland/*arable land*, 5 = kwekerij/*nursery-garden*, 6 = heide/*heath*, 7 = zand, plaatselijk met opslag van naaldhout of loofhout/*sand, locally overgrown by seedlings of conifers or broad-leaved trees*, 8 = wegen/*roads*, 9 = afrastering/*fence*

Fig. 6. Het oostelijk gedeelte van het landgoed Hoenderlo (iets vereenvoudigde kaart). Archief: Stichting 'Het Nationale Park de Hoge Veluwe' / *Map showing the eastern part of the estate 'Hoenderlo'. See for the original map the archives of the Foundation 'Het Nationale Park de Hoge Veluwe'*

c. De Pampel

In de directe omgeving van het Rijksmuseum Kröller-Müller ligt 'de Pampel', tegenwoordig een jachtopzienerswoning. De geschiedenis van dit huis, vroeger boerderij, gaat terug tot in de 16e eeuw. De tot nu toe bekende oudste kaart, waar 'de Pampel' op voorkomt, is de meergenoemde kaart van Van Geelkercken uit 1629 (fig. 7). Het ons bekende oudste document waarin 'de Pampel' met name genoemd wordt, is een pachtovereenkomst van 1635. Hierbij verpacht Jonker Joost van Cranevelt aan Jan Lubberssoen genaamd Rotert Janssen en Woltertjen Hermsdochter zijn huisvrouw een goed, geheten 'de Pampel', gelegen in het Aanstoter Bosch, bestaande uit 5 kampen land met een nieuwbouw huis van 4 gebint en een schaapschot tegen een jaarlijkse som van 100 gulden, te betalen in 2 termijnen (te weten op Kerstmis en op 15 mei) terwijl de pachter daarenboven moet leveren 2 paar 'volwassen hoenderen'. Ook is hij verplicht aan de pachtheer jaarlijks als toepacht te leveren binnen Arnhem 2 voer heide en 6 voer per jaar tegen een prijs van 35 stuiver per voer; voorts moet hij 4 dagen per jaar met wagen en paarden de pachtheer diensten verlenen.

Begrijpelijk in verband met de vele zandverstuivingen in de onmiddellijke omgeving van 'de Pampel' is de bepaling dat de pachter geen schapen of beesten in de 'duinen' of op enige plaats waar jong hout staat, mag weiden tenzij de looien meer dan 3 jaar oud zijn. Om dezelfde reden mag hij geen hout kappen dan alleen op bepaalde laag gelegen plaatsen en geen plaggen maaien van de 'duinen'.

De in het pachtcontract genoemde diensten en leveringen wijzen op een oudere toestand en aangezien de vijf percelen land evenals het huis reeds voorkomen op de kaart van 1629, zal deze ontginning reeds vóór ± 1625 zijn ontstaan. Met het bovengenoemde 'nieuwbouw' huis zal dus een herbouwd huis bedoeld zijn, dat in de plaats is gekomen van een oudere boerderij. Volgens het contract zou 'de Pampel' in het Aanstoter Bosch zijn gelegen. Op het buurtbos kan dit geen betrekking hebben, daar dit binnen de vaste grenzen van zijn traas lag besloten. Daar Otterlo vroeger ook wel Aanstoot werd genoemd, bedoelde men er mogelijk de uitlopers van de begroeiing ten oosten van de Houtkamp mee.

In een uit de periode 1611–1613 daterend register van nieuw aangegraven gronden op de Veluwe, samengesteld in verband met de heffing van de novale tienden[1]), wordt onder de buurschap Aanstoot vermeld: 'Cranevelts goedt aen groot duinen, groot ongeveerlick thien molder geseijs, is aengegraven geleden drie ofte vier ende veertich Jairen, geeft thient onder die Novalia' (R. A. Arnhem, Archief Gelderse Rekenkamer no. 1273). Ofschoon de naam 'de Pampel' niet uitdrukkelijk genoemd wordt, blijkt zowel uit de ligging van het goed, de naam van de eigenaar als de grootte van de ontginning, dat deze opgave 'de Pampel' betreft, zodat omstreeks 1570 een begin moet zijn gemaakt met de ontginning 'de Pampel'.

Volgens het verpondingskohier, waarin de gegevens voor de grondbelasting zijn opgetekend, heeft in 1647 Jan Lubbertsen in pacht van Jr. Van Cranevelt 'huijs en hoff genaemt de Pampel van 1½ spint (= ± 0,0543 ha) en 7 molder gesaaijs' (= ± 4,0586 ha bouwland) waarvoor hij jaarlijks 24 gulden en 15 stuiver verschuldigd is. Verder wordt nog vermeld dat hij vier koeien en drie paarden heeft, die in de heide worden geweid.

[1]) Tiend, geheven van land dat voor het eerst ontgonnen is.

Uit de aantekeningen in de verpondingskohieren en maancedulen[1]) uit de jaren 1647 tot 1651 betreffende het Ambt Ede blijkt, dat de oppervlakte bouwland in deze periode 9 molder bedraagt (= ± 5,2182 ha) en dat hiervoor 18 gulden en 10 stuiver werd betaald. In de kohieren van 1682 tot 1791 wordt geen opgave meer gedaan van de omvang van het goed, maar wordt slechts de waardering vermeld, n.l. 18 gulden en 10 stuiver.

Volgens een gerechtelijk protocol werd in 1743 'de Pampel' verkocht als vrij allodiaal[2]) erf en goed voor *f* 3006,— aan een drietal personen, die hierdoor ieder voor een derde deel gerechtigd werden.

De tienden behoorden tot de z.g. Raai- of Novale tienden, zoals is gebleken uit een opgave van de Tiendcommissie in 1907 (R. A. Arnhem). Tot het tiendplichtige land behoorde een aantal percelen hakhout en bouwland ter grootte van 8,6420 ha in totaal. Het kohier en het maancedule van 1647 tot 1651 noemen behalve de Rodentient[3]), toebehorende aan de Rekenkamer, op fol. 186 vso. ook 'D'Novalia als Pampelse tiende', eveneens toekomende aan de Rekenkamer en getaxeerd op 3 gulden en 9 stuiver. In de latere kohieren wordt deze Pampelse tiend niet meer afzonderlijk vermeld.

Op 30 augustus 1766 verkoopt één der drie eigenaren zijn aandeel in de Pampel' voor de ene helft aan Jan Franken Jongman, die dus 1/6 deel krijgt, en voor de andere helft aan een drietal leden van de familie Cornelissen, die dus elk voor 1/18 deel gerechtigd worden.

Van de verdere lotgevallen is niet veel meer te achterhalen. Alleen blijkt nog uit een verpondingskaart van 1809, dat is dus ruim vijftig jaar later, dat 'de Pampel' dan eigendom is van de Heren Willems c.s. De oppervlakte van het bouwland is sedert de opgave van 1647/51 verdubbeld, n.l. van 5,2182 tot 11,8913 ha, terwijl ook nog een tweetal driesten, samen groot 1,8164 ha, wordt opgegeven. Verder bestaat het bezit uit 133 morgen en 169 roeden zandduinen, heide en bos, dit is ± 115,9067 ha; het bedrijf is omstreeks 1809 in totaal dan 129,6144 ha groot.

Waarschijnlijk is dit goed belangrijk uitgebreid na de verdeling der markegronden in de negentiende eeuw; want wanneer op 2 mei 1913 de N.V. Wm. H. Müller & Co. het landgoed 'de Pampel' van de familie Terwindt koopt voor de som van *f* 215 000, is het geheel groot 644,1017 ha. Het bestaat dan uit huizen, schuren, schaapskooi, kwekerij, bossen, heide, bouw- en weiland, zandgrond, hakhout en erven. Na de deling van de markegronden zal vermoedelijk ook 'de Kleine Pampel', een huis met o.a. een kwekerij, zijn ontstaan. Dit huis heeft in de omgeving van het theehuis 'de Koperen Kop' gelegen, aan de autoweg die de verbinding vormt tussen het Otterlose en het Hoenderlose hek.

Na de aankoop in 1913 kwam ook op 'de Pampel' een einde aan het boerenbedrijf. Van deze ontginning, die dus ongeveer 350 jaar heeft bestaan, is tegenwoordig niet veel meer over dan wat oud geboomte. Het bouwland is grotendeels bebost; het oude huis is inmiddels wegens bouwvalligheid afgebroken en vervangen door een nieuwe woning, die de oude naam 'de Pampel' draagt. De betekenis van deze naam is niet duidelijk. Wigman neemt aan dat pampel een oude Veluwse naam is voor heiheuvel (A. B. Wigman, 1955). Volgens een mededeling van dr. D. P. Blok van het Bureau voor Naamkunde

[1]) Document, houdende aanmaningen tot betaling van belastingschuld.
[2]) Niet leenroerig, dus eigen goed.
[3]) Roden- of Raaitiend = Novale tiend.

te Amsterdam bestaan er inderdaad sterke aanwijzingen, dat een element pamp- de betekenis van 'hoogte' had en als zodanig in plaatsnamen werd gebruikt. Dit is voor Engeland aannemelijk gemaakt met betrekking tot namen als Pamphill (E. Ekwall, 1947). Pampel als Veluwse naam voor heiheuvel zou in deze theorie goed passen. Ten slotte wijst dr. Blok er nog op dat pampel een suffix-afleiding van Pamp kan zijn, maar ook een versleten vorm van Pamphul.

d. Kemperberg[1]

De geschiedenis van de ontginning 'Kemperberg' begint in 1628, wanneer Willem de Raedt en dr. Henrick Frederick van Voorst bij de Magistraat van de stad Arnhem een verzoekschrift indienen tot aankoop en ontginning van een perceel heide, gelegen achter de Kemper- of Schaarsbergen (vgl. J. G. A. van Hogerlinden, 1926). Nadat in 1630 in verband met deze ontginning eerst de grens tussen het grondgebied van Arnhem en Deelen (Ede) door merkpalen was aangegeven, werd vervolgens het inmiddels afgebakende maar nog onverdeelde perceel heide tussen Willem de Raedt en dr. Van Voorst door middel van loting verdeeld; hierbij viel aan Willem de Raedt het oostelijk deel toe. Bij deze erfscheiding werd uitdrukkelijk bepaald, dat beide partijen vrije toegang zouden hebben tot de waterkolk, een gemeenschappelijk bezit. Verder werd nog vastgesteld dat, indien een van beiden tot verkoop van zijn land mocht overgaan, de andere partij het 'recht van voorkoop' zou hebben.

Volgens de erfpachtbrieven, uitgegeven in 1632, waren de erven van Willem de Raedt en dr. Van Voorst respectievelijk 14½ en 20 morgen groot. De aan de stad Arnhem te betalen tins bedroeg 5 stuiver de morgen; voor de eerste vier jaren werd echter vrijstelling van tins verleend in verband met de hoge kosten, aan het ontginnen verbonden. In 1633 verleende Hendrick, Graaf van Nassau, Stadhouder van Friesland, als eigenaar van de Prümschen tiend aan Willem de Raedt op diens verzoek bovendien vrijstelling van de grove[2] en smalle[3] tiend voor een periode van vijf jaar.

Het erf van Willem de Raedt werd in 1638 verkocht aan Evert Everwijn, burgemeester van de stad Arnhem; het jaar daarvoor was het erf van dr. Van Voorst reeds verkocht aan de gebroeders dr. Evert Everwijn en Willem Everwijn, zonen van de bovenvermelde burgemeester. Hierdoor was de ontginning 'Kemperberg' eigendom geworden van drie leden van dit geslacht.

Volgens een verkoopakte uit 1643 verkochten Johan Dibbets, burgemeester van de stad Arnhem en zijn vrouw, als eigenaren van 'de Buijdelthient tussen den Rhijn en de Meulenbeeck, St. Jansbeeck genoemt' hun rechten op de grove en de smalle tiend van de beide erven van de Everwijns; hierbij werd tevens bepaald dat de eigenaren van de beide ontginningsboerderijen of hun erfgenamen 'sullen mogen t'allen tijden thientvrij uijt de heijde aanmaecken vijff morgen boven t'genen tegenwoordich aengegraven is'. Blijkens deze akte bedroeg de oppervlakte van het ontgonnen land, behorende tot het erf van Everhard Everwijn, ± 20 morgen, terwijl het erf van zijn

[1]) Al het archivalisch materiaal betreffende 'Kemperberg' dat voor dit onderzoek is gebruikt, berust in het archief van de Stichting 'Het Nationale Park de Hoge Veluwe'. De auteur is ir. J. H. van Tuil, directeur van het nationale park, zeer erkentelijk voor de verleende medewerking.
[2]) Tiend van koren.
[3]) Tiend van tuinvruchten.

zoons ± 35 morgen groot was. Sedert 1632 is dus de oppervlakte bouwland van het ene erf toegenomen met 6 morgen en die van het andere erf met 15 morgen. In 1652 werd aan dr. Everhard Everwijn toestemming verleend nog een perceel heideveld, groot 25 morgen, te ontginnen, waardoor het verschil in oppervlakte van het bouwland tussen de beide bedrijven nog meer toenam.

Uit de pachtcontracten en andere archivalische gegevens is gebleken, dat op deze akkers voornamelijk boekweit werd verbouwd en, in veel mindere mate, rogge. De pacht werd meestal in natura voldaan.

Mr. Hendrick Willem Brantsen, die door vererving reeds in het bezit was van de boerderij die aan de gebroeders Everwijn had toebehoord, kocht in 1740 van de erfgenamen van Everhard Everwijn den ouden ook de andere boerderij, zodat toen voor het eerst de gehele ontginning 'Kemperberg' toebehoorde aan één eigenaar. In 1802 verkochten de executeurs-testamentair van jonkvrouwe Hester Henriëtta Brantsen aan mr. Evert Jan van Ommeren (zie de bijlage, fig. 2) de ontginning 'Kemperberg', omschreven als 'twee boereplaatsen gelegen in het Schependom der Stad Arnhem tussen de Kemperbergen en Schaatsbergen'. Het ene erf was toen groot ± 55 morgen, het andere nog steeds 20 morgen.

Nadat het landgoed 'Kemperberg' nog enige malen van eigenaar was veranderd, werd het in 1921 aangekocht door de N.V. Wm. H. Müller & Co's Algemeene Exploitatie Mij., waardoor dit gebied groot 556,6714 ha bij het landgoed 'de Hoge Veluwe' werd gevoegd. In deze koop was ook de boerderij 'Rijzenburg' begrepen.

Als men 'de Hoge Veluwe' binnenkomt door de zuidelijke toegang onder Schaarsbergen, bij het tegenwoordige restaurant 'Rijzenburg', dan passeert men het aan de rechterzijde van de weg gelegen boerderijtje 'Everwijnserf', een laatste herinnering aan de vroegere ontginning 'Kemperberg'.

e. Rijzenburg

In de registers van de eerste opname van het kadaster van de gemeente Arnhem (± 1830) komt de boerderij 'Rijzenburg' niet voor; het perceel no. 125 (zie de bijlage, fig. 2), waar later 'Rijzenburg' zou worden gebouwd, behoorde toen nog aan de gemeente Arnhem en werd als heideveld aangegeven. Op een z.g. kadastrale hulpkaart uit 1852 werd voor de eerste maal deze boerderij vermeld, zodat mag worden aangenomen dat 'Rijzenburg' omstreeks die tijd is gebouwd. In tegenstelling tot Van Hogerlinden (Gelre Bijdr. & Med. XXIX) vermeldt zowel het kadaster als een koopakte uit 1859 als eerste eigenaren van dit bedrijf: Albertus Franciscus Burgers, gewezen koninklijke paardenpostmeester, en zijn vrouw Maria Wilhelmina Rensen. Zij hadden deze boerderij met de daarbij behorende gronden in eigendom verkregen 'ten deele bij aankoop van de gemeente Arnhem in 1851 ten deele bij ruiling van den heer Johannes Backer en verdere eigenaren van het landgoed 'Kemperberg' terwijl de op die gronden staande gebouwen geheel nieuw zijn daargesteld' (Archief van de Stichting 'Het Nationale Park de Hoge Veluwe'). In 1859 was dit goed ruim 41 bunder groot.

Nadat 'Rijzenburg' vele malen in andere handen was overgegaan, waarbij het bedrijf door aankoop van grond van de gemeente Arnhem nog enigszins werd uitgebreid, werd het in 1902 eigendom van mr. C. J. baron van Tuyll van Serooskerken, die in datzelfde jaar door aankoop eveneens eigenaar was

geworden van het landgoed 'Kemperberg'. De heer Van Tuyll van Serooskerken liet op dit terrein een jachthuis bouwen.

Het totale bezit werd in 1920 eigendom van de heer G. A. van Putten, die in 1921 het landgoed 'Kemperberg' met inbegrip van 'Rijzenburg' verkocht aan de N.V. Wm. H. Müller & Co's Algemeene Exploitatie Mij., waardoor ook dit gebied in het landgoed 'de Hoge Veluwe' werd opgenomen. Op het terrein stonden toen twee boerderijen van de ontginning 'Kemperberg' en een daghuurdersplaats, verder de boerderij 'Rijzenburg' en het hierboven vermelde jachthuis. Twee boerderijen op 'Kemperberg' zijn afgebroken; alleen 'Everwijnserf' bestaat nog en wordt nu bewoond door een jachtopziener.

Tijdens de Tweede Wereldoorlog werd 'Rijzenburg', dat als ontginningsboerderij bijna honderd jaar heeft bestaan, verwoest, evenals het jachthuis; alleen het koetshuis bleef gespaard. Na de oorlog is 'Rijzenburg' weer opgebouwd, zij het in een andere vorm. Het is toen als restaurant in gebruik genomen.

f. Oud-Reemst

De ingang 'Oud-Reemst' gelegen aan de verkeersweg van Otterlo naar Arnhem, bewaart in zijn naam de herinnering aan een oude nederzetting. Het is helaas niet mogelijk geweest in de archieven na te gaan wanneer en op welke wijze deze is ontstaan.

Het Reemsterveld wordt in 1539 genoemd met betrekking tot de Heerlijkheid Rozendaal omdat men voor het gebruik van dit heideveld pacht moest betalen aan de Drost te Rozendaal (G. van Hasselt, 1808). Ook in verband met de raaitienden onder Reemst wordt deze ontginning genoemd. Zo wordt deze tiend in 1454 door Arnolt, hertog van Gelre en Gulik, graaf van Zutfen voor 250 averlentsche, kurfurster, golden Rijnsche guldens in pand gegeven aan Brant van Delen en zijn vrouw Bette, op gelijke voorwaarden als Brants voorouders deze tiend in pacht hebben gehad. In 1554 wordt deze schuld afgelost en ontvangt de hertog het tiendrecht terug (R. A. Arnhem, Archief Gelderse Rekenkamer no. 4105).

Volgens een verklaring van de Scholtis van Ede in verband met de heffing van de novale tienden over de nieuw aangemaakte landen, had de heer van Rozendaal in 1629 uit het Rozendaalse Veld bij Reemst reeds 24 molder bouwland laten ontginnen, waar voornamelijk rogge en boekweit op verbouwd werden (R. A. Arnhem, Archief Gelderse Rekenkamer no. 1418).

Het verpondingskohier noemt in 1647 op 'Oud-Reemst' twee erven; het ene erf had Jacob Gosens in pacht van Peel Janss en Jan Keijmens en omvatte huis en hof van ½ spint[1]) (= ± 0,0181 ha) en 11 molder gesaaijs (= ± 6,3778 ha bouwland) met 'den uitslach op de heijde'. Uit dit erf ging 1 molder hondekoren[2]). Het andere erf had Geurt Wouters in pacht van Jan Peel; het bestond uit huis en hof van 1 spint (= ± 0,0362 ha) en 10 molder gesaaijs (= ± 5,7980 ha bouwland); het vee werd ook hier in de heide geweid. Dit bedrijf bracht geen hondekoren op, maar beide erven gaven de derde garf[3]). In 1561 wordt Evert Woutersen genoemd als pachter van het eerstvermelde bedrijf, dat nog 11 molder groot was en toen toebe-

[1]) 1 Veluwse spint = 320 m².
[2]) Tiendkoren tot voeding van de jachthonden van de heer.
[3]) Deelpacht, waarbij de verpachter 1/3 van de oogst ontving, na aftrek van eventuele tienden.

hoorde aan Jacob Gerritsen. Dit erf werd in 1651 aangeslagen voor 23 gulden en 2 stuiver in de verponding; de bruickschatting[1]) bedraagt dan 16 gulden. Het tweede erf, groot 10 molder, is dan eigendom van Van de Poel te Arnhem en in pacht bij Wouter Dercksen; de bruickschatting is voor dit erf 5 gulden, de waardering in de verponding 18 gulden, 10 stuiver en 8 penningen.

Eerst honderd jaar later worden deze erven weer genoemd en wel in 1749, wanneer het Huizenregister Jan van Beek vermeldt als bouwman op het drieling erf 'Oud-Reemst' met 13 molder bouwland en Hendrik Minnen als bouwman op het volle erf 'Oud-Reemst' met 15 molder bouwland.

Het maancedule van de verponding noemt in 1758 'de Vrouw van Rosendael' als eigenaresse van dit erf; de pachter van het andere erf is dan nog Hendrik Menne, de eigenaar H. J. van Eck; de waardering van beide erven is gelijk aan die in 1651.

Een bijzonder aardig document is een acte uit 1765, waarbij de erfgenamen van mr. H. J. van Eck voor *f* 6250 aan de heer Van Torck en echtgenote verkopen het erf genaamd 'Oud-Reemst', bestaande uit huis, hof en schaapschot, met heetvelden en houtgewas, zoals het bij Peter Minnen in gebruik was. Dit bedrijf werd verkocht als vrij allodiaal erf en goed 'met generhande servituten of jaarlijxen uijtgangen beswaert als met den thiend groft en smal, voorts verpondinge en andere gemeene Heeren Lasten en daarenboven nog met een jaarlijxen uijtgang van twe mudden Rogge aan Barthold Suirmond of desselfs erfgenamen en een schepel Rogge aan de Custerije van den Aanstoot gelijck mede een pond wasch aan de kerk aldaar alle jaaren te betalen. Voorts jaarlijx in de maand van maij twe ongeschoren hamels of 10 guldens daar voor aan den Huijse Roosendaal voor de pagt van den Drift in het Reemsterveld en eijndelijk nog een suijckerbrood jaarlijx aan den Huijse Roosendael' (R. A. Arnhem, Recht. Arch. Kwartier van Veluwe no. 819). Ook in dit document wordt, evenals reeds in 1539 het geval was, Rozendaal genoemd met betrekking tot Reemst. De aan de Heer van Rozendaal verschuldigde pacht voor de drift voor het Reemsterveld zou verklaard kunnen worden uit het feit, dat dit terrein een deel was van de woeste gronden, die de landsheer toebehoorden en door de hertog aan zijn domein Rozendaal waren verbonden (A. H. Martens van Sevenhoven, 1925).

De verplichting tot levering van 1 pond was per jaar aan de kerk van Otterlo rustte, volgens de Rekeningen betreffende de inkomsten en uitgaven van de Pastorie te Otterlo, ook op het andere erf van 'Oud-Reemst' (G. A. Ede, Archief van Kerkmeesteren van Otterlo nrs. 343/345). Deze was, waar kaarsen van werden vervaardigd, werd oorspronkelijk in natura aan de kerk geleverd, maar later vervangen door het bedrag van 12 stuiver per pond. Dat men op 'Oud-Reemst' bijen hield, blijkt niet alleen uit de levering van was aan de kerk van Otterlo, maar ook uit de verplichting jaarlijks een suikerbrood af te dragen aan het Huis Rozendaal.

Het Register van Landerijen te Ede, behorende bij een Verpondingskaart uit 1809 (R. A. Arnhem), noemt als eigenaar van 'Oud-Reemst' en het Reemsterveld R. J. C. baron Torck Heer van Rosendael; het totale bezit is dan groot ± 3294 morgen, waarvan 41 morgen 392 roeden bouwland en 3 morgen 579 roeden weiland.

In 1916 kocht de N.V. Wm. H. Müller & Co's Algemeene Exploitatie

[1]) Schatting op te brengen door degene, die het land exploiteert.

Mij. van de familie Van Pallandt o.m. het landgoed 'Oud-Reemst'. De afrastering van het nationale park loopt dwars door deze ontginning; 'Oud-Reemst' ligt dus slechts gedeeltelijk binnen de omheining. Aan het boerenbedrijf kwam al spoedig een einde. Tijdens de Tweede Wereldoorlog werden de nog bestaande boerderijen verwoest. Na de oorlog werd het bakhuis van één der boerderijen herbouwd tot woning.

Ten aanzien van de betekenis van de naam Reemst kan niets met zekerheid worden gezegd.

6. DE WEGEN

Over het onderwerp 'Oude wegen' is reeds veel geschreven. De opvattingen echter lopen dikwijls uiteen ten aanzien van ouderdom, naamsverklaring, etc. van deze oude wegen, die vaak niet meer dan zandpaden en 'heibanen' zijn geweest. Met name de Hessenwegen hebben sterk tot de verbeelding gesproken. Dit blijkt ook uit de verscheidenheid van verklaringen betreffende het ontstaan en de functie van deze wegen. Het grote bezwaar bij de bestudering is, dat het oude wegennet bijna geheel is verdwenen door de veranderingen die zich in het uiterlijk van het landschap hebben voltrokken. Met behulp van archivalische kaarten kan dikwijls de loop van de oude wegen worden gereconstrueerd, terwijl in het landschap soms met enige moeite een deel van het tracé van een oude weg nog te herkennen is.

De oude wegen in het hier besproken gebied zijn naar hun functie ingedeeld als:

a. handelswegen of interlokale verbindingen
b. buurtwegen of lokale verbindingen
c. jacht- of Koningswegen.

a. De handelswegen

De voornaamste in dit gebied voorkomende handelswegen zijn:
de weg van Harderwijk naar Arnhem via Otterlo en Oud-Reemst en de weg van Zwolle naar Arnhem via Deelen.

Op fig. 2 (bijlage) is duidelijk te zien dat deze wegen uit verscheidene sporen hebben bestaan. De kaart van Van Geelkercken uit 1629 geeft een 'hoge' en een 'lage' Harderwijkerweg aan. Afhankelijk van de toestand van de weg maakte men nu eens gebruik van het ene dan weer van het andere spoor. Ongeveer op de plaats waar vroeger dit stelsel van sporen heeft gelopen, is later de moderne verkeersweg aangelegd.

De eveneens op fig. 2 aangegeven weg van Otterlo via 'de Pampel' naar Hoenderlo heeft deel uitgemaakt van de oude handelsroute Barneveld–Deventer (F. Leyden, 1940). Deze weg was de enige openbare weg, die door het landgoed 'de Hoge Veluwe' liep. Om deze weg het openbare karakter te kunnen ontnemen, moesten de heer en mevrouw Kröller ten noorden van hun landgoed een nieuwe openbare weg laten aanleggen.

De kaart, die B. Elshoff omstreeks 1720 vervaardigde van een deel van dit gebied (R. A. Arnhem, Keppel inv. no. 538), geeft een Hessenweg aan die door 'de Hoge Veluwe' moet hebben gelopen, en wel ten zuiden van Oud-Reemst in de richting van het Deelensche Veld. Ofschoon het moeilijk is deze weg te lokaliseren, zou hij op de topografische kaarten van ± 1870 (blad 450 en 469, resp. Otterlo en Schaarsbergen, schaal 1:25 000) misschien te herkennen zijn in de weg die van Deelen via de zuidelijke uitloper van de

Deelensche Start gaat in de richting van Oud-Reemst, echter zonder de afbuiging naar het zuiden. Deze weg zou dan doorgelopen moeten hebben en ten zuidoosten van Oud-Reemst zijn vervolg moeten hebben gevonden in de weg van Oud-Reemst naar Nieuw-Reemst. Op de topografische kaarten na 1870 is deze weg bijna geheel verdwenen, maar als deze route inderdaad overeenkomt met de hierboven genoemde Hessenweg, dan zou mogelijk een laatste herinnering aan te wijzen zijn in de onverharde weg door de Reemster Bosschen.

b. De buurtwegen

Het aantal buurtwegen dat door het nationale park heeft gelopen, is vrij groot. Tot deze wegen van meestal lokaal belang, die de nederzettingen met elkaar verbonden of toegang gaven tot de heide, behoren o.m. de kerkpaden, de lijkwegen, de molenwegen, de hooiwegen en de heipaden.

Volgens fig. 2 (bijlage) liep van Deelen een kerkpad naar Otterlo. Daar dit kerkpad eveneens werd gebruikt om de overledenen naar hun laatste rustplaats te brengen in of rondom de kerk, werd voor dit kerkpad ook de naam 'lijkweg' gebruikt.

De oude buurtweg van 'de Pampel' naar Otterlo, nu nog wel bekend onder de naam 'Rooseboomsweg', is genoemd naar een eigenaar van 'de Pampel' ± 1850.

Indien men de moderne topografische kaart, schaal 1:25 000, van dit gebied vergelijkt met de kadastrale kaart van ± 1830, dan blijkt dat met de naam 'Boveneindsche weg' twee verschillende wegen worden aangegeven. Op de kadastrale kaart is het een weg lopend van noord naar zuid door het Otterlosche Bosch; op de topografische kaart is het een weg in oost-westelijke richting, uitkomende tussen 'de Plijmen' en 'de Pollen'. Aangezien de laatste weg op oude kaarten niet voorkomt, maar de weg door het Otterlosche Bosch onder de bovengenoemde naam wel op oude kaarten wordt vermeld, lijkt de conclusie gerechtvaardigd, dat de oorspronkelijke 'Boveneindsche weg' door het Otterlosche Bos heeft gelopen en dat met deze naam nu de verkeerde weg wordt aangeduid.

c. De jacht- of koningswegen

De jacht- of koningswegen dateren uit de zeventiende eeuw en zijn in opdracht van Koning-Stadhouder Willem III aangelegd. Op fig. 2 (bijlage) zijn twee koningswegen aangegeven, die door het tegenwoordige nationale park hebben gelopen. De rechtlijnige aanleg is karakteristiek voor deze wegen, die door Willem III werden gebruikt om de vaak grote afstanden tussen de jachtterreinen in zo kort mogelijke tijd af te leggen (F. Leyden, 1940).

De Koningsweg van Dieren naar de Ginkel heeft vroeger het terrein van de ontginning 'Kemperberg' doorsneden. Deze Koningsweg is naderhand ter hoogte van 'Kemperberg' verlegd naar het zuiden, zodat de tegenwoordig onder de naam Koningsweg bekend zijnde straat daar niet meer het oorspronkelijke tracé volgt. De oude route is nog te herkennen in de perceelsgrenzen van de bossen in de omgeving van het 'Everwijnserf'.

De Koningsweg van Doorwerth naar Het Loo is op een klein weggedeelte na, de 'Oude Koningsweg' genaamd, verdwenen. Binnen de afrastering van het nationale park loopt deze 'Oude Koningsweg' langs het 'Aalderiksveld' tot aan de 'Stadsdennen'. Het tracé van deze Koningsweg is verder verloren gegaan in de bebossing van het terrein, maar ter hoogte van de Deelensche

Start is op twee plaatsen de route van deze weg in het terrein nog waar te nemen, mits men ter plaatse zeer goed bekend is. De heer W. Nab te Hoenderlo was zo vriendelijk inlichtingen te verschaffen voor dit onderzoek en hulp te verlenen bij de oriëntatie in het veld.

7. ENIGE OPMERKINGEN BIJ OUDE KAARTEN

De reeds meermalen genoemde kaart uit 1629 van Nicolaas van Geelkercken geeft een vrij groot gedeelte van het tegenwoordige Nationale Park 'de Hoge Veluwe' weer. Op deze kaart komen enkele merkwaardige, nu onbekende namen voor.

Ongeveer ten noorden van Oud-Reemst en ten zuiden van Deelen en Terlet loopt dwars door dit gebied 'de Kroatenpas' (zie fig. 7). Deze 'Kroatenpas' staat niet aangegeven als weg, maar eerder als een soort 'trekspoor'. Op een kaart van het Deelensche Veld, in 1653 door Van Geelkercken vervaardigd (A. R. A. 's-Gravenhage, Hingman 4114), komt deze 'Kroatenpas' niet meer voor (zie fig. 8).

Op grond van het feit, dat de eerstgenoemde kaart van Van Geelkercken de situatie van omstreeks 1629 weergeeft en op grond van een verzoekschrift, door dr. H. F. van Voorst en Willem de Raedt, eigenaren van de ontginning 'Kemperberg', gericht aan de Magistraat van de stad Arnhem, waarbij om vrijstelling van tins wordt gevraagd, onder andere ook in verband met 'de troubelen van 1629', is het aannemelijk dat dit jaar, waarin de stadhouder Frederik Hendrik 's-Hertogenbosch op de Spanjaarden heeft veroverd, van speciale betekenis is geweest voor het ontstaan van deze 'Kroatenpas'. Een bevestiging van deze gedachtengang geeft Slichtenhorst in zijn beschrijving van het kasteel 'Rozendaal': 'Ende hoewel het Huijs, gelijck uijt menighe lid-teijkens is te vernemen, eertijds van veel grooter omslag is geweesd, zoo zijn effenwel de muijren al noch over de 14 voeten dick en zo steeuwigh, dat op het iaer 1629 weijnighe op deesen tooren gevluchte boeren met blooten bussen een goed deel Kroaten daer hebben buijten gehouden' (Slichtenhorst, 1654). Het is dus wel zeer waarschijnlijk, dat deze 'Kroatenpas' herinnert aan plunderende Kroaten, die deel hebben uitgemaakt van de bij de strijd om 's-Hertogenbosch betrokken huurlegers, die ook dit gebied van de Veluwe onveilig hebben gemaakt.

Het is merkwaardig dat de hier besproken kaart noch de Kompagnieberg noch de Franse Berg aangeeft, maar daarentegen wel de Noordberg vermeldt een nu onbekende naam op 'de Hoge Veluwe'.

A. B. Wigman is in zijn boek 'De Hoge Veluwe, ons Nationale Park' van mening, dat de Kompagnieberg vroeger Noordberg heette. Maar een nadere bestudering van deze kaart, ook in vergelijking met andere archivalische kaarten van dit gebied, geeft gegronde redenen te veronderstellen dat de Noordberg in 'de Pollen' gezocht moet worden en dus geen oudere benaming is voor de Kompagnieberg.

De kaart van 1629 (zie fig. 7) geeft de limietscheidingen aan tussen het Arnhemse en het Deelensche Veld; op een snijpunt van deze grenslijnen ligt de Noordberg, zodat het niet onmogelijk is, dat deze Noordberg op de kaart staat vermeld als plaatsbepaling in verband met de begrenzing; dit zou dan ook duidelijk maken waarom de Kompagnieberg en de Franse berg op deze kaart niet zijn aangegeven.

Een andere kaart van Van Geelkercken betreffende het Deelensche Veld in 1653 geeft in plaats van de naam Noordberg de naam Aertsberg aan op het

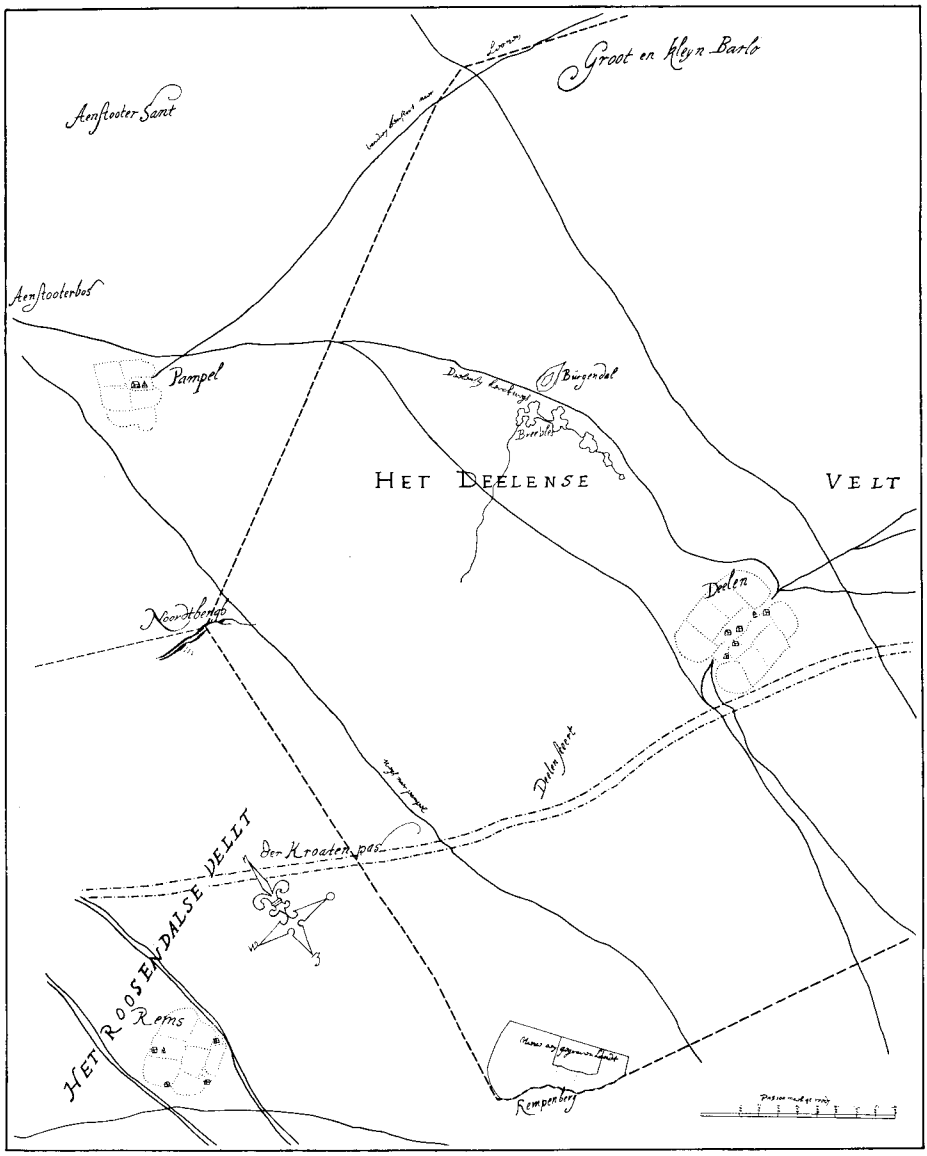


Fig. 7. Gedeelte van een kaart van het Arnhemsche en het Deelensche Veld, getekend door Nic. van Geelkercken, 1629 (iets vereenvoudigd). Gemeente-archief te Arnhem, Oud Archief Arnhem, inv.nr 4609.
Fig. 7. Part of a map showing the Arnhemsche Veld and the Deelensche Veld (veld = field). The original map, drawn by Nic. van Geelkercken in 1629, is in the archives of the municipality of Arnhem

snijpunt van de limietscheidingen. Ook B. Elshoff geeft op een kaart uit omstreeks 1720 (R. A. Arnhem, Keppel inv. no. 538) de naam Aertsberg aan op hetzelfde punt, zodat aangenomen mag worden dat de nu eveneens onbekende Aertsberg identiek is met de Noordberg. Beide namen zijn mogelijk terug te voeren op een onbekende vorm Oordberg (oord = hoek of punt).

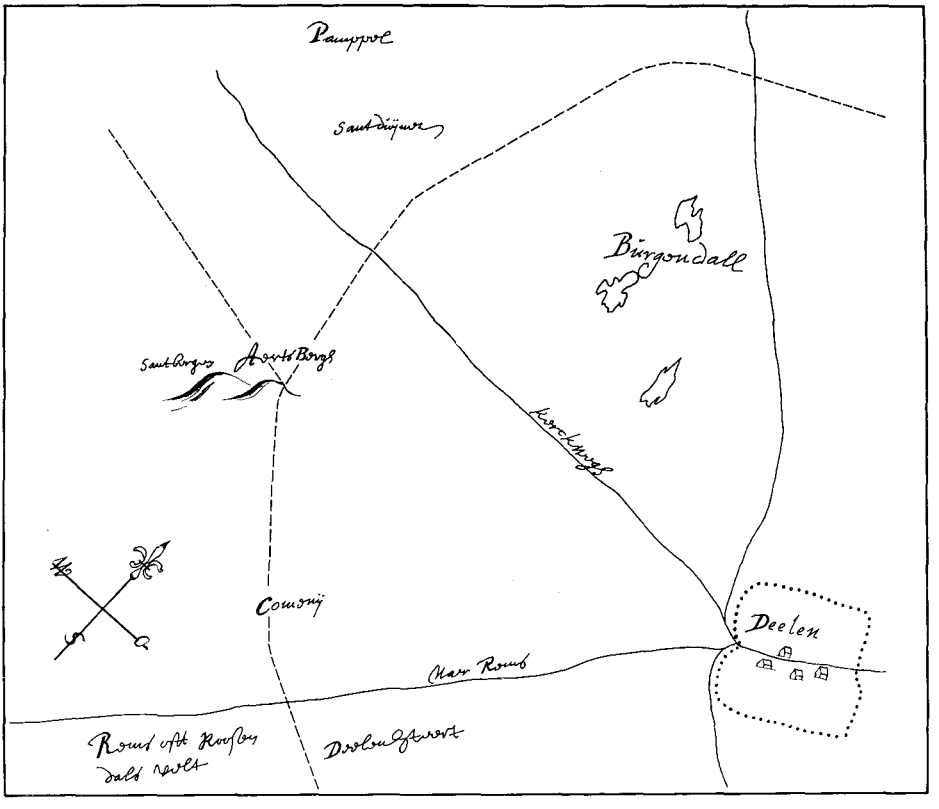


Fig. 8. Gedeelte van een kaart van het Deelensche Veld, getekend door Nic. van Geelkercken, 1653 (vereenvoudigd). Archief: A.R.A. 's-Gravenhage. Inv. Hingman nr. 4114.
Fig. 8. Map of the Deelensche Veld. See for the original map, drawn by Nic. van Geelkercken in 1653, the archives of A.R.A., The Hague

De topografische kaart op schaal 1:25 000, blad Otterlo no. 450 uit 1870, geeft twee stippellijnen weer, de ene van de Kompagnieberg af naar het noorden lopend, de andere ten zuiden van het Otterlosche Bosch in noordoostelijk richting gaande. Deze stippellijnen geven naar alle waarschijnlijkheid de oude limietscheidingen weer en vormen zoals de kaart aantoont, een hoekpunt in 'de Pollen'[1]). Het is mogelijk dat de Noord- of Aertsberg overeenkomt met het punt, dat op de moderne topografische kaart met 38.2 wordt aangegeven. Anderzijds is het ook niet onmogelijk dat de Noord- of Aertsberg in het geheel niet meer is te lokaliseren, omdat hier sprake is van een stuifzandgebied, waarin de zandheuvels aan een voortdurende verandering onderhevig kunnen zijn geweest.

De naam 'Kompagnieberg' zou volgens een plaatselijke uitlegging duiden op een legerplaats in vroeger tijden. Het is echter niet zeker wanneer en in welk verband deze naam is ontstaan.

Een onderlinge vergelijking van de bovengenoemde kaarten en een vergelijking van deze archivalische gegevens met de topografische kaart op schaal

[1]) De betekenis van het woord 'pol' is zandheuveltje of kleine hoogte. Een pol werd als grensaanduiding gebruikt (M. Schönfeld, 1950).

1:25 000, blad Otterlo uit 1870, geeft misschien een aanwijzing omtrent de oorsprong van deze benaming. Zo geeft de kaart uit 1653 ten zuiden van de Aertsberg het woord 'Comeny', gelegen op de limietscheiding, aan; rekening houdend met op archivalische kaarten dikwijls voorkomende vertekeningen, komt op ongeveer dezelfde plaats, eveneens op de limietscheiding gelegen, het woord 'Compagnie' voor op de kaart uit ± 1720. Dit punt overgebracht op de topografische kaart uit ± 1870 valt vrijwel samen met de op deze topografische kaart vermelde 'Kompagnieberg', die ook op de limietscheiding ligt. Hetzelfde punt teruggebracht op de kaart van 1629 komt ongeveer overeen met de plaats waar de 'Kroatenpas' de limietscheiding kruist. Dit zou een aanwijzing kunnen zijn om te veronderstellen dat het ontstaan van de naam 'Kompagnieberg' verband houdt met de bij het beleg van 's-Hertogenbosch betrokken plunderende Kroaten, die hier misschien een kamp hadden ingericht.

SAMENVATTING

Het onderzoek naar de geschiedenis van het gebied, dat sedert 1935 bekend is als het Nationale Park 'de Hoge Veluwe', heeft het mogelijk gemaakt de ouderdom vast te stellen van enkele voormalige nederzettingen, gelegen binnen de afrastering van het nationale park. Deze ontginningsboerderijen zijn, met uitzondering van het jongere 'Rijzenburg', ontstaan vóór de tweede helft van de zeventiende eeuw, waarna de situatie gedurende ± 200 jaar onveranderd is gebleven. Eerst in de eerste helft van de negentiende eeuw ontstonden bij Hoog Baarlo en binnen het landgoed 'Hoenderlo' ± 15 keuterboerderijtjes. Aan het boerenbedrijf kwam een einde, toen in de eerste helft van de twintigste eeuw het landgoed 'de Hoge Veluwe' werd gesticht. Sedertdien zijn deze landbouwnederzettingen weer grotendeels in het 'natuurlijke' landschap opgenomen. Deze wisseling in het bodemgebruik is niettemin, behalve aan het bodemprofiel, nog herkenbaar aan de bewaard gebleven toponiemen en perceelsrelicten.

SUMMARY

Investigations on the history of the area, known as the National Park 'de Hoge Veluwe' since 1935, made it possible to determine the age of some former rural settlements. Nearly all reclamations were established before the second half of the seventeenth century. Only in the first half of the nineteenth century about fifteen small farms were established on the estate 'Hoenderlo' and in the small settlement of Hoog Baarlo.

The farming almost ended, when the estate 'de Hoge Veluwe' had been formed in the first decades of the twentieth century. Then most of the farms gradually lost their agricultural character and became part of the natural landscape. The changes in land use, however, are still recognizable in soil, place-names and relics of land division.

LITERATUUR

Blok, D. P., 1961: Zum Problem der Erschliessung alter Personennamen aus Ortsnamen. VII Congresso Internaz. di Scienze Onomastiche. Firenz-Pisa 4–8 Aprile.

Ekwall, E., 1947: The Concise Oxford Dictionary of English Place-Names. Oxford.

Hasselt, G. van, 1808: Roozendaal als de prachtigste bezitting van de Geldersche Graven en Hertogen en derzelver hofhouding aldaar enz. enz. Arnhem.

Heldring, O. G. en G. Haasloop Werner, 1845: Wandelingen over de Veluwe. Arnhem.

Hogerlinden, J. G. A. van, 1926: Kemperberg. Gelre Bijdragen & Mededelingen XXIX, blz. 126–131.

Leyden, F., 1940: Oude wegen op de Veluwe. Gelre Bijdragen & Mededelingen XLIII, blz. 93–152.
Martens van Sevenhoven, A. H., 1925: Geschiedkundige Atlas van Nederland. Tekst bij Kaart VI, Marken in Gelderland. 's-Gravenhage.
Pape, J. C., 1960: De bodemgesteldheid van het Nationale Park 'de Hoge Veluwe'. Geologie en Bodemkunde van het Nationale Park 'de Hoge Veluwe' blz. 11–26. Uitgave van de Studiekring voor de Veluwe.
Schönfeld, M., 1950: Veldnamen in Nederland. Meded. Kon. Ak. v. Wetensch. Afd. Letterk. Nr. 12. 1. 2e druk. Amsterdam.
Slichtenhorst, Arend van, 1654: XIV Boeken van de Gelderse Geschiedenissen, getrocken meerendeels uit de Latijnsse werken van den heer Joh. Isacus Pontanus, Arnhem.
Wigman, A. B., 1955: De Hoge Veluwe Ons Nationale Park. Wageningen.

SEDIMENT-PETROLOGIE EN HERKOMST VAN JONG-PLEISTOCEEN DEKZAND IN NEDERLAND

A contribution to the sedimentary petrology and provenance of young pleistocene cover sand in the Netherlands[1])

door/*by*

R. D. Crommelin[2])

INLEIDING

In Nederland maken jong-pleistocene dekzanden ongeveeer de helft uit van de totale oppervlakte; zij moeten dus als een van de belangrijkste jongere geologische formaties worden beschouwd. In de laatste vijfentwintig jaar hebben verschillende onderzoekers zich beziggehouden met het onderzoek van de zware-mineralensamenstelling om te trachten daarmede een bijdrage te leveren tot het probleem van herkomst en genese. Het meeste onderzoek had betrekking op beperkte gebieden en mede ten gevolge van verschillende analysemethoden was het soms moeilijk resultaten met elkaar te vergelijken en tot een algemeen bevredigende interpretatie te geraken. Een samenvatting van de resultaten tot en met 1948 werd gegeven door Edelman (1948).

Vink (1949) heeft het onderzoek uitgebreid tot praktisch het gehele gebied waar dekzanden in Nederland voorkomen. Hij kwam tot de conclusie dat het grootste deel van deze formatie een uniforme samenstelling heeft en door aanvoer uit het Noordzeebekken moet zijn ontstaan[3]). Hoewel Vink heeft waargenomen dat in sommige gebieden lokale bijmengingen van de ondergrond een bestanddeel van de dekzanden uitmaken, liet hij zich niet uit over de betrekking tussen deze lokale dekzanden en de meer algemeen voorkomende regionale dekzanden.

Nelson en Van der Hammen (1950) hebben voor het eerst een stratigrafische indeling gegeven, die later is uitgewerkt door de tweede auteur (Van der Hammen, 1951). Het resultaat was een onderverdeling in Ouder en Jonger dekzand, gescheiden door de Bølling-horizont. Vinks regionale en lokale dekzanden bleken grotendeels identiek te zijn met deze thans algemeen erkende stratigrafische begrippen.

Een meer recent Belgisch onderzoek, dat betrekking heeft op de Noorder Kempen en dat gedeeltelijk de mineralogie van de dekzandformatie behandelt, is beschreven in de dissertatie van De Ploey (1961). Voor zover zijn resultaten verband houden met het thans te beschrijven onderzoek, zullen zij, evenals die van Vink en Nelson-Van der Hammen, kort ter sprake komen aan het einde van deze verhandeling.

DOEL VAN HET ONDERZOEK

Intussen ontbrak een mineralogisch onderzoek naar de herkomst en het onderling verband van Ouder en Jonger dekzand volgens de indeling van Van der Hammen. Het leek dan ook nuttig het onderzoek opnieuw ter hand

[1]) Een uitgebreider behandeling van hetzelfde onderwerp is onder deze titel in het Engels verschenen in Geologie en Mijnbouw, Jrg. 43, no. 9, 1964.

[2]) Stichting voor Bodemkartering, Afdeling Mineralogie.

[3]) Zie o.a. de Toelichting bij de Geologische Overzichtskaart van Nederland, schaal 1:200 000 (Pannekoek c.s., 1956).

te nemen, d.w.z. op een bredere basis en volgens een meer uniforme methode dan tot nu toe was geschied.

Wat de herkomst betreft, kunnen in principe twee extreme standpunten worden ingenomen. n.l. 'van elders aangevoerd' en 'lokaal ontstaan door omwerking uit de ondergrond'.

Over het ontstaan van Ouder dekzand bestaat praktisch geen meningsverschil. De meeste geologen nemen aan dat het wijd verbreide en uniforme optreden het gevolg is geweest van aanvoer uit het Noordzeebekken bij noordwesten wind.

Minder eensgezind is de mening over het ontstaan van Jonger dekzand, zij het dat een zekere mate van invloed van de ondergrond over het algemeen aanvaard wordt. Hoewel de hypothese van een allochtone herkomst van Ouder dekzand en een min of meer autochtone herkomst van Jonger dekzand ongeveer de gangbare mening vertegenwoordigt, zijn de alternatieve hypothesen nooit weerlegd. Voor het ogenblik geven wij er dus de voorkeur aan het probleem wat algemener te formuleren en te stellen dat er in principe vier mogelijkheden voor de herkomst van Ouder en Jonger dekzand zijn, nl.:

a. Ouder en Jonger dekzand beide allochtoon (Noordzeebekken)
b. Ouder en Jonger dekzand beide autochtoon
c. Ouder dekzand allochtoon en Jonger dekzand autochtoon
d. Ouder dekzand autochtoon en Jonger dekzand allochtoon.

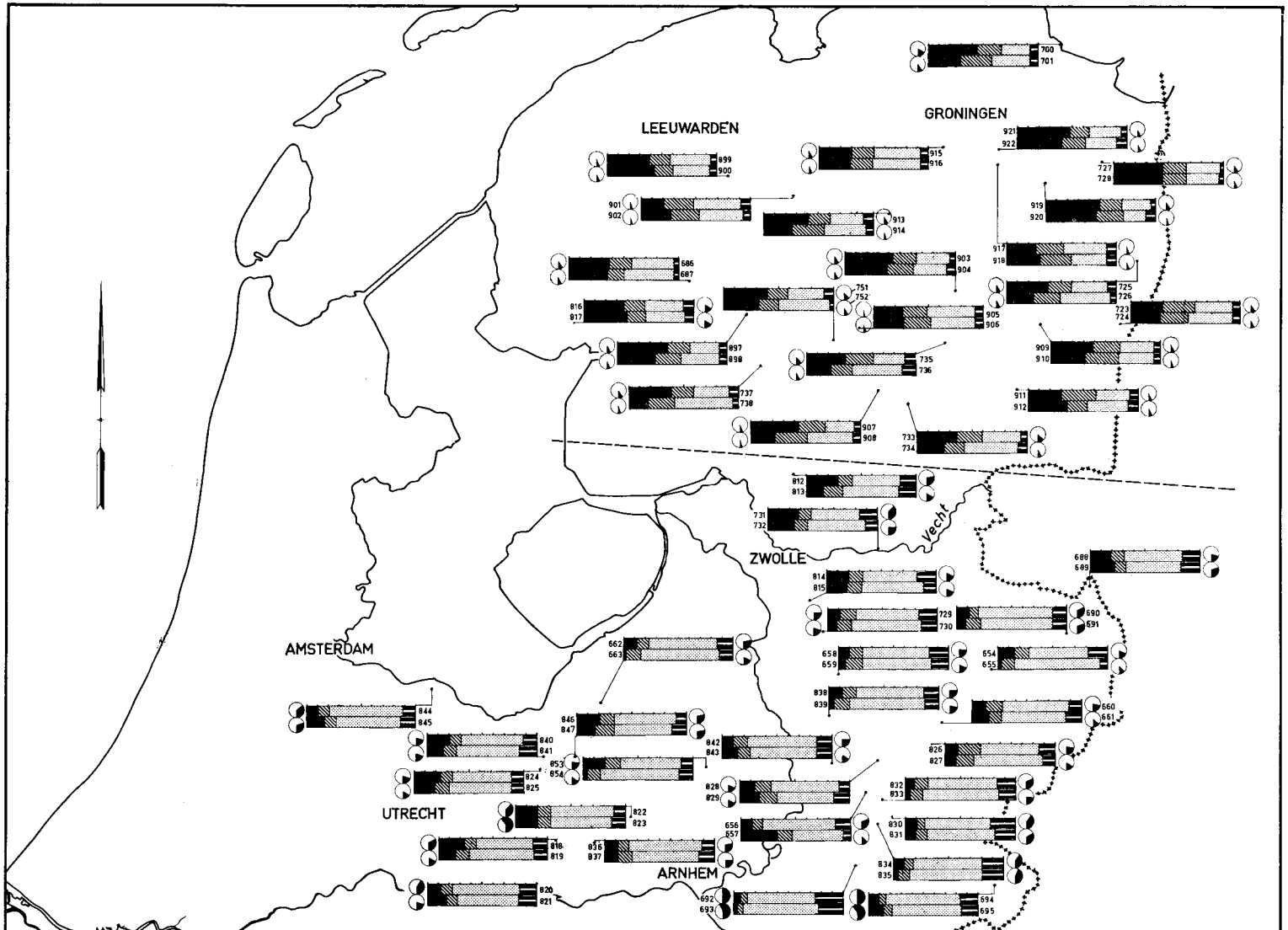
In dit schema vertegenwoordigt (c) de hypothese die over het algemeen de voorkeur geniet; de andere hypothesen zouden dus meer of minder onwaarschijnlijk zijn, speciaal (d) die juist het tegengestelde is van (c). Het is duidelijk, dat de overeenkomst in mineralogische samenstelling tussen Ouder dekzand en Jonger dekzand in de gevallen (a) en (b) groter zal zijn dan in de gevallen (c) en (d). Hiervan uitgaande moet het mogelijk zijn met de mineralogische kennis van de verschillende formaties, die voor de herkomst van dekzand in aanmerking komen, uit de vier hypothesen een keuze te doen.

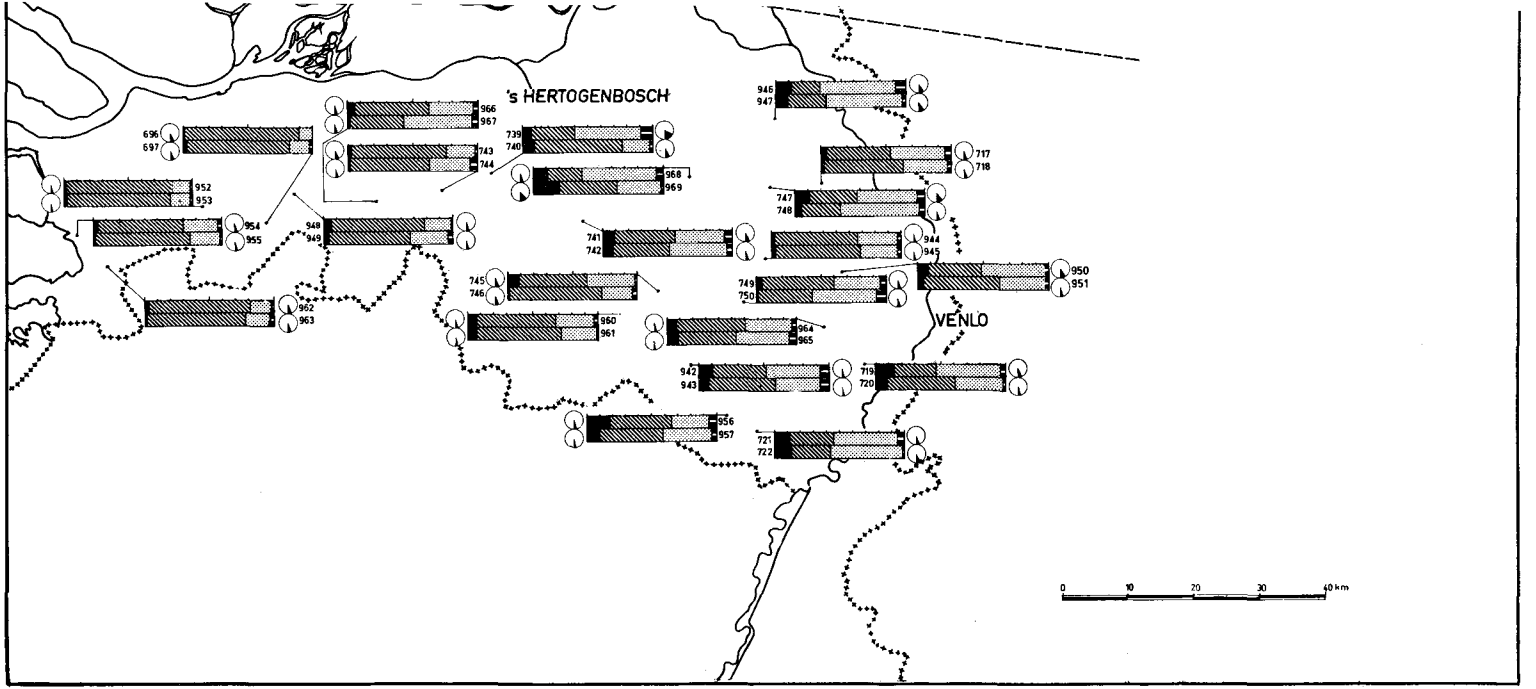
In tegenstelling tot geologisch georiënteerde onderzoekingen heeft dit onderzoek een specifiek mineralogisch karakter gehad. Daar mineralogische gegevens in getallen worden uitgedrukt, houdt dit in dat de motivering van beslissingen en de conclusies gebaseerd zijn geweest op meer formele en minder intuïtieve gronden dan vaak het geval is bij geologische besluitvorming.

MONSTERNEMING EN LABORATORIUMTECHNIEK

Van 75 profielplekken, zo homogeen mogelijk verdeeld over het totale dekzandareaal, werden monsters in tweevoud genomen, één van Ouder dekzand en één van Jonger dekzand. Daar de Bølling-horizont zelden goed is waar te nemen, werd gebruik gemaakt van de Usselo-laag als gidshorizont; monsters hierboven genomen vertegenwoordigen steeds Jonger dekzand, terwijl monsters beneden deze horizont werden genomen op een diepte, waar het dekzand leemlaagjes vertoonde die typisch zijn voor Ouder dekzand.

Na de gebruikelijke voorbehandeling in het laboratorium werden uit de 210–150 micronfractie de zware mineralen in duplo afgescheiden; het gehalte ervan werd uitgedrukt in het gewichtspercentage van genoemde fractie. De afzonderlijke soorten werden bepaald door telling van driehonderd korrels. De techniek van de analyse verschilt dus in twee opzichten aanmer-


LEEUWARDEN
GRONINGEN
ZWOLLE
Vecht
AMSTERDAM
UTRECHT
ARNHEM
700
701
921
922
899
900
915
916
727
728
901
902
913
914
919
920
917
918
686
687
903
904
751
752
725
726
816
817
905
906
723
724
897
898
735
736
909
910
737
738
911
912
907
908
733
734
812
813
731
732
688
689
814
815
729
730
690
691
662
663
658
659
654
655
838
839
660
661
844
845
846
847
842
843
826
827
840
841
853
854
824
825
828
829
832
833
822
823
656
657
830
831
816
819
836
837
834
835
820
821
692
693
694
695



Analyses hebben betrekking op profielen waarin Jonger en Ouder dekzand (respectievelijk boven- en benedenstrook) boven elkaar voorkomen
The upper and lower strips respectively refer to mineral distribution of Younger and Older cover sand sampled from profiles

granaat/*garnet*

toermalijn + metamorfe mineralen (stauroliet, distheen, andalusiet, sillimaniet, topaas en chloritoïd/*tourmaline + metamorphic minerals (staurolite, kyanite, andalusite, sillimanite, topaz and chloritoid)*

epidoot + saussuriet + accessorische mineralen/*epidote + saussurite + minor constituents*

amfibolen + pyroxenen/*amphiboles + pyroxenes*

gewichtspercentage van het totaal aan zware mineralen (× 100) in 210–150 micron fractie/*weight percentage of total heavy minerals (× 100) in 210–150 micron size grade*

Fig. 1. Zware-mineralensamenstelling van jong-pleistoceen dekzand (korrelgrootte 210–150 micron)
Fig. 1. Heavy mineral composition of young pleistocene cover sand (size grade 210–150 microns)

kelijk van de conventionele techniek in de sediment-petrologie, waarbij van een veel ruimer korrelgroottegebied (± 40–500 micron) meestal slechts honderd korrels worden geteld. De herziening was nodig, omdat in de eerste plaats de mineralogische samenstelling van een sediment niet alleen afhankelijk is van de herkomst, doch ook – en wel in sterke mate – een functie is van de korrelgrootte. Door een fractie binnen wijde grenzen te onderzoeken, introduceert men derhalve een zeer storende factor, die kan veroorzaken dat het herkomsteffect gestrengeld wordt met het korrelgrootte-effect. Met andere woorden: enerzijds worden interessante verschillen, die men wenst op te sporen, gemaskeerd, terwijl anderzijds verschillen worden gevonden die van geen belang zijn voor het gestelde probleem. Dit is slechts te vermijden door één of meer korrelgroottegebieden binnen nauwe grenzen te onderzoeken. Hier kon met één fractie (210–150 micron) worden volstaan, omdat deze in dekzanden verreweg de belangrijkste is (Dücker-Maarleveld, 1958, en Maarleveld, 1960) en bovendien in mineralogisch opzicht een goed onderscheidingsvermogen biedt.

In de tweede plaats heeft, wat het aantal te analyseren korrels betreft, de ervaring van de laatste jaren geleerd dat bij sediment-petrologische problemen, waar conclusies berusten op mineralogische analyses, een steekproefgrootte van n = 100 te klein is en n = 300 pas een redelijke waarborg voor voldoende nauwkeurigheid geeft.

HOOFDTYPEN DEKZAND EN HUN BETREKKING TOT DE GEOLOGIE VAN DE ONDERGROND

Figuur 1 en de daarvan afgeleide diagrammen, figuren 2a en 2b, geven een schematische samenvatting van de resultaten (uitgedrukt in procenten) van vier, respectievelijk drie der voornaamste mineralen (of mineraalgroepen)[1]. In figuur 1 is bovendien voor elk monster het gehalte aan zware mineralen in gewichtspercentages van de fractie 210–150 micron gegeven.

Een beschouwing op het eerste gezicht van de kaart suggereert dat op zijn minst drie mineralogisch van elkaar verschillende gebieden[2]) kunnen worden onderscheiden, ongeveer volgens de aangegeven begrenzing. Aanvaardt men deze indeling als grondslag voor een nadere beschouwing, dan kan men vervolgens vragen naar een meer gedetailleerd verband tussen de in totaal 150 analyses. Hoewel deze alle onderling min of meer verschillen vertonen, valt toch een zekere rangorde op te merken wat betreft de aard van die verschillen. Zo blijkt bij nader inzien dat drie soorten van verschillen kunnen worden onderscheiden, die elk een bepaald niveau vertegenwoordigen; het zijn van 'hoog' naar 'laag' de niveaus van verschillen tussen gebieden (1), tussen profielen binnen gebieden (2) en ten slotte tussen Ouder en Jonger dekzand binnen profielen (3).

Intussen bedenke men wel dat bovengenoemde indruk van een driedeling in het Nederlandse dekzandareaal wat betreft mineralogische samenstelling in feite op de intuïtieve overweging berust, dat de verschillen *tussen* gebieden (hoogste niveau) van een duidelijk grotere orde zijn dan die *binnen* gebieden (tweede en derde niveau). Deze belangrijke overweging vormt in het algemeen het uitgangspunt van een meer exacte behandeling van de vraag, wat voor betekenis aan het begrip 'verschil' moet worden toegekend. Waar het contrast tussen de drie gebieden echter zo evident is, kon een statistische

[1]) Voor de juiste plaatsaanduiding en kwantitatieve gegevens, zie Crommelin (1964).
[2]) In het vervolg aangeduid met Noorden, Midden en Zuiden.

toetsing in dit geval achterwege blijven. Wel is die toegepast bij de beschouwing van de moeilijker te ontwarren verschillen (zie fig. 1) binnen elk van deze gebieden. Op dit punt zal hieronder in deze verhandeling in het kort[1]) nader worden ingegaan met vermelding van de resultaten.

Voor het ogenblik zijn wij echter in eerste instantie geïnteresseerd in het contrast tussen de drie gebieden en het verband met de ondergrond, zodat wij voorlopig de samenstelling per profiel mogen beschouwen als het gemiddelde van Ouder en Jonger dekzand ter plaatse.

Wat zijn nu, deze vereenvoudiging in aanmerking genomen, de voornaamste mineralogische kenmerken in elk der drie gebieden? De belangrijkste mineraalcombinatie voor het Noorden is granaat + toermalijn + de metamorfe mineraalgroep; voor het Midden: epidoot + saussuriet + de amfibool-pyroxeengroep; voor het Zuiden: toermalijn + de metamorfe mineraalgroep. Deze kenmerken zijn zo karakteristiek, dat het reëel zijn van de verschillen tussen de gebieden wel vaststaat en niet statistisch getoetst behoeft te worden. De gewichtspercenten van de zware mineralen zijn in overeenstemming met de driedeling; de waarden zijn het hoogst voor het Midden, het laagst voor het Zuiden, terwijl het Noorden een tussenpositie inneemt.

Van een geologisch standpunt beschouwd, valt op te merken dat de ondergrond van de drie gebieden uit zeer verschillende afzettingen bestaat. In het

[1]) Voor een uitvoeriger behandeling, zie Crommelin (1964).

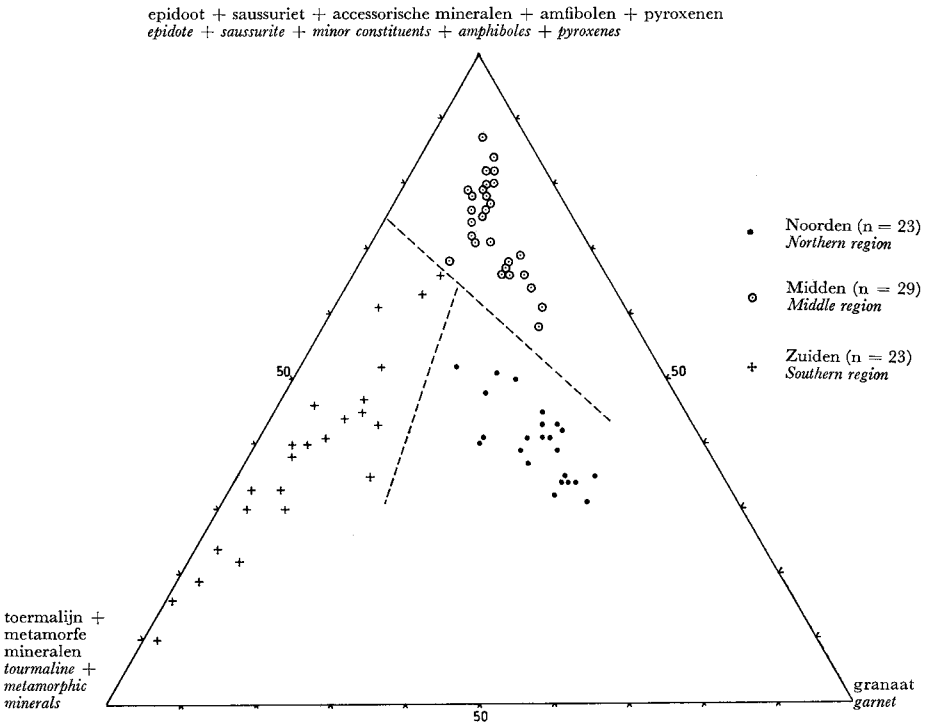


Fig. 2a. Zware-mineralensamenstelling van Ouder dekzand in korrelgroottefractie 210–150 micron (n = 75)
Fig. 2a. Heavy mineral composition of Older cover sand in size grade 210–150 microns (n = 75)

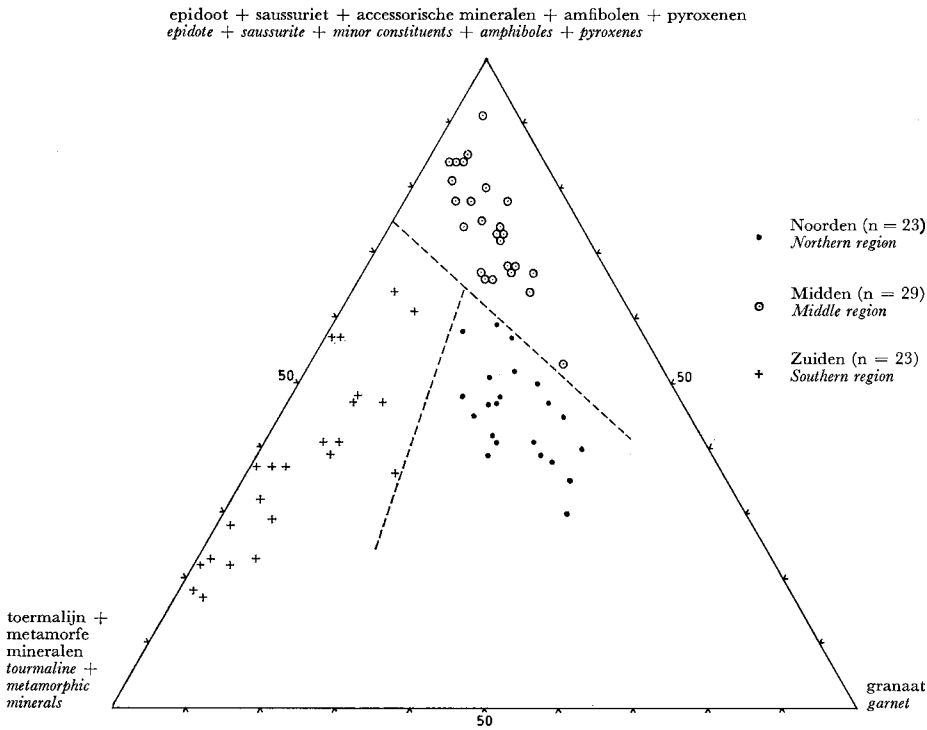


Fig. 2b. Zware-mineralensamenstelling van Jonger dekzand in korrelgroottefractie 210–150 micron (n = 75)
Fig. 2b. Heavy mineral composition of Younger cover sand in size grade 210–150 microns (n = 75)

Zuiden vinden we de oud- en midden-pleistocene afzettingen van de Maas, noordelijk van de grote rivieren wordt de ondergrond uit de gestuwde midden-pleistocene sedimenten van hoofdzakelijk de Rijn gevormd, terwijl de basis van de dekzanden in het Noorden grotendeels uit keileem en fluvioglaciaal is opgebouwd. We zien dus, dat de geologische grenzen tussen de formaties van de ondergrond min of meer samenvallen met mineralogische grenzen binnen de daarop rustende dekzandformatie. In het volgende zullen de betrekkingen tussen de mineralogie van ondergrond en dekzand per gebied nader beschouwd worden.

a. Zuiden

De samenstelling van de dekzandmonsters is duidelijk gedifferentieerd in een west-oostrichting. De component toermalijn + metamorfe mineralen is in westelijk Noordbrabant het hoogst en neemt af in oostelijke richting, waar het aandeel van granaat + epidoot belangrijker wordt. De totaalpercentages van de zware mineralen vertonen – hoewel niet zo duidelijk als de afzonderlijke componenten – eveneens een differentiatie: de laagste waarden in het westen, hoger wordend naar het oosten.

De ondergrond bestaat van west naar oost uit respectievelijk de Kedichem-, de Sterksel- en de Veghelformaties, waarvan zware-mineralenanalyses (Zonneveld, 1958, en eigen waarnemingen) eveneens een gradatie van west naar oost laten zien, die goed met die van de dekzanden overeenstemt.

Het duidelijkst komen de Kedichemformatie en de dekzanden in de

westhoek van Noordbrabant met elkaar overeen. De dekzanden van het Midden en Oosten van Noordbrabant vormen een vrij homogene groep; maar het is niet mogelijk daarin met zekerheid de invloed van het patroon van de Sterksel- en de Veghelformaties aan te tonen zonder een gedetailleerder bemonstering. In grote lijnen echter stemt het zware-mineralenbeeld van de dekzanden in het Zuiden voldoende goed overeen met dat van het onderliggende oud- en midden-Pleistoceen om de herkomst van de dekzanden in verband te brengen met de geologie van de ondergrond.

b. Midden

De meest kenmerkende eigenschap is de combinatie epidoot-hoornblende, die gemiddeld 75% van de samenstelling uitmaakt. Tevens zijn de totaalpercentages van de zware mineralen in dit gebied het hoogst. Dezelfde eigenschappen vinden we terug bij de preglaciale zanden van de stuwwallen die overwegend uit Rijnmateriaal zijn samengesteld, zodat het hier voor de hand ligt de herkomst van de dekzanden te verklaren uit de omwerking van de ondergrond. Op basis van deze veronderstelling wordt het begrijpelijk, dat ten gevolge van de complexe opbouw van de ondergrond (schubstructuur) de dekzandverschillen een wat onregelmatiger verdeling vertonen (fig. 1) en niet – zoals in het Zuiden – in een bepaalde richting georiënteerd zijn.

De oudere witte zanden van oostelijke origine met een totaal afwijkende samenstelling komen in het centrale gedeelte van het Middengebied slechts sporadisch aan de oppervlakte (De Jong, 1952; Crommelin, 1953); invloed ervan op de dekzanden is nauwelijks te verwachten. De witte zanden overheersen echter in de noordoosthoek van het Midden. Toch hebben de dekzanden daar de samenstelling van de Rijnzanden, zoals in het overige deel van het Midden. Een verklaring zou kunnen zijn, dat omgewerkte Rijnzanden met westelijke winden over enige afstand verstoven zijn alvorens als dekzand te worden afgezet.

c. Noorden

De diagrammen hebben met elkaar gemeen dat granaat, epidoot en de amfibolen-pyroxenen ongeveer 75% van de zware-mineralensamenstelling uitmaken. De totaalpercentages van de zware mineralen zijn duidelijk hoger dan voor het Zuiden, maar lager dan voor het Midden. De beschikbare gegevens over de sediment-petrologie van de keileem en het fluvioglaciaal, die grotendeels de ondergrond vormen, wettigen de veronderstelling dat de dekzanden hun materiaal aan deze formaties hebben ontleend. Waarschijnlijk komt de granaat-component voor rekening van het fluvioglaciaal en heeft de keileem de epidoot + amfibool-pyroxeen-component geleverd. Beide afzettingen vormen in de ondergrond een ingewikkeld patroon; de lokale omwerking ervan tot dekzand zal een vermenging hebben veroorzaakt, waardoor het contrast in samenstelling vervaagd is. Mogelijk vormen deze omstandigheden de verklaring voor het feit, dat de dekzandanalyses een vrij homogeen beeld vertonen zonder bepaalde regionale differentiatie.

Uit bovenstaand overzicht blijkt dat naast essentiële verschillen tussen de gebieden er binnen elk gebied sprake is van een duidelijk verband tussen de samenstelling van het dekzand en die van de ondergrond. Deze feiten vormen een voldoende motivering voor de zienswijze, dat onze dekzanden moeten zijn ontstaan door min of meer lokale omwerking van de ondergrond;

zij zijn in tegenspraak met de theorie dat zij over lange afstand vanuit het Noordzeebekken zouden zijn aangevoerd (Vink, 1949). In het laatste geval zouden we niet de afhankelijkheid tussen dekzanden en ondergrond verwachten, zoals die werd geconstateerd.

BETREKKINGEN TUSSEN PROFIELEN EN TUSSEN OUDER EN JONGER DEKZAND BINNEN GEBIEDEN

Daar wij tot dusverre geïnteresseerd waren in een eerste indeling van het totale dekzandgebied (het hoogste niveau) en in het verband met de ondergrond, zijn de verschillen binnen de onderscheiden gebieden, en wel tussen profielen en tussen Ouder en Jonger dekzand, voorlopig niet nader geanalyseerd. Thans zal op de relaties tussen beide soorten verschillen (respectievelijk op het tweede en het derde niveau) wat nader worden ingegaan. De profielpunten zullen van nu af aan worden opgevat als paarsgewijze waarnemingen van Ouder en Jonger dekzand.

Uit het overzicht van de mineraalassociaties (fig. 1) bleek al dat de onderlinge betrekkingen te ingewikkeld zijn om er bepaalde conclusies aan te kunnen verbinden wat de betekenis van de optredende verschillen betreft. Als hulpmiddel voor een dergelijke waardering is daarom een objectieve statistische analyse de aangewezen weg. Hierbij viel de keuze op de tweevoudige variantie-analyse. Deze methode kan worden toegepast, wanneer elk kenmerk volgens twee categorieën kan worden ingedeeld. In dit geval schat zij zowel het profieleffect van de geografische verschillen tussen de profielen als het laageffect van de stratigrafische verschillen tussen Ouder en Jonger dekzand. Met voorbijgaan van details kan van het principe van de methode het volgende worden gezegd; wij beschouwen bijvoorbeeld het totaal aantal waarnemingen van granaat in het Zuiden, n.l. $23 \times 2 = 46$ waarnemingen. De spreiding tussen deze 46 waarnemingen kan worden toegeschreven aan drie oorzaken, 1e. verschillen tussen profielen, 2e. verschillen tussen Ouder en Jonger dekzand binnen profielen en 3e. toevallige verschillen, resulterend in respectievelijk een profieleffect, een laageffect en een toevalseffect. De eerstgenoemde twee effecten zullen des te belangrijker worden geacht, naarmate het toevalseffect kleiner is, en omgekeerd. Hoe belangrijk een effect moet zijn om significant te kunnen worden genoemd, is een kwestie van afspraken en het vervolgens toepassen van een bepaalde rekentechniek.

Wanneer men de variantie-analyse aldus uitvoert voor de vijf mineraalkenmerken in de drie onderscheiden gebieden, blijkt dat het profieleffect in veel meer gevallen significant is dan het laageffect (Crommelin, 1964).

a. Profieleffecten

Een significant profieleffect betekent een sterke positieve correlatie tussen Ouder en Jonger dekzand. Uitgedrukt in geologische termen wil dit zeggen, dat de vorming van Jonger dekzand uit Ouder dekzand (door omwerking) een lokaal karakter moet hebben gehad. Als Jonger dekzand van een andere bron afkomstig was, zou de betrekking tot Ouder dekzand zeker niet een dergelijk regelmatig verband vertonen. Intussen is er, wat het gedrag van het profieleffect betreft, verschil tussen de drie gebieden; het Zuiden en het Midden vertonen het verschijnsel in veel sterkere mate dan het Noorden. Voor het Zuiden blijkt dit evident uit het kaartbeeld; het west-oost gerichte verloop in mineralogische samenstelling accentueert duidelijk de positieve cor-

relatie die tussen overeenkomstige kenmerken van Ouder en Jonger dekzand bestaat.

Het Midden vertoont een significant profieleffect voor evenveel kenmerken als het Zuiden, wat het kaartbeeld van fig. 1 zeker niet suggereert. Deze schijnbare tegenspraak wordt echter opgelost als men zich rekenschap geeft van de onregelmatige structuur van de ondergrond; de daarvan afgeleide dekzanden vertonen verschillen die veel minder dan in het Zuiden aan een bepaalde richting zijn gebonden, veeleer onregelmatig zijn georiënteerd en daarom in de diagrammen minder opvallen.

De afwezigheid van significante profieleffecten in het Noorden volgt logischerwijze uit het reeds beschouwde verband met de ondergrond in dit gebied; de onderlinge afstand tussen de profielen is te groot ten opzichte van de veel kleinere afstanden tussen de begrenzingen van keileem en fluvioglaciaal. Het essentiële verschil tussen beide laatste formaties kan met een dergelijk wijd monsterpatroon via de dekzanden niet opgespoord worden, zodat de verschillen tussen de profielen slechts van toevallige aard kunnen zijn.

b. Laageffecten

De hierboven besproken profieleffecten geven geen informatie over een eventueel systematisch effect tussen Ouder en Jonger dekzand in elk van de gebieden. Is dit aanwezig, zijn bijvoorbeeld de percentages van bepaalde kenmerken van Jonger dekzand systematisch groter (of kleiner) dan van Ouder dekzand, dan spreken we van een significant laageffect. Zoals reeds is opgemerkt, is dit effect in de regel van geen betekenis en hebben de verschillen tussen Ouder en Jonger dekzand een toevallig karakter. Een uitzondering vinden we in het Noorden, waar zowel de waarden van granaat als van het totaal aan zware mineralen in Jonger dekzand gemiddeld duidelijk hoger zijn dan in Ouder dekzand.

Voor een verklaring zouden de volgende alternatieven aangevoerd kunnen worden: Ouder dekzand is gewoonlijk fijner dan Jonger dekzand; de gemiddelde korrelgrootte van Ouder dekzand ligt dan ook meer in de buurt van de ondergrens van de onderzochte korrelgrootte 210–150 micron, terwijl de gemiddelde korrelgrootte van Jonger dekzand meer verschoven is naar de bovengrens. Indien de korrelgrootteverdeling van granaat een top heeft, die eveneens dichter bij de bovengrens dan bij de ondergrens ligt, zal over het algemeen in de 210–150 micronfractie van Jonger dekzand meer granaat aanwezig zijn dan in die van Ouder dekzand. De korrelgrootteverdeling van granaat is echter een probleem op zichzelf waarvan nog weinig bekend is, zodat de verklaring een hypothetische is, die niet door feiten gesteund wordt.

Een andere mogelijke verklaring die in verband staat met de genese van Jonger en Ouder dekzand, is de volgende. Indien Jonger dekzand is ontstaan door eolische omwerking van Ouder dekzand, kan men veronderstellen dat een selectie naar het soortelijk gewicht heeft plaatsgehad. Kwarts, veldspaten maar ook de lichtere mineralen van de zware fractie zullen verder weg worden getransporteerd, terwijl de zwaardere geconcentreerd worden. Dit zou verklaren dat Jonger dekzand gemiddeld meer granaat heeft en tevens dat het percentage zware mineralen hoger is dan in Ouder dekzand. Met de idee van selectie door wind zou ook in overeenstemming zijn het feit dat Jonger dekzand qua granulaire samenstelling veel beter gesorteerd is en minder fijn dan Ouder dekzand.

CONCLUSIES

De resultaten van het onderzoek samenvattend, kan geconstateerd worden dat er een grote mate van overeenkomst bestaat tussen 1e. de zware-mineralensamenstelling van dekzand en die van de basis-formaties en 2e. meer in het bijzonder tussen Ouder en Jonger dekzand in elk van de drie gebieden.

Deze feiten zijn niet in overeenstemming met de gangbare mening dat Ouder dekzand een allochtone herkomst heeft en uit het Noordzeebekken is aangevoerd. Dit betekent dat van de vier hiervóór genoemde mogelijkheden hypothese (c) niet houdbaar is. De keus moet thans vallen op hypothese (b) n.l. een lokale herkomst voor zowel Ouder dekzand als voor Jonger dekzand. Als eerste benadering demonstreert fig. 1 dit voldoende duidelijk. Speciaal met betrekking tot de relatie: dekzand–ondergrond moet men bedenken dat de term 'lokaal' niet in te nauwe betekenis moet worden opgevat, maar meer als tegenstelling tot 'aangevoerd over lange afstand'.

Zoals in de inleiding is opgemerkt, zijn vroegere onderzoekers tot andere conclusies gekomen, die bovendien onderling niet altijd overeenstemden. Om met goed gevolg de mineralogische samenstelling van een sediment te kunnen aanwenden als functie van de herkomst, moet aan bepaalde voorwaarden voldaan zijn. Een belangrijke voorwaarde is dat mineralogische verschillen die gebonden zijn aan de korrelgrootte, gescheiden worden van verschillen, veroorzaakt door herkomst. Wanneer dit punt verwaarloosd wordt – hetgeen veelal het geval is –, kan men licht tot misleidende resultaten komen, waarbij het herkomsteffect gemaskeerd wordt door het korrelgrootte-effect en als gevolg daarvan niet meer te onderkennen is. Dit verklaart waarom Vink, die – zoals destijds gebruikelijk – met ongefractioneerde monsters werkte, er niet in slaagde gedifferentieerde eenheden in de dekzandformatie te herkennen. Zijn conclusie, dat het grootste deel van het dekzand afkomstig is van afzettingen uit het Noordzeebekken, was gebaseerd op het gemeenschappelijk kenmerk van de granaat-epidoot-hoornblende associatie (Edelmans A-provincie). De gevolgtrekking is echter niet juist, omdat deze mineraalassociatie in ongefractioneerde sedimenten steeds de voornaamste associatie is in praktisch alle midden- en jong-pleistocene sedimenten van zowel mariene als fluviatiele herkomst en daarom als onderscheidend kenmerk geen waarde heeft. Zoals we gezien hebben, zijn nauwkeu riger methoden vereist om de interactie van storende factoren te vermijden.

Een andere illustratie van de misverstanden, voortkomende uit het onderzoek van ongefractioneerde analyses, levert beschouwing van de resultaten van Nelson (Nelson-Van der Hammen, 1950) en van De Ploey (1961), die beide betrekking hebben op dekzandonderzoek in het zuidwestelijk grensgebied noordelijk van Antwerpen. Het betreft hier gedetailleerde onderzoekingen, uitgevoerd aan een klein aantal profielen van gelijksoortige geologische opbouw. Nelson en De Ploey interpreteren echter de verandering in mineralogische samenstelling bij de overgang van Ouder naar Jonger dekzand ieder op hun eigen wijze; dat kan ook niet anders als men bedenkt, dat Nelson het korrelgroottegebied tot $\pm$ 500 micron onderzocht, terwijl de bovengrens van De Ploey's monsters $\pm$ 250 micron bedroeg. In het eerste geval is de invloed van het grovere Jonger dekzand op die verandering in samenstelling veel groter dan in het tweede. Het is dan ook niet verwonderlijk dat beide auteurs, ofschoon werkend in vrijwel hetzelfde gebied en aan hetzelfde onderwerp, verschillende resultaten krijgen en tot verschillende opvattingen komen, wat de herkomst van dekzand betreft.

Andere voorbeelden zouden kunnen worden genoemd, waar de interpretatie van de resultaten beïnvloed is geweest door de strengeling van herkomst-effecten met korrelgrootte-effecten. Het streven moet er derhalve op gericht zijn het tweede effect zoveel mogelijk te elimineren, een principe waarvan bij het bovenomschreven onderzoek gebruik is gemaakt.

De schrijver betuigt hierbij zijn dank aan de heer M. Keuls, Centrum voor Landbouwwiskunde, Wageningen, en aan ir. L. R. Verdooren, Instituut voor Rassenonderzoek van Landbouwgewassen, Wageningen, voor hun waardevolle suggesties voor het statistisch gedeelte van dit onderzoek en voorts aan prof. dr. G. C. Maarleveld, door wiens medewerking een verantwoorde keuze van de profielplaatsen mogelijk was.

SUMMARY

The aim of the investigation was to examine the mineralogy of young pleistocene cover sands as related to their depositional environment and more specifically to study the interrelationship between subsurface, Older cover sand and Younger cover sand in terms of heavy mineral composition.

75 Profiles over the total cover sand area of the Netherlands were sampled in pairs. Heavy mineral analysis based on counts of 300 grains, was confined to the 210–150 micron fraction so as to minimise confounding provenance and grain-size effects.

The results permit a subdivision into three distinct regions, each showing a characteristic heavy mineral composition which moreover appeared to be closely related to the mineralogy of the subsurface. Hence a more or loss local provenance of the cover sand formation is advocated, 'local' being taken in the opposite meaning to 'conveyed over a long distance' as would be the case if the North Sea basin was taken as the source area.

The relations between profiles and between Older and Younger cover sand within the three regions were both tested by the two-way analysis of variance method. It was found that there is often a very significant locality contrast, whereas the stratum contrast is usually not significant. This indicates that local reworking of Older cover sand gave rise to Younger cover sand, whereas the absence in most cases of significant mineralogical changes when passing from Older to Younger cover sand suggests that usually no systematic agents were active in this process.

Research of previous authors on this subject is reviewed and results are discussed with regard to the conclusions arrived at in the present paper.

LITERATUUR

Crommelin, R. D., 1953: Over de stratigraphie en herkomst van de preglaciale afzettingen in Midden-Nederland. Geol. en Mijnb., NS. *15*, pp. 305–321.

Crommelin, R. D., 1964: A contribution to the sedimentary petrology and provenance of young pleistocene cover sand in the Netherlands. Geol. en Mijnb. 43, no. 9, pp. 389–402.

Dücker, A und G. C. Maarleveld, 1951: Hoch und spätglaziale Sande in Nordwestdeutschland und in den Niederlanden. Geol. Jb. *73*, pp. 215–234.

Edelman, C. H., 1948: Samenvatting van nieuwe resultaten van het sediment-petrologisch onderzoek in Nederland en aangrenzende gebieden. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *65*, afl. 6, pp. 753–780.

Hammen, Th. van der, 1952: Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. Leidse Geol. Meded. *17*, pp. 71–183.

Jong, J. D. de, 1952: On the structure of the preglacial Pleistocene of the Archemerberg (Province of Overijssel, Netherlands). Geol. en Mijnb., NS *14*, pp. 86–90.

Maarleveld, G. C., 1960: Wind directions and cover sands in the Netherlands. Biuletyn Periglacjalny, no. 8, p. 49–58.

Nelson, H. W. en T. van der Hammen, 1950: Een kwartair-geologisch onderzoek van het SW-deel van Noord-Brabant. Geol. en Mijnb., NS *12*, no. 8 en 9, pp. 241–251 en 272-276.
Pannekoek, A. J. c.s., 1956: Geological History of the Netherlands. Government Printing and Publishing Office, Den Haag.
Ploey, J. de, 1961: Morfologie en kwartair-stratigrafie van de Antwerpse Noorderkempen. Acta Geogr. Lovaniensia *1*, pp. 5–130.
Vink, A. P. A., 1949: Bijdrage tot de kennis van löss en dekzanden. Dissertatie, Wageningen.
Zonneveld, J. I. S., 1958: Lithostratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen. Meded. Geol. Stichting, NS *12*, pp. 31–64.

HET METEN VAN GRONDWATERSTANDEN IN GRONDEN MET SLECHT DOORLATENDE LAGEN

Measuring of ground water levels in soils with slowly permeable layers

door/*by*

J. Domhof[1]), J. C. F. M. Haans[1]) en/and M. Knibbe[2])

1. INLEIDING

De grondwaterstand, de diepteligging van de grondwaterspiegel beneden maaiveld, neemt een belangrijke plaats in in het geheel van de factoren, die de fysische bodemvruchtbaarheid bepalen. Daarnaast is de grondwaterstand ook van invloed op de bodemvormende processen.

Het is daarom begrijpelijk dat in het kader van het veldbodemkundig onderzoek vaak metingen van grondwaterstanden worden gedaan. Veelal levert de meetmethode geen enkel probleem op, maar in gronden, waarin slecht doorlatende lagen voorkomen, kunnen zich soms bepaalde moeilijkheden voordoen. Hiervan zullen we enige voorbeelden die zich bij bodemkarteringsonderzoek hebben voorgedaan, behandelen na eerst enkele hydrologische principes, die bij grondwaterstandsmetingen aan de orde kunnen komen, aan de hand van literatuurgegevens besproken te hebben.

2. MEETMETHODEN

De grondwaterstand kan worden gemeten in boorgaten of, wanneer de waarnemingen zich over langere tijd uitstrekken, in buizen, die in de boorgaten worden gebracht (Hooghoudt, 1952). De buizen hebben een diameter van enkele centimeters en kunnen van verschillend materiaal zijn: ijzeren of plastic buizen of enkele op elkaar geplaatste drainbuizen van beton of gebakken klei. In de buiswand zijn, in het deel dat zich in het grondwater bevindt, openingen of voegen aanwezig waardoor het water in de buis kan treden. De buis wordt veelal omwikkeld met een stuk stof, om inspoelen van zand en klei te voorkomen. De boorgaten waarin de buizen worden geplaatst, hebben gewoonlijk een grotere diameter dan de buis. De ruimte tussen buiswand en boorgatwand wordt losjes opgevuld met grond of er wordt zand in gestort.

In veel gevallen zal de stand van het water in deze buizen corresponderen met de grondwaterspiegel (Richards, 1954). Dit zal het geval zijn wanneer het grondwater zich in een toestand van statisch evenwicht bevindt of wanneer er in de grond slechts stroming in horizontale richting optreedt. Wanneer er echter, hetgeen vaak het geval is, een verticale stromingscomponent is, kan de stand van het water in de buis afwijken van de grondwaterstand. De stand van het water in de buis geeft dan het evenwicht weer tussen instroming en uitstroming in en uit alle zich in het grondwater bevindende lagen van de grond. Vooral als er grote verschillen in doorlatendheid zijn tussen deze profiellagen, kan de stand in de buis in aanzienlijke mate verschillen van de werkelijke grondwaterstand. (Ter bepaling van de gedachten merken we nog op dat van grote verschillen in doorlatendheid gesproken kan worden, als in één profiel slecht doorlatende lagen, met een K-factor van minder dan

[1]) Afd. Hydrologie, Stichting voor Bodemkartering.
[2]) Afd. Overijssel, Stichting voor Bodemkartering.

ca. 1 cm per etmaal, voorkomen naast goed doorlatende lagen, met een K-factor van één of meer meters per etmaal.)

Om in zulke gevallen uitsluitsel te krijgen over de ligging van het freatisch vlak, kan van piëzometers of potentiaalbuizen gebruik worden gemaakt (Richards, 1954 en 1955). Dit zijn ijzeren of plastic buizen met een diameter van 1,5 à 2,5 cm, die echter in tegenstelling tot de hiervoor besproken grondwaterstandsbuizen slechts over een kleine afstand aan de onderzijde geperforeerd zijn of uitsluitend aan de onderkant open zijn. Ze worden zó in de grond aangebracht dat de buiswand overal dicht tegen de grond aansluit en er geen lekkage optreedt tussen grond- en buiswand. De stand van het water in de buis wordt dan bepaald door de druk van het grondwater ter plaatse van de onderkant van de buis. De stand van het water in de buis, gemeten ten opzichte van een vergelijkingsvlak, noemt men de potentiaal van het water ter plaatse van de onderkant van de buis. Water stroomt steeds van plaatsen met hogere potentiaal naar plaatsen met lagere potentiaal. Zo zal bij verticaal benedenwaarts gerichte stroming in een profiel de potentiaal van het grondwater in een hoger gelegen punt A groter zijn dan in het verticaal eronder gelegen punt B. Het verschil is groter naarmate bij een bepaalde stroomsterkte de doorlatendheid van de grond geringer en de afstand tussen A en B groter is. De standen in een aantal verticaal boven elkaar in een profiel aangebrachte piëzometers, kunnen zodoende inlichtingen over de stromingsrichting en stromingssterkte in het profiel geven. Het freatisch vlak wordt nu aangegeven door die piëzometer, die zo kort is dat er nog juist water in komt. In de toestand van statisch evenwicht, of wanneer er uitsluitend horizontale stroming optreedt, zijn er in verticale richting geen verschillen in potentiaal en zijn de standen in alle piëzometers gelijk.

3. WAARNEMINGEN OP GRONDEN MET TERTIAIRE LEEM IN TWENTE

Op de stuwwal tussen Oldenzaal en Enschede komen zandgronden en leemgronden voor, waarvan het profiel vanaf geringe diepte bestaat uit tertiaire leem (of klei), materiaal dat o.a. hierdoor gekenmerkt is dat het een wel wat wisselende, maar in het algemeen geringe doorlatendheid heeft. Op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, zijn deze gronden aangegeven als de eenheden 101s, 107s en 136.

Op een aantal profielen van het type 101s en 107s nabij Losser werden in de droge zomer van 1959 piëzometers geplaatst, verscheidene op elk profiel, reikend tot verschillende diepten beneden maaiveld. Een gedeelte van de meetresultaten, verkregen in de piëzometers van één plaats, is in fig. 1 weergegeven. Het betreft hier een profiel in een vrij vlak liggend perceel grasland, ca. 55 m boven NAP, met de volgende opbouw. De bovenste 50 à 55 cm bestaan uit zwak lemig, fijn zand, dekzand, waarin een podzol ontwikkeld is. Tussen 35 en 50 cm is de B2-horizont te herkennen. Eronder volgt dichte, wat zandhoudende, tertiaire leem, die grijsachtig van kleur is en veel roest bevat. De leem gaat tot grote diepte door (er werd tot 5,70 m onder maaiveld geboord) en wordt met de diepte donkerder van kleur, minder roestig en minder zandig. Bij enkele metingen van de doorlatendheid door middel van de boorgatenmethode op dit profiel en op enkele andere van gelijksoortige opbouw bleek de leem op ca. 1 à 2 m een K-factor van 0,5 tot 1 cm per etmaal te hebben.

In het profiel werden vijf piëzometers aangebracht. De buizen hadden

een binnendiameter van 25 mm. Het onderste deel (40 cm) van de buizen was geperforeerd en voorzien van een katoenen sok, die met een kurk onderin de buis was vastgezet. De buizen waren zo geplaatst, dat de grond nauw tegen de buiswand kwam aan te sluiten. De afstand tussen de buizen onderling was ca. 1 m, de onderkanten reikten tot respectievelijk 1 m, 2 m, 3 m, 4 m en 5,7 m. De stijghoogte van het water in de buizen werd gedurende drie jaar (van september 1959 tot september 1962) twee keer per maand gemeten.

In fig. 1 zijn de resultaten van de metingen in de 2 m-, 4 m- en 5,7 m-buizen weergegeven. Om de tekening overzichtelijk te houden, zijn de tijdstijghoogtelijnen van de 1 m- en 3 m-buizen weggelaten. De meetresultaten van de 3 m-buis lagen tussen die van de 2 m- en 4 m-buis in; voor zover er water in de 1 m-buis kwam, waren de standen ervan meestal iets hoger dan die in de 2 m-buis.

Het duurde een klein jaar, tot augustus 1960, vóór er water in de buizen

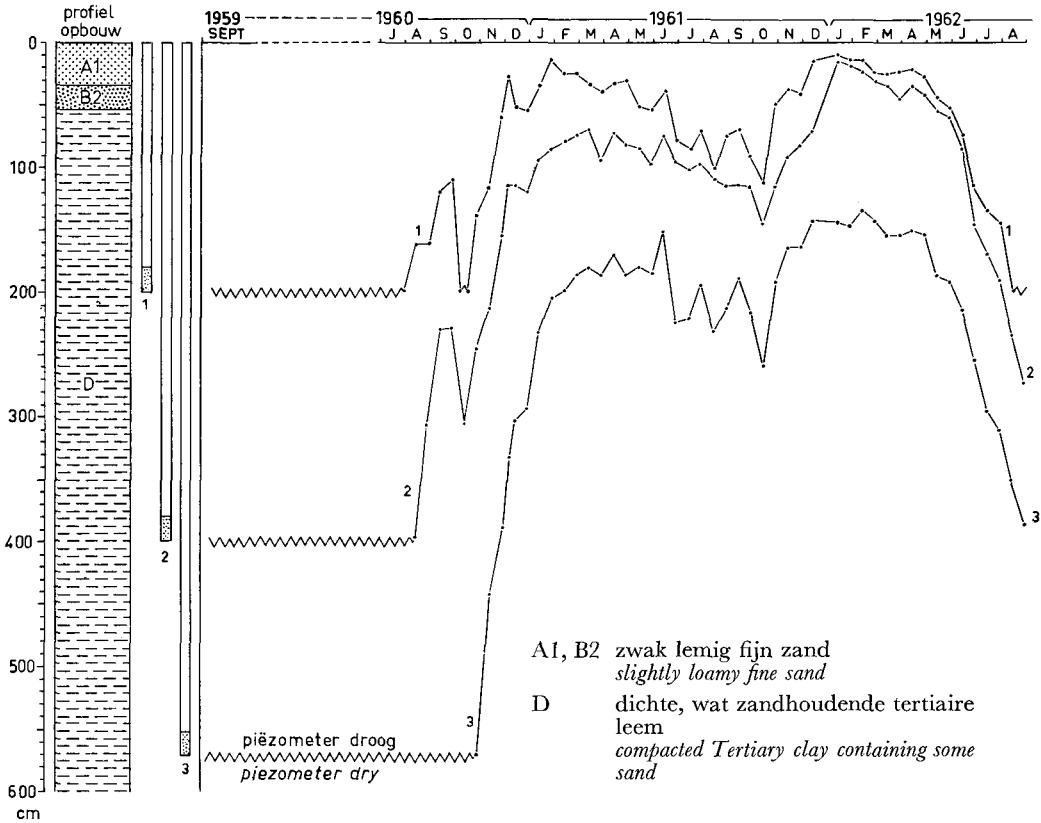


Fig. 1. Profiel met een ondergrond van tertiaire leem (Losser, Ov.). Tijdstijghoogtelijnen van 3 piëzometers (1–3), lang resp. 2, 4 en 5,7 m. De profielopbouw en de stituering van de piëzometers zijn links schematisch weergegeven. Meetperiode: september 1959 tot september 1962

Fig. 1. Profile with a subsoil of Tertiary clay (Losser, prov. Overijssel). Fluctuations of hydraulic head in 3 piezometers (1–3), length 2, 4 and 5.7 metres respectively. A sketch of the profile (profielopbouw) and the position of the piezometres are at the left. Period of observation: september 1959 to september 1962 (buis = tube of piezometer)

kwam. De 2 m-buis bleek het eerst water te bevatten, veertien dagen later ook de 4 m-buis, ten slotte enkele weken later ook de 5,7 m-buis. Gedurende de rest van de meetperiode waren de standen van het water lager, naarmate de filters van de buizen dieper reikten. De verschillen in stijghoogte tussen de 2 m- en de 4 m-buizen waren echter geringer dan die tussen de 4 m- en 5,7 m-buizen. In de winter van '60–'61 steeg het water in de buizen, in de zomer van '61 daalde het weer, echter slechts weinig. Na weer een stijging in de winter van '61–'62 trad in de zomer van '62 een scherpe daling in. Binnen dit algemene beeld kwamen kleinere schommelingen in de standen voor. Ook bij deze kleinere variaties in stijghoogte reageerden de drie buizen ruw gesproken ongeveer gelijk. Opvallend is dat met het voortschrijden van de tijd de buizen geleidelijk minder gingen fluctueren, minder 'piekten' en dat de onderlinge verschillen in standen iets minder groot werden.

Het feit dat de stijghoogten lager waren naarmate de filters van de buizen dieper in het profiel voorkwamen, demonstreert dat er in het profiel een benedenwaarts gerichte stroming van water optrad. Er zakte dus steeds water uit. Dat de verschillen tussen de 4 m- en 5,7 m-buizen groter waren dan tussen de 2 m- en 4 m-buizen, moet worden verklaard uit de omstandigheid dat de grondlaag tussen 2 en 4 m diepte gemiddeld beter doorlatend is dan die tussen 4 en 5,7 m. Tussen de 1 m- en 2 m-buis was er bijna géén verschil in stijghoogte. Hoe dieper in het profiel, des te geringer is dus in het algemeen de doorlatendheid. Dit is in overeenstemming met de indruk van de doorlatendheid van de leem, die bij het maken van de gaten voor de piëzometers werd verkregen: met de diepte wordt het profiel minder zandig en dichter. Dat de standen in de loop van '61 en '62 steeds minder fluctueerden, moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan dichtslibben van de buizen. Ze gaan daardoor trager reageren.

Het freatisch niveau wordt het best benaderd door de standen in de 2 m-buis (nog wat beter door de standen van de niet in de figuur weergegeven 1 m-buis, die wanneer hij water bevatte, meestal iets hogere standen vertoonde). Als gevolg van de droge zomer in 1959 was in september van dat jaar de grondwaterspiegel zeer sterk gedaald, lager dan 5,7 m. De winterregens van '59–'60 waren niet voldoende om het grondwaterpeil omhoog te brengen. Eerst in de nazomer van '60 werd er weer grondwater gemeten. Getuige het feit dat eerst de 2 m-buis, dan de 4 m-buis en ten slotte de 5,7 m-buis water ging bevatten, bewoog zich in die periode een grondwaterfront naar beneden. Tussen augustus en november kwam er een schijnspiegel in het profiel voor: tussen ca. 1 en 4 m bevindt zich grondwater in het profiel, dieper niet; immers, in de 5,7 m-buis is geen water getreden.

Er blijken dus enorme schommelingen in de stand van het freatisch niveau op te treden. In een normale winter staat het grondwater tot bijna aan het maaiveld, in de zomer kan het diep wegzakken; tot meer dan 5,7 m in de droge zomer van 1959. Met andere woorden: de waterberging in het profiel is zeer gering, hetgeen niet bevreemdt, gezien het voorkomen van de dichte tertiaire leem dieper dan 50 cm.

Gronden met een waterhuishouding, zoals die in dit profiel in Losser voorkomt, hebben veel overeenkomst met de uit de Duitse literatuur bekende 'Pseudogley'-gronden (Zakosek, 1960). Hiervan wordt gezegd dat ze ontstaan zijn onder invloed van wat men 'Staunässe' noemt, d.w.z. grondwater dat dicht aan de oppervlakte in een dunne laag voorkomt en gewoonlijk gedurende de vegetatietijd helemaal of grotendeels verdwijnt. 'Stau-

nässe' komt tot stand als in een redelijk doorlatend profiel regenwater bij zijn benedenwaartse beweging wordt gehinderd door een slecht doorlatende laag. Hoe slechter doorlatend deze laag is en hoe ondieper zij voorkomt, des te scherper is in het goed doorlatende profieldeel de tegenstelling tussen de periode van verzadiging met water in de winter en de periode zonder grondwater in de zomer. Veelal vertonen de gronden een sterk roestig, 'gemarmerd' profielbeeld.

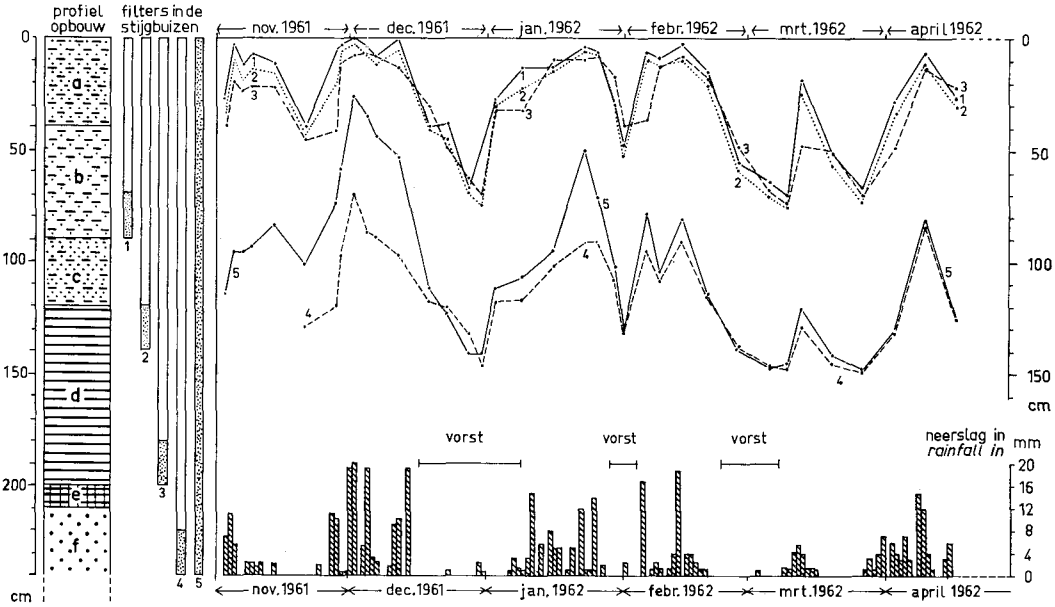
Dit type waterhuishouding komt op het profiel in Losser ook voor. In de winterperiode is het bewortelbare profieldeel, de bovenste halve meter, grotendeels verzadigd met water; in de zomer treedt een scherpe uitdroging op. Men moet echter het 'verdwijnen van het grondwater gedurende de vegetatietijd', dat de Duitse literatuur eist voor de 'Pseudogley'-gronden, omzetten in: diep wegzakken van het grondwater in de tertiaire leem. Het vlekkerige profielbeeld in de bovengrond ontbreekt, omdat het zand ontijzerd is, zodat er zich geen roest- en reductievlekken in konden ontwikkelen.

In het profiel in Losser werd naast de piëzometers geen over de volle lengte geperforeerde grondwaterstandsbuis geplaatst. Op grond van enkele waarnemingen in boorgaten en van elders opgedane ervaringen, kan worden gesteld, dat in een dergelijke buis van gebruikelijke lengte (1,5 à 2 m) standen gemeten zouden zijn die de ligging van het freatisch vlak dicht benaderen (voor zover natuurlijk het freatisch vlak binnen 1,5 à 2 m beneden maaiveld voorkomt). Voor routine-onderzoek is op een profiel, als dat in Losser, waarneming in een grondwaterstandbuis zeker voldoende. Om een beter inzicht te krijgen in de waterhuishouding kan het aanbeveling verdienen waarnemingen te doen in piëzometers tot verschillende diepten in het profiel, zoals uit het voorgaande gebleken moge zijn.

4. WAARNEMINGEN OP OUDE RIVIERKLEIGRONDEN IN DE LIJMERS

In het gebied met oude rivierkleigronden in de Lijmers worden zandige kleigronden met soms een zwakke textuur-B in het profiel aangetroffen, die op brede flauwe terreinruggen liggen. Op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, zijn ze aangegeven als eenheid 79. In de ondergrond komen er plaatselijk zware, slecht doorlatende kleilagen in voor. De profielen zijn dan van geringe diepte af roestig en vlekkig, vergeleken met de tamelijk egaal gekleurde bovengronden van de profielen zonder de storende laag. De praktijk kent de plekken met de slecht doorlatende ondergrond als nat, laat in het voorjaar, weinig draagkrachtig in natte perioden, enz. Ze worden, ten onrechte, wel als welplekken beschouwd. Op een vlak liggend perceel bouwland werden in een profiel met een slecht doorlatende laag in de diepere ondergrond in de periode van november '60 tot maart '62 waarnemingen gedaan naar de stijghoogte van het grondwater. De profielopbouw is ongeveer als volgt (fig. 2): van maaiveld tot ca. 100 cm komt bruingrijze, sterk roestig gevlekte, zandige klei voor. Tussen ca. 40 en 90 cm is het profiel wat zwaarder; in profielen zonder ondoorlatende laag in de ondergrond komt op dit niveau de zwakke textuur-B voor. Van ca. 100 tot ca. 120 cm volgt dan kleihoudend zand. Daaronder komt tot ca. 200 cm zware blauwgrijze klei, die met de diepte dichter, taaier en steeds slechter doorlatend wordt. De onderste 20 cm van de klei zijn humeus. Van 200 cm af volgt grijs matig grof tot grof zand.

In het profiel waren piëzometers aangebracht. Ze bestonden uit plastic



a zeer zandige klei/*very sandy clay*
b zandige klei/*sandy clay*
c kleihoudend zand/*sand containing some clay*
d zeer zware, dichte klei/*very heavy compacted clay*
e zeer zware, dichte klei, humeus/*very heavy compacted clay, humic*
f grof zand/*coarse sand*

Fig. 2. Oude rivierkleigrond met slecht doorlatende laag in de ondergrond (Lijmers). Tijdstijghoogtelijnen van vier piëzometers (1–4) en een grondwaterstandsbuis (5). Meetperiode: november 1961 tot april 1962. De profielopbouw en de situering van de piëzometers en de grondwaterstandsbuis is links schematisch weergegeven. Het staafdiagram geeft de neerslag gedurende de meetperiode

Fig. 2. Old river clay soil with slowly permeable layer in the subsoil (Lijmers). Fluctuations of hydraulic head of 4 piezometers (1–4) and 1 observation well with perforated casing (5). Period of observation: november 1961 to april 1962. A sketch of the profile (profielopbouw) and the position of the gauges and their filters (filters in stijgbuizen) are at the left. The rainfall (neerslag) is indicated in the diagram underneath, „vorst" indicating frost periods

buizen met een binnendiameter van 22 mm, waarvan de onderste 20 cm geperforeerd waren; ze waren voorzien van een katoenen sok. De buizen waren zo geplaatst dat de buiswanden nauw bij de wanden van de boorgaten aansloten. De eerste piëzometer (nr. 1, zie fig. 2) stond boven de slecht doorlatende kleilaag, de tweede bovenin de slecht doorlatende kleilaag (nr. 2), de derde onderin de slecht doorlatende kleilaag (nr. 3), de vierde in de grove zandondergrond (nr. 4). Ten slotte werd nog een over de volle lengte geperforeerde grondwaterstandsbuis geplaatst, die reikte tot in de grove zandondergrond (nr. 5). In tegenstelling tot de piëzometers was deze buis geplaatst in een zeer wijd boorgat, waarna de ruimte tussen de wanden van de buis en het boorgat losjes met grond werd opgevuld. De afstand tussen de buizen onderling bedroeg ca. 1 m.

Een deel van de waarnemingsresultaten van de stijghoogten van het grondwater is in fig. 2 weergegeven. Het blijkt dat de standen van de piëzometers 1, 2 en 3 dicht bij elkaar liggen. Nr. 1 geeft steeds hogere standen dan nr. 2. Nr. 3 geeft dikwijls lagere standen dan nr. 1 en 2 maar ook nogal eens hogere.

De standen van nr. 4 liggen veel lager, ca. 80 cm, dan die in de buizen nr. 1, 2 en 3. De standen van de grondwaterstandsbuis nr. 5 liggen althans aanvankelijk tussen die van de nrs. 1, 2 en 3 enerzijds en nr. 4 anderzijds in. De fluctuaties van de verschillende buizen zijn ruwweg gelijk en hangen samen met de neerslag. De scherpe dalingen in de standen op het einde van december, het einde van januari en het einde van februari – begin maart zijn een gevolg van de dan optredende vorstperioden.

De verschillen in potentiaal van het grondwater die de buizen registreren moeten een gevolg zijn van een verticale stromingscomponent in het grondwater. Naar ook uit de situatie ter plaatse kan worden afgeleid, zal horizontale afstroming door de redelijk doorlatende bovengrond weinig plaatsvinden; het water moet verticaal door de zware kleilaag afstromen. De geringe doorlatendheid veroorzaakt het grote potentiaalverschil van het grondwater boven en onder deze laag. De potentiaalverschillen, die door de buizen nr. 1, 2 en 3 worden geregistreerd, zijn gering. Piëzometer nr. 2 is geplaatst bovenin de slecht doorlatende kleilaag, waar de filter waarschijnlijk nog contact heeft gehad met het water in de beter doorlatende laag erboven. Piëzometer nr. 3 staat echter met zijn filter in het slechtst doorlatende deel van de kleilaag. Op grond daarvan zou een groter verschil in potentiaal tussen buis 2 en 3 verwacht mogen worden dan nu gemeten is.

Overigens blijkt bij beschouwing van fig. 2 dat de tijdstijghoogtelijn van buis nr. 3 soms die van de buizen 1 en 2 doorkruist. Deze buis reageert traag. Bij verandering van potentiaal moet water toestromen in de piëzometer of eruit wegstromen. Naarmate de grond rondom de filter slechter doorlatend is, zal dat meer tijd vergen. Uit het beloop van de lijnen blijkt duidelijk dat

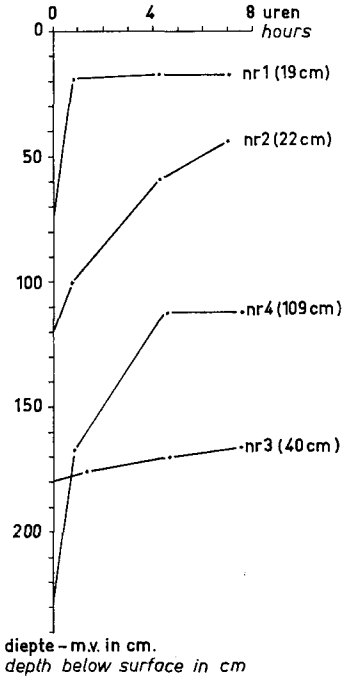


Fig. 3. Verloop van de waterstand met de tijd in de piëzometers 1 t/m 4 van fig. 2, nadat ze op het tijdstip 0 uur leeggepompt waren. De cijfers tussen haakjes geven de uitgangsstanden van de piëzometers aan
Fig. 3. Variation with time of hydraulic head in the piezometers 1 through 4 of fig. 2, after being pumped dry at 0 hours. The readings of the gauges immediately before pumping are indicated in parentheses

buis 3, die in het slechtst doorlatende deel van het profiel staat, achterloopt. Teneinde omtrent deze traagheid een beter indruk te krijgen, werden de buizen op een zeker moment leeggepompt en werd nagegaan welke tijd ze nodig hadden om zich weer tot het oorspronkelijke niveau te vullen. Fig. 3 brengt dit in beeld. De buizen nr. 1 en 4 stijgen zeer snel, nr. 2 wat langzamer en nr. 3 uiterst langzaam. Op grond hiervan kan men stellen dat piëzometers, geplaatst in zeer slecht doorlatende grond, in het algemeen geen betrouwbaar beeld van de potentiaal zullen geven. Ze reageren traag.

De geheel geperforeerde buis (zie fig. 2) heeft 'kortsluiting' tussen het grondwater in de bovengrond met hogere potentiaal en het grondwater in de ondergrond met lagere potentiaal teweeggebracht. De stand in de buis geeft aldus het evenwicht weer tussen instroming en uitstroming in en uit alle grondlagen, die door de buis worden geraakt. De stand in de buis geeft niet het freatisch niveau weer. Dit wordt het best benaderd door de stand in buis nr. 1, de kortste buis die water bevat. Het blijkt dat de gehele winter door het grondwater bijna tot in het maaiveld staat.

Merkwaardig is dat de standen van buis 5 in het begin van de winter ongeveer tussen die van de nrs. 1, 2 en 3 enerzijds en nr. 4 anderzijds liggen; op het einde van de winter echter gaan de standen van buis 5 vrijwel met die van 4 samenvallen. Overigens mag niet onvermeld blijven dat bij een tweede stel van vijf buizen, op een gelijksoortig profiel, de geheel geperforeerde buis gedurende het grootste deel van de waarnemingsperiode standen liet zien, die veel dicher bij die van de ondiepe piëzometers lagen dan in figuur 2. Verder bleek ook dat in boorgaten, tot in de grove zandondergrond uitgeboord, zeer hoge standen worden gemeten, overeenkomend met die in de buizen nr. 1, 2 en 3. Boorgaten slibben blijkbaar snel dicht, waardoor het contact tussen boven- en ondergrond wordt verbroken.

Ten slotte vermelden we nog dat op een andere plaats in hetzelfde perceel, waar de slecht doorlatende kleilaag in de ondergrond ontbreekt, enkele potentiaalbuizen tot verschillende diepten in het profiel werden aangebracht. De standen in deze buizen verschilden onderling weinig of niet en lagen ongeveer op hetzelfde niveau als die van buis 4 in figuur 2. Ze gaven de ligging van het freatisch vlak aan. Profielen zonder een slecht doorlatende laag hebben dus de gehele winter door een redelijke drooglegging.

Uit het hier gegeven voorbeeld volgt dat bij het doen van grondwaterstandswaarnemingen de constructie van de buis zeer belangrijk kan zijn voor het resultaat. Wanneer bij een lagenopeenvolging in het profiel als in figuur 2 te verwachten is dat het freatisch niveau daalt beneden de onderkant van de slecht doorlatende laag, zal het zeker overweging verdienen verscheidene buizen (piëzometers) in het profiel aan te brengen. Daalt het freatisch niveau niet zo diep, dan kan veelal met één (geheel geperforeerde) buis worden volstaan, eventueel geplaatst tot in de slechts doorlatende laag. Geheel geperforeerde buizen die tot in de goed doorlatende ondergrond reiken, kunnen echter een onjuist beeld van de grondwaterstand geven.

5. WAARNEMINGEN OP KOMGRONDEN IN DE LIJMERS

De hier te bespreken waarnemingen werden verricht op een perceel in de Lijmers met komgronden, op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200 000, aangegeven als eenheid 69. Het perceel is ca. 200 m breed en ca. 270 m lang en aan alle zijden door sloten omringd. Schuin door het perceel loopt een flauwe laagte, waarin wat ondiepe greppeltjes uitlopen.

Vanuit de laagte is bij veel neerslag enige oppervlakkige ontwatering mogelijk. De polder waarin het perceel ligt, heeft overigens een uitstekend beheerst afwateringssysteem.

De profielopbouw is ongeveer als volgt: onder een 10 à 15 cm dikke A-horizont van humeuze klei volgt tot 80 à 100 cm humusarme, zware klei, die aanvankelijk roestig, maar dieper roestarmer en bovendien dichter en taaier wordt. Plaatselijk zijn de onderste 10 à 15 cm ervan donkergrijs van kleur en zeer taai (laklaag). Tot 130 à 150 cm komt dan humeuze, brokkelige, losse klei tot zware klei (z.g. korte klei, Edelman, 1950), dieper volgt grijs, grof, grindhoudend zand. Zoals ook van elders bekend (Edelman, 1950) is de laag van 20 tot 80 à 100 cm slecht tot zeer slecht doorlatend, de z.g. korte klei daarentegen goed doorlatend. In de lager gelegen delen van het perceel is de dikte van de taaie grijze klei geringer en volgt al op ca. 70 cm korte klei. Op de hoogst gelegen delen bevindt zich op de overgang van de korte klei naar het zand een blauwgrijs kleilaagje (oude rivierklei).

In de lengterichting van het perceel werden op dertien plaatsen, onderling ca. 20 m van elkaar, telkens twee boorgaten gemaakt, één diep en één ondiep. Het diepe boorgat reikte tot in de brokkelige klei of tot in het zand, het ondiepe (ca. 50 à 70 cm diep) bleef 15 à 20 cm boven de onderkant van de slecht doorlatende, dichte kleilaag. De stijghoogten van het grondwater in de boorgaten en de slootstanden werden op een aantal dagen in november en december 1960 gemeten. Enkele resultaten van de metingen zijn weergegeven in figuur 4. Elk van de vier tekeningen is een doorsnede van het perceel met de sloten aan voor- en achterzijde. De hoogteligging van het maaiveld werd betrokken op de bodem van één van de sloten. De plaatsen van de dertien paren boorgaten zijn door de getallen 1 t/m 13 aan de bovenzijde aangegeven. De stippenlijn verbindt de standen gemeten in de diepe boorgaten, de streeplijn die in de ondiepe. Bij elke doorsnede geeft een staafdiagram aan hoeveelheid regen er gevallen is in de drie of vier dagen voorafgaand aan de dag van de meting (de neerslaghoeveelheid, aangegeven voor een bepaalde dag, is de om 8 uur 's morgens afgetapte hoeveelheid; de waterstanden zijn tussen 8 en 11 uur gemeten).

De figuren 4a en c (respectievelijk 28 november en 5 december) hebben betrekking op toestanden toen er in de voorafgaande dagen veel regen gevallen was. De standen in de boorgaten waren hoog, ze kwamen tot aan of bijna tot aan het maaiveld, ook de slootstanden waren hoog. De toestand van 5 december (fig. 4c) trad op na een exceptioneel sterke regenval, die standen in de diepe zowel als de ondiepe gaten lagen aan het maaiveld, de sloten waren boordevol. Nagenoeg geen enkel afwateringssysteem zou in staat zijn geweest de toen gevallen neerslaghoeveelheid direct te verwerken. De figuren 4b en 4d geven een beeld van de toestand toen het enige dagen droog weer was geweest. De slootstanden waren weer veel lager en ook de standen van het water in de boorgaten waren gedaald.

Behalve in het geval van figuur 4c, blijkt dat de standen in de ondiepe boorgaten hoger waren dan in de diepe. De stand van het water in het ondiepe boorgat zal ongeveer de potentiaal van het water boven de slecht doorlatende kleilaag weergegeven hebben, die in het diepe boorgat zal de potentiaal in de 'korte klei' min of meer benaderd hebben. (Voor een meer verantwoorde meting van de potentiaal zouden buizen aangebracht moeten zijn. Zo zal in de diepe boorgaten voortdurend water uit de bovengrond toegestroomd zijn; al zal dat niet veel geweest zijn vanwege de slechte door-

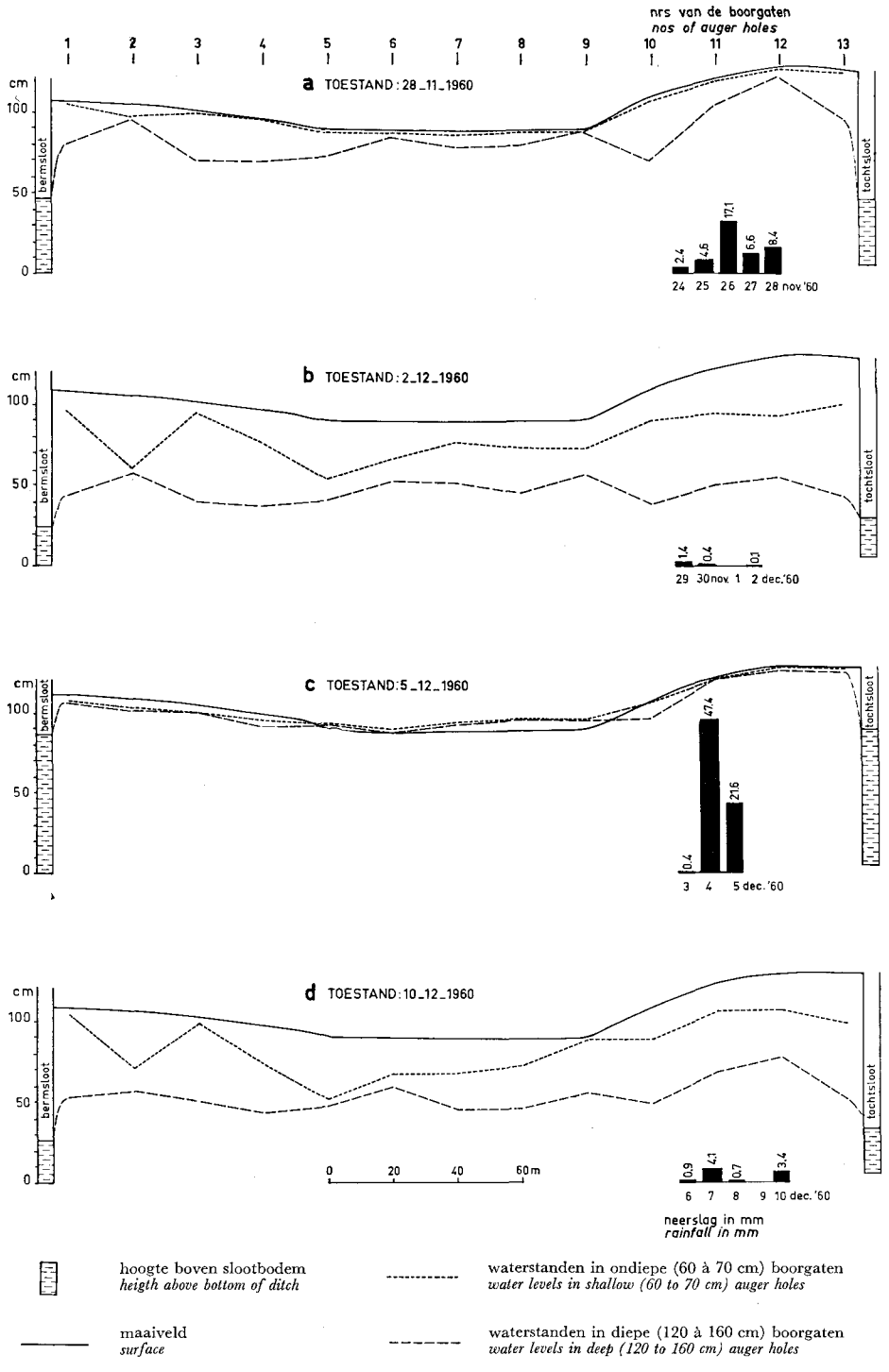


Fig. 4a–d. Doorsneden door een perceel komgrond. Waterstanden met enige dagen tussenruimte gemeten in een serie diepe en een serie ondiepe boorgaten

Fig. 4a–d. Cross sections of a parcel of heavy river bottom land. Hydraulic head measured with a few days spacing (toestand = situation at date given) in a series of deep and a series of shallow uncased auger holes

latendheid ervan; aangenomen mag worden dat de potentiaal van het water in de ondergrond lager zal zijn geweest dan aangegeven door de standen van het water in de diepe boorgaten). Slechts op plek nr. 2 was er ook op 28-11, 2-12 en 10-12 weinig verschil in de standen van het diepe en ondiepe boorgat. Waarschijnlijk was het ondiepe boorgat hier iets te diep geboord, zodat de goed doorlatende ondergrond werd bereikt. In wat mindere mate deed dit verschijnsel zich voor bij plek nr. 5.

Naar uit de literatuur bekend is, kan de ontwateringsstroming bij komgronden worden geschematiseerd tot een verticale stroming door de slecht doorlatende laag, een horizontale stroming door de goed doorlatende ondergrond en een radiale stroming bij de open watergangen. Bij de verticale stroming door de slecht doorlatende laag treedt veel potentiaalverlies op (Van Hoorn, 1960). Het is dit potentiaalverlies dat in de profielen van figuur 4 werd geregistreerd door de verschillen in standen van diepe en ondiepe boorgaten. In het geval van figuur 4c stonden de sloten vol, de ontwateringsstroming was daardoor tot stilstand gekomen, ten gevolge waarvan ook de potentiaalverschillen wegvielen. De slootstanden waren na een regenperiode, ten gevolge van de intensieve bemaling, nooit gedurende lange tijd hoog. De standen in de diepe boorgaten pasten zich hierbij goed aan, hetgeen in overeenstemming is met de goede doorlatendheid van de ondergrond (fig. 4b i.v.m. fig. 4a; fig. 4d i.v.m. fig. 4c). De beste benadering van de ligging van het freatisch vlak wordt gegeven door de standen in de ondiepe boorgaten; deze zijn enkele decimeters hoger dan die in de diepe, welke gelijk gesteld kunnen worden met de standen in grondwaterstandsbuizen.

Evenals dat het geval was bij de oude rivierkleigrond, mag worden geconcludeerd dat ook bij deze komgronden de constructie van de buis of de diepte van het boorgat van invloed is op de meetresultaten. Ook hier verdient het aanbeveling diepe naast ondiepe buizen te plaatsen, (resp. diepe naast ondiepe boorgaten te maken) als men over de grondwaterhuishouding gegevens wil verzamelen en nauwkeurig geïnformeerd wil zijn over de grondwaterstand.

6. SAMENVATTING

Uit de literatuur is het bekend dat, speciaal op gronden met profiellagen die sterk in doorlatendheid verschillen, de waterstand in een grondwaterstandsbuis kan afwijken van de werkelijke grondwaterstand, de diepteligging van de grondwaterspiegel beneden maaiveld. Door in plaats van een grondwaterstandsbuis verscheidene piëzometers in een dergelijk profiel te plaatsen en hierin waarnemingen te doen, kan men dikwijls juistere gegevens over de grondwaterstand verkrijgen, terwijl bovendien aldus het inzicht in de waterhuishouding als geheel wordt verdiept.

Er worden hiervan drie voorbeelden behandeld, die zich bij het bodemkarteringsonderzoek hebben voorgedaan betrekking hebbend respectievelijk op een zandgrond met tertiaire leem in de ondergrond, een oude rivierkleigrond en een rivierklei-komgrond.

7. SUMMARY

It is known from literature that the water level in an observation well with perforated casing may diverge form the true water table, i.e. the depth below surface of the upper free surface of ground water, and that this phenomenon is much in evidence in soils with layers of strongly divergent permeability.

By replacing a single standard observation well with several piezometers and making observations it is often possible to arrive at more precise data concerning the water table, while in addition the understanding of the water relations as a whole will be deepened.

Three examples encountered during soil survey studies are dealt with relating to a sand soil on a subsoil of Tertiary clay, an old river clay soil and a heavy river bottom land soil respectively.

8. LITERATUUR

Edelman, C. H., c.s., 1950: Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven den Meidijk. De bodemkartering van Nederland, deel VII, Versl. Landb. Onderz. no. 56–18, 's-Gravenhage.

Hooghoudt, S. B., 1952: Waarnemingen van grondwaterstanden voor de landbouw. Comm. Hydr. Onderz. T.N.O. Verslagen Technische Bijeenkomsten 1–6, p. 94–108. 's-Gravenhage.

Hoorn, J. W. van, 1960: Grondwaterstroming in komgrond en de bepaling van enige hydrologische grootheden in verband met het ontwateringssyteem. Versl. Landb. Onderz. 66–20, Wageningen. Diss. Wageningen.

Richards, L. A., editor, 1954: Diagnosis and improvement of Saline and Alkali soils. Agriculture Handbook no. 60, Washington.

Richards, L. A., 1955: Retention and transmission of water in soil. Water. The yearbook of Agriculture, 144–151. Washington.

Stichting voor Bodemkartering, 1961: Bodemkaart van Nederland, schaal 1 :200 000.

Zakosek, H., 1960: Durchlässigkeitsuntersuchungen an Böden unter besonderer Berücksichtigung der Pseudogleye. Abh. Hess. Landesamt Bodenforschung, 32.

ENIGE GEGEVENS OVER HUMUSPODZOLEN EN MODERPODZOLEN

Some data on humus podzols and moder podzols

door/*by*

J. C. Pape[1])

INLEIDING

Als gevolg van de werking van de bodemvormende factoren, ontstaan in de grond bepaalde bodemhorizonten met bepaalde eigenschappen en met een bepaalde rangschikking.

De aard van deze bodemvorming speelt een belangrijke rol bij de indeling van de Nederlandse gronden.

De verschillende bodems worden in het veld van elkaar gescheiden op grond van macromorfologische kenmerken. Het is te verwachten, dat hiermede verschillen in micromorfologische, fysische en chemische eigenschappen en kenmerken samengaan (Pijls, 1959). Soms is van deze verbanden iets bekend en wordt ervan gebruik gemaakt bij de definiëring van verschillende bodems. Het is van belang, bekende en vermoede relaties geregeld te toetsen en eventueel nieuwe verbanden op te sporen. Wij zullen daarom een aantal laboratoriumgegevens betreffende de granulaire samenstelling en enige chemische grootheden van de horizonten van verschillende podzolprofielen vergelijken met waarnemingen in het veld.

PODZOLEN

De naam podzol wordt door verschillende bodemkundigen gegeven aan zeer uiteenlopende gronden. In Nederland geeft men in het algemeen deze naam aan bodems met een ABC-profiel, mits de B-horizont is ontstaan door inspoeling van organische stof met sesquioxyden of door inspoeling van vrijwel uitsluitend organische stof. Van de podzolen worden dus uitgesloten de gronden met een B-horizont, die is ontstaan door inspoeling van voornamelijk klei, eventueel samen met sesquioxyden.

In de podzolen worden onderscheiden:

a. moderpodzolen[2]), als de organische stof in de B-horizont voornamelijk bestaat uit niet amorfe humus, gewoonlijk moderhumus (Jongerius, 1957). Zij bezitten geen B2h-horizont.
b. humuspodzolen, als de organische stof in de B-horizont voornamelijk bestaat uit amorfe humus. Zij kunnen een B2h-horizont hebben.

Door medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering wordt de naam podzol*grond* beperkt tot podzolen, waarvan de podzol-B aan bepaalde eisen voldoet betreffende dikte, kleur en kleurcontrast; dit in verband met de morfometrische grondslagen van het systeem voor de bodemclassificatie (De Bakker en Schelling, i.v.).

[1]) Afd. Gelderland en Utrecht, Stichting voor Bodemkartering.

[2]) In vroegere publikaties van medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering zijn de moderpodzolen vaak humusijzerpodzolen genoemd.

PODZOLERING

De werking van de bodemvormende processen, waardoor een podzol ontstaat, noemt men podzolering.

Men moet zich voorstellen dat in principe alle bodemvormende processen zich overal afspelen, maar met verschillende intensiteit en in verschillende intensiteitscombinaties (Simonson, 1959). Het voorkomen van podzolen over grote delen van de aarde kan de indruk wekken, dat aan de podzolering een combinatie van processen ten grondslag ligt die onder zeer verschillende omstandigheden tot een ongeveer eender resultaat voert. De afwisseling van podzolen met andere bodems op korte afstand, bij betrekkelijk geringe verandering van de bodemvormende factoren, wijst erop, dat vermoedelijk verschillende combinaties tot een ongeveer gelijk resultaat kunnen voeren.

Verscheidene onderzoekers hebben zich met het ontstaan van podzolen beziggehouden, waarbij vooral de aard en de beweging van de organische stof en de sesquioxyden zijn onderzocht.

Stobbe en Wright, 1959, geven een goed overzicht van de verschillende inzichten op dit gebied, waaraan we gedeeltelijk het volgende ontlenen.

1. De sesquioxyden bewegen als anorganisch kation. Bij deze veronderstelling wordt aangenomen, dat organische zuren de sesquioxyden oplossen. Boven pH 3,5 is de oplosbaarheid van ferroverbindingen echter zeer gering, terwijl toch in goed doorluchte gronden met hogere pH veel podzolen voorkomen.
   Onder reducerende omstandigheden gaan ferroverbindingen gemakkelijk in oplossing bij pH's die normaal in de grond voorkomen. Het afnemende Fe-gehalte in de podzolen naarmate deze natter liggen, hangt hier vermoedelijk mee samen.
2. Beweging als sesquioxyde-humus sol. Sesquioxyden kunnen omhuld worden door organische stof met tegengestelde lading en kunnen dan samen bewegen. In de B-horizont zouden zij door tweewaardige kationen worden neergeslagen. In veel podzolen zijn deze tweewaardige kationen echter niet of nauwelijks aanwezig.
   Mattson verklaart het bewegen en neerslaan van de sesquioxyden met behulp van de iso-elektrische theorie, waarvoor hij echter een aanzienlijk pH-verval in verticale richting nodig heeft, hetgeen erg weinig voorkomt.
3. Beweging als oplosbaar metaal-organisch complex. Organische zuren kunnen sesquioxyden oplossen onder vorming van complexe chelateverbindingen. Er ontstaan stabiele organische complexen, zelfs onder aërobe omstandigheden. Hoe de complexen in de podzol-B worden neergeslagen is niet duidelijk. Er zijn aanwijzingen dat dit kan samenhangen met de pH, de concentratie van de humeuze stoffen, de oxydatie-reductieomstandigheden, de activiteit van microben, irreversibele uitdroging en adsorptie van de organische complexen aan gronddeeltjes.

Men dient hierbij te bedenken, dat de organische stof in verscheidene vormen in de grond kan voorkomen. In humuspodzolen kan men op het oog reeds een aantal verschillen zien.

De organische stof in de A1-, de B2h- en de bruine B2-horizont verschilt onderling duidelijk in kleur en consistentie. Bovendien bestaat de indruk dat binnen deze horizonten nog grote verschillen kunnen voorkomen. Bruine B2-horizonten kunnen in hun uiterlijk sterk van elkaar verschillen, evenals dat het geval is met B2h- en A1-horizonten.

Hoewel de organische stof in podzolen vrij uitvoerig door verscheidene

onderzoekers is bestudeerd, is de kennis ervan toch nog gering. Verdere studie hiervan is geboden, gezien de belangrijke rol die de humeuze stoffen in de podzolen spelen. Verdieping van de veldkennis, toepassing van micropedologisch onderzoek en spectraal-analyse kunnen hieraan waarschijnlijk een grote bijdrage leveren.

BESCHRIJVING VAN DE ONDERZOCHTE BODEMPROFIELEN EN HUN BEOORDELING IN HET VELD

De reeks onderzochte profielen is gedeeltelijk bij toeval, gedeeltelijk doelbewust ontstaan. Verschillende profielen zijn reeds voor andere doeleinden onderzocht. Toen bleek dat de analyseresultaten op verscheidene punten goed overeenstemden met de veldwaarnemingen, is getracht door aanvullende bemonstering tot een min of meer samenhangende reeks te komen. De ligging van de profielen is aangegeven in figuur 1.
De reeks is als volgt opgebouwd:

Zeer zwak ontwikkelde humuspodzol	profiel 1
Goed ontwikkelde humuspodzolen met ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont	profiel 2 en 3
Goed ontwikkelde humuspodzolen, zonder ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont, maar met diepe grondwaterstand	profiel 4 en 5
Goed ontwikkelde humuspodzolen zonder ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont en met ondiepe grondwaterstand	profiel 6, 7, 8, 9 en 10
Goed ontwikkelde moderpodzolen	profiel 11, 12, 13, 14 en 15.

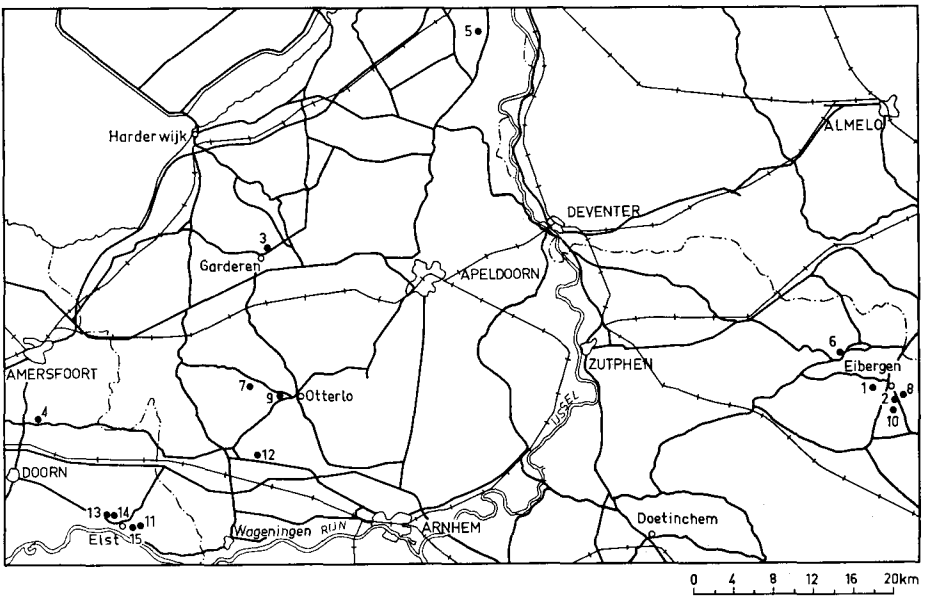


Fig. 1. Ligging van de monsterplaatsen / *Location of the sampled profiles*

Profiel nr. 1. *Een zeer zwak ontwikkelde humuspodzol in niet lemig, matig fijn zand.* Archief nr. 34 D-20

In een groeve bij Eibergen is onder een pakket Jonger dekzand II (Maarleveld en Van der Schans, 1961) een Laag van Usselo zichtbaar. De laag is sterk gebleekt en bevat veel houtskool, die omstreeks het begin van de Jonge Dryastijd is ontstaan. De bovenzijde van de gebleekte zone is donkerder dan de gebleekte band zelf. Eronder is een uiterst zwakke kleuring door bruine humeuze stoffen zichtbaar, met daaronder een zone met zwakke roestvlekken. Het geheel werd gezien als een zeer zwak ontwikkelde humuspodzol uit de Allerød tijd, waarvan alleen de A2-horizont duidelijk is ontwikkeld.

De vraag deed zich voor, of de resultaten van laboratoriumonderzoek steun zouden geven aan de veronderstelling dat het profiel als humuspodzol is ontwikkeld. In het classificatieschema wordt de grond geplaatst in orde 5 in de *Duinvaaggronden* (De Bakker en Schelling, i.v.).

Profielbeschrijving

A1	100–108 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand met houtskool, kleur zeer donker grijsbruin, 10YR3/2
A2	108–116 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, met veel houtskool, kleur wit, 10YR8/1
B2	116–129 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, kleur lichtbruin, 10YR6/3
B3	129–149 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand met veel roestvlekken, kleur licht geelbruin, 10YR6/4
C	149–... cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, zonder roestvlekken, kleur licht grijsgeel, 10YR7/4.

Profiel nr. 2. *Een goed ontwikkelde humuspodzol, in leemarm, fijn zand, met ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont.* Archief nr. 34 G-49

Het profiel ligt even ten zuiden van Eibergen, in een bosje te midden van bouw- en weiland. Het is een krachtig ontwikkelde humuspodzol, in Jonger dekzand I (Maarleveld en Van der Schans, 1961). In de omgeving komt plaatselijk de Laag van Usselo aan de oppervlakte voor. Het grondwater komt niet hoger dan ca. 1,5 m beneden het maaiveld. In verband hiermede komen om de zandkorrels direct onder de B2-horizonten, duidelijke ijzerhuidjes voor, die het materiaal een geelblond uiterlijk geven (Pape, 1961).

Het naar schatting hoge humusgehalte in de A1-horizont en het sterk smettende en vervloeide karakter van de humus, wijzen op een langdurige heidebegroeiing of op een vegetatie die evenals de heide, humus van slechte kwaliteit heeft geleverd. Hiermede in overeenstemming is het voorkomen van een grauwe A2-horizont, waaronder zich een B2h-horizont bevindt; in deze laatste horizont heeft zich veel amorfe humus opgehoopt.

Tussen de B2h- en de B2-horizont is een ijzerbandje ontwikkeld, de B2ir dat niet gesloten is, maar in brokken voorkomt. De B2- en de B3-horizont gaan geleidelijk in elkaar over en vervagen in de B3C-horizont. Daaronder bevindt zich de C-laag, zonder roestvlekken.

Dit soort profielen komt in hoge heidegebieden op de dekzanden veel voor. In het verleden is het dan ook wel hoge heidehumuspodzol genoemd. In het classificatieschema wordt dit profiel ingedeeld bij de *Haarpodzolgronden.*

Profielbeschrijving

A1	0– 5 cm	Humusrijk, leemarm, fijn zand. Kleur zwart, 10YR1/1
A21	5–10 cm	Matig humusarm, fijn zand, kleur donkergrijs, 10YR4,5/1
A22	10–15 cm	Matig humusarm, leemarm, fijn zand, kleur grijs, 10YR5/1
B2h	15–20 cm	Humusrijk, leemarm, fijn zand, kleur zwart, 7,5YR2/1
B2	20–30 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand, met brokjes ijzer van de B2ir. Kleur donker roodbruin, 5YR2/3
B3	30–50 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand, ijzerhuidjes om de zandkorrels, kleur geel-oker, 10YR6/6
B3C	50–75 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, kleur geel, 10YR6,5/4,5
C	75–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand, kleur licht grijsgeel, 10YR7/4.

Profiel nr. 3. *Goed ontwikkelde humuspodzol in sterk lemig grof zand, met ijzerhuidjes om de zandkorrels, direct onder de B2-horizont.* Archief nr. 32 F-N-8

Het profiel ligt op de Garderense heide en is ontwikkeld in grofzandige fluvioglaciale afzettingen. Opvallend is het hoge leemgehalte in de bovenste horizonten. Dit verschijnsel komt op de hoge zandgronden van de Veluwe veel voor. De indruk bestaat, dat vooral in de luwte van terreinverheffingen de bovengrond lemiger is dan elders. Verondersteld wordt, dat in die gevallen enige löss in de bovengrond is terechtgekomen. Vergelijking met het textuurverloop in andere gronden doet vermoeden dat ook andere processen dergelijke textuurverschillen teweeg kunnen brengen. Het met heide en vliegdennen begroeide terrein is vermoedelijk lang heideveld geweest.

Hoewel het profiel duidelijke kenmerken heeft van een humuspodzol, komen er ook kenmerken in voor, die aan een moderpodzol herinneren. Zo ontbreekt een duidelijke A2-horizont en in de B2-horizont komt veel humus voor in de vorm van moder. Echter niet genoeg om van een duidelijke moderpodzol te kunnen spreken.

Het grondwater bevindt zich op verscheidene meters beneden het maaiveld. Op de zandkorrels direct onder de B2-horizont bevinden zich dan ook ijzerhuidjes, hoewel dit niet zeer duidelijk is. De grond wordt gerekend tot de *Haarpodzolgronden.*

Profielbeschrijving

A1	0–20 cm	Humusrijk, sterk lemig, grof zand. Kleur zwart, 10YR2/1. Er komen vrij veel gebleekte korrels voor. De humus vervloeit sterk.
B2	20–35 cm	Zeer humeus, sterk lemig, grof zand. Kleur donkerbruin, 10YR3/3. Naast amorfe humus komt ook veel moder voor.
B3	35–80 cm	Zeer humusarm, leemarm, grof zand. Kleur donker geelbruin, 10YR4/4. Er komen enige humusfibers voor. Om de zandkorrels bevinden zich ijzerhuidjes.
B3C	80–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur licht geelbruin, 10YR6/4.

Profiel nr. 4. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels. Diepe grondwaterstand.* Archief nr. 32 D-1

Het profiel ligt ten westen van Woudenberg aan de voet van de Utrechtse

Heuvelrug. Het moedermateriaal bestaat uit Jonger dekzand II en is dus afgezet na de Allerød tijd. Het terrein is begroeid met groveden. Het grondwater bevindt zich enige meters beneden het maaiveld. Hiermede in overeenstemming is het voorkomen van een goed ontwikkelde grauwe A2-horizont, en direct onder de B2h een sterk verkit aaneengesloten ijzerbandje, de B2ir, dat de wortelontwikkeling sterk hindert. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels.

Ook ziet men een vage bruine kleur in de ondergrond, afkomstig van humeuze stoffen. De overgangen van de B2- naar de B3- en de B3C-horizont zijn abrupt, terwijl binnen de horizonten de kleur weinig verandert. Gewoonlijk verloopt onder de B2ir de kleur naar beneden geleidelijk; hier gebeurt dat echter sprongsgewijs. Het wordt daarom wel een cascadepodzol genoemd.

Zowel het ontbreken van de ijzerhuidjes als de merkwaardige sprongsgewijze verandering van de kleuren beneden de B2ir, wijzen erop, dat het profiel nat is geworden. In de natte fase zijn bruine humeuze stoffen naar beneden verplaatst, waarbij het ijzer werd meegenomen. Men treft deze gronden veel aan in gebieden die door veen bedekt zijn geweest. Volgens het schema voor de bodemclassificatie behoort het profiel tot de *Veldpodzolgronden.*

Profielbeschrijving

A1	0–10 cm	Humusrijk, zwak lemig, fijn zand. Kleur zwart, 10YR1/1
A2	10–35 cm	Matig humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur zeer donkergrijs, 10YR3,5/1
B2h	35–40 cm	Zeer humeus, leemarm fijn, zand. Kleur zwart, 5YR2/1
B2ir	40–. . cm	Verkit ijzerbandje, oranjebruin, 5YR3/3
B2	40–60 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Kleuren donker roodbruin, 5YR2/3 en donkerbruin, 7,5YR3/4
B3	60–85 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur bruin, 10YR4/3. In deze horizont komen veel humusfibers voor. Om de zandkorrels ontbreken ijzerhuidjes
BC	85–. . cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur lichtbruin, 10YR6/3

Profiel nr. 5. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, grof zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels. Diepe grondwaterstand.* Archief nr. 27 E-1

Het profiel ligt in de omgeving van Wapenveld. Het is ontwikkeld in gestuwd preglaciaal van oostelijke herkomst. Deze z.g. witte zanden zijn zeer arm aan gemakkelijk verweerbare mineralen (Crommelin, 1953; Maarleveld, 1956). Met uitzondering van de A1-horizont volgen de overige bodemhorizonten de gestuwde lagen, zodat zij merkwaardig scheef verlopen. Het terrein is begroeid met heide en vliegdennen. Het profiel is een sterk ontwikkelde humuspodzol, met dunne, maar krachtig ontwikkelde B-horizonten. Het grondwater bevindt zich vele meters beneden het maaiveld. Er zijn geen aanwijzingen dat dit ooit anders is geweest. Hiermede in overeenstemming zijn de goed ontwikkelde grauwe A-horizont, de glimmend zwarte B2h-horizont en de plaatselijk aanwezige B2ir.

Dat desondanks direct onder de B2-horizont geen ijzerhuidjes om de zandkorrels voorkomen, is vermoedelijk te wijten aan de grote armoede van

het moedermateriaal. In het schema voor de bodemclassificatie wordt de grond geplaatst bij de *Veldpodzolgronden.*

Profielbeschrijving

A1	0– 10 cm	Humusrijk, leemarm, grof zand. Kleur zwart, 10YR2/1
A2	10– 50 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur lichtgrijs, 10YR6/1
B2h	50– 55 cm	Matig humusarm, leemarm, grof zand. Kleur zwart
B2	55– 90 cm	Matig humusarm, leemarm, grof zand. Kleur donkerbruin, 10YR3/3
B3	90–120 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur donker geelbruin, 10YR4/4. Geen ijzerhuidjes om de zandkorrels.
C	120–... cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur wit, 10YR8/1.

Profiel nr. 6. *Goed ontwikkelde humuspodzol in zwak lemig, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij een hoge grondwaterstand.* Archief nr. 34 D-22

Het profiel ligt tussen Neede en Borculo in een dennenbosje. Het moedermateriaal bestaat uit dekzand met op geringe diepte het fluviatiele Laagterras van de Bolksbeek of de Berkel. De humuspodzol is ontstaan onder sterke invloed van water, zodat ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont ontbreken.

Momenteel komt het grondwater periodiek tot ca. 40 cm onder het maaiveld. De A1-horizont ontbreekt. De A2-horizont is goed ontwikkeld en tamelijk dik. De B2-horizont is dun, maar krachtig ontwikkeld. Er komen brokken in voor met veel roestvlekken, naast materiaal waarin de roest ontbreekt. In de B3-horizont komen veel kleine roestvlekken voor. Plaatselijk is de B2-horizont hard. Dit doet een periodiek laterale waterbeweging vermoeden, waarmee de sterke bleking van de A2-horizont vermoedelijk samenhangt. De roestvlekken in de B2- en de B3-horizont zijn waarschijnlijk te wijten aan kwelverschijnselen. De B2h is dof-zwart. In het schema voor de bodemclassificatie heet dit profiel een *Veldpodzolgrond.*

Profielbeschrijving

A2	0–15 cm	Matig humusarm, zwak lemig, fijn zand. Kleur donkergrijs, 10YR4/1,5
B2h	15–20 cm	Zeer humeus, zwak lemig, fijn zand. Kleur zwart, 10YR2/1
B2	20–25 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand met ijzerbrokken en plaatselijk op andere wijze verkit. Kleur donker roodbruin, 5YR3/3
B3ir	25–50 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand met veel donkere roestvlekken. Kleur bruin-oker, 7,5YR5/8
C	80–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Zonder roest. Kleur licht grijsgeel, 10YR7/4.

Profiel nr. 7. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij een hoge grondwaterstand.* Archief nr. 32 H-NO-110

Het profiel ligt in de omgeving van Wekerom in een dekzandrug van Jonger

dekzand I. Er ligt een oud bouwlanddekje op. De rug is in gebruik als akkerland, te midden van lager gelegen graslanden. Het grondwater komt naar schatting tot aan de onderzijde van de B2-horizont. Waarschijnlijk kwam het vroeger nog hoger. Met deze hoge grondwaterstanden is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont in overeenstemming.

De dikke sterk gebleekte A2-horizont doet een zijdelingse waterbeweging vermoeden. Hiermede in overeenstemming is het voorkomen van een zeer harde en verkitte B2-horizont. De B2h-horizont is dik en vaalzwart. In de B3-horizont komen roestvlekken voor, die moeilijk van de humuskleuren te onderscheiden zijn. In het schema voor de bodemclassificatie wordt dit profiel een *Laarpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

Aan	0– 30 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Oud bouwlanddekje met houtskool, gebrande leem, enz. Kleur zeer donker bruin, 10YR2/2
A2	30– 60 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur grijs, 10YR5/1
B2h	60– 65 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Kleur zwart, 10YR2/1
B2	65– 85 cm	Matig humeus, leemarm, fijn zand. Plaatselijk zeer sterk verkit. Hier en daar enige roestvlekken. Kleur donker roodbruin 5YR3/3
B3	85–100 cm	Matig humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur bruin-oker 7,5YR4/8
B3C	120–... cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur geelbruin, 10YR5/4.

Profiel nr. 8. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij hoge grondwaterstanden.* Archief nr. 34 G-48

Het profiel ligt ten zuidoosten van Eibergen, in een gebied waar dekzand is afgezet op een miocene klei-ondergrond. Het terrein is bebost en ligt onder een flauwe helling. Het grondwater komt periodiek tot in het maaiveld, maar er zijn ook tijden dat het geheel is verdwenen, of door de slecht doorlatende miocene klei niet kan worden aangetoond. Met de hoge grondwaterstanden is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont in overeenstemming. Ook de sterk gebleekte, ca. 45 cm dikke A2-horizont wijst op periodiek hoge grondwaterstanden en vermoedelijk op een vrij sterke zijdelingse waterbeweging, waarvan in dit geval de oorzaak gezocht zal moeten worden in de slecht doorlatende miocene klei-ondergrond. Deze heeft vermoedelijk ook tot gevolg gehad dat in de B3C-horizont veel roestvlekken voorkomen. Het is een veel voorkomend begeleidend verschijnsel van kleirijke lagen in de ondergrond. In het schema van de bodemclassificatie wordt dit profiel een *Veldpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

A0	–10 – 0 cm	Strooisellaag. Kleur donkerbruin, 7,5YR2/2
A21	0 –20 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand, Kleur grijs, 10YR5/1

A22	20– 45 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur lichtgrijs, 10YR7/2, sterk gevlekt
B2ir	45– 60 cm	Zeer humusarm, leemarm, fijn zand met veel roestvlekken. Kleur donkerbruin 7,5YR3/4
B2	60–100 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur donker geelbruin 10YR3/4
B3Cg	100–110 cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand met zeer veel roestvlekken. Kleur bruin, 10YR5/3 tot bruin-oker 7,5YR5/6
D	110–. . . cm	Uiterst humusarm, fijnzandige, lichte miocene klei met veel roest. Kleur grijs, 5Y5/1.

Profiel nr. 9. *Goed ontwikkelde humuspodzol in leemarm, fijn zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij hoge grondwaterstanden.* Archief nr. 32 N-NO-108

Het profiel ligt tussen Roekel en Otterlo in grasland dat het gehele jaar door hoge grondwaterstanden heeft, waarschijnlijk gedeeltelijk als gevolg van kwel uit de stuwwal van Oud-Reemst.

Het moedermateriaal bestaat uit Jonger dekzand II, waarin zeer geringe reliëfverschillen aanwezig zijn, zelden meer dan ca. 30 cm. Het gehele terrein ligt onder een flauwe helling.

De humuspodzolen bevinden zich vooral in de iets hogere gedeelten. Met de hoge grondwaterstanden is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont in overeenstemming. Hiermede hangt ook samen het tot diep in de ondergrond doorlopen van de B3-horizont. Het ontbreken van zwarte humeuze stoffen in de B2-horizont doet vermoeden dat de bodem onder bos is ontstaan. De soms dikke, duidelijke, sterk gebleekte A2-horizont willen we toeschrijven aan een zijdelingse waterbeweging, die een gevolg kan zijn van de flauwe helling van het terrein en de ligging aan de voet van de stuwwal van Oud-Reemst. De ongeveer diepste grondwaterstand is af te lezen uit een geringe kleuromslag van de humeuze stoffen in de B3-horizont. Tevens wijst dit op het nagenoeg ontbreken van ijzer in het profiel. In het classificatieschema wordt het profiel een *Veldpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

A1	0–25 cm	Leemarm, fijn zand, zeer humeus, kleur zwart, 10YR2,5/1
A2	25–30 cm	Leemarm, fijn zand, humusarm, gebleekt, kleur grijsbruin, 10YR5/2
B2	30–45 cm	Leemarm, fijn zand, humusarm, met ingespoelde organische stof. Kleur zeer donker bruin, 7,5YR2/4
B3	45–. . cm	Leemarm, fijn zand, humusarm, met ingespoelde organische stof. Kleur donkerbruin, 7,5YR3/4. Roestvlekken ontbreken in het gehele profiel.

Profiel nr. 10. *Goed ontwikkelde humuspodzol in zwak lemig, grof zand. Direct onder de B2-horizont ontbreken ijzerhuidjes om de zandkorrels bij hoge grondwaterstanden.* Archief nr. 34 G-52

Het profiel ligt ten zuiden van Eibergen in bouwland. Het moedermateriaal bestaat uit grof zand van het Hoogterras, vermoedelijk gemengd met enig glaciaal materiaal. Op ca. 110 cm diepte bevindt zich een slecht doorlatende

kleilaag. Een gedeelte van het jaar komt het grondwater tot in het maaiveld. Hiermede in overeenstemming is het ontbreken van ijzerhuidjes om de zandkorrels onder de B2-horizont. Hierbij past ook de merkwaardig fletsbruine kleur van de B3-horizont.

De sterk gebleekte A2 doet een zijdelingse waterbeweging vermoeden, waarschijnlijk een gevolg van de slecht doorlatende laag in de ondergrond. In het schema van de bodemclassificatie wordt het profiel een *Veldpodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

Ap	0– 20 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand. Kleur zeer donker bruin, 10YR3/2
A2	20– 50 cm	Uiterst humusarm, zwak lemig, grof zand. Kleur lichtgrijs, 10YR7/1
B2	50– 95 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand. Kleur zeer donker bruin, 10YR2/2, met veel vlekken
B3	95–110 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur bruin, 10YR4/3
D	110–130 cm	Uiterst humusarm, grofzandige, matig lichte zavel met roestvlekken. Kleur grijs, 5GY6/1.

Profiel nr. 11. *Goed ontwikkelde moderpodzol in leemarm, grof zand.* Archief nr. L 526–530

Het profiel ligt op de Utrechtse Heuvelrug in de omgeving van Achterberg. Het terrein is bebost en vermoedelijk uit heide ontgonnen. Het moedermateriaal bestaat uit gestuwd preglaciaal zand, waarop een solifluctielaag van ca. 80 cm aanwezig is. In de A1-horizont komen vrij veel afgeloogde zandkorrels voor, de organische stof smet vrij sterk. De overgangen tussen de verschillende bodemhorizonten zijn geleidelijk. In de bruine B2-horizont komt de organische stof voornamelijk voor in de modervorm.

In de C-horizont zijn enige fibers aanwezig van amorfe organische stof. Het profiel werd in het veld beoordeeld als een goed ontwikkelde moderpodzol, waarin enige sporen van de vorming van een humuspodzol zijn te vinden.

Diepe grondwaterstanden gaan gepaard met het voorkomen van ijzerhuidjes om de zandkorrels direct onder de B2-horizont. In het systeem voor de bodemclassificatie wordt de grond tot de *Holtpodzolgronden* gerekend.

Profielbeschrijving

A1	0–10 cm	Zeer humeus, leemarm, grof zand, met veel gebleekte zandkorrels. De organische stof vervloeit vrij sterk. Kleur zwart, 5YR2/1
B21	10–18 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand, met infiltratiebandjes van amorfe humus. Kleur donker roodbruin, 5YR2/2
B22	18–30 cm	Matig humusarm, zwak lemig, grof zand. Kleur bruin, 7,5YR4/3 met lichtere vlekken
B3	30–55 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geelbruin, 10YR5/4
C	55–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geel, 10YR7/6.

Profiel nr. 12. *Goed ontwikkelde moderpodzol in zwak lemig, fijn zand.* Archief nr. 32 H 20–30

Het profiel ligt op een uitspringend gedeelte van de stuwwal van Ede, te midden van fluvioglaciale afzettingen. Het terrein ligt al zeer lang in heide. Het moedermateriaal is gestuwd preglaciaal. In de A1-horizont komen vrij veel gebleekte zandkorrels voor, de verborgen A2. De overgangen tussen de verschillende bodemhorizonten zijn geleidelijk. De organische stof in de B2-horizont is vrijwel uitsluitend moder, met slechts sporen van amorfe humus.

Onder de B2-horizont bevinden zich ijzerhuidjes om de zandkorrels. De grondwaterstand is dan ook zeer diep. In het bodemclassificatieschema heet deze grond een *Holtpodzolgrond.*

Profielbeschrijving

A1	0–10 cm	Humusrijk, sterk lemig, fijn zand met vrij veel gebleekte korrels. Kleur zwart, 10YR2/1,5
B2	10–35 cm	Matig humeus, zwak lemig, fijn zand met enige gebleekte zandkorrels. Kleur donker geelbruin, 10YR3/4
B3	35–60 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, fijn zand met ijzerhuidjes. Kleur donker geelbruin 10YR4,5/4
C	60–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, fijn zand. Kleur licht grijsgeel. Op ca. 100 cm diepte is enige klei- en ijzerinspoeling zichtbaar als een onderbroken bandje.

Profiel nr. 13. *Goed ontwikkelde moderpodzol in zwak lemig, grof zand.* Archief nr. L 471–474

Het profiel ligt in de omgeving van Elst (U.), in bouwland dat lang als tabaksland in gebruik is geweest.

Het moedermateriaal bestaat uit fluvioglaciale zanden, die hier gewoonlijk matig grof zijn.

De A1-horizont is vermoedelijk iets opgehoogd met potstalmest. Hierop wijzen de talrijke gebleekte zandkorrels, waarvan het aantal groter is dan men zou verwachten, gezien de aard van de eronder voorkomende B2-horizont. In de B2-horizont komt de organische stof vrijwel uitsluitend als moder voor. Om de zandkorrels direct onder de B2-horizont bevinden zich ijzerhuidjes. Het grondwater bevindt zich dan ook op enige meters beneden het maaiveld. In het bodemclassificatieschema wordt deze grond gerekend tot de *Holtpodzolgronden.*

Profielbeschrijving

A1	0–25 cm	Matig humeus, zwak lemig, grof zand, grindhoudend, met vrij veel gebleekte zandkorrels. Kleur zeer donker grijs, 10YR3/1 Geleidelijke maar vlekkige overgang naar:
B2	25–50 cm	Matig humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur bruin, 7,5YR5/4. Geleidelijk overgaand in:
B3	50–60 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur lichtbruin, 7,5YR6/4. Deze horizont gaat scherp over in de C-laag.
C	60–.. cm	Zeer humusarm, niet lemig, grindhoudend grof zand. Kleur licht geelbruin, 10YR6/4.

Profiel nr. 14. *Goed ontwikkelde moderpodzol in zwak lemig, grof zand.* Archief nr. L 475–478

Dit profiel ligt in dezelfde omgeving als profiel nr. 13. De opmerkingen die daarbij werden gemaakt, gelden ook hier.

De A1-horizont is 50 cm dik. Deze grotere dikte is vermoedelijk een gevolg van de ligging dichter bij het dorp, waardoor de ophoging iets sterker is geweest. In het bodemclassificatieschema wordt deze grond een *Loopodzolgrond* genoemd.

Profielbeschrijving

Aan	0– 50 cm	Matig humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Er komen vrij veel gebleekte zandkorrels in voor. De kleur is zeer donkergrijs, 10YR3/1. De overgang naar de B2-horizont is onregelmatig vlekkig, maar geleidelijk
B2	50– 80 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, grindhoudend, grof zand. Kleur bruin, 7,5YR4/3, gedeeltelijk overgaand in:
B3	80–100 cm	Zeer humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur geelbruin, 7,5YR5/4, scherp overgaand in:
C	100–... cm	Uiterst humusarm, zwak lemig, grindhoudend grof zand. Kleur licht geelbruin, 10YR6/4.

Profiel nr. 15. *Goed ontwikkelde moderpodzol in leemarm, fijn zand.* Archief nr. L 515–517

Het profiel ligt ten westen van Rhenen in bouwland. Het moedermateriaal bestaat uit dekzand, dat in geulen in het Fluvioglaciaal voorkomt. In de A1-horizont komen weinig gebleekte zandkorrels voor. De overgangen tussen de bodemhorizonten zijn geleidelijk. De organische stof in de B2-horizont is vrijwel uitsluitend moder. Onder de B2-horizont komen ijzerhuidjes voor om de zandkorrels. Het grondwater staat dan ook verscheidene meters beneden het maaiveld. In het schema voor de bodemclassificatie heet deze grond een *Holtpodzolgrond.*

Profielbeschrijving

Ap	0–25 cm	Matig humeus, leemarm, grof zand. Kleur zeer donker grijs, 10YR3/1
B2	25–45 cm	Matig humusarm, leemarm, grof zand. Kleur bruin, 7,5YR4/4. Vermoedelijk door geringe verwerking iets gevlekt. Geleidelijk overgaand in:
BC	45–70 cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geelbruin 10YR5/6
C	70–.. cm	Uiterst humusarm, leemarm, grof zand. Kleur geel, 10YR7/6.

DE ANALYSERESULTATEN

De grondmonsters zijn in het algemeen genomen van karakteristieke gedeelten van de desbetreffende bodemhorizonten.

De analyses zijn uitgevoerd in het Laboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek in Oosterbeek, volgens de daar in gebruik zijnde methode voor routinebepalingen.

De resultaten van de analyses zijn samengevat in tabel 1.

BESPREKING VAN DE ANALYSERESULTATEN

De granulaire samenstelling

We zullen hier niet ingaan op de samenhang van de granulaire samenstelling met de verschillende geologische afzettingen, maar onze aandacht richten op mogelijke verbanden met de bodemvorming.

Het valt op dat in het zandgedeelte van de profielen het gehalte aan fijne fracties, kleiner dan 50 mu, in alle gevallen naar beneden toe afneemt. Dat gebeurt in de bovenste bodemhorizont en vooral bij de humuspodzolen niet geheel regelmatig maar in het algemeen kan men stellen dat boven en in de B2-horizont meer delen kleiner dan 50 mu voorkomen dan eronder. Zonder verder in details te treden, willen we dit verschijnsel tenminste gedeeltelijk toeschrijven aan de bodemvorming (Van der Marel, 1949).

Een aanwijzing hiervoor geeft profiel nr. 1, een zeer zwak ontwikkelde podzol in Jonger dekzand I, dat werd begraven onder Jonger dekzand II. Hierin komt zo weinig van de fracties kleiner dan 50 mu voor, dat het redelijk lijkt dit verschijnsel in verband te brengen met de korte tijd, dat het profiel aan de oppervlakte heeft gelegen. Dat soms ook andere factoren hierbij een rol kunnen hebben gespeeld, blijkt mogelijk uit profiel nr. 3, waarvan de korrelgrootteverdeling niet in strijd lijkt te zijn met de veronderstelling die in het veld werd gemaakt, n.l. dat enige löss in de luwte van de stuwwal tot afzetting is gekomen.

De veronderstelling van sommige onderzoekers, dat bij de vorming van podzolen ook enige kleiverplaatsing kan optreden, wordt door deze analyses niet bevestigd. Wel ziet men in enige A2-horizonten een afneming van de delen kleiner dan 2 mu, de gehalten waarom het hier gaat zijn echter zeer gering, terwijl bovendien dit verschijnsel niet is beperkt tot de fractie kleiner dan 2 mu. Er zijn voor dit verschijnsel waarschijnlijk andere oorzaken aan te wijzen.

De profielen 8 en 10, die beide op een zware ondergrond liggen, tonen dat de homogenisatie in de ondergrond van humuspodzolen die dicht bij het grondwater liggen, uiterst gering is geweest. (Edelman, 1963).

De pH

In alle bodemhorizonten is de pH(KCl) bepaald. In de meeste gevallen is deze zuurgraad in de ontgonnen en bemeste gronden iets hoger dan in de niet ontgonnen gronden. Het verloop van de pH(KCl) is weinig spectaculair. In de woeste gronden loopt hij naar beneden toe iets op. Is de grond in cultuur, dan is voor de bovenste horizonten vaak het omgekeerde het geval. Grote pH-sprongen zijn niet aanwezig.

(Zie ook Schelling, 1960, pag. 28.)

De organische stof

In de goed ontwikkelde podzolen, blijkt het organische-stofgehalte in de A1-horizonten aanzienlijk uiteen te lopen (zie tabel 2 op blz. 178).
De hoogste gehalten komen voor in de hoog boven het grondwater gelegen niet ontgonnen humuspodzolen. Na de ontginning loopt het organische-stofgehalte aanzienlijk terug. In de moderpodzolen is er eveneens een duidelijk verschil in organische-stofgehalte tussen de wel en niet ontgonnen gronden.

Ook in de A2-horizonten komen grote verschillen voor in organische-

TABEL 1. Analyse-uitslagen van de profielen 1 tot en met 15

TABLE 1. *Analytical data of samples from the profiles 1 through 15*

Translation of captions: profiel = *profile;* bodemhorizont = *soil horizon;* laag in cm = *depth of sampled layer in centimetres;* pH(KCl) = *ditto;* in % van de grond = = *percentages of the soil;* humus gloeiverlies = *humus by loss on ignition;* N-% van de humus = *nitrogen content of the humus;* Fe_2O_3 en Al_2O_3 oplosbaar in 10% HCl = *iron and aluminium in samples treated with 10% hydrochloric acid;* N-totaal = *total nitrogen;* in % van minerale delen = *percentages of the mineral soil constituents;* afslibbare delen = *soil separates below 16 mu;* zand = *sand (from 16 to 1700 mu)*

*) *elementary analysis*

Profiel Nr.	Bodem-horizont	Laag in cm	pH (KCl)	in % van de grond: Humus gloei-verlies	N-% v.d humus	Fe_2O_3 oplosbaar in 10 % HCl	Al_2O_3 oplosbaar in 10 % HCl	N-totaal
1	C	80- 90	4.8	0.4		0.30	0.50	0.00
	A1	100-108	4.6	0.6		0.20	0.42	0.00
	A2	108-116	4.8	0.3		0.08	0.29	0.00
	B2	116-129	4.7	0.5		0.18	0.52	0.00
	B3ir	129-149	4.7	0.5		0.27	0.51	0.00
	Coud. dekz.	149-160	4.7	0.4		0.21	0.51	0.00
2	A1	0- 5	3.6	10.1	1.68	0.18	0.48	0.17
	A21	5- 10	3.7	2.3		0.06	0.18	
	A22	10- 15	3.8	1.7		0.02	0.16	
	B2h	15- 20	3.9	9.2	1.95	0.13	1.08	0.18
	B2	20- 30	4.4	3.3		0.65	1.16	
	B3	30- 50	4.6	0.9		0.36	0.65	
	B3C	50- 75	4.6	0.6		0.32	0.46	
	C	75-100	4.6	0.5		0.32	0.45	
3	A1	0- 20	3.6	11.5	0.43	0.65	0.74	0.05
	B2	20- 35	4.0	6.0	2.16	1.11	1.54	0.13
	B3	35- 80	4.6	0.8		0.33	0.36	
	B3C	80-120	4.5	0.7		0.22	0.35	
4	A1	0- 10	3.9	13.5	1.04	0.18	0.87	0.14
	A2	15- 20	3.8	1.7	1.18	0.03	0.13	0.02
	B2h	35- 40	3.9	6.7	1.80	0.02	0.70	0.12
	B2ir	40- 40	4.4	4.8		2.90	1.20	
	B2	40- 60	4.4	2.5		0.32	0.66	
	B3	60- 85	4.6	0.7		0.15	0.39	
	BC	85-120	4.7	0.4		0.17	0.32	
5	A1	30- 40	3.1	10.4	1.44	0.16	0.35	0.15
	A2	50- 60	3.9	0.3	3.33	0.02	0.10	0.01
	B2h	80- 85	3.8	4.7	0.42	0.13	0.62	0.02
	B2	110-120	4.2	1.6	1.25	0.16	0.44	0.02
	B3	140-150	4.5	0.5		0.07	0.17	0.00
	C	170-180	4.8	0.2				
6	A2	0- 15	4.4	1.5	1.33	0.09	0.32	0.02
	B2h	15- 20	4.2	7.4	1.48	0.09	1.13	0.11
	B2	20- 25	4.3	5.0	0.60	0.46	1.46	0.03
	B3ir	25- 50	4.5	1.1		0.51	0.61	
	C	80-100	4.6	0.5		0.13	0.39	
7	Aan	0- 30	4.2	4.3	3.02	0.32	0.24	0.13
	A2	30- 60	4.5	0.2		0.00	0.03	0.00
	B2h	60- 65	4.1	3.4	1.77	0.11	0.56	0.06
	B2	65- 85	4.1	3.9		0.75	0.91	
	B3	85-100	4.5	1.7		0.31	0.64	
	B3C	120-140	4.3	1.0		0.13	0.40	
8	A0	-10- 0	2.8	24.0	1.75	0.17	0.22	0.42
	A21	0- 20	3.4	1.1		0.06	0.06	
	A22	20- 45	3.8	0.2		0.03	0.04	
	B2ir	45- 60	4.3	1.5		0.23	0.52	
	B2	60-100	4.3	0.7		0.14	0.38	
	B3C	100-110	4.2	0.6		0.56	0.37	
	D	110-130	3.4	0.8		4.35	1.38	
9	A1	5- 25	5.7	7.1	2.8	0.30	0.23	0.20
	A2	25- 30	5.1	0.6	9.0	0.05	0.12	0.03
	B2	30- 45	4.6	2.2	1.4	0.18	0.58	0.03
	B3	60-100	4.6	1.2		0.16	0.44	
10	A1	0- 20	5.2	4.4		0.43	0.77	0.14
	A2	20- 50	5.0	0.3		0.03	0.07	
	B2	50- 95	4.2	3.1		0.06	0.50	0.07
	B3	95-110	4.3	0.6		0.02	0.18	
	D	110-130	4.1	0.4		0.80	1.28	
11	A1	3- 10	3.5	4.5		0.68	0.53	0.08
	B21	10- 18	4.1	3.9		0.76	0.96	
	B22	18- 30	4.4	1.8		0.71	1.10	
	B3	30- 55	4.5	0.7		0.65	0.93	
	C	55- 80	4.6	0.5		0.48	0.53	
12	A1	0- 10	3.5	8.4	2.26	0.67	0.75	0.19
	B2	10- 35	4.4	2.5	2.0	0.68	1.10	0.05
	B3	35- 60	4.5	1.2		0.75	0.99	
	C	60-100	4.6	0.7		0.79	0.73	
13	A1	0- 25	4.8	2.5	3.6	0.78	0.68	
	B2	25- 50	3.9	1.7		0.70	0.77	
	B3	50- 60	4.2	1.2		0.61	0.84	
	C	60- 80	4.4	0.8		0.45	0.59	
14	A1	0- 50	4.2	2.4	3.7	0.72	0.64	
	B2	50- 80	3.8	1.2		0.68	0.81	
	B3	80-100	4.0	1.0		0.60	0.86	
	C	100-120	4.1	0.7		0.52	0.75	
15	A1	0- 25	4.6	3.2	3.12	0.68	0.82	0.10
	B2	25- 40	4.6	1.6		0.63	1.06	
	BC	55- 70	4.9	0.7		0.44	0.65	

*) = Humus El.

in % van minerale delen																	
Afslibbare delen				Zand													Profiel Nr. Bodem-horizont
< 2	2-4	4-8	8-16	16-25	25-35	35-50	50-75	75-105	105-150	150-210	210-300	300-420	420-600	600-850	850-1200	1200-1700	
0	0	0	0	0	0	0.1	1	7	33	32	20	5	1.5	0.3	sp		1 C
0	0	0	0	0	0	0.5	1.5	9	26	39	17	4.5	2	0.5	0.1		A1
0	0	0	0	0	0	1	0.5	7	21	37	21	7	4	1	0.1		A2
0	0	0	0	0	0	0.2	1	5	17	35	24	10	6	2	0.1		B2
0	0	0	0	0	0	0.1	1	4.5	15	31	25	13	8	2	0.3		B3ir
0	0	0	0	0	0	0.3	2.5	11	36	30	16	3.5	1	0.3			Coud. dekz.
2	0.2	0	1.5	1	0.3	1.5	2.5	8	20	34	19	6	3	1	0.1		2 A1
1	0.1	0	1	0.4	0.1	1	3	9	21	35	18	6	3	1	0.2		A21
0.5	0	0.5	0.5	0.4	1	1	2.5	9	20	35	19	6	3.5	1	0.3		A22
0	2.5	0.5	1	0.2	0.2	1	2	8	19	35	19	7	4	1	0.3		B2h
1.5	1	0.5	0	0	0.2	1	2.5	9	20	36	19	6	3	1	0.1		B2
0	0	0	0	0	0	1	2.5	9	22	38	18	6	3	1	0.3		B3
0	0	0	0	0	0	1	2	8	20	37	21	7	3.5	1	0.1		B3C
0	0	0	0	0	0	1.5	2.5	8	19	38	22	7	2	0.4	0.1		C
4	0.3	2	3	3	4	11	5	2.5	4.5	10	13	12	14	10	2.5	0.2	3 A1
6	0	2	2.5	4.5	2.5	8	4.5	2	5	8	13	12	15	12	3.5	0.3	B2
0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	0.5	3	8	19	22	27	17	2.5	0.5	B3
0	0	0	0	0	0	0.3	0.3	1	4	8	18	20	25	19	6	0.2	B3C
5	1	1	1.5	1	0.5	4	4.5	8	19	32	14	6	2	0.5			4 A1
0	0	0	0	0	0	1	2	3.5	15	41	24	8	3.5	1			A2
2	0.4	0	0	1	0	1.5	1.5	3	14	40	24	9	3	1	0.2		B2h
0.5	2	1	0.1	0	2	0.4	1	2	17	31	29	10	3.5	0.5	0.3		B2ir
0	0	0	0	0	0	0.5	1	2.5	19	31	31	11	3.5	0.5			B2
0	0	0	0	0	0	0.4	1	3.5	16	44	26	6	2	0.5			B3
0	0	0	0	0	0	0.3	1	2	16	30	35	12	4	1			BC
1.5	0	2	0	0	0	0.5	1	2.5	12	9	10	17	31	12	2	sp	5 A1
0	0	0	0	0	0	0.1	0.4	1	4.5	6	7	25	47	9	0.4		A2
0	0	0	0	0	0	1	1	3.5	21	9	3.5	8	28	20	5	0.2	B2h
0	0	0	0	0	0	0.1	0.5	2.5	9	1.2	9	25	35	6	1		B2
0	0	0	0	0	0	0.4	0.5	2	12	9	8	19	37	12	1.5		B3
0	0	0	0	0	0	0.5	0.5	1.5	6	8	6	17	44	15	2		C
2.5	0	0.4	3	0	0.5	5	7	13	27	22	13	4	2	1	0.4		6 A2
4.5	0.1	0	2	1.5	0.2	7	8	14	26	21	12	2.5	1.5	0.5	0.3		B2h
3.5	0	0	0	1	1	4	6	14	29	23	12	3.5	2	0.5	0.2		B2
0	0	0	0	0	0	2.5	7	15	31	23	12	3.5	2	2	1		B3ir
0	0	0	0	0	0	2.5	7	16	33	24	13	3	1.5	0.5	0.1		C
2.5	0.3	1.5	0.5	0.5	0.3	1.5	2.5	8	23	37	14	4.5	1.5	0.5	0.1		7 Aan
0	0	0	0	0	0	1	2.5	8	37	26	17	5	2	0.5	0.3		A2
4.5	0	0	0.5	0.5	0.5	1	2	9	25	37	12	5	2	0.5	0.1		B2h
2.5	0	0.3	0.1	sp	0.2	0.5	2.5	9	32	28	16	5	2	0.5	0.1		B2
0	0	0	0	0	0	0.4	2	8	32	32	19	4.5	1.5	0.3			B3
0	0	0	0	0	0	1.5	3.5	11	34	29	15	3.5	1.5	0.5	0.2		B3C
3.5	0	0.1	2	2	1	3	4.5	10	19	29	15	5	4	2	0.3		8 A0
2.5	0	0.3	1	1	1	2.5	4.5	10	19	30	16	6	4	2	0.5		A21
2.5	0	0.1	1	0.5	1	2.5	4	9	19	31	16	6	4.5	2.5	0.5		A22
0	0	0	0	0	0	1.5	4.5	13	22	30	14	6	5	3.5	1	0.4	B2ir
0	0	0	0	0	0	1.5	3.5	10	20	31	17	7	6	5	0.5		B2
0	0	0	0	0	0	1.5	3.5	9	18	30	19	8	6	3.5	1	0.5	B3C
34	1.5	3.5	6	5	5	17	10	3.5	4	5	2	1	0.5	0.4	0.3		D
1.5	1	0	2	1	1	2.5	3	8	31	28	17	4	1.5	0.4	0.2		9 A1
1	0.4	0	1.5	0.5	0.3	1	8	10	28	31	19	4	1.5	0.3			A2
1.5	0	1	0	0	0	0.5	1.5	8	33	29	18	4.5	1.5	0.5	0.3		B2
0.5	0.2	1	0	0.2	0.3	0.5	2	14	35	27	14	3	1	0.4	0.1		B3
4	0.3	2.5	2	1	2.5	4	3.5	5	8	13	11	11	21	10	3	0.2	10 A1
3.5	0	2	3.5	2	1	3.5	3	4	5	7	8	13	22	19	5	0.2	A2
4.5	0.5	1	2	0.5	1	3	2.5	3	2	3	8	17	28	18	5	0.2	B2
0	0	0	0	0	0	1.5	1	0.5	0.5	2	9	22	37	22	4	0.2	B3
16	1.5	5	2.5	2	2.5	3	1.5	1.5	1.5	3	6	10	16	15	9	2.5	D
4	0.1	1.5	1.5	1	1	1.5	1.5	2	3.5	11	27	31	11	2.5	0.5	0.3	11 A1
4.5	0.4	2	1.5	1	1	2	1.5	2.5	4	12	27	28	10	2	0.5	0.2	B21
3	0.5	1.5	1.5	1.5	1	1.5	1	2	4	12	28	30	10	2	0.5		B22
3	0.1	1	1	1.5	1	1.5	1.5	1.5	3	9	28	35	11	2	0.5	0.2	B3
0	0	0	0	0	0	0.4	0.5	1	1	4.5	32	42	14	3	0.5	0.4	C
4	1	1.5	2	2.5	3	8	4.5	6	11	21	20	10	6	2.5	0.3	0.1	12 A1
4	0.5	1.5	1	0.5	3	4.5	4	7	11	23	21	10	6	2.5	1		B2
2	0.5	1	1	0.5	2.5	4.5	6	12	20	31	12	3.5	2	0.5	0.2		B3
2	0.1	1	0.5	1	1.5	3	6	19	28	29	6	2	0.5	0.2			C
5	1	1.5	3	1.5	2.5	2	1.5	3	8	12	20	16	14	7	2	1	13 A1
4.5	1.5	1.5	1	1.5	2.5	1.5	1.5	2.5	7	11	20	16	15	8	3.5	2	B2
3.5	0.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	6	10	21	19	16	9	3	2	B3
2.5	0	0	1.5	2	1	1	0.5	1	4	10	23	20	18	10	4	2	C
5	1.5	0.1	3	2.5	2.5	2.5	2	3.5	9	13	20	15	13	6	1.5	0.5	14 A1
5	0.1	1	2.5	1.5	2	1.5	1.5	2.5	8	12	21	16	14	7	3	1	B2
1.5	0	4	1	2	2	1	1.5	2.5	7	11	21	19	14	7	2.5	1.5	B3
3.5	0.1	0.5	2	2	1.5	0.5	1	1.5	5	11	24	19	16	8	4	1	C
2.5	2.5	1	2	0.5	0.3	1.5	2	6	15	33	21	7	3.5	1.5	0.5	0.4	15 A1
4	0.5	1	0.5	0.3	1.5	1.5	2	5	15	36	22	6	2.5	1	0.5	sp	B2
0	0	0	0	0	0	0.5	1.5	6	18	43	23	5	2	0.5	0.4		BC

TABEL 2. De humusgehalten van de bodemhorizonten in de verschillende profielen
TABLE 2. *Humus content of the soil horizons in the profiles described*

Profiel nr. *No. of profile*	Bodemhorizonten / *Soil horizons*				
	A1	A2	B2h	B2	B3
4	13.5 w	1.7	6.7	2.5	0.7
3	11.5 w			6.0	0.8
5	10.4 w	0.3	4.7	1.6	0.5
2	10.1 w	1.7	9.2	3.3	0.9
12	8.4 w			2.5	1.2
9	7.1 c	0.6		2.2	1.2
11	4.5 w			3.9	0.7
10	4.4 c	0.3		3.1	0.6
7	4.3 c	0.2	3.4	3.9	1.7
15	3.2 c			1.6	0.7
13	2.5 c			1.7	1.2
14	2.4 c			1.2	1.0
1	0.6 w	0.3		0.5	0.5

c = in cultuur / *cultivated* w = woest / *waste land*

stofgehalte. De kleur van deze horizont hangt hiermede nauw samen. Alle goed ontwikkelde podzolen hebben in de B2-horizont meer dan 1% organische stof. Het profiel nr. 3 van de Garderense heide heeft zelfs 6%.

Het verloop van het organische-stofgehalte van boven naar beneden weerspiegelt goed de aard van de verschillende bodemhorizonten (Schelling, 1960, pag. 25).

De aard van de organische stof, afgemeten aan het N-gehalte van de humus, blijkt in de eerste plaats de wel en de niet ontgonnen gronden te scheiden (zie tabel 3 en Schelling, 1960, fig. 17).
Beschouwt men grotere aantallen gegevens, dan treedt een zekere overlap op, die echter niet groot is (zie fig. 2).

Binnen deze groepen van gronden afzonderlijk hebben de moderpodzolen meestal een wat hoger N-gehalte van de humus dan de humuspodzolen. Het

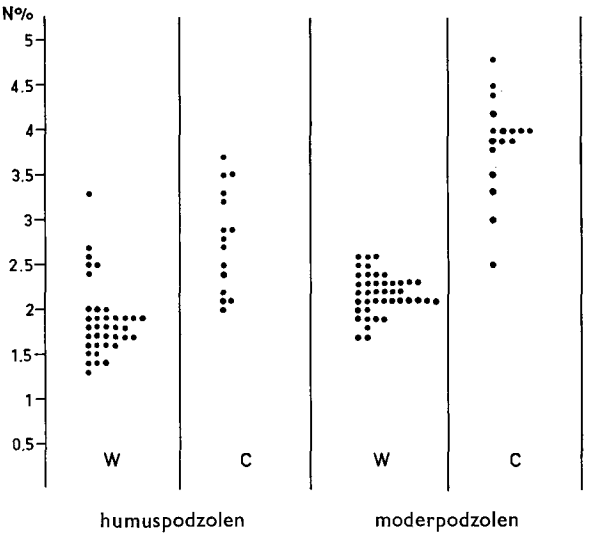
TABEL 3. N-gehalten van de humus van A1-horizonten, gerangschikt van hoog naar laag
TABLE 3. *Nitrogen content of the humus of the A1 horizons, arranged from high to low*

Profiel nr. *No. of profile*	Bodemhorizonten / *Soil horizons*		
	A1	B2h	B2
14	3.70 c		
13	3.60 c		
10	3.18 c		2.26
15	3.12 c		
7	3.02 c	1.77	
9	2.80 c		1.40
12	2.26 w		2.00
11	1.77 w		
8	1.75 w		
2	1.68 w	1.95	
5	1.44 w	0.42	1.25
6	1.33 w	1.48	0.60
4	1.04 w	1.80	
3	0.43 w		2.16

c = in cultuur / *cultivated* w = woest / *waste land*

Fig. 2. N-gehalten van de humus van A1-horizonten van humus- en moderpodzolen uit de provincie Gelderland
Fig. 2. Nitrogen content of the humus of the A1 horizons of humus and moder podzol soils in the province of Gelderland

w = woest / *waste land*
c = in cultuur / *cultivated*



grote verschil in N-gehalte van de humus tussen de A1-horizont en de B2-horizont in profiel 3, komt goed overeen met het voorkomen van vrij veel moderhumus in de B-horizont en het amorfe karakter van de humus in de A1-horizont.

IJzer

Het Fe_2O_3-gehalte blijkt in de bodemhorizonten van de humuspodzolen op karakteristieke wijze te verlopen (zie fig. 3a en Van Diepen, 1956).

Steeds is het gehalte in de A1-horizont hoger dan in de eronder liggende A2-horizont. De hoogste gehalten komen steeds voor in de B2-horizont, tenzij er duidelijke oorzaken zijn aan te wijzen voor een maximum in een andere horizont. In de B3- en C-horizont neemt het Fe_2O_3-gehalte weer af.

In de profielen 1 en 6 bevindt zich het maximum in de B3ir-horizont, wat ongetwijfeld verband houdt met het voorkomen van roestvlekken.

In de profielen 4 en 8 werd de B2ir-horizont afzonderlijk bemonsterd, waardoor uiteraard in deze horizont het grootste gehalte Fe_2O_3 werd gevonden.

Het Fe_2O_3-gehalte in alle A1-horizonten is, met uitzondering van profiel nr. 3, laag. Het hoge Fe_2O_3-gehalte in de A1-horizont van profiel nr. 3 moet mogelijk worden toegeschreven aan het hogere leemgehalte.

In de profielen 7 en 10 is het iets hogere Fe_2O_3-gehalte in de A1-horizont waarschijnlijk een gevolg van de aanwezigheid van een oud bouwlanddekje.

Het profiel 5, Filipsberg, heeft opvallend lage Fe_2O_3-gehalten. Het verloop hiervan beantwoordt aan de verwachtingen. De lage gehalten zullen samenhangen met de aard van het moedermateriaal. Dat is nl. wit zand van oostelijke herkomst, dat mineralogisch zeer arm is. Het lage Fe_2O_3-gehalte in de B3-horizont van de Treek (profiel 4) wijst erop, dat dit profiel ijzer heeft verloren. Bij de beoordeling in het veld werd deze verwachting reeds uitgesproken.

Splitst men de overige humuspodzolen zonder ijzerhuidjes onder de B2 in gronden, die betrekkelijk korte tijd en gronden die langere tijd per jaar een

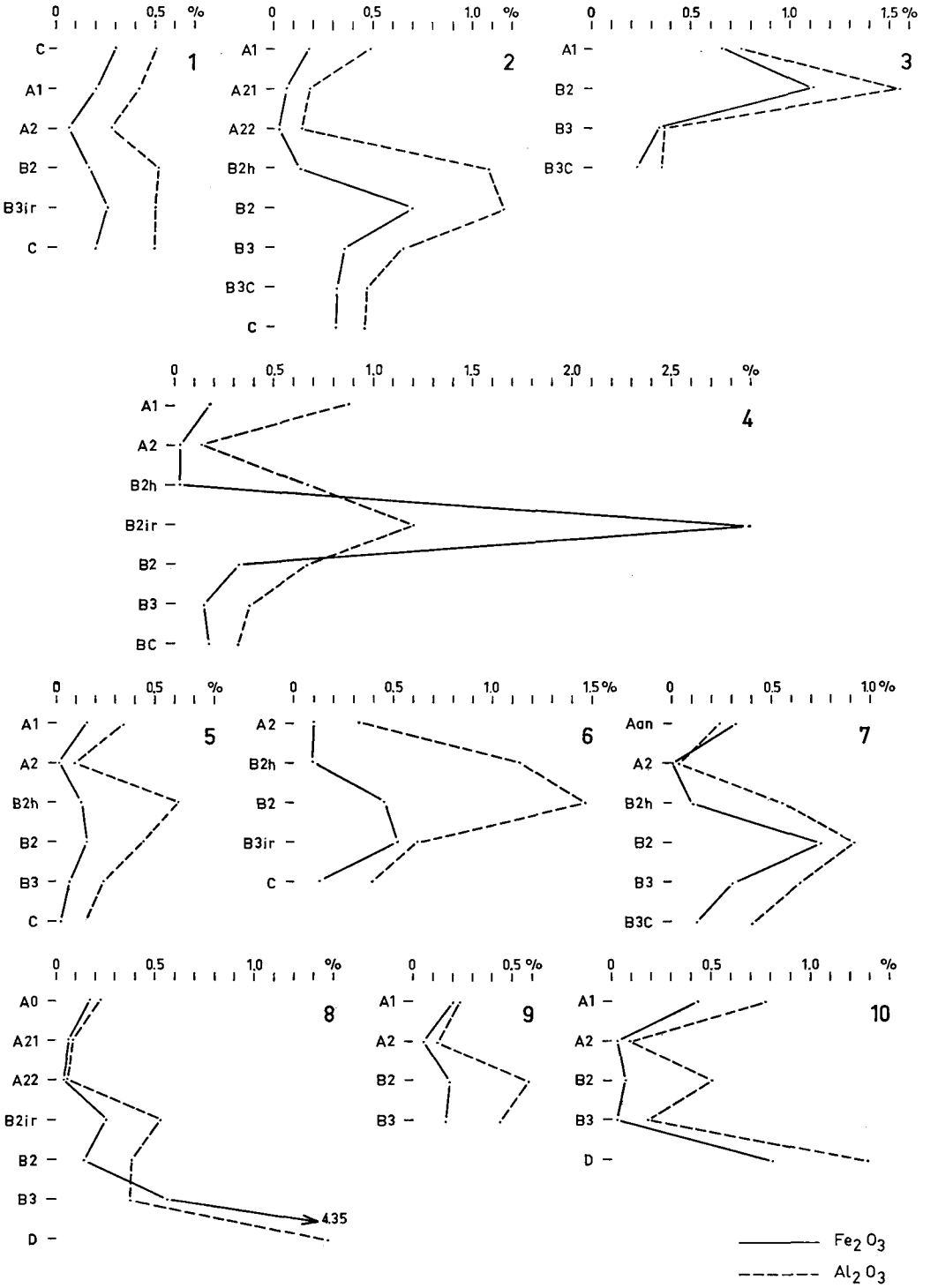


Fig. 3a. Schematische voorstelling van het verloop van de Fe_2O_3 en Al_2O_3-gehalten in humuspodzolprofielen

Fig. 3a. Diagram of the variation with depth of the iron and aluminium content of humus podzol profiles

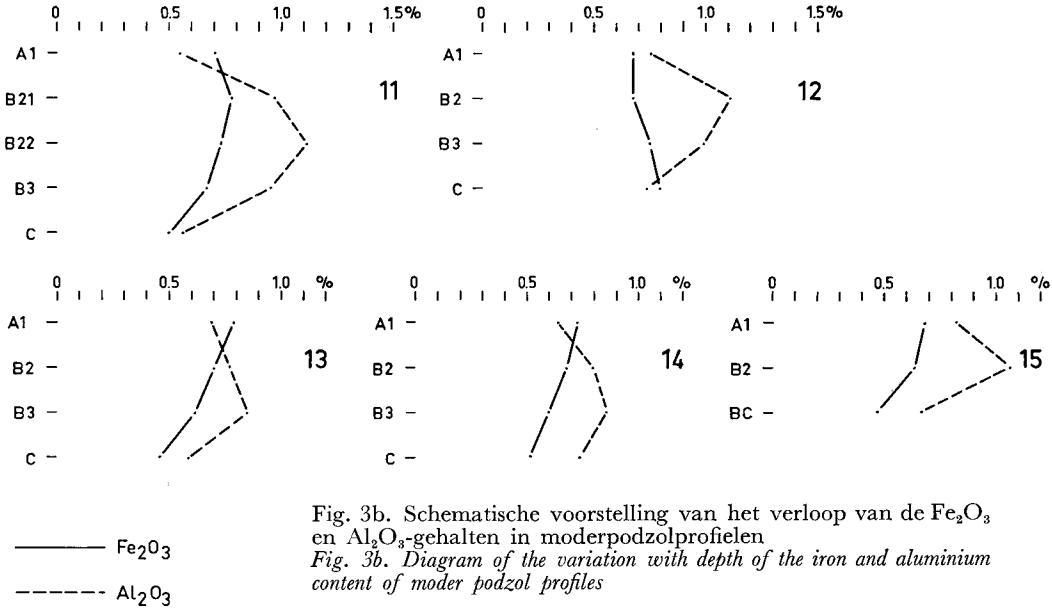


Fig. 3b. Schematische voorstelling van het verloop van de Fe_2O_3 en Al_2O_3-gehalten in moderpodzolprofielen
Fig. 3b. Diagram of the variation with depth of the iron and aluminium content of moder podzol profiles

hoge grondwaterstand hebben, dan behoren tot eerstgenoemde: de profielen 6 en 7, tot laatstgenoemde: de profielen 8, 9 en 10. Wij zullen ze aanduiden als respectievelijk middelhoge en lage humuspodzolen, In de middelhoge humuspodzolen komt een aanzienlijke ophoping voor van Fe_2O_3; in de lage humuspodzolen is dit veel minder duidelijk, de gehele B-horizont is arm aan Fe_2O_3.

In de moderpodzolen komt een duidelijke verrijking van de B-horizont met Fe_2O_3 niet of nauwelijks voor (zie fig. 3b).

In het profiel nr. 11 van de Utrechtse Heuvelrug is wel enigszins van een Fe_2O_3-ophoping in de B-horizont sprake. Bij de beschrijving in het veld is dan ook melding gemaakt van enige verplaatsing van disperse humus, die als fibers in de ondergrond aanwezig is. Het verloop van het Fe_2O_3-gehalte in het profiel nr. 12, Drieberg, is merkwaardig, omdat het naar beneden iets toeneemt. Het betreft hier een goed ontwikkelde moderpodzol, waarin echter het zand van boven naar beneden nogal wat fijner wordt.

In de profielen 13, 14 en 15 neemt het Fe_2O_3-gehalte naar beneden af. Dit werd ook op verscheidene andere plaatsen gevonden.

In de moderpodzolen blijken de Fe_2O_3-gehalten in de verschillende horizonten weinig te verschillen. Vermoedelijk treft men een geringe afneming aan van boven naar beneden.

Aluminium

Het verloop van de gehalten aan Al_2O_3 in de profielen is duidelijk gebonden aan de verschillende bodemhorizonten. In de humuspodzolen lopen zij ongeveer parallel met de gehalten aan Fe_2O_3, echter niet geheel. Het valt op dat in de B2h-horizonten steeds een aanzienlijke ophoping van Al_2O_3 heeft plaats gevonden; met Fe_2O_3 is dat niet of in geringere mate het geval. Dit vond ook Van Schuylenborgh, 1962.

In enige gevallen waarin roestvlekken in een horizont een hoger Fe_2O_3-gehalte veroorzaken, blijkt Al_2O_3 hiermee niet parallel te lopen. Dit is o.a. het geval in de B3ir van profiel 1 en van profiel 7. Men zou hieruit voorzichtig kunnen concluderen, dat roestafzettingen vanuit het grondwater in het bovenste gedeelte niet vergezeld gaan van overeenkomstige afzettingen van Al_2O_3. De zeer sterke ophoping van Al_2O_3 in de B2-horizont van profiel 7 gaat samen met verkitting van die horizont. Dit verschijnsel werd ook in andere hier niet beschreven humuspodzolen waargenomen. Evenals dat het geval is met het Fe_2O_3-gehalte, is het Al_2O_3-gehalte in de verschillende bodemhorizonten lager naarmate de grond gedurende een groter gedeelte van het jaar nat is. Maar terwijl in de zeer natte gronden het Fe_2O_3-gehalte soms nauwelijks meer een verband te zien geeft met de verschillende bodemhorizonten, blijft het Al_2O_3-gehalte duidelijk aan deze horizonten gekoppeld.

In de moderpodzolen varieert het Al_2O_3-gehalte duidelijk met de verschillende bodemhorizonten, dit in tegenstelling tot het Fe_2O_3-gehalte. Van Schuylenborgh (1962) vond geen duidelijke verschillen in de Al_2O_3-gehalten van de verschillende bodemhorizonten van de moderpodzolen. Samen met genoemde auteur zal worden onderzocht in hoeverre dit is toe te schrijven aan het verschil in analysemethode.

In vergelijking met de humuspodzolen is het Al_2O_3-gehalte in veel horizonten van de moderpodzolen hoog.

CONCLUSIES

De analysegegevens, zoals die door het Bedrijfslaboratorium voor Gronden Gewasonderzoek te Oosterbeek worden verstrekt, kunnen in veel gevallen de waarnemingen in het veld in belangrijke mate steunen en corrigeren. De veronderstelling dat podzolen gronden zijn met een podzol-B, dat is een inspoelingshorizont waarin organische stof met sesquioxyden of vrijwel uitsluitend organische stof is opgehoopt, wordt door de analysegegevens ondersteund.

In de moderpodzolen en in de humuspodzolen die een groot gedeelte van het jaar nat zijn betreft de ophoping van sesquioxyden in de B-horizont vaak uitsluitend aluminium. Naarmate de humuspodzolen natter zijn, zijn de gehalten aan Fe_2O_3 geringer.

De gehalten aan Fe_2O_3 en Al_2O_3 in de bodemhorizonten van humuspodzolen verlopen niet geheel parallel. Naar verhouding wordt aluminium in de B2h-horizont veel sterker opgehoopt dan ijzer.

Waarschijnlijk gaat een verkitte B2-horizont gepaard met een hoog Al_2O_3-gehalte; het omgekeerde behoeft echter niet het geval te zijn.

Als in de B3-horizont geen roestvlekken aanwezig zijn, dan is het Fe_2O_3-gehalte van leemarme B3-horizonten in dekzand, als ijzerhuidjes om de zandkorrels ontbreken, lager dan ca. 0,30%. Zijn ijzerhuidjes om de zandkorrels of roestvlekken aanwezig, dan is het gehalte gewoonlijk hoger.

In de onderzochte profielen neemt het gehalte van de minerale delen kleiner dan 50 mu, met de diepte af.

Aanzienlijke pH-sprongen komen in de onderzochte bodems niet voor. Het N-gehalte van de organische stof is in moderpodzolen gewoonlijk hoger dan in de humuspodzolen. Het N-gehalte van de organische stof is in cultuurgronden gewoonlijk hoger dan in vergelijkbare niet ontgonnen gronden.

juni 1963

SUMMARY

Some 15 podzol soil profiles are described. Various features of the soils are compared with analytical data obtained in the laboratory. In many instances a fair correlation is found.

The soils are divided into humus podzol soils (see fig. 3 no. 1–10) and moder podzol soils (see fig. 3 no. 11–15). The humus podzol soils have a podzol B horizon into which mainly amorphous organic material and sesquioxides have been illuviated. The moder podzol soils have a podzol B horizon in which the illuviated organic material occurs mainly as well recognizable excrements of the soil fauna. They are comparable with Brown Podzolic Soils.

The humus podzol soils all have a maximum content of Fe_2O_3 in the B horizon. In wet humus podzol soils the Fe_2O_3 content is low throughout the profile (see fig. 3 no. 8–10).

Al_2O_3 contents increase largely in the B2h horizons.

In the moder podzol soils Fe_2O_3 contents do not show a clear connection with the different soil horizons. Al_2O_3 contents are highest in the B horizon.

The nitrogen content of the humus of all podzol soils is highest in the cultivated soils (see tab. 3 and fig. 2).

The contents of particles <50 mu decrease in all profiles with depth. Presumably this is due to various circumstances, for example soil formation, a slight loess depostition (see tab. 1 no. 3) and accumulation of plant opal (see tab. 1 no. 2) etc.

LITERATUUR

Bakker, H. de en J. Schelling: Een systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. In voorbereiding.

Crommelin, R. D., 1953: Over de stratigrafie en herkomst van de preglaciale afzettingen in Midden Nederland. Geol. en Mijnb. *15*, 305–321.

Diepen, D. van, 1956: De gloeimethode als vorm van ijzeronderzoek bij de profielstudie van zandgronden. Boor en Spade *VIII*, 160–173.

Edelman, C. H., 1963: Bospodzolgronden en Heidepodzolen. Boor en Spade *XIII*, 51–60.

Jongerius, A., 1957: Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur. Bodemk. Studies 2. Versl. Landbk. Onderz. 63.12.

Maarleveld, G. C., 1956: Grindhoudende middenpleistocene sedimenten. Maastricht.

Maarleveld, G. C. en R. P. H. P. v. d. Schans, 1961: De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei. T.K.N.A.G. deel LXXVIII no. *1*, 22–35.

Marel, H. W. van der, 1949: Mineralogical composition of a heath podzol profile. Soil Sci. Vol. *67*, nr. 3, 193–207.

Pape, J. C., 1961: De zandgronden. In: Bodemkunde, 156–172. 's-Gravenhage.

Pijls, F. W. G., 1959: Toepassingen van bodemclassificatie. Landbouwk. Tijdschr. *71e* jrg., dec., 756–774.

Schelling, J., 1960: De hoge bosgronden van Midden-Nederland. Wageningen.

Schuylenborgh, J. van, 1962: On soil genesis in temperate humid climate. I. Some soil groups in the Netherlands. Neth. J. Agric. Sci. Vol. 10, 127–144.

Simonson Roy, W., 1959: Outline of a general theory of soil genesis. Soil Sci. Soc. Am. Proc. *23*, 152–156.

Stobbe, P. C. and J. R. Wright, 1959: Modern concepts of the genesis of podzols. Soil Sci. Soc. Am. Proc. *23*, 161–164.

T.K.N.A.G. = Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap.

PODZOLEN IN TERTIAIRE ZANDEN IN ZUID-LIMBURG

Podzols in Tertiary sand in Zuid-Limburg

door/*by*

J. M. M. van den Broek[1])

Tertiaire sedimenten worden in Zuid-Limburg op verschillende plaatsen – o.a. de Brunssumer heide en het gebied van Vaals tot Noorbeek zuidelijk van de oeverrand van de kwartaire Maas – aangetroffen. Ze zijn daar niet door jongere kwartaire sedimenten (Maasterrasafzettingen of löss) overdekt. Verder worden zij gevonden op plaatsen, waar zij door erosie van de jongere sedimenten of door breuktektoniek aan de oppervlakte zijn gekomen.

De belangrijkste van deze tertiaire afzettingen zijn de leemarme kwartszanden van het Mioceen en de kwartsrijke grinden en grindrijke zanden van het Plioceen. Oligocene sedimenten, die veelal een meer lemig of kleiig karakter hebben, komen direct aan de oppervlakte weinig voor in Zuid-Limburg.

In verschillende ontsluitingen worden in pre-kwartaire afzettingen diep en sterk ontwikkelde fossiele bodems met een uitgesproken rode en roodgele kleur aangetroffen. Deze bodems vertonen in alle afzettingen, zowel in de tertiaire zanden als in de senone krijtgesteenten, een grote overeenkomst. Ze moeten ontstaan zijn in de warme, vochtige klimaatperiode met geringe sedimentatie-activiteit van het laat-Tertiair, die in West-Europa gekenmerkt is door een sterke verwering en bodemvorming (Van der Waals en Van den Broek, 1962). Op deze fossiele bodemprofielen zal hier niet verder worden ingegaan.

Onder het huidige klimaat treedt in de arme miocene en pliocene zanden met hun grote doorlatendheid een sterke podzolering op. De recente bodemprofielen bestaan uit zeer diep ontwikkelde humuspodzolen. De pliocene en miocene afzettingen in Zuid-Limburg bestaan uit zeer arme witte kwartszanden met een uiterst gering percentage zware mineralen (veelal minder dan 1%). Het zijn overwegend continentale afzettingen, met plaatselijk een duidelijke kriskras-gelaagdheid. Van de continentale afzettingen, die een deel van de miocene zanden uitmaken, bevat de zware-mineralenassociatie hoge percentages metamorfe mineralen (stauroliet, distheen e.a.), kenmerkend voor de B-provincie. De mariene fasen, die in het Plioceen niet voorkomen, hebben een zware-mineralenassociatie van granaat, epidoot en amfibool, kenmerkend voor de A-provincie (Edelman en Doeglas, 1933; Edelman, 1938, 1948).

Een deel van de continentale miocene afzettingen bevat behalve metamorfe mineralen ook granaat (Muller, 1943). De lichte fractie van het continentale Mioceen en het Plioceen bevat hoge percentages orthoklaas (Van Baren, 1934). De mariene fasen in de miocene afzettingen zijn veelal groen getint door de aanwezigheid van glauconiet.

Miocene afzettingen hebben een zeer homogene granulaire samenstelling, vaak tot grote diepte. Het miocene zand heeft zeer lage ijzer- en aluminiumgehalten, n.l. 0,01 à 0,03% Fe_2O_3 en 0,05% Al_2O_3 (Jongmans en Van Rummelen, 1938).

[1]) Afd. Limburg, Stichting voor Bodemkartering.

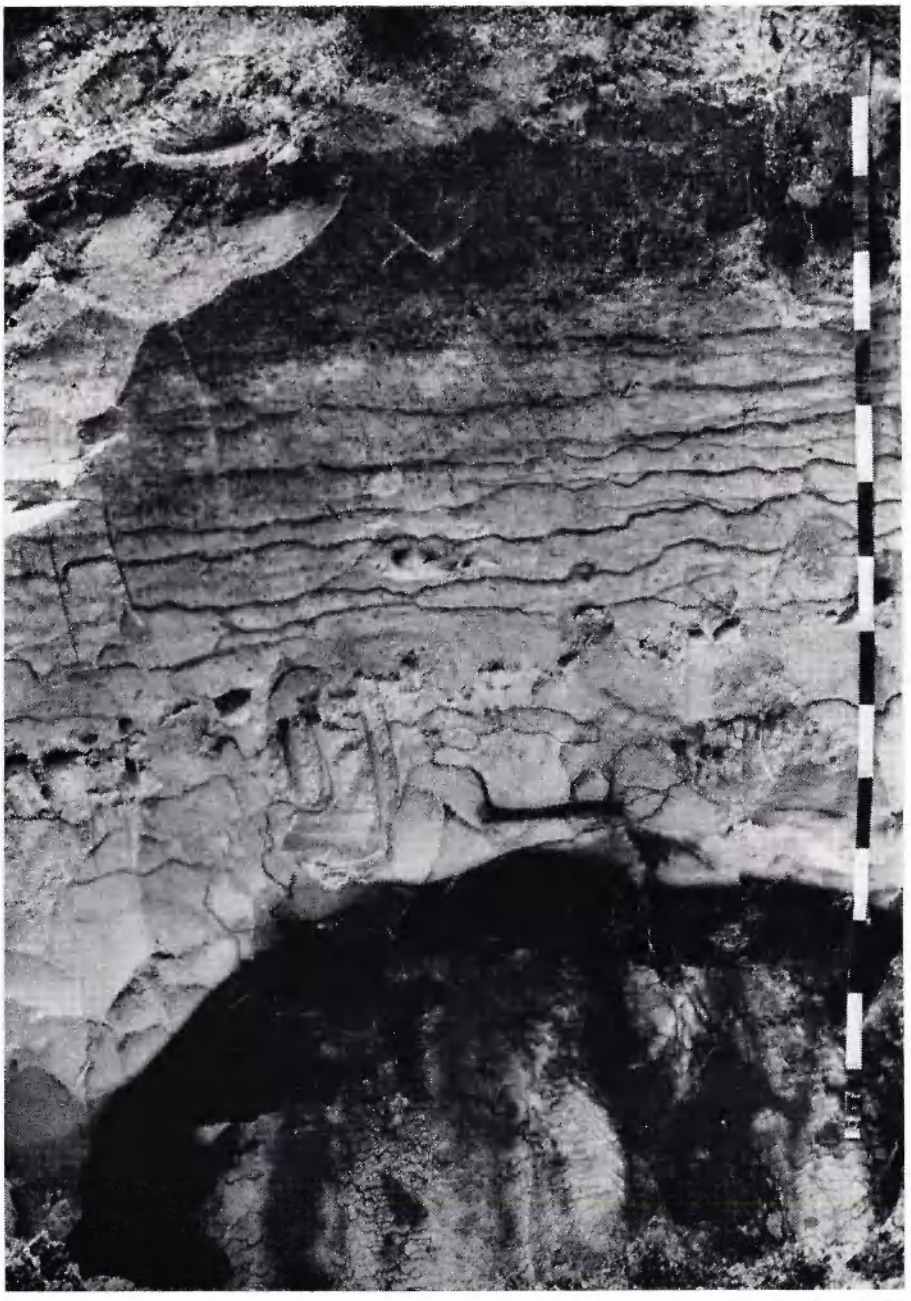


Foto: Stiboka nr. L102

Fig. 1. Diep ontwikkeld humuspodzol in mioceen zand; dikke A2-horizont (ca. 90 cm); links een diepe zak van de A2. Dunne humusfibers in de A2 en onder de B2h-horizont
Fig. 1. Deep humus podzol profile in Miocene sand; at the left a deep tongue of A2. Thin fibers of humus in the A2 and under the B2-horizon

Recente bodemprofielen in deze zanden zijn zeer sterk ontwikkelde, diepe humuspodzolen (fig. 1). In deze van nature ijzerloze of zeer ijzerarme witte zanden verschilt de A2-horizont (loodzandlaag) in kleur vrijwel niet van het moedermateriaal. De humus-B-horizont bestaat uit een of meer B2h-lagen van vele centimeters dikte met scherpe boven- en ondergrens. In zeer dikke zandpakketten komt veelal, over een diepte van verscheidene meters, een serie opeenvolgende B2h-lagen voor. De bovenste is vaak dikker dan de diepere. Hun onderlinge afstand wisselt van 10 tot 30 à 50 cm. Hoewel zij vrij sterk kronkelig en golvend kunnen zijn, lopen zij in grote lijnen horizontaal. Op vele plaatsen zijn zij doorbroken door verticale oplossingen.

Waar trechtervormige oplossingen voorkomen in de zone van de B2h-lagen, kan de A2-horizont tot 2 m dik zijn; normaal varieert deze in dikte van ca. 70 tot 90 cm. Door Wortmann en Maas (1954) werden in Westfalen

Foto: Stiboka nr. L101

Fig. 2. Sterk ontwikkeld humuspodzol in plioceen zand. De B2h ligt boven een niet continu doorlopende grindlaag; waar deze laatste ontbreekt, is de B2h dieper ontwikkeld
Fig. 2. Strongly developed humuspodzol in Pliocene sand. The B2h is overlying a non continuous layer of gravel; where the latter does not occur the B2h is developed at a greater depth

gelijksoortige profielontwikkelingen beschreven. In de dikke A2-lagen en tussen de B2h-lagen komen veelal dunne humusfibertjes (van ½ tot 2 cm) voor. Zij hebben een vrij horizontaal verloop. Plaatselijk raken ze de dikkere humusbanden of vallen ermee samen, maar ze zijn er verder toch onafhankelijk van. Ze lopen ongewijzigd horizontaal door de diepere (A2-)oplossingsholte. Door de aanwezigheid van deze bandjes heeft het met de boor omhoog gehaalde zand vaak een heterogene en grauwwitte kleur. Soms worden zij dan, ten onrechte, aangezien voor humeuze A1-laagjes van dunne stuifzandlagen, zoals die o.a. door Schelling (1955) bescheven zijn. De bovenste B2h-laag wordt dan aangezien voor de oorspronkelijke A1. In de profielkuil echter is de bodemkundige opbouw duidelijk (fig. 1).

Pliocene afzettingen zijn veelal sterk gelaagd. De dikte van de A2-laag is afhankelijk van de diepte van in het profiel voorkomende grindlagen, waarboven de B2h ontwikkeld is (fig. 2). Wanneer in het zand verscheidene grindlagen op geringe diepte voorkomen, zijn vaak ook verscheidene B2h-lagen gevormd; deze volgen dan veelal de richting van de gelaagdheid in het sediment (fig. 3).

Hebben de tertiaire kwartszanden een dun lössleemlaagje, of heeft de bovengrond ervan een bijmenging met lössleem, dan heeft zich onder de bovenste humusband vaak een dunne en weinig vaste ijzer-B-laag (B2ir, ijzeroerlaag) gevormd. Het pliocene zand dat iets ijzerrijker is dan het miocene, heeft soms ook een zwakke B2ir-laag onder de bovenste B2h-laag. Met uitzondering van deze B2ir-lagen zijn deze gronden geheel ijzerloos.

De sterke en diepe podzolering in de miocene en pliocene zanden hangt dan ook samen met hun chemische armoede en sterke doorlatendheid. Evenals in de pliocene afzettingen met grindlagen op geringe diepte, wordt een ondiepe humusinfiltratie van de B2h-laag aangetroffen in de dunnere zand-

Foto: Stiboka nr. L103

Fig. 3. Humuspodzol in gelaagd plioceen zand en grind. Boven een serie grindlagen in het zand zijn telkens B2h-horizonten ontstaan in de hellingsrichting van de grindlagen
Fig. 3. Humus podzol in stratified Pliocene sand and gravel. B2h horizons have developed on top of and concordant with each of a series of gravel layers

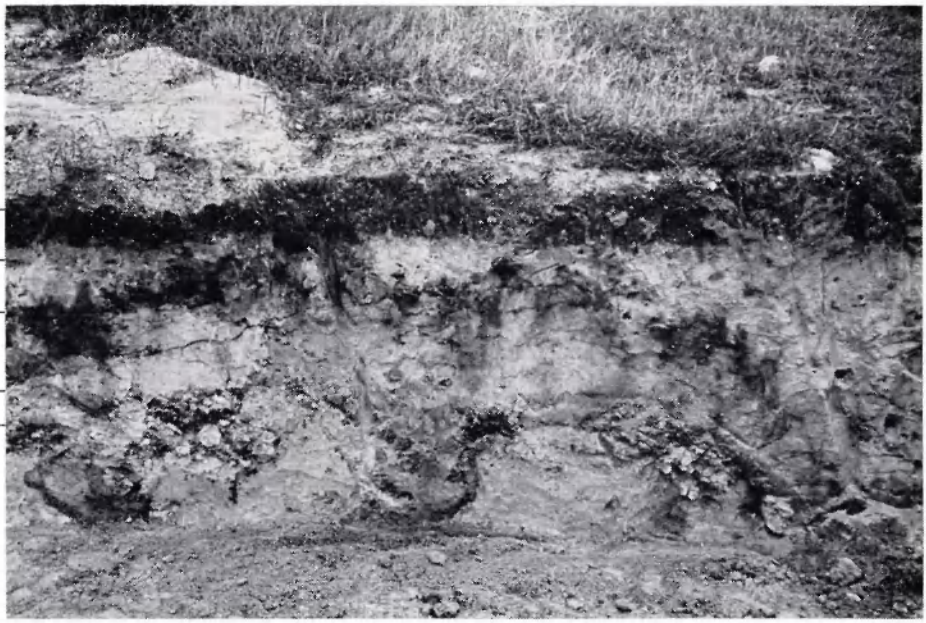


Foto: Geologisch Bureau, Heerlen, nr. 5328

Fig. 4. Ondiepe humuspodzol in ijzerarm zand met krijtgesteente op geringe diepte. Bij grotere diepte van het krijt (rechterzijde van de foto) is de B2h-horizon dieper ontwikkeld
Fig. 4. Shallow humus podzol in non ferruginous sand over limestone bedrock at a slight depth. On places of greater depth of the bedrock (at the right) the B2h horizon has developed at greater depth

pakketten, die op krijtgesteente of vuursteen rusten (fig. 4). In het vuursteengebied om Vaals en in het aangrenzende Belgische gebied worden dunnere zandpakketten vaak gevonden als de in oplossingsholten van het krijtgesteente achtergebleven resten van een oorspronkelijk veel uitgebreidere afzetting uit het Tertiair, die later door erosie voor een groot deel verdwenen is.

Een tweetal profielen, afkomstig van Schaesberg en Simpelveld, worden hier als voorbeeld van podzolen in tertiaire zanden uitvoerig weergegeven.

I. SCHAESBERG

Ligging: Schaesberg; tegen de flank van de Heksenberg
Hoogteligging: ± 120 m + NAP
Reliëf: heuvelachtig; helling 5% in N-richting, 12% in ZZO-richting
Vegetatie: berken, dennen, heide
Moedermateriaal: wit kwartszand (Mioceen), overdekt met afgeschoven kwartszand en grind (Mioceen en Plioceen)
Grondwaterstand: dieper dan 10 m
Biologische activiteit: zwak in humeuze bovengrond
Bewortelingg: hoofdmassa van de wortels bovenin de humushoudende laag; enkele boomwortels nog op 1,5 m zichtbaar

Profielbeschrijving (fig. 5):
A0 + A1 0–38 Heterogeen, humeus tot humusarm, matig fijn zand. De humeuze delen zijn zwart (N 2/0), de humusarme grijs (10 YR 6/1); bij wrijven van beide componenten ontstaat

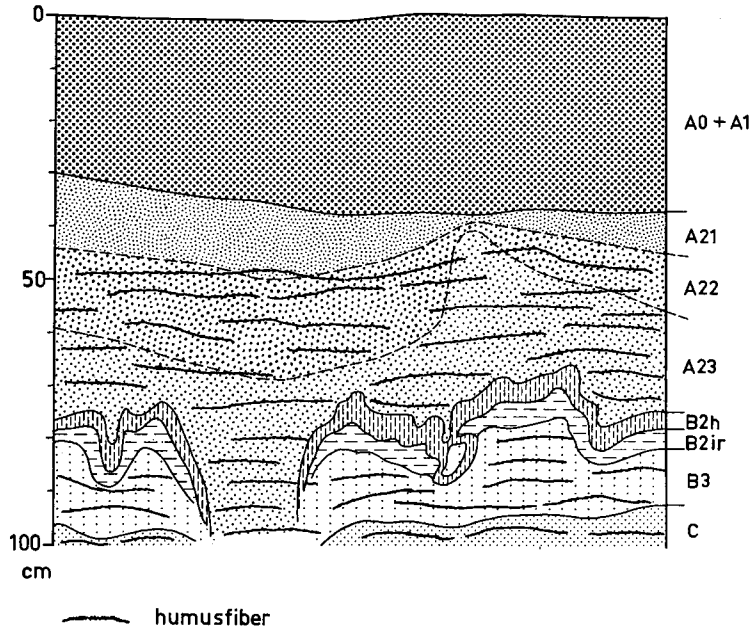


Fig. 5. Schematisch profiel in wit mioceen zand met zeer diep ontwikkeld humuspodzol en door de B-horizont heen reikende zak van de A2

Fig. 5. Outline of a profile in white Miocene sand with a very deep humus podzol and a deep tongue of A2 piercing the B horizon

		een rossig-zwarte kleur (5YR 2/1); de ondergrens is matig scherp en regelmatig.
A21[1])	38–45	Grijs-lichtgrijs (10 YR 6/1), humusarm, zeer los, matig fijn zand; plioceen grind aanwezig. Diffuse ondergrens.
A22[1])	45–64	Rossig lichtgrijs (5 YR 7/2), los matig fijn zand met enig grind; zeer dunne humusfibers. Diffuse ondergrens.
A23	64–75	Wit (5 YR – 10 YR 8/1), los matig fijn zand met grind; plaatselijk in oplossingszakken tot dieper dan 100 cm in de B-laag doordringend; veel dunne humusfibers; scherp en duidelijk begrensd tegen
B2h	75–80	zwarte (10 YR 2/1), bij wrijven rossig-zwarte (5 YR 2/1), vrij vaste, matig humeuze humusinspoelingsgrond in fijn zand, met sterk golvend verloop; bij druk gemakkelijk openwrijfbaar. Vrij scherpe ondergrens.
B2ir	80–87	Oranje-bruine (7,5 YR 5/8), matig verkitte ijzerinspoelingslaag, pleksgewijs met wit zand zonder ijzerinspoeling; geleidelijk overgaand in
B3	87–95	ijzerarme overgangslaag met geel tot licht grijsgele kleur (10 YR 7/6–7/4) van fijn zand met 1 à 2 cm dikke humusfibers.
C	95–	Wit tot lichtgrijs (10 YR 8/2–7/1) fijn zand; sterk kronkelige humusfibers, 2–3 à 4 cm dik, op onderlinge afstanden van 7 à 10 cm.

[1]) De A21- en A22-horizonten zijn plaatselijk zeer dun of afwezig.

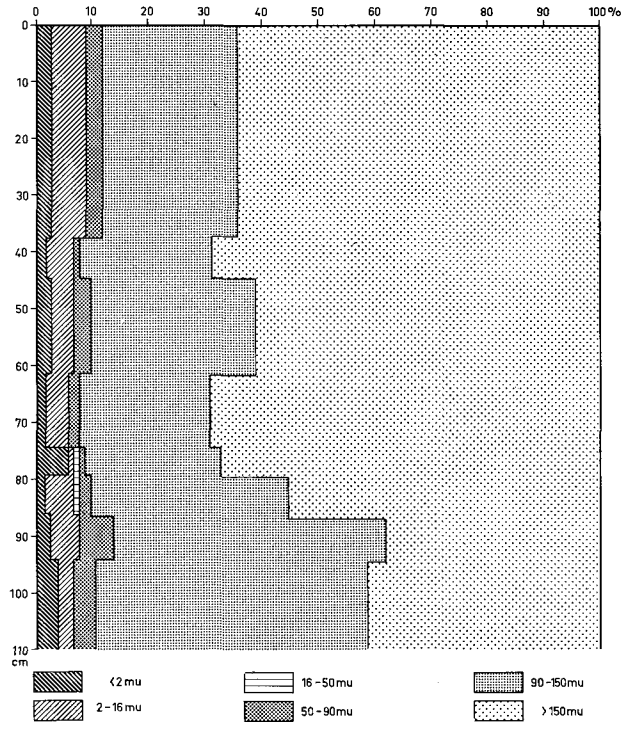


Fig. 6 Korrelgroottever-deling van het profiel van Schaesberg
Fig. 6. Grain size distribution of samples from the Schaesberg profile

De analyseresultaten van dit profiel zijn gegeven in tabel 1 en figuur 6. Van het profiel werd de polleninhoud geanalyseerd in verband met de door anderen geopperde mogelijkheid van een zeer oude bodemvorming. De pollenanalyse werd uitgevoerd door prof. F. Florschütz, die aangaande het diagram (fig. 7) het volgende opmerkt:

'Het voornaamste kenmerk van het diagram is het hoge percentage Tilia en de lage percentages van de boompollen. Doordat geen 'vreemde' pollen gevonden werden en mede doordat de Tilia-overheersing nadere datering bemoeilijkt, mag verondersteld worden, dat het profiel in het Holoceen ge-

TABEL 1. Analyseresultaten van monsters uit het profiel van Schaesberg
TABLE 1. *Analytical data of samples from the Schaesberg profile*

		pH		Humus	Korrelgrootteverdeling in % *Grain size distribution in %*						Fe_2O_3 [1])
		H_2O	KCl	%	<2	2–16	16–50	50–90	90–150	>150μ	%
A0+A1	0–38	4,3	3,4	3,4	3	6	0	3	24	64	0,03
A21	38–45	4,5	3,6	0,5	2	5	0	1	23	69	0,02
A22	45–64	5,2	4,1	—	3	4	0	3	29	61	0,01
A23	64–75	6,3	6,2	—	2	4	0	2	23	69	0,01
B2h	75–80	4,0	3,1	2,0	6	1	1	1	24	67	0,21
B2ir	80–87	4,0	3,5	0,7	2	5	1	2	35	55	0,71
BC	87–95	4,5	4,1	0,2	3	5	0	6	48	38	0,14
C	95–	5,1	4,3	—	4	3	0	4	48	41	0,10

[1]) oplosbaar in 10% HCl / *soluble in 10% HCl*

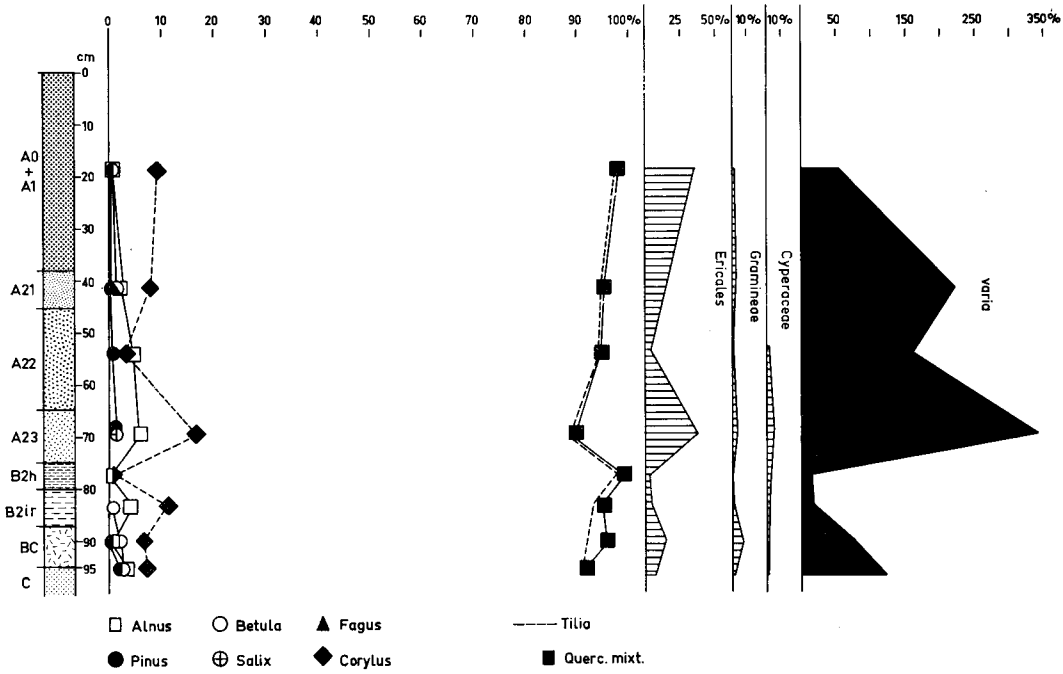


Fig. 7. Pollendiagram van het profiel van Schaesberg
Fig. 7. Pollen diagram of the Schaesberg profile

vormd is. Fagus werd bovendien slechts in één horizont (38–45 cm, A21) aangetroffen. De betrekkelijk lage Ericales-percentages wijzen op weinig uitgestrekte heidevelden. De pollenkorrels onder 'varia' betreffen bijna uitsluitend de op die van Hedera (klimop) gelijkende.'

Wortmann en Maas (1954) vonden in Westfalen in een vergelijkbaar profiel eveneens een rijk voorkomen van Tilia-pollen. Hoewel pollenspectra van podzolen dikwijls hoge Tilia-percentages vertonen (zie ook Dimbleby, (1962), schrijven zij dit voor het bewuste profiel toe aan de Mittlere Wärmezeit (Subboreaal).

De humusgehalten van het profiel zijn laag; ook in de B2h. Behalve in de A23-horizont heeft de pH lage waarden. Er is een duidelijke ijzeraccumulatie in de B2ir, maar de hoeveelheid Fe_2O_3 in deze horizont is vrij gering; in de overige horizonten is zij onbetekenend.

II. SIMPELVELD

Ligging: Huls, gem. Simpelveld
Hoogteligging: 200 m + NAP
Reliëf: heuvelachtig; helling 25% in ZW-richting
Vegetatie: gras
Moedermateriaal: wit kwartszand, enigszins grindhoudend; waarschijnlijk van pliocene ouderdom
Grondwaterstand: dieper dan 10 m
Biologische activiteit: gering, beperkt tot de humushoudende bovenlaag
Beworteling: hoofdmassa van de graswortels beperkt tot de bovenste 10 cm

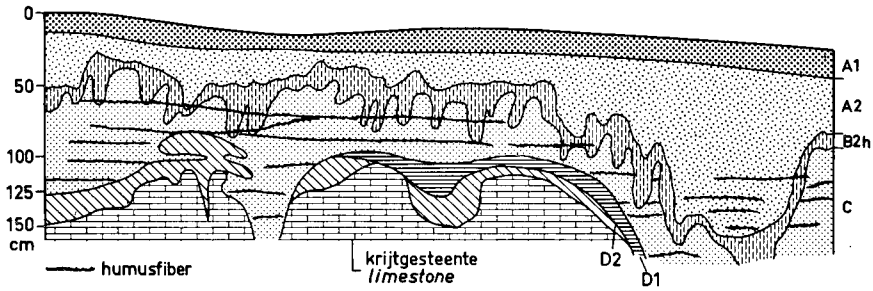


Fig. 8. Schematisch profiel in wit tertiair zand; krijtgesteente op geringe diepte. Ondiep ontwikkeld humuspodzol. Diepe humuspodzolontwikkeling, waar het krijtgesteente op grotere diepte voorkomt

Fig. 8. Outline of a profile in white Tertiary sand; limestone bedrock at a slight depth. Shallow humus podzol profile, deeply developed, however, in places where the bedrock lies deeper

Profielbeschrijving (fig. 4 en fig. 8):

A1 (AP)	0 –25	Zeer donker grijsbruin (10 YR 3/2), sterk lemig fijn zand met gerold grind en kleine puinstukjes; matig humeus; ondergrens scherp, hier en daar naar beneden stulpend tot 30 cm.
A2	25–35	Rossig lichtgrijs (7,5 YR 6/2), zwak lemig fijn zand, uitspoelingshorizont (loodzandlaag), sterk wisselend in dikte, in zakken tot 50 cm diepte en soms dieper; in de diepste zakken dunne humusfibers met donkere humusvlekken. Vrij scherpe ondergrens.
B2h	35–40	Humusinspoelingshorizont met onregelmatige humusverdeling in zwak lemig zand. Bovendeel donker geelbruin (10YR 4/4), onderste deel donkerbruin (7,5 YR 3/2). Zeer sterk golvende horizont, wegzakkend tot 60 cm diepte, plaatselijk dieper. Soms komt een kern van loodzand voor in de zakken, doch niet overal, waarschijnlijk als gevolg van de plaats van doorsnede.
C	40–90	Geelbruin (7,5–10 YR 5/6) fijn zand, naar beneden overgaand in geel (10 YR 7/6) zand; bovenin ca. 1 cm dikke donker geelbruine (10 YR 4/4) humusfibers, naar beneden lichter van kleur (10 YR 5/4). Plaatselijk gaat dit zand tot een diepte van meer dan 150 cm door.
D1	90–100	Oranjegeel (5–7,5 YR 6/8) door solifluctie verspoeld zand van een fossiel bodemprofiel; niet overal voorkomend; zeer vast, massief; plaatselijk 15 cm dik.
D2	100–105	Zware geelbruine (10 YR 5/4) klei (kleefaarde); verweringsklei van krijtgesteente als horizontale laag op het krijt en om afzonderlijke krijtblokken; hier en daar met vuurstenen. Onregelmatige scherp blokkige structuuraggregaatjes van ca. ½ cm. Deze laag is afwezig waar krijt op grotere diepte voorkomt.
Dr	>105	Rots, krijtgesteente, geel (2,5 Y 7/8) tot wit van kleur. Plaatselijk pas op grote diepte voorkomend. Afzonderlijke harde krijtblokken van onregelmatige vorm, bovenin veelal met een huid van kleefaarde.

TABEL 2. Analyseresultaten van monsters uit het profiel van Simpelveld
TABLE 2. *Analytical data of samples from the Simpelveld profile*

		pH-KCl	Humus %	Korrelgrootteverdeling in % *Grain size distribution in %*						Fe_2O_3[1]) %	Al_2O_3[1]) %
				<2	2–16	16–50	50–105	105–150	>150μ		
Ap	0– 25	6,5	2,9	5	5	19	19	30	22	0,72	0,60
A2	25– 35	6,3	0,4	5	2	10	20	38	25	0,18	0,15
B2h	35– 40	6,4	0,9	3	3	9	19	44	22	0,47	0,29
C	40– 90	6,1	0,4	2	2	1	18	55	22	0,20	0,21
D1	90–100	6,0	0,3	16	4	5	21	38	16	1,91	1,02
D2	100–105	6,9	0,5	40	9	13	18	11	9	5,09	2,62

[1]) oplosbaar in 10% HCl / *soluble in 10% HCl*

De analysecijfers van dit profiel zijn gegeven in tabel 2 en fig. 9.

In vergelijking met het profiel van Heerlen-Schaesberg is de hoge pH van dit profiel opmerkelijk. Deze zal waarschijnlijk beïnvloed zijn door het ondiep voorkomende krijtsubstraat. Dit heeft de sterke podzolering niet kunnen tegengaan. De sterke doorlatendheid van het zand en de expositie op een zuidwesthelling zullen als de belangrijkste factoren voor de podzolvorming beschouwd moeten worden. Ook het krijtgesteente in sterk doorlatend. Tot dezelfde opvatting komt Hallet (1957) over de podzolen in op het zuid-

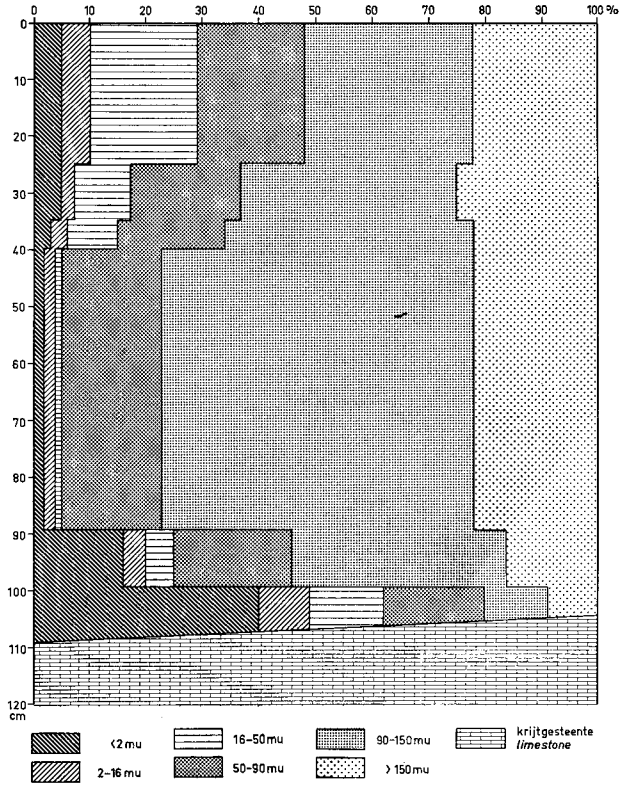


Fig. 9. Korrelgrootteverdeling van het profiel van Simpelveld
Fig. 9. Grain size distribution of samples from the Simpelveld profile

westen geëxponeerde zandgronden met op 50 cm kalkzandsteen (Onder-Jura), die aangetroffen worden in Lorraine (België) op de toppen van gebergte-uitlopers.

In de analysecijfers van het profiel van Simpelveld valt verder de lösbijmenging in de bovengrond op, die naar beneden geleidelijk minder wordt en onder de B2h niet meer merkbaar is (fig. 9).

De A2-horizont vertoont een duidelijke uitloging van Fe_2O_3 en Al_2O_3. De betrekkelijk hoge ijzer- (en aluminium-) gehalten van het zand worden mede veroorzaakt door de in de bovengrond aanwezige lös. Het in de D1-horizont voorkomende roodkleurige, kleiige zand is afkomstig van de B-horizont van de op de top van de heuvel voorkomende laat-tertiaire (fossiele) bodemprofielen, die tijdens het Pleistoceen aan solifluctie onderhevig zijn geweest. Granulometrisch komt dit zand overeen met het bovenliggende zand, waarbij de fractie 16–50 mu is afgenomen ten gunste van de fractie < 2 mu.

Deze resten van de fossiele bodems worden pleksgewijs langs de helling aangetroffen als dunne lenzen of insluitsels in of onder het kleiarme zand. Langs de helling heeft zich in het zand overal een humuspodzol gevormd.

Het is niet onwaarschijnlijk, dat de kleefaarde (D2-horizont) pas gevormd is na de bedekking van het krijt door het zand. Het feit, dat de kleefaarde alleen voorkomt direct boven het krijt en niet vermengd is met het bovenliggende solifluctiedek van zand, wijst op een kalkoplossing onder het zanddek door percolerend water. Breteler (1958) geeft deze mogelijkheid ook aan.

SAMENVATTING

Recente bodems in de miocene en pliocene kwartszanden bestaan uit sterk ontwikkelde humuspodzolen. De grote chemische armoede en de sterke doorlatendheid van deze zanden moeten verantwoordelijk gesteld worden voor deze podzolering. Vooral in de tot grote diepte homogene miocene zanden komen veel B2h-lagen tot grote diepte voor. Diep ontwikkelde humuspodzolen hebben een zeer dikke A2-horizont met dunne humusfibers.

In dunne lagen kwartszand (veelal op krijtgesteente of vuursteen) komen ook sterk ontwikkelde humuspodzolen voor, maar met een minder diepe A2-horizont.

augustus 1963

SUMMARY

Recent soils on Miocene and Pliocene quartz sands show strongly developed podzol profiles. The podzolization is accounted for by the very low nutrient content and the very rapid permeability of these sands. Especially in those Miocene sands, which are homogeneous to a great depth, many successive B2h horizons are found to a great depth too. Deep humuspodzols have very thick A2 horizons with thin humus fibers. Thin layers of quartz sand (often overlying limestone or flint bedrock) also show strongly developed humus podzol profiles having, however, A2 horizons that are somewhat shallower.

LITERATUUR

Baren, F. A. van, 1934: Het voorkomen en de betekenis van kalihoudende mineralen van de Nederlandsche gronden. Diss. Wageningen.

Breteler, H. G. M., 1958: Kleefaarde. Boor en Spade *IX,* 62–70.

Dimbleby, G. W., 1962: The development of British heathlands and their soils. Oxford, Oxford Forestry Mem. 23.

Edelman, C. H. en D. J. Doeglas, 1933: Bijdrage tot de petrologie van het Nederlandsche Tertiair. Verh. Geol. Mijnb. Gen. Ned. en Kol., Geol. Serie 10.1, 1–38.
Edelman, C. H., 1938: Samenvatting van de resultaten van vijf jaar sediment-petrologisch onderzoek in Nederland en aangrenzende gebieden. T.K.N.A.G. *55*, 397–431.
Edelman, C. H., 1948: Samenvatting van nieuwe resultaten van het sediment-petrologisch onderzoek in Nederland en aangrenzende gebieden. T.K.N.A.G. *65*, 753–780.
Hallet, H., 1957: Note sur un podzol développé sur matériaux gréseux calcifères. Pédologie 7, 189–192.
Jongmans, W. J. en F. H. van Rummelen, 1940: Korte beschrijving van grondstoffen voor industrieële, bouwkundige en landbouwkundige doeleinden in Zuid-Limburg. Geol. Bur. Mijngeb. Meded. beh. bij het Jaarverslag over 1938-1939, 235–257.
Muller, J. E., 1943: Sediment-petrologie van het dekgebergte in Limburg. Meded. Geol. Sticht. C-II-2, nr 2.
Schelling, J., 1955: Stuifzandgronden. Wageningen. Uitv. Versl. Bosbouwproefst. T.N.O. Band 2, Verslag nr 1.
Waals, L. van der, J. M. M. van den Broek, J. P. Bakker and E. A. Kummer, 1962: The Beaujean sand-pit on the Heerenweg at Heerlen, South-Limburg. Meded. Geol. Stichting *15*, 45–48.
Wortmann, H. und H. Maas, 1954: Aussergewöhnlich starke Humuspodsole bei Haltern/ Westfalen. Zeitschr. Pflanzenern. Düng. Bodenk. *65*, 15–26.

T.K.N.A.G. = Tijdschrift Koninklijk Nederlandsch Aardrijkskundig Genootschap.

DE LUTUM-SLIBVERHOUDINGEN IN RIVIERKLEIGRONDEN

Percentile ratios of particles <2 mu and < 16 mu in river-clay soils

door/*by*

J. N. B. Poelman[1])

DE LUTUM-SLIBVERHOUDINGEN IN RIVIERKLEIGRONDEN

De kennis van de granulaire samenstelling van de Nederlandse gronden is van belang voor de bodemkunde. Ook de landbouw en de cultuurtechniek hebben te maken met die eigenschappen van de grond, die vooral zijn toe te schrijven aan bepaalde verhoudingen in de grootte van de minerale deeltjes.

Een belangrijke eigenschap van een grond is zijn zwaarte. In de Noordoostpolder vond Zuur gronden, die bij hetzelfde percentage afslibbaar (deeltjes <16 mu) zich landbouwkundig verschillend gedroegen. Dit was toe te schrijven aan verschillen in het lutumgehalte (fractie <2 mu). De zeekleigronden hebben een vrij constante verhouding tussen lutum en slib, n.l. ongeveer 2/3; de z.g. sloefgronden hebben een lage lutum-slibverhouding (Zuur, 1954). Daarom is de Directie van de Wieringermeer ertoe overgegaan de zwaarte uit de drukken in lutum.

De Stichting voor Bodemkartering is daartoe omstreeks 1958 overgegaan. De schattingen en ervaringen van de karteerder in het veld kwamen beter overeen met het lutumpercentage dan met het slibpercentage van de grond bepaald in het laboratorium. Dit verschijnsel komt vooral voor in de overgangsgebieden van zoet naar zout. Voor het praktijkonderzoek wordt deze zwaarte in Nederland algemeen nog uitgedrukt in het percentage afslibbaar.

Aan de verhouding tussen lutum en slib en aan de subfracties van de slibfractie in mariene gronden is al veel aandacht besteed. (Zuur, 1936; Favejee, 1951; Wiggers, 1955; De Ridder en Wiggers, 1956; De Ridder, 1957; De Smet, 1962). Van de rivierkleigronden is echter hierover vrij weinig bekend. Zowel Favejee (1951) als De Ridder (1957) vindt heel andere waarden voor de lutum-slibverhouding in de rivierklei dan in de jong-mariene kleien. Er is volgens hen geen sprake van een constante verhouding tussen deze fracties. De samenstelling binnen de lutumfractie (d.w.z. de onderlinge verhouding tussen de subfracties) van de beschouwde monsters rivierklei is echter wel vrij constant (De Ridder, 1957; De Ridder en Wiggers, 1959; Hooghoudt, 1948).

Uit de onderzoekingen van Sonneveld (1958) blijkt, dat de lutum-slibverhouding toeneemt van 1:1 bij 15 à 55% slib tot 2:1 bij hogere slibgehalten.

Zonneveld (1960) geeft als een verschil tussen rivier- en zeeklei op, dat de verhouding lutum-slib bij zeeklei tussen 65 en 70% ligt, bij rivierklei gewoonlijk tussen 60 en 65% en bij de komgrond ook wel hoger. De lutum-slibverhouding voor drie groepen van gronden in het zoetwatergetijdengebied ligt tussen 40 en 60, waarbij de buitendijkse gronden afkomstig uit het gebied met gelaagde klei- en zavelgronden in de Biesbosch en die uit het sinds 1641 bedijkte deel van het Land van Heusden en Altena een verhouding

[1]) Afd. Gelderland-Utrecht, Stichting voor Bodemkartering.

kleiner dan 50 hebben. De poldergronden, afkomstig uit het zandplaten- en waardengebied schommelen meestal tussen 55 en 60.

In de loop der jaren zijn door medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering in het rivierkleigebied veel monsters genomen voor een granulaire analyse. Deze monsters werden onderzocht in het Bedrijfslaboratorium in Oosterbeek. Dit analysemateriaal werd gebruikt om ook voor de rivierklei een beter inzicht te krijgen in de wijzen, waarop de fijnste bestanddelen zich ten opzichte van elkaar verhouden. Hier worden de lutum-slibverhouding en de verdeling van het slib over de subfracties ter sprake gebracht. Het analysemateriaal is per gebied behandeld om eventueel aanwezige kenmerkende verschillen van de Maasafzettingen ten opzichte van de Rijnafzettingen te kunnen vinden. Van de Brabantse Maaskant, het Land van Maas en Waal, de Bommelerwaard en het Land van Heusden en Altena waren resultaten van uitvoerige granulaire analyses (ugo's) aanwezig. Voorts waren er van de Tielerwaard, het Utrechts Rivierkleigebied en de Betuwe een aantal resultaten van beperkt uitvoerige granulaire analyses (bugo's) voorhanden.

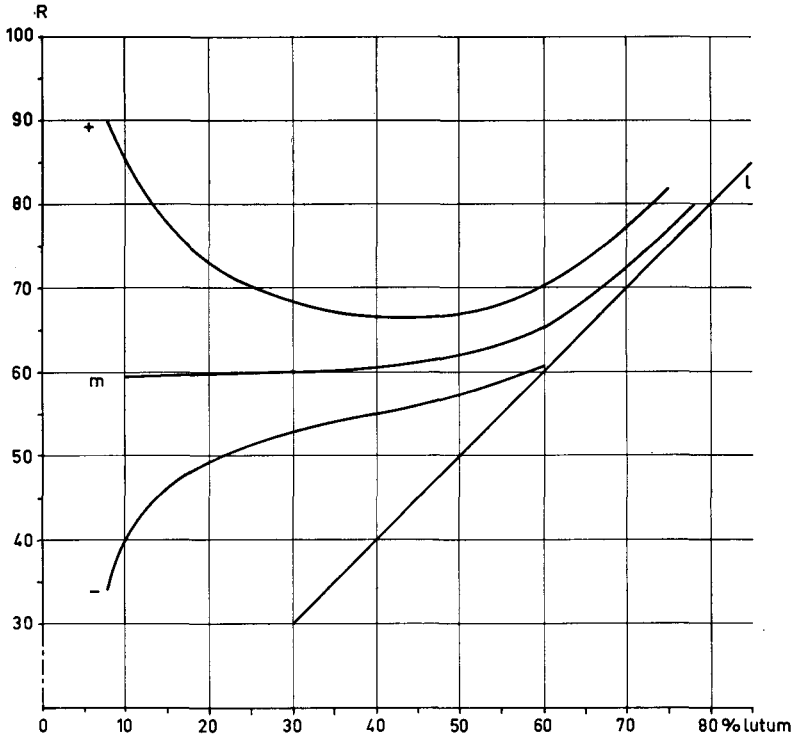


Fig. 1. De 'gemiddelde' procentuele lutum/slibverhouding (R) bij verschillende lutumgehalten van de monsters uit de Bommelerwaard (curve m) en de maximale spreiding bij een afwijking van tweemaal de hoogst toelaatbare fout (curven + en –). De lijn l geeft het verloop van R aan voor het grensgeval waarbij de monsters geheel uit slib bestaan

Fig. 1. The 'mean' percentile ratio (R) of the soil separates <2 mu to <16 mu at different contents of the separate <2 mu lutum of the samples from the Bommelerwaard region (curve m) and the maximum spreading at a deviation of twice the highest admissible error (curves + and –). Line l indicates the values of R for the borderland case of samples entirely consisting of particles <16 mu (slib)

Om de verandering van de lutum-slibverhouding met het lutumpercentage te kunnen bestuderen, werden de gegevens uitgezet in grafieken, waarin deze grootheden de variabelen zijn. Voor het gemak wordt de lutum-slibverhouding in het vervolg aangeduid met R.

De grootte van de fout in de granulaire bepaling wordt door Oosterbeek opgegeven als 1,2% absoluut. Gaan we ervan uit dat de fout in 95% van de gevallen kleiner is dan tweemaal de standaardafwijking, dan kunnen we de spreiding berekenen, die bij een bepaalde willekeurig aangenomen lijn in de figuur maximaal kan voorkomen. In figuur 1 is dit gedaan voor de 'gemiddelde' lijn van de Bommerlewaard (zie ook fig. 2); bij lage lutumpercentages kan de spreiding van R relatief groot zijn, de trechtervorm van de grenslijnen is hiermee in overeenstemming. Gegevens waarvan het lutumgehalte minder is dan 10%, zijn weggelaten, omdat de betrouwbaarheid dan klein is. Verder moet R, de procentuele verhouding lutum:slib steeds groter zijn dan de procentuele verhouding lutum:totaal aan minerale delen, met andere woorden: R is steeds groter dan het lutumgehalte. Er kunnen dus geen punten voorkomen onder de schuine streep. Dat wil ook zeggen, dat een sediment met een constante verhouding tussen de percentages lutum en slib nooit zwaarder kan worden (uitgedrukt in % lutum) dan die verhouding groot is.

In figuur 2 zijn alle analyses van de Bommelerwaard verwerkt. Er is een

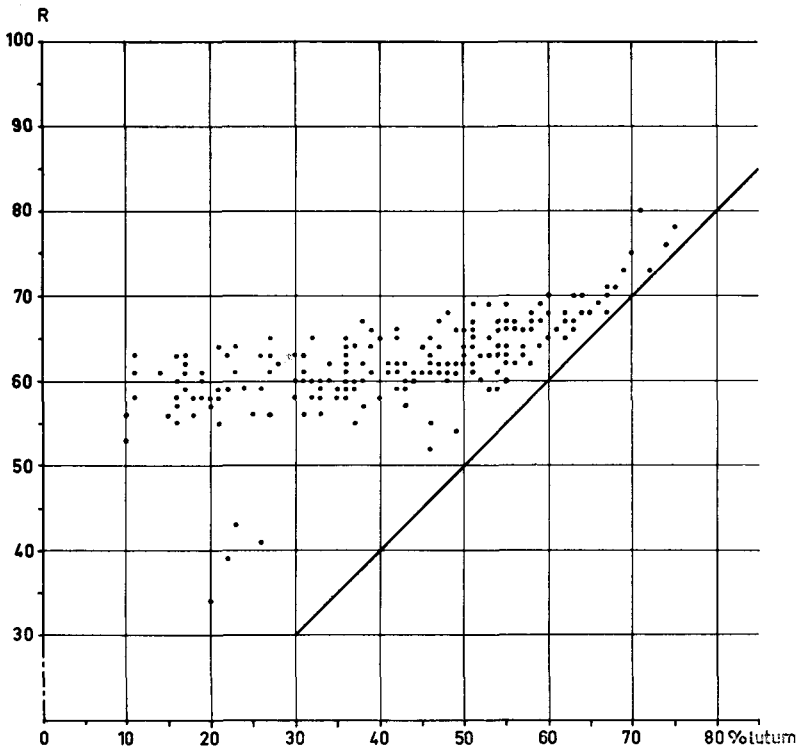


Fig. 2. Lutum-slibverhoudingen van rivierkleigronden uit de Bommelerwaard (zie fig. 1)
Fig. 2. Values of R in river clay soils from the Bommelerwaard region (see fig. 1)

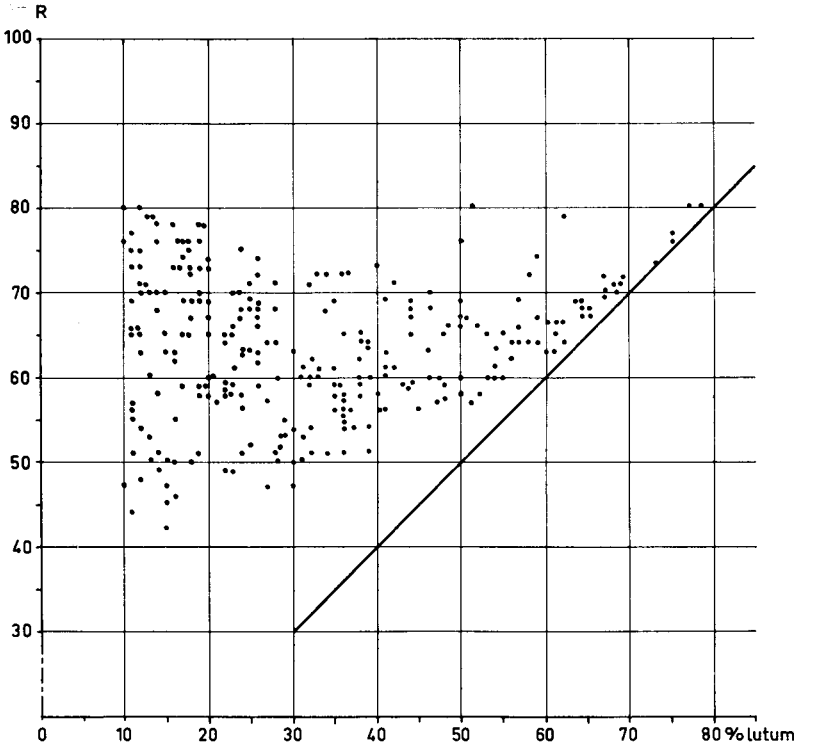


Fig. 3. Lutum-slibverhoudingen van alle monsters van de Maaskant (zie fig. 1)
Fig. 3. Values of R in all samples from the Maaskant region (see fig. 1)

duidelijk verband tussen de beide grootheden. R neemt van 10 tot 60% lutum zeer geleidelijk toe, daarboven sterker. De zware komgronden hebben een veel hogere verhouding. De spreiding bij een bepaald lutumgehalte is niet groot, de bepalingen hebben een grote nauwkeurigheid.

Bekijken we figuur 3, waarin de monsters van de Maaskant zijn verwerkt, dan blijkt dat de spreiding van R daar veel groter is. Wanneer de rivier bij hoge standen klei afzette tegen het Laagterras van Brabant en de klei en het zand door natuurlijke homogenisatie of door menselijke activiteiten daarna werden vermengd, ontstonden gebroken gronden. De lutum-slibverhouding in deze gebroken gronden is vaak hoog. Uit figuur 2 weten we dat de hoge lutum-slibverhoudingen voorkomen bij de zware komgronden (> 50% lutum). Dit pleit voor een menging van zware komgrond met laagterraszand waarbij R niet verandert, maar het lutumgehalte uitgedrukt in percenten van minerale delen kleiner wordt. Er zullen ook wel mengingen kunnen voorkomen van lichtere riviersedimenten met het laagterraszand, bijvoorbeeld door het uitschuren van de ondergrond van de rivier. Wanneer we nu alle gegevens met een duidelijke laagterrascomponent (korrelgrootte tussen 105 en 300 mu, met een top bij de fractie 210–300 mu) uit grafiek 3 weglaten, blijft er een zwerm punten over met een veel geringere spreiding (fig. 4). De spreiding is echter wel groter dan in de gegevens van de Bommelerwaard; er komen meer gronden voor met een lagere lutum-slibverhouding. Gaan we de herkomst van deze monsters met lagere verhoudingen na, dan blijken ze

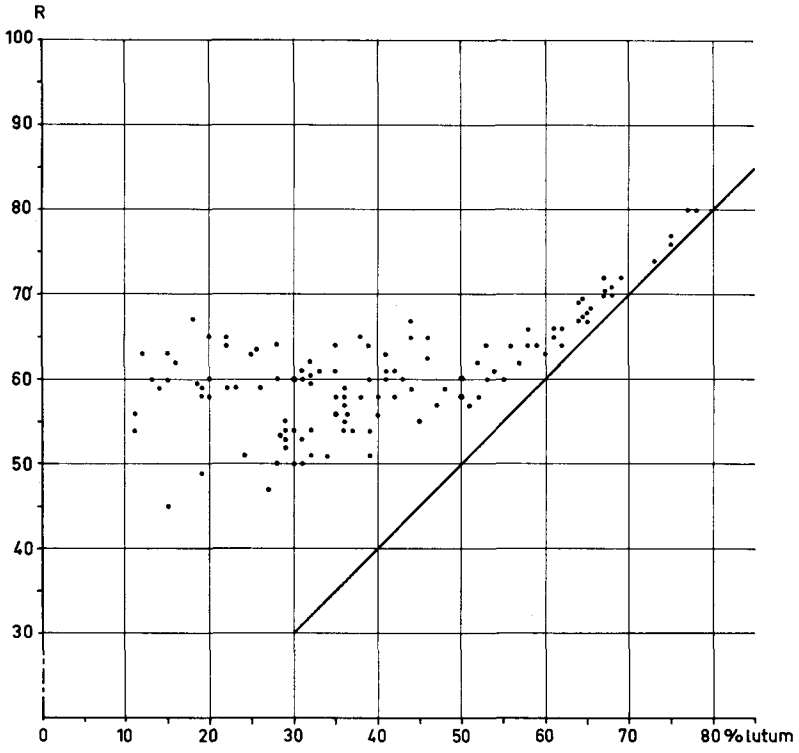


Fig. 4. Lutum-slibverhoudingen van de gronden zonder duidelijke Laagterrascomponent van de Maaskant (zie fig. 1)
Fig. 4. Values of R in soils from the Maaskant region lacking a prominent Lower Terrace component (see fig. 1)

afkomstig te zijn uit profielen gelegen in de nabijheid van Lithoyen langs en evenwijdig aan een afgesneden Maasarm. Ze moeten dus betrekkelijk jong zijn.

In het Land van Maas en Waal liggen de problemen anders dan aan de Maaskant. In figuur 5 is een groot aantal monsters weergegeven. De gronden waarvan ze afkomstig zijn, zijn globaal te scheiden in oude rivierkleigronden (oorspronkelijk rivierleemgronden, later door Pons in navolging van Van den Broek rivierterrasgronden genoemd), jonge rivierkleigronden van de Rijn (Waal) en van de Maas. De monsters in de laatstgenoemde categorieën zijn afzonderlijk weergegeven: het Maasmateriaal in figuur 6 en het Rijnmateriaal in figuur 7. Bij de stroomgronden (<35% lutum) zijn enkele uitschieters met een R >60, die kunnen worden toegeschreven aan mengingen van oorspronkelijk zwaar materiaal met licht materiaal van de rivierduinen. Bij de gronden van de Rijn is er een homogene verspreiding; bij die van de Maas ligt het zwaartepunt bij lagere verhoudingen. Wanneer we figuur 4 en 7, resp. de Maaskant en het Rijnmateriaal, met elkaar vergelijken, zien we dat de puntenzwermen elkaar voor het grootste deel dekken.

Voegen we figuur 4 en 6 resp. de Maaskant en het Maasmateriaal, samen tot figuur 8, waarin dus alle gronden van de Maas zijn samengebracht, en trekken we een lijn door de zwaartepunten, dan komt deze maar weinig lager te liggen dan een zelfde lijn in het Rijnmateriaal. Er is dus de tendens,

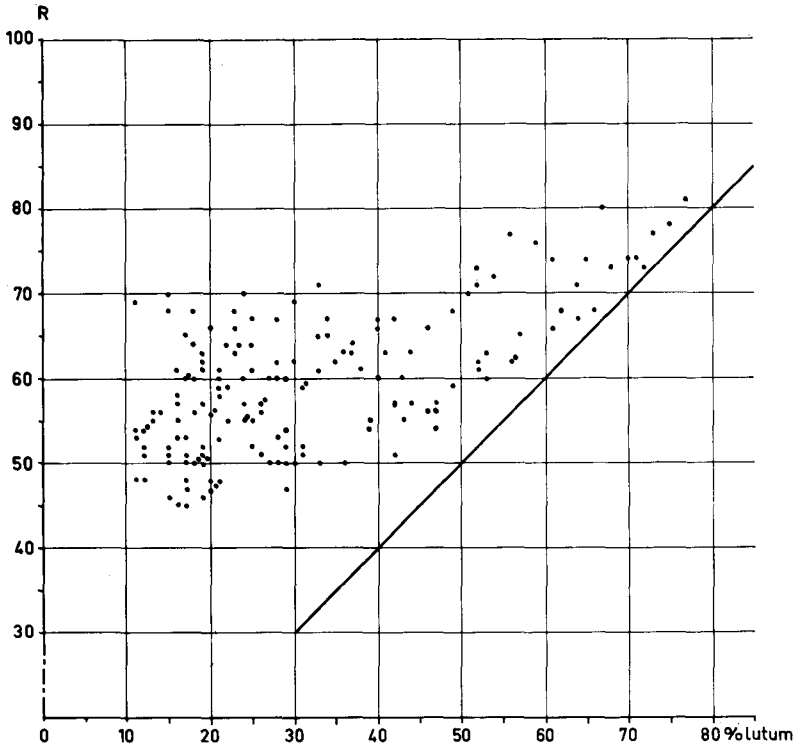


Fig. 5. Lutum-slibverhoudingen van alle monsters uit het Land van Maas en Waal (zie fig. 1.)
Fig. 5. Values of R in all samples from the Maas en Waal region (see fig. 1)

dat het afzettingsmateriaal van de Maas een lagere R heeft dan het Rijnmateriaal, maar een onderscheiding te maken tussen Rijn- en Maasmateriaal op grond van de lutum-slibverhouding is erg gewaagd.

Het Land van Heusden en Altena ligt in het overgangsgebied van rivierklei- en esturariumgronden. Deze onderscheiding is in het analysemateriaal, dat óf uitgebreid óf beperkt granulair onderzocht is, zo goed mogelijk doorgevoerd. Daaruit resulteren figuur 9, waarin de rivierkleigronden, en figuur 10, waarin de estuariumgronden zijn weergegeven. Figuur 10 berust grotendeels op bugo-monsters van de bouwvoor.

Figuur 9 komt het meest overeen met figuur 2: de Bommelerwaard, en met figuur 7: het Rijnmateriaal uit Maas en Waal.

Figuur 10 komt nog het dichtst bij figuur 8, toont dus overeenkomst met de gronden van de Maas, maar het zwaartepunt van de figuur ligt hier dieper: ongeveer bij een R van 52. Er zijn, zowel bij de Maasgronden als bij de estuariumgronden, vrijwel geen monsters met een R <45.

Op grond van deze gegevens is het niet mogelijk aan te nemen, dat de lage lutum-slibverhoudingen van de estuariumgronden afkomstig zijn van recente Maassedimenten.

Gegevens uit het overgangsgebied van estuarium naar zoute afzettingen, gelegen ten westen van het Land van Heusden en Altena, sluiten hierbij aan. Deze gegevens zijn afkomstig van ir. C. van Wallenburg; het zijn monsters,

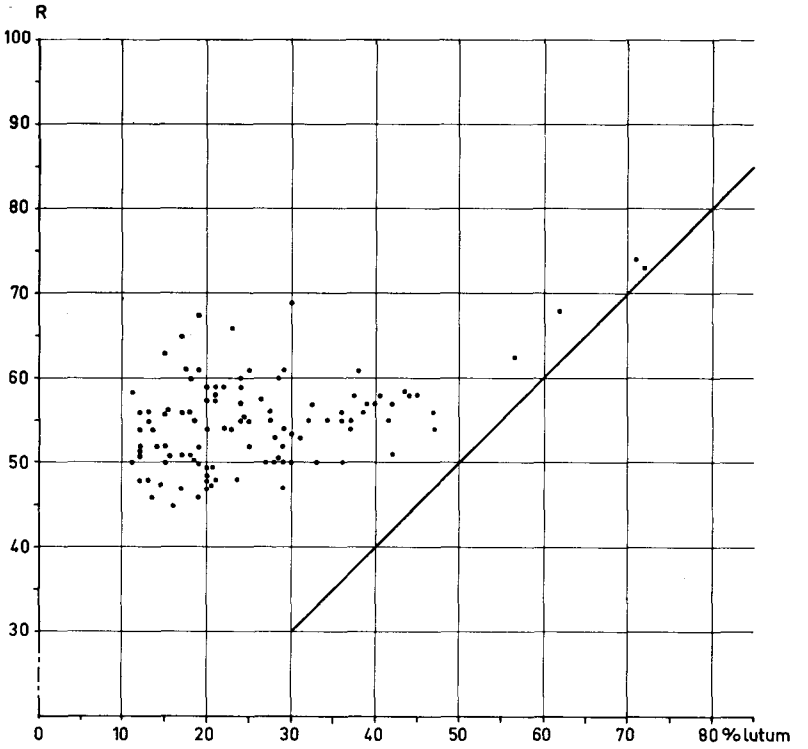


Fig. 6. Lutum-slibverhoudingen van jonge rivierkleigronden van de Maas in het Land van Maas en Waal (zie fig. 1)
Fig. 6. Values of R in young river clay soils of the Meuse from the Maas en Waal region (see fig. 1)

die beperkt granulair zijn onderzocht. Figuur 11 geeft de estuariumgronden weer en figuur 12 de zeekleigronden. De groepen punten liggen vrij goed van elkaar gescheiden. De estuariumgronden hebben dezelfde spreiding in de lutum-slibverhouding als die uit het Land van Heusden en Altena, maar over een wijder lutumtraject. De zeekleigronden geven een flinke spreiding van R te zien, de lijn door het gemiddelde van de punten zal ongeveer bij R = 64 komen te liggen.

De estuariumgronden onderscheiden zich niet alleen door een lage lutum-slibverhouding, maar ze hebben ook een relatief grotere fractie 16–50 mu. We kunnen dat duidelijk maken met twee figuren n.l. figuur 13 en 14. Hierin is uitgezet de fractie 16–50 mu tegen de lutumfractie. Figuur 13 bevat de monsters uit het estuariumgebied van Heusden en Altena; figuur 14 rivierkleimonsters uit Heusden en Altena en Tielerwaard. Deze laatste monsters, afkomstig uit een gebied, dat dicht bij de overgangszone ligt, waren nodig om het tekort aan monsters van rivierklei uit Heusden en Altena aan te vullen en het beeld vollediger te maken. De rivierkleigronden vertonen een top bij 30% lutum; het maximum van de fractie 16–50 mu is dan 33%. Bij de estuariumgronden ligt 2/3 van het aantal monsters boven dit maximum. De overige rivierkleigronden vertonen hetzelfde beeld als in figuur 14 is gegeven; alleen de afzettingen van de Maas in Maas en Waal hebben een iets hoger maximum.

Het laatste gebied met een afwijkend beeld in de lutum-slibverhoudingen

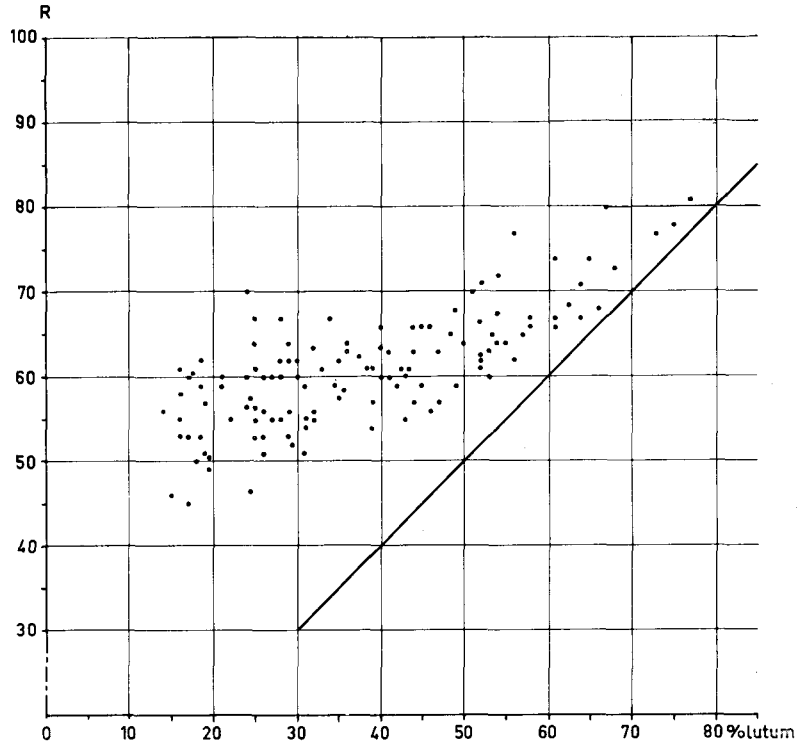


Fig. 7. Lutum-slibverhoudingen van jonge rivierkleigronden van de Rijn (Waal) in het Land van Maas en Waal (zie fig. 1)
Fig. 7. Values of R in young river clay soils of the Rhine (Waal) from the Maas en Waal region (see fig. 1)

is de rivierklei in de provincie Utrecht; figuur 15 laat dit zien. Er waren geen monsters met een uitvoerige granulaire analyse; ze zijn alle beperkt granulair onderzocht. Bij de lichtere profielen zijn er enkele, waarin duidelijke bodemvorming werd geconstateerd. De hoge lutum-slibverhoudingen zijn hier dan ook toe te schrijven aan inspoeling van lutum. De met een kruisje aangegeven monsters zijn genomen uit textuur-B-horizonten. De verklaring van de afwijkingen aan de zware kant is met minder zekerheid te geven. Afgezien van enkele bouwvoormonsters, die 'besmet' kunnen zijn met slootmodder of ander, oorspronkelijk niet tot het sediment behorend materiaal, hebben de monsters met een relatief hoge lutum-slibverhouding, ook een relatief grote fractie 16–50 mu. Dit laatste zou een zelfde oorzaak kunnen hebben als bij de reeds besproken estuariumgronden, maar daar gaat het teveel aan fractie 16–50 mu gepaard met relatief lage lutum-slibverhoudingen. Ook in andere gebieden zoals de Alblasserwaard, het Land van Culemborg enz., komen deze uitzonderingen voor. Er is echter te weinig materiaal om er met zekerheid meer over te zeggen.

Een tweede punt van beschouwing is de onderlinge verhouding van de subfracties van de slibfractie. Deze fractie (<16 mu) wordt bij het uitgebreid granulair onderzoek onderverdeeld in <2, 2–4, 4–8 en 8–16 mu. Voor een goede vergelijking is de slibfractie op 100 gesteld en het aandeel van de subfracties daarin berekend. Verder zijn de gegevens in groepen van 5%

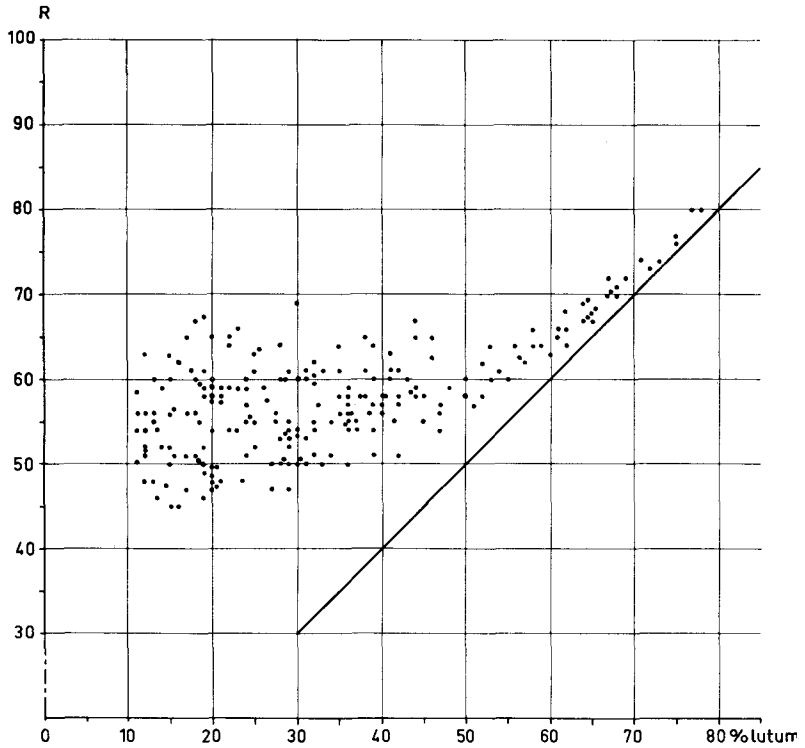


Fig. 8. Lutum-slibverhoudingen van gronden van de Maas aan de Maaskant en in het Land van Maas en Waal (zie fig. 1, 4 en 6)
Fig. 8. Values of R in soils of the Meuse: Maaskant and Maas en Waal regions (see fig. 1, 4 and 6)

lutum als volgt samengenomen: 10–15, 15–20 enz. tot 70 of 75. De groepen 0–10 werden weggelaten vanwege de grote fout waarmee deze cijfers behept kunnen zijn. Zo werden behandeld de monsters van het Land van Maas en Waal, de Maaskant, de Bommelerwaard, het Land van Heusden en Altena

TABEL 1. Procentuele verdeling van de subfracties van 0–16 mu in verschillende rivierkleigebieden

Gebied / *Area*	Maas en Waal					Maaskant				
Lutumgroep / *Clay content* [1])	n [2])	<2	2–4	4–8	8–16	n [2])	<2	2–4	4–8	8–16
11–15	18	54	9	13	24					
16–20	35	54	11	14	20					
21–25	26	59	9	13	18					
26–30	19	56	10	14	20	8	53	11	15	22
31–35	11	60	9	13	18	10	59	10	13	18
36–40	10	60	13	12	15	16	57	11	14	19
41–45	8	57	12	15	16	8	63	11	12	17
46–50	8	61	10	14	15	5	59	11	14	16
51–55	8	67	12	12	11	7	61	12	13	14
56–60	4	66	11	12	11	6	64	11	14	12
61–65	6	70	11	11	8	12	67	11	12	10
66–70	3	73	11	11	6	5	71	11	11	8
>70 of 71–75	6	76	9	9	5	3	76	11	9	4
>75						2	81	12	5	3

[1]) *clay = soil separate < 2 mu* [2]) n = aantal waarnemingen / *number of observations*

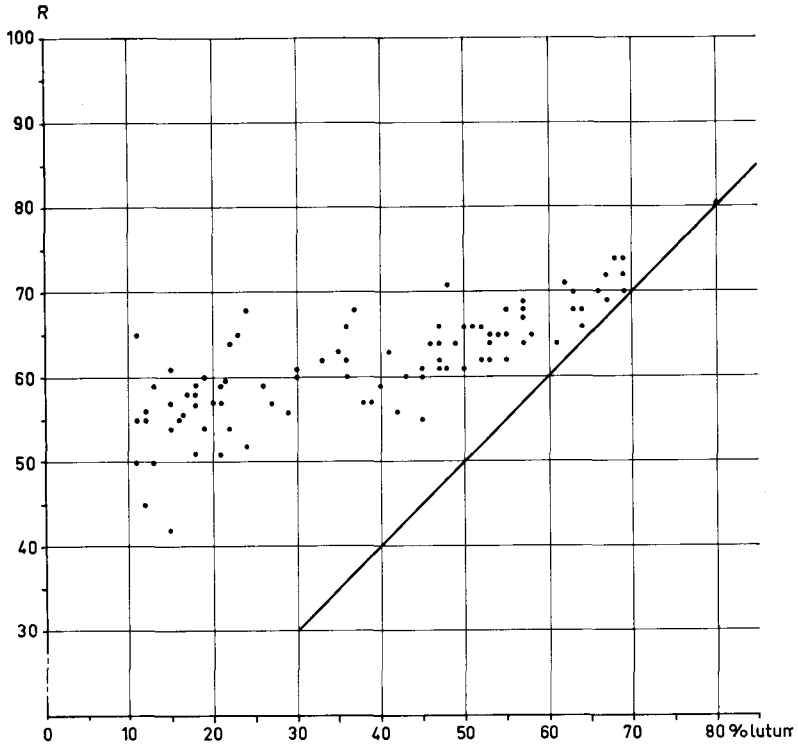


Fig. 9. Lutum-slibverhoudingen van rivierkleigronden in het Land van Heusden en Altena (zie fig. 1)
Fig. 9. Values of R of river clay soils from the Heusden en Altena region (see fig. 1)

(gescheiden in rivierklei- en estuariumgronden). De resultaten zijn samengebracht in tabel 1. Bij elke groep monsters is het aantal vermeld onder n. Het cijfermateriaal levert hetzelfde globale beeld op als de hiervoor besproken grafieken. Het relatieve aandeel van de lutum neemt toe bij de hoge

TABLE 1. *Percentile distribution of the soil separates from 0 to 16 mu in different river-clay areas*

Bommelerwaard					Land van Heusden en Altena (rivierklei / *river clay*)					Land van Heusden en Altena (estuarium / *estuary*)				
n²)	<2	2–4	4–8	8–16	n²)	<2	2–4	4–8	8–16	n²)	<2	2–4	4–8	8–16
8	61	14	13	13	3	57	11	15	18	0				
21	59	12	13	17	9	57	12	12	19	5	47	14	12	27
13	60	10	12	17	4	64	10	12	14	3	51	10	12	27
11	62	10	12	16	5	59	13	11	17	8	51	12	13	25
20	61	10	12	16	2	62	10	10	18	7	57	9	13	21
25	62	10	12	16	6	60	12	12	15	5	59	14	12	15
19	62	11	13	15	4	59	15	14	13					
32	62	11	13	14	10	64	12	12	12					
31	63	12	12	12	11	65	12	12	9					
21	66	12	12	11	5	67	12	12	9					
18	67	12	11	9	7	69	12	12	8					
11	71	12	10	7	7	72	11	10	6					
4	77	10	8	5										

TABEL 2. Procentuele verdeling van de subfracties van 0–25 mu in verschillende rivierkleigebieden

Gebied / *Area*	Maas en Waal						Maaskant					
Lutumgroep / *Clay content*[1])	n[2])	<2	2–4	4–8	8–16	16–25	n[2])	<2	2–4	4–8	8–16	16–25
11–15	18	43	7	10	19	20						
16–20	35	45	9	12	17	17						
21–25	26	51	8	12	16	14						
26–30	19	47	9	12	17	15	8	45	9	12	18	16
31–35	11	53	8	11	16	12	10	52	9	11	16	13
36–40	10	54	12	11	14	9	16	50	9	13	17	11
41–45	8	52	11	13	15	10	8	56	10	11	15	10
46–50	8	56	9	13	14	8	5	54	10	13	14	9
51–55	8	62	11	11	10	6	7	57	11	12	13	7
56–60	4	63	10	12	10	4	6	61	10	13	12	5
61–65	6	67	11	11	8	4	12	65	11	11	9	3
66–70	3	71	11	10	6	2	5	69	11	11	7	3
> 70 of 71–75	6	75	9	9	5	2	3	75	11	9	4	1
> 75							2	80	12	5	3	0

[1]) *clay = soil separate <2 mu*
[2]) n = aantal waarnemingen / *number of observations*

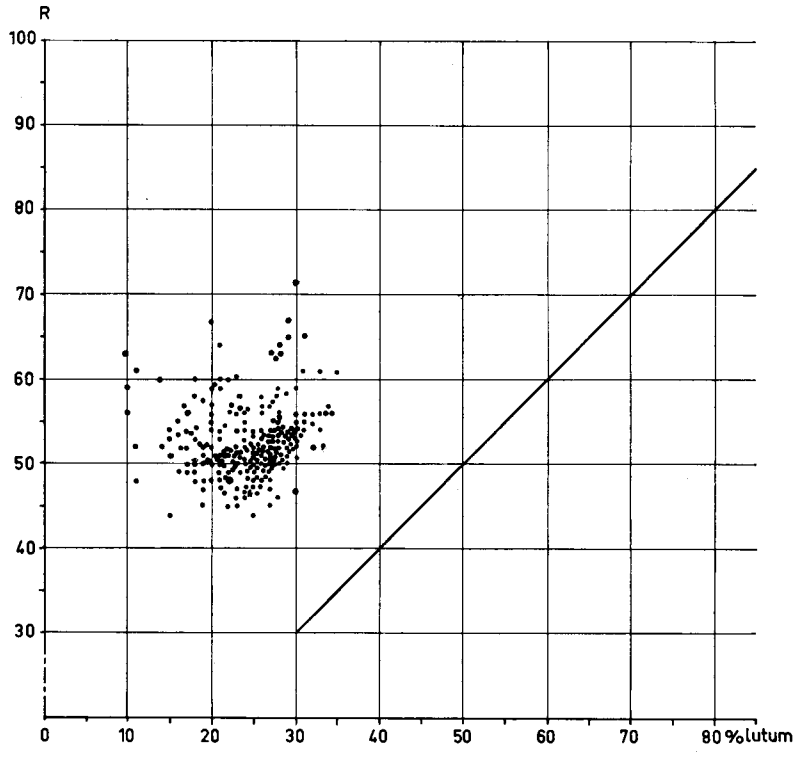


Fig. 10. Lutum-slibverhoudingen van estuariumgronden in het Land van Heusden en Altena (zie fig. 1)
Fig. 10. Values of R in estuary soils from the Heusden en Altena region (see fig. 1)

TABLE 2. *Percentile distribution of the soil separates 0 to 25 mu in different river-clay areas*

Bommelerwaard						Land van Heusden en Altena (rivierklei / *river clay*)						Land van Heusden en Altena (estuarium / *estuary*)					
n[2])	<2	2–4	4–8	8–16	16–25	n[2])	<2	2–4	4–8	8–16	16–25	n[2])	<2	2–4	4–8	8–16	16–25
8	54	12	11	11	11	3	53	9	14	16	8	0					
21	52	10	11	15	12	9	51	11	11	17	11	5	38	11	9	22	20
13	52	9	11	15	13	4	54	8	11	12	15	3	39	8	9	21	23
11	54	9	11	14	12	5	53	11	10	16	10	8	41	10	10	20	20
20	54	10	11	14	11	2	56	9	10	17	8	7	49	8	11	18	14
25	56	9	11	14	10	6	53	11	11	14	12	5	52	12	11	13	11
19	57	10	12	13	9	4	54	14	12	12	9						
32	58	10	12	13	14	10	60	11	11	11	7						
31	60	11	12	11	6	11	60	12	12	10	8						
21	63	11	11	10	4	5	63	12	12	8	5						
18	65	12	11	9	3	7	66	12	11	8	4						
11	69	12	10	7	2	7	70	11	10	6	3						
4	75	10	7	5	2												

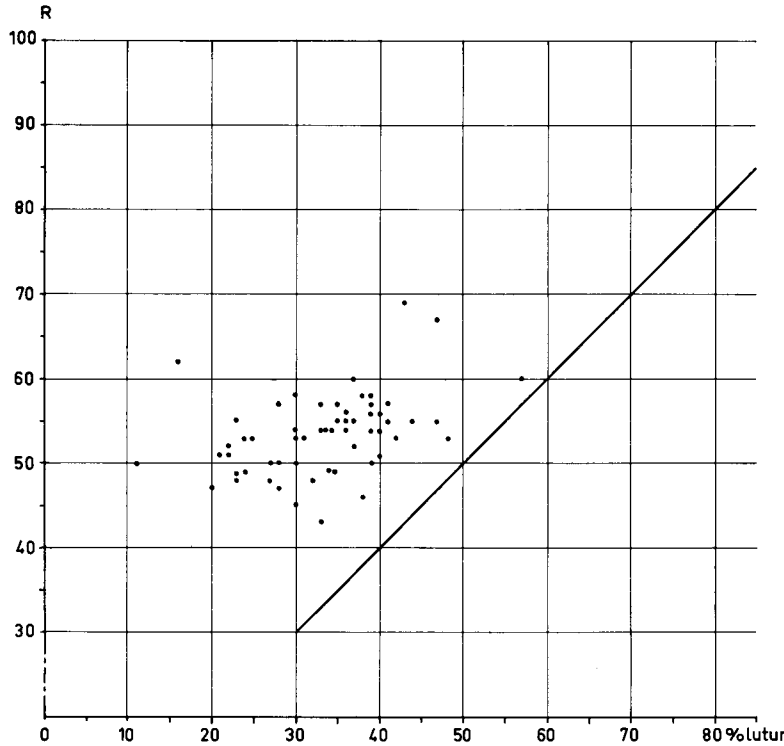


Fig. 11. Lutum-slibverhoudingen van estuariumgronden in het overgangsgebied ten westen van het Land van Heusden en Altena (zie fig. 1)
Fig. 11. Values of R in estuary soils from the transitional area west of the Heusden en Altena region (see fig. 1)

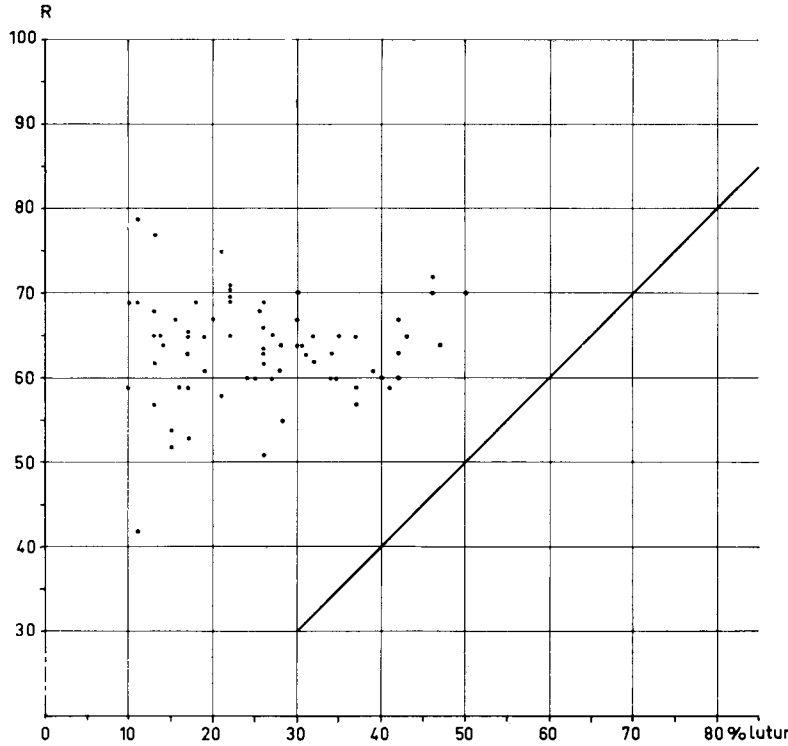


Fig. 12. Lutum-slibverhoudingen van zeekleigronden van de Zuidhollandse eilanden (zie fig. 1)
Fig. 12. Values of R in sea clay soils from the islands of the province of South Holland (see fig. 1)

lutumgehalten. Maar de cijfers vertellen ten koste van welke fracties dit gaat n.l. eerst die van 8–16 mu en bij nog sterkere toename ook die van 4–8 en 2–4 mu. Voor het overige (dus bij de groepen met <50% lutum) zit er in deze laatste twee fracties, wanneer we ze per lutumgroep vergelijken, heel weinig verschil.

De verschillen in het lutumgehalte per gebied zijn al behandeld. In de tabel wordt het gemiddelde lutumgehalte gegeven; de spreiding van de cijfers is in de grafieken te zien. Behalve de vraag of het slib als een eenheid is op te vatten, komt direct ook aan de orde of die eenheid beperkt is tot alle deeltjes <16 m of dat ook de deeltjes 16–25 mu er nog bij betrokken zijn. Tabel 2 geeft de procentuele verdeling van de fracties <25 mu op dezelfde wijze als dat in tabel 1 voor de fracties <16 mu is gedaan.

De onderlinge verschillen per lutumgroep zijn voor de fractie 16–25 mu wat groter maar ze zijn alle wel van dezelfde orde van grootte. De lagere lutumslibverhouding voor de estuariumgronden is gekoppeld aan een groter aandeel in de fracties 8–16 en 16–25 mu.

Voor de verklaring van de constante verhouding lutum-slib bij mariene gronden gaat Zuur (1954a) uit van de veronderstelling, dat de fijnere deeltjes tot vlokken zijn samengebald (zie ook Muller en Van Raadshoven, 1947; Zuur, 1951; Favejee, 1951). Deze binding zou ten dele berusten op een colloïd-chemisch uitvlokkingsproces, maar ook biologische factoren (verkitting door slijm van schelpdieren, diatomeeën enz.) zouden een rol, misschien wel

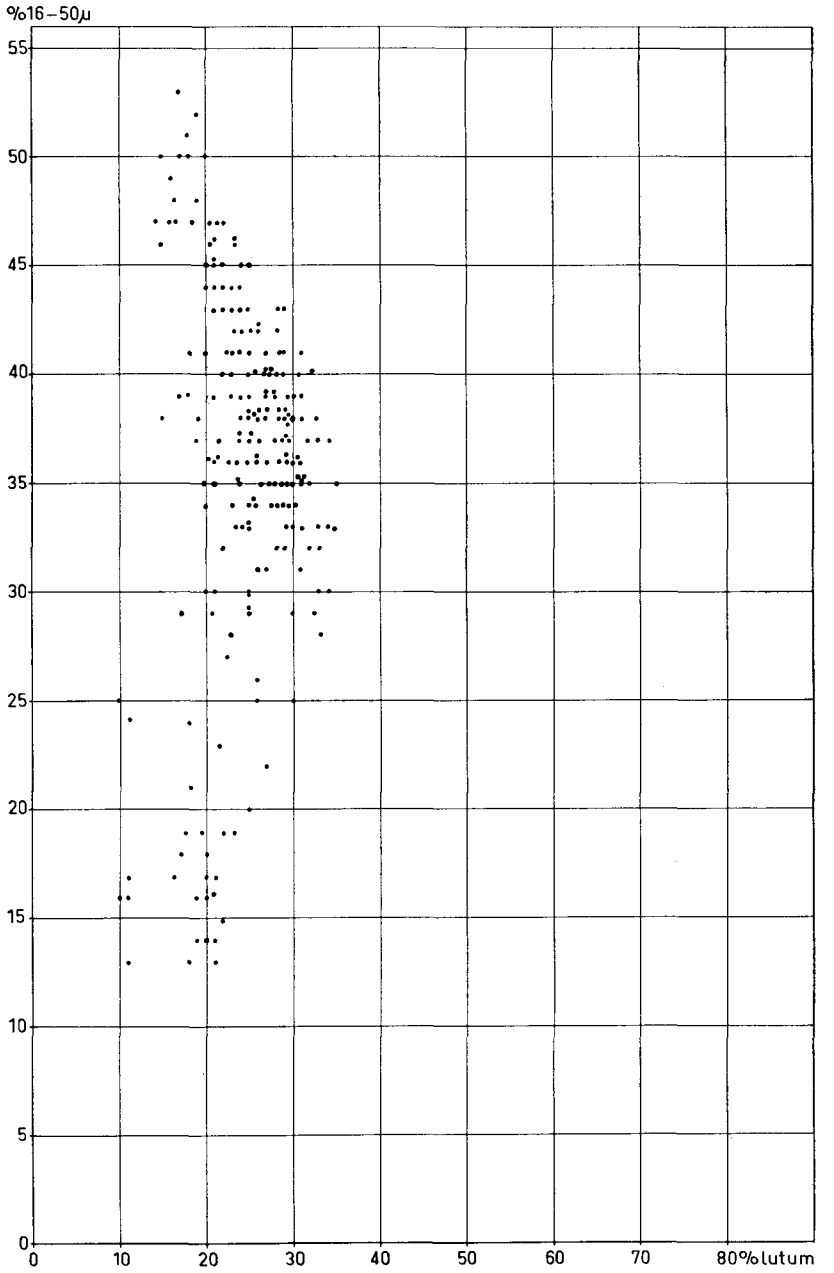


Fig. 13. De fractie 16–50 mu van estuariumgronden in het Land van Heusden en Altena
Fig. 13. The soil separate 16–50 mu in estuary soils from the Heusden en Altena region

de hoofdrol spelen. Als argumentatie wordt aangevoerd dat deze constante verhouding zowel wordt gevonden bij zandgronden, die in woelig water zijn gesedimenteerd, als bij kleigronden, die in zeer rustig water zijn afgezet, m.a.w. de sedimentatie-omstandigheden komen alleen in de totale hoeveel-

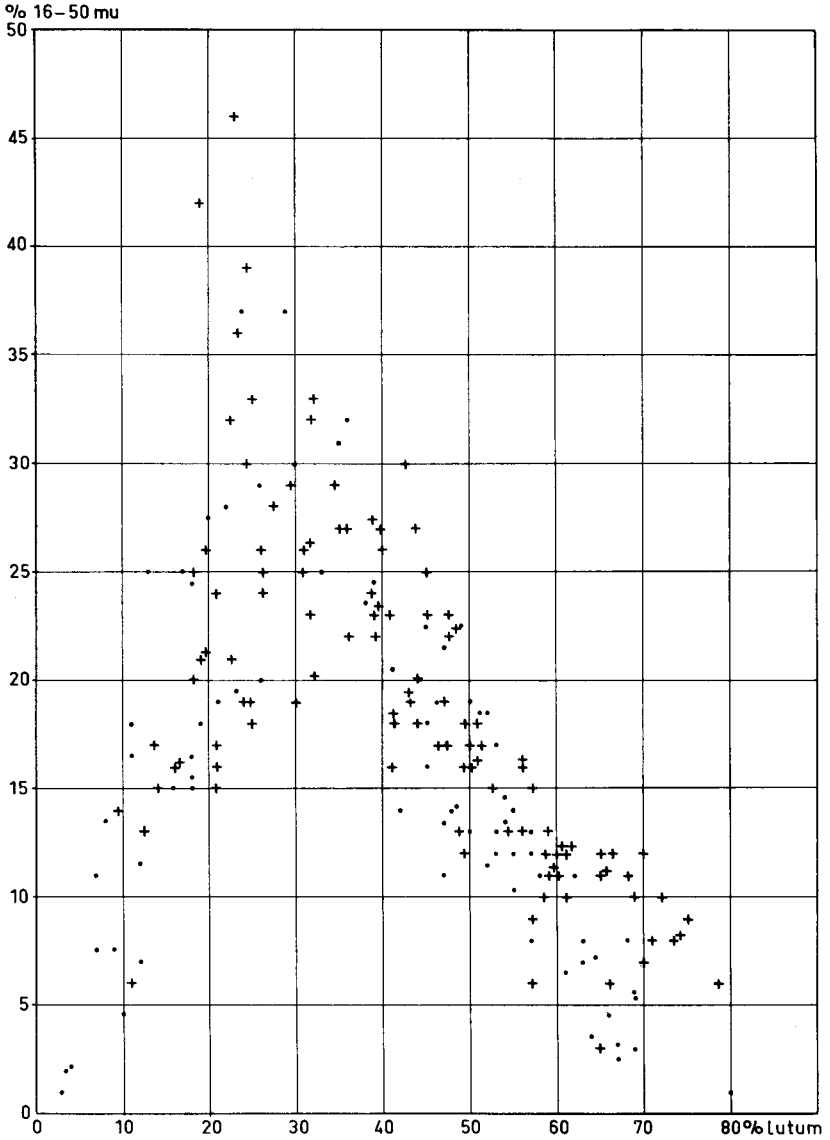


Fig. 14. De fractie 16–50 mu van rivierkleigronden in het Land van Heusden en Altena (•) en in de Tielerwaard (+)

Fig. 14. The soil separate 16–50 mu in river clay soils from the Heusden en Altena (•) and the Tielerwaard (+) regions

heid slib tot uiting, niet in een onderlinge verhouding van de subfracties. Bij een verplaatsing als afzonderlijke partikeltjes zou deze onderlinge verhouding niet constant kunnen zijn, evenmin als dit bij de grovere subfracties het geval is. En deze constante verhouding is dan ook volgens Zuur een bewijs voor het transport in vlokken.

Doeglas (1950) gaat uit van een sterke menging van het zwevend materiaal in de zeeën en oceanen, zodat de samenstelling daarvan, vooral wat de

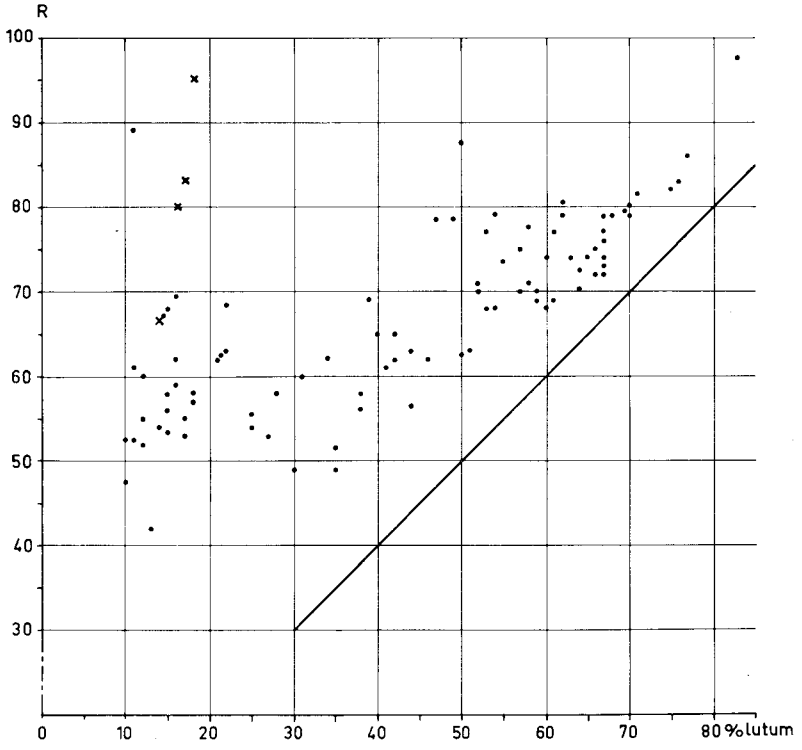


Fig. 15. Lutum-slibverhoudingen van rivierkleigronden in de provincie Utrecht (zie fig. 1; x = monsters uit textuur-B-horizonten)
Fig. 15. Values of R in river clay soils from the province of Utrecht (see fig. 1; x = samples taken from textural B-horizons)

fijnste fracties betreft, over grote gebieden zeer homogeen is, hoewel het van verschillende herkomst is. Dit mengsel zou in zijn geheel worden afgezet, waaruit de homogene samenstelling van de slibfractie wordt verklaard. Ten aanzien van de rivieren wordt een veel grotere wisseling in samenstelling van de zwevende fractie aangenomen, omdat het materiaal van verschillende herkomst is en vaak afzonderlijk, dus bijna ongemengd, wordt aangevoerd en afgezet. Dit zou dan resulteren in een veel grotere verscheidenheid in de lutum-slibverhoudingen bij de rivierkleigronden. Wiggers (1955) geeft de procentuele verdeling van Zuiderzee-afzettingen en sloefgronden. Ook worden door hem gegevens van Maschhaupt, De Bakker, Zuur en Haans weergegeven. We hebben deze samengevat in tabel 3.

Voor de mariene gronden kan dus een constante verhouding van de subfracties van het slib worden aangenomen. De verklaring van het verschijnsel kan fysisch-chemisch of mechanisch zijn. Bij de fluviatiele sedimenten bestaat ook een regelmaat, maar de vrij constante verhouding van lutum-slib tot een lutumgehalte van ongeveer 50% zou een verklaring vragen in fysisch-chemische richting; de regelmatige afneming van de fractie 8–16 mu met het toenemen van het lutumgehalte doet echter zeer sterk denken aan mechanische invloeden. Een verklaring in fysisch-chemische richting door aan te nemen, dat in de kommen de zuurgraad van het water lager zou zijn geweest dan bij de oeverwal, waardoor peptisatie zou zijn opgetreden, is moeilijk.

TABEL 3. Procentuele verdeling van de slibfractie van mariene gronden
TABLE 3. *Percentile distribution of the soil separates 0.16 mu in marine soils*

			n [1])	<2	2–4	4–8	8–16 mu
Maschhaupt	1948	Dollard	10	68	6	11	15
De Bakker	1950	Zuid-Beveland	25	67	8	9	16
Zuur	1936	Wieringermeer	6	70	9	13	8
Haans	1955	Haarlemmermeer	15	66	8	11	15
Wiggers	1955	N.O.P. Zuiderzee	22	60	7	12	21
Wiggers	1955	Sloefgronden	13	33	4	15	48

[1]) n = aantal waarnemingen / *number of observations*

Vooreerst treffen we nu in de komgronden zowel lage als hoge pH's aan. Wel zijn de stroomruggronden kalkrijk en de komgronden kalkarm, maar de stroomruggronden van de Maas zijn over een bepaald traject van haar loop wel kalkarm en hebben daar toch constante verhoudingen.

Wanneer we in tabel 1 en 2 zien hoe regelmatig de afneming van de fracties 16–25 en 8–16 en ten slotte ook die van 4–8 mu plaatsvindt, pleit veel voor een mechanische beschouwingswijze van de slibsedimentatie, althans bij fluviatiele sedimenten. De verklaring van de oorzaak van de karakteristieke verhoudingen tussen de deeltjes moeten we dan schuldig blijven. Een nader onderzoek hiernaar is dus zeer gewenst.

CONCLUSIES

Dat karakterisering van een grond naar zwaarte beter wordt gegeven door het percentage lutum (deeltjes <2 mu) dan door het percentage afslibbaar (deeltjes <16 mu), komt ook hier weer duidelijk naar voren. Er bestaat een bepaalde wetmatigheid in de verhoudingen tussen de diverse fracties <16 mu (mogelijk ook <25 mu) in de rivierkleigronden van Rijn en Maas. Dit pleit meer voor een mechanische beschouwingswijze van de slibsedimentatie dan voor een colloïd-chemische.

De estuariumgronden hebben gemiddeld een lagere lutum-slibverhouding dan de rivierkleigronden, die op hun beurt weer een lagere verhouding hebben dan de zeekleigronden.

Nader onderzoek naar de oorzaak van de wetmatigheid in de verhoudingen tussen de deeltjes van de fijnste fracties is zeer gewenst.

februari 1963

SUMMARY

Of marine soils it is known already, that the ratio (R) of the contents of particles < 2 mu (lutum) to those <16 mu (afslibbaar) stays within rather narrow limits. A ratio of similar stability is not found in river-clay soils.

The investigation at issue is concentrated on the interrelation of the finest separates, with size limits of 2, 4, 8, 16 and 25 mu, of river clay soils. It appeares to be the rule that the ratio <2 mu to <16 mu (R) is nearly constant or rises very gradually at clay contents between 10 and 60% to go up steeply in heavier soils.

To explain the constant ratio found in marine soils Zuur postulates a colloidal composition of the finest particles, whereas Doeglas argues more in favour of a mechanical sedimentation process. For the present the latter

view affords a better explanation of the apparent rule established for the river sediments subjected to this investigation, than can be derived from the colloid chemical theory. Further investigations, however, are advisable.

LITERATUUR

Doeglas, D. J., 1950: De interpretatie van de resultaten van de korrelgrootte-analysen. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 15, 2e st., 247–328.

Favejee, J. Ch. L., 1951: The origin of the 'Wadden' mud. Wageningen. Meded. van de Landbouwhogeschool *51*, 5: 113–141.

Hooghout, S. B., 1948: Enige resultaten van de bepaling der gehalten van gronden aan lutumsubfracties. Maandblad Landbouwvoorlichtingsdienst *5*, 355–357.

Muller, J. en B. van Raadshoven, 1947: Het Holoceen in de Noordoostpolder. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *64*, 153–185.

Ridder, N. A. de, e.a., 1957: Agrohydrologische profielen van Zeeland; een geologische en hydrologische verkenning van de ondergrond van een estuariumgebied tot een diepte van maximaal 40 meter. 's-Gravenhage.

Ridder N. A. de en A. J. Wiggers, 1956: De korrelgrootteverdeling van de keileem en het preglaciale zand. Geologie en Mijnbouw *18*, 287–311.

Ridder, N. A. de en A. J. Wiggers, 1959: Over de granulometrische samenstelling van de slibfractie van enkele kenozoische afzettingen in Nederland. Geologie en Mijnbouw *21*, 416–433.

De Smet, L. A. H. de, 1962: Het Dollardgebied. Bodemkundige en landbouwkundige onderzoekingen in het kader van de bodemkartering. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 67.16. Serie: De bodemkartering van Nederland deel 20. Diss. Wageningen.

Sonneveld, F., 1958: Bodemkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoekingen in het Land van Heusden en Altena. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 64.4 Serie De bodemkartering van Nederland, dl. 18. Diss. Wageningen.

Wiggers, A. J., 1955: De wording van het Noordoostpoldergebied; een onderzoek naar de physisch-geografische ontwikkeling van een sedimentair gebied. Zwolle. Van Zee tot Land, nr. 14 Diss. Amsterdam.

Zonneveld, I. S., 1960: De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. 65.20. Serie: Bodemkundige Studies 4. Diss. Wageningen.

Zuur, A. J., 1936: Over de bodemkundige gesteldheid van de Wieringermeer. 's-Gravenhage.

Zuur, A. J., 1951: Ontstaan en aard van de bodem van de Noordoostpolder. Zwolle. Van Zee tot Land, nr. 1.

Zuur, A. J., 1954: Over de betekenis van de fracties 0–2 en 0–16 mu voor de indeling der zwaardere gronden van de Noordoostpolder. In: Langs gewonnen velden; facetten van Smedings werk, 131–142. Wageningen.

Zuur, A. J., 1954a: Bodemkunde der Nederlandse bedijkingen en droogmakerijen. Deel B: De hoofdsamenstelling en enkele andere zg. chemische bestanddelen van de op het water gewonnen gronden. Kampen/Wageningen.

DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN ENIGE PEDOGENE VLEKKEN EN CONCRETIES UIT EEN ONGERIJPTE ONDERGROND VAN OUDE RIVIERKLEI

The chemical structure of some pedogeneous spots and concretions in an unripened subsoil of old river clay

door/*by*

A. R. P. Janse[1]) **en/and J. N. B. Poelman**[2])

De sleuf, die voor de gasleiding van de N.V. Nederlandse Gasunie wordt gegraven, biedt unieke mogelijkheden om de profielopbouw van de grond tot ruim twee meter over een grote lengte te volgen. Op enkele plaatsen zijn verschijnselen waargenomen, die aanleiding gaven tot nader onderzoek. Over een bijzonder geval volgt hier een korte mededeling.

Het hoofdleidingnet van Ommen naar Boxtel passeert de Oude IJssel even ten oosten van Doesburg en gaat dan dwars door de Lijmers naar de Rijn ten zuiden van Westervoort. De buis komt hier door een landschap, dat opgebouwd is uit de sedimenten van een verwilderde rivier (braided river), die later bedekt werden door afzettingen van Rijn of IJssel. Naar zwaarte en aard van het bovenste dek is het grootste deel van het traject een komlandschap. Daar waar de hoofdleiding de Rijksweg 12 snijdt (onder de gemeente Westervoort), is de nabijheid van de rivier merkbaar aan de lichter wordende kalkrijke gronden, die op de komgrond werden afgezet. De opbouw van het bodemprofiel is even ten zuiden van genoemde snijding als volgt:

0– 20 cm	A1	zode en bovengrond, kalkarm
20– 50 cm	C21g	zware stroomgrond ± 30% lutum, kalkrijk
50– 90 cm	C11g	komklei ± 45% lutum, kalkarm
90–140 cm	G11	venige klei tot humeuze klei, plantenresten nog duidelijk te herkennen
140–158 cm	G12	zwart kleiig veen
158–205 cm	G13	bruin kleiig veen
205–230 cm	G14	blauwgrijze tot grijze oude klei in ongerijpte toestand

Hieronder ligt grof zand en grind van het Laagterras.

In de ongerijpte slappe oude kleilaag onder het veen kwamen witte vlekken en gele concreties voor, die aan concreties van $CaCO_3$ deden denken. Maar noch de oude klei zelf, noch de concreties reageerden duidelijk met verdund zoutzuur. Bij het vervolgen van deze gevlekte zone bleek dat het verschijnsel niet gebonden is aan de geogene gelaagdheid van het profiel, maar dat het veeleer verband houdt met de zandondergrond. De horizont loopt namelijk evenwijdig met de zandondergrond door de erboven voorkomende geogene gelaagdheid heen. Het is een pedogeen verschijnsel op een grotere diepte dan die waarop in het algemeen bij klei- en veengronden waarnemingen worden gedaan. Bij nauwkeurige waarneming bleek dat de blanke vlekken gedeeltelijk uit gekristalliseerde kernen bestonden, waarom-

[1]) Lab. voor Landbouwscheikunde van de Landbouwhogeschool.
[2]) Afd. Utrecht, Stichting voor Bodemkartering.

Links onder: de zone met witte vlekken en gele concreties.
In an unripened subsoil of old river clay below peat white spots and yellow concretions, looking like $CaCO_3$ concretions, were found, which did not react upon dilute hydrochloric acid. The white spots partly show a cristallized centre and colloid more or less diffuse zones in the exterior. Besides, very hard, sometimes dark yellow to light brownish yellow coloured cristals were found. Analytical data are mentioned in the article.

heen (colloidale?) min of meer diffuse zones. Enkele bijzonder harde, en soms donker geel tot licht bruingeel gekleurde kristallen kwamen eveneens voor.

Het leek interessant, door een oriënterende chemische analyse enig begrip te verkrijgen over deze vorming. Daartoe werd in samenwerking met het laboratorium voor Landbouwscheikunde een aantal bepalingen gedaan.

Van het uitgeprepareerde materiaal (506 mg) loste 46% in HNO_3 (4 normaal) op onder ontwikkeling van 16% CO_2. In de oplossing kan worden aangetoond 0,1% P_2O_5, 4% Ca, 17,5% Fe, wat in het oorspronkelijke materiaal uiteraard in tweewaardige vorm aanwezig was. Voorts was een spoor sulfide merkbaar; sulfaat was niet aantoonbaar. In het oplosbare deel (235 mg) werd dus naast 2,7 m.e. CO_3 nog 3,2 m.e. Fe en 1,1 m.e. Ca gevonden.

Het residu, dat dus niet in HNO_3 oploste, bestond voor 85% uit SiO_2; daarnaast kon alleen de aanwezigheid van Fe worden vastgesteld.

Het oplosbare gedeelte bestaat hoogst waarschijnlijk uit basisch Fe-carbonaat en Ca-carbonaat; het onoplosbare gedeelte bestaat uit silicaten, waaronder zeker Fe-silicaat.

Een nauwkeuriger vermelding van analyseresultaten zou een verkeerde indruk kunnen wekken. De toestand waarin en de wijze waarop het materiaal geïsoleerd wordt, heeft vanzelfsprekend een grote invloed.

STUDIES VAN LANDSCHAP, BODEM EN VEGETATIE IN HET WESTELIJKE DEEL VAN DE KALMTHOUTSE HEIDE

Studies on landscape, soil and vegetation in the western part of the 'Kalmthoutse Heide'

door/*by*

I. S. Zonneveld[1])

INLEIDING

De schrijver van dit artikel ontving in 1955 als medewerker van de Stichting voor Bodemkartering de opdracht bodem en vegetatie van een op Nederlands gebied liggend deel van de Kalmthoutse heide te karteren. Bij het voor deze kartering strikt noodzakelijke werk werd van enkele interessante aspecten van bodem en vegetatie nader studie gemaakt. Daarbij werden de grenzen van het te onderzoeken gebied en zelfs de Rijksgrens plaatselijk overschreden. In Zonneveld en Bannink (1960) is het onderzoek meer uitvoerig beschreven. In dit artikel zullen meer in het bijzonder de geografisch (landschapsoecologisch) belangrijke aspecten worden behandeld.

Uit de onderlinge inwerking van de geologische factoren, het klimaat en het leven, inclusief dat van de mens, ontstaat het landschap, zoals dat zich aan ons voordoet (fig. 1).

Als twee van de belangrijkste elementen van dat landschap staan de bodem en de vegetatie en hun onderlinge relatie in het middelpunt van deze studie. Daarbij is gebruik gemaakt van visuele, micro- en macromorfologische en chemische beschrijving van bodemprofielen en vegetatie; voorts van pollenanalytisch onderzoek van recente en fossiele bodemprofielen en 14C-datering van houtskool en geïnfiltreerde organische stof.

De schrijver betuigt dank aan prof. dr. Florschütz voor de analyse van pollenmonsters en de interpretatie van de diagrammen, aan J. F. Bannink, die het veldwerk voor een groot deel uitvoerde en ook bij de interpretatie assisteerde, en aan H. N. Leys voor het tekenen van figuren en tabellen en voor de hulp bij het uitwerken van andere gegevens. Voorts aan vele van zijn bodem- en vegetatiekundige collega's in België en Nederland voor waardevolle discussies.

ALGEMENE, FYSISCH-GEOGRAFISCHE BESCHRIJVING

Het onderzochte gebied ligt voornamelijk in de gemeente Ossendrecht tussen de Belgische grens, de 'Putse Moer' en de 'Grote Meer' en de Puttense straatweg. Meer gedetailleerd onderzoek werd voornamelijk gedaan in een strook van enkele honderden meters aan weerszijden van de Rijksgrens.

Het bestudeerde landschap doet zich voor als een sterk geaccidenteerd, zij het plaatselijk vlak gebied, waarin bosaanplantingen, heidevelden, ongeconsolideerde stuifzanden en vennen van diverse aard elkaar afwisselen. De boomgroei bestaat behalve uit enige opslag van vliegdennen en berken uit vaksgewijze aanplantingen van groveden (*Pinus sylvestris*) en zeeden (*Pinus pinaster*) en enkele aangeplante ruim honderd jaar oude beukenopstanden.

Werd in 1830 bijna het gehele gebied nog door heide, stuifzand en pioniersvegetaties, die het stuifzand vastleggen, ingenomen, thans is het grootste

[1]) Afd. Vegetatiekunde, Stichting voor Bodemkartering.

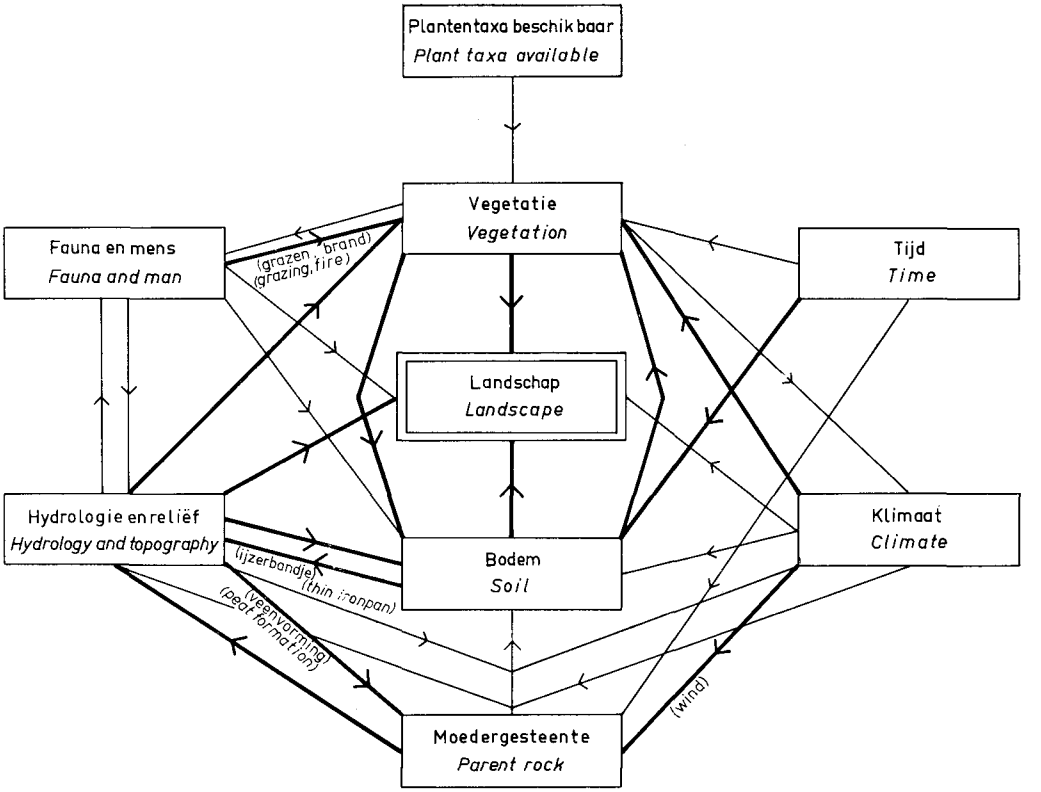


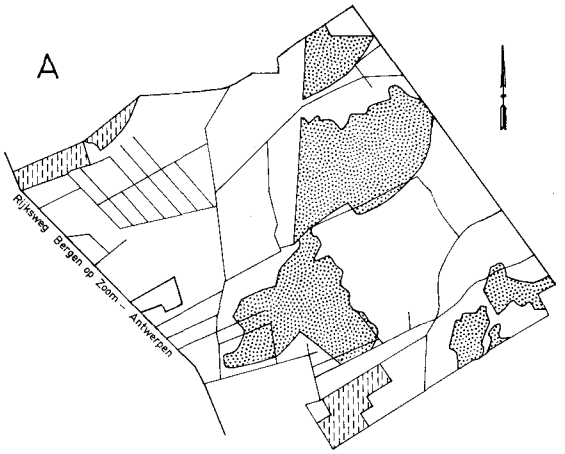
Fig. 1. Schema van de relaties tussen het landschap en zijn componenten en de factoren die deze bepalen
Fig. 1. Diagram of the relations between the landscape and its components and their determining factors

deel bebost met dennen (zie fig. 2). Op het Belgische deel van de Kalmthoutse heide, dat de status van een – overigens helaas bedreigd[1]) – natuurreservaat heeft, komt nog een vrij groot aaneengesloten oppervlak heide voor. Het hier gelegen grote en hoge stuifzandcomplex, 'de Vossenbergen', is tijdens de aanleg van de ringbaan om Antwerpen geheel afgegraven.

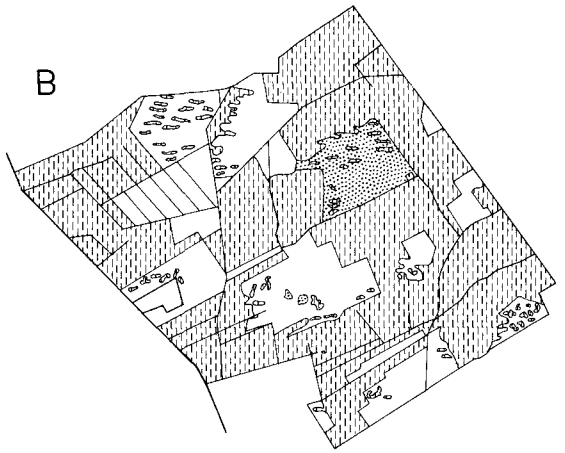
De geologische opbouw blijkt uit een schematische doorsnede in figuur 3, die is ontleend aan de geologische kaart van Nederland en aan eigen gegevens. De ondergrond bestaat uit II_0-afzettingen met daar overheen een pakket dek- en stuifzanden van wisselende dikte. Dit dek ontbreekt zelden. Enkele kilometers meer naar het westen is een steilrand aanwezig, waar de II_0-lagen, die op enkele Zuidlimburgse afzettingen na de oudste afzettingen van Nederland vertegenwoordigen, dagzomen. Ze krijgen hier contact met de allerjongste sedimenten, te weten de slikken van de Oosterschelde (fig. 4).

Over de indeling en datering van de II_0 hebben wij geen nader veldonderzoek gedaan. Uit gegevens van Nelson en Van der Hammen (1950) en van Van Dorsser (1956) en daar vermelde literatuur zou kunnen worden afgeleid, dat in ieder geval de onderste lagen nauw verwant aan het Tiglien zijn,

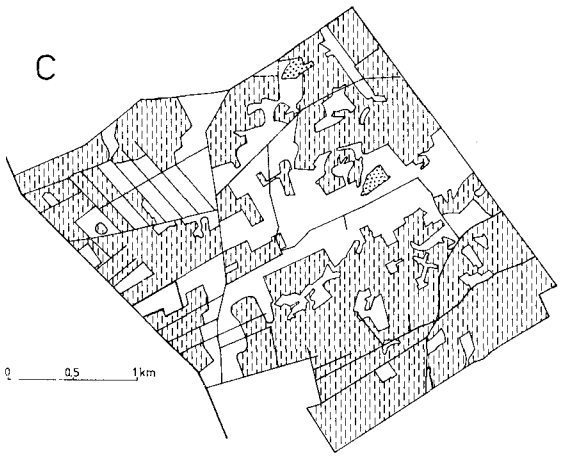
[1]) Zie Vereniging voor Natuur- en Stedenschoon, 1958.



A = in 1832 volgens kadastrale gegevens
in 1832 owing to the land register



B = in 1893 volgens de topografische kaart
in 1893 according to the topographical map



C = in 1955 volgens eigen opname
in 1955 as surveyed by the authors

bos/*forest* heide/*heath* onbegroeid stuifzand/*bare shifting sand*

Fig. 2. Verspreiding van bos, heide en stuifzand / *Distribution of forest, heath and shifting sand*

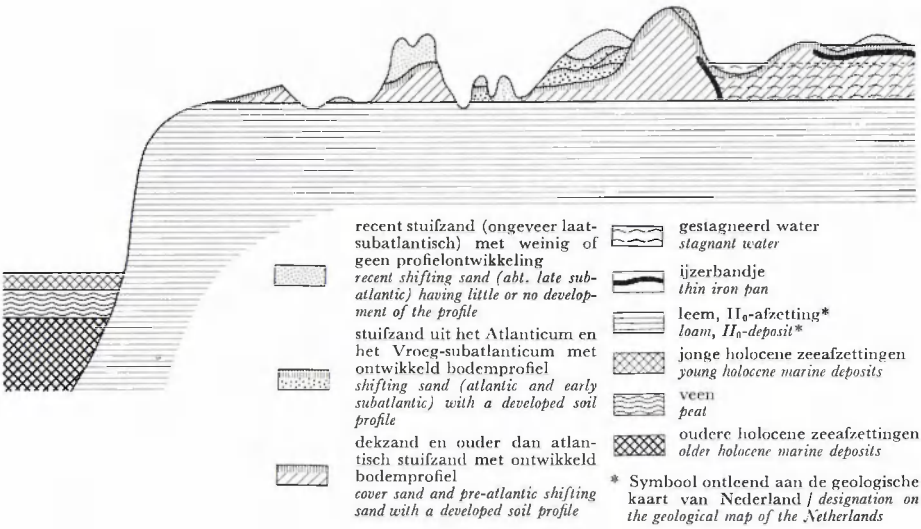


Fig. 3. Schematische voorstelling van de geologische opbouw van het gebied
Fig. 3. Generalized geological cross section of the area

Foto: I.S. Zonneveld

Fig. 4. Contact van Nederlands oudste aan de oppervlakte liggende afzetting van betekenis II_0 met de jongste afzetting (mariene jonge schorren en slikken)
Fig. 4. Contact of the oldest outcropping deposit of any importance in the Netherlands II_0 and the youngest deposits (young marine tidal flat)

maar dat ze in het licht van de onderzoekingen van Doppert en Zonneveld (1955) vermoedelijk tot de zone van Kedichem moeten worden gerekend. De II_0 bevat lemige lagen, die op vele plaatsen in de omgeving worden geexploiteerd, en sterk gecomprimeerde organische-stofrijke lagen, die het midden houden tussen veen en bruinkool. Ook vindt men spierwitte zandlagen tussen de leem. Dit zand blijkt volgens mineralogisch onderzoek steeds een Maas-(Schelde-)herkomst te hebben (zie bovenvermelde literatuur, aangevuld met een voor ons door dr. Crommelin verrichte analyse). De II_0-afzettingen vertonen een beeld, dat een genese als 'braiding-river' waarschijnlijk maakt, die later meer het karakter van een meanderende kustvlakte-rivier heeft gekregen (zie Van Dorsser, 1956). Er komen namelijk oeverwalsystemen en ook dikke veenpakketten in voor. De dikke, sterk samengeperste veenlagen doen een nabijheid van de zee in het oud-Pleistoceen vermoeden. Na afzetting van de II_0-sedimenten is de oppervlakte zeer sterk onderhevig geweest aan water- en winderosie. Nergens in het onderzocht gebied is een duidelijk bodemprofiel dat van vóór de laatste ijstijd dateert in de II_0 gevonden. De leemlagen hebben de meeste weerstand geboden. We zien dan ook, dat waar de II_0-lagen een zwak golvend reliëf hebben, zij op de hoogste plaatsen steeds een leemdek vertonen. In de laagten wordt de bovengrens ook wel door meer zandige lagen gevormd.

Op de II_0 bevindt zich vrijwel overal dekzand, dat gedurende het Holoceen plaatselijk bij herhaling is verstoven.

Op sommige plaatsen kunnen een fijnzandig tot lemig Ouder dekzand en een grovere jongere laag worden onderscheiden. Deze zijn plaatselijk gescheiden door een venige laag, waarin een pollenneerslag is aangetroffen, waarvan de datering niet in strijd is met Allerød-ouderdom (zie Van Dorsser, 1955) en Nelson en Van der Hammen, 1950). De onderzijde van het vermoedelijk geheel pleistocene zand en de bovenzijde van de II_0-afzettingen zijn kryoturbaat '*gebrodeld*'. Plaatselijk vonden we in een groeve bij Hogerheide onder de Allerød-achtige laag nog een humeuze horizont, die mogelijk tot de Bølling kan worden gerekend. Dit kon helaas niet meer worden onderzocht. Hoewel de bodemprofielen die in het gebied werden waargenomen, alsook de wortels van de vegetatie zich vrijwel uitsluitend in de jongere zandlagen bevinden, hebben de II_0-afzettingen toch een belangrijke invloed op het landschap. De leemlagen die er deel van uitmaken, zijn namelijk overwegend bijzonder ondoorlatend. Wanneer er tevens in horizontale richting een belemmering voor de afvoer van water aanwezig is, kunnen vennen ontstaan. In de meeste gevallen wordt deze horizontale barrière niet door de II_0 gevormd, omdat de lemige lagen in vele gevallen zoals boven is geschetst eerder als koppen boven de zandige delen van de II_0 uitsteken dan komvormig zijn, maar doen dek- en stuifzandruggen als zodanig dienst. De wijze waarop hierin de waterafvoer wordt belemmerd, is in het volgende nader beschreven. De laagten waarin de vennen zijn gevormd, kunnen van verschillende oorsprong zijn. Uitstuiving gedurende droge perioden alsook afsluiting van flauw hellende dalen door oudere en jongere stuifzandruggen kunnen in het onderzochte gebied worden geconstateerd; zie ook Lorié (1916–1919). Een correlatie van vennenreeksen met oude stroomdalen (Van der Sleen, 1918) is in het onderzochte gebied niet zeer duidelijk aanwezig. Waar dit elders wel het geval is, zal ze meer het gevolg zijn van nu eenmaal in banen liggende leemafzettingen dan van het thans nog bestaande geulenreliëf uit de oud-pleistocene tijden.

DE VORMING VAN LANDSCHAP, BODEM EN VEGETATIE GEDURENDE HET HOLOCEEN

De herkenbare bodemvorming heeft geheel plaatsgehad in de pleistocene en holocene zanden aan de oppervlakte. Hierin wortelt ook de vegetatie. In het meer in detail onderzochte gebied werd de fijnzandige, lemige dekzandlaag niet duidelijk aangetroffen. Het dekzand bleek hier gedurende het Holoceen sterk verstoven te zijn.

Een enkele kilometers brede en enkele tientallen kilometers lange, sterk geaccidenteerde strook, rijk aan recente levende stuifzanden, ligt in het gebied en neemt de grootste oppervlakte in. Westelijk van dit stuifzandgebied liggen de II_0-afzettingen dicht aan de oppervlakte. Oorspronkelijk aanwezig dekzand is daar kennelijk weggewaaid. Plaatselijk ontbreken duidelijk bodemprofielen, waaruit blijkt dat dit ook in recente tijden is geschied ('uitgestoven laagten'). Vennen zijn daar schaars, omdat oppervlakkige afwatering mogelijk is. Oostelijk van de geaccidenteerde strook komen veel vennen en venen voor, kennelijk mede omdat oppervlakkige afwatering in westelijke richting wordt belemmerd. Het reliëf is hier zwak golvend en heeft, afgezien van recente plaatselijke verstuivingen, het karakter van een geërodeerd stuifzandlandschap. Binnen de geaccidenteerde strook komen, zoals uit de profielontwikkeling blijkt, oude stuifduinen met een veel sterker reliëf voor (o.a. Kraaienberg en Paalberg). Deze zijn vermoedelijk jonger dan Allerød; in ieder geval stammen ze, zoals hierna zal blijken, op zijn minst uit het Boreaal of uit een vroegere periode. De jonge recente verstuivingen moeten voornamelijk worden beschouwd als een aantasting van deze laatste stuifduinen en van het in het westen onmiddellijk eraan grenzende gebied. Enkele tientallen kilometers naar het oosten bevindt zich weer een dergelijke strook met veel stuifzanden (zie o.a. Geologische kaart van Nederland Van Dorsser, 1956, Maréchal en Maarleveld, 1955). Ruggen van dikkere dekzandlagen op II_0 liggen er aan ten grondslag (zie ook fig. 3).

Het bleek nu, dat in ons onderzoekingsterrein vooral aan de oostelijke flank van het sterk geaccidenteerde gebied de profielontwikkeling herhaalde malen is onderbroken door overstuiving. Zo ontstonden verschillende profielen boven elkaar, in enkele gevallen zelfs een vijf- of zestal. Op andere plaatsen, vooral aan de westkant van vermeld gebied, werden oorspronkelijk gevormde profielen geheel door uitstuiving tot in de II_0-lagen weggeërodeerd (zie fig. 5 en 6). Ook werden aanvankelijk gevormde meervoudige profielen weer door erosie aangetast, zodat 'uitgestoven laagten' ontstonden, waarin zich in de ondergrond één of meer bodemprofielen bevinden. De bij de bodemkartering gebruikte geomorfologische term 'uitgestoven laagte' voor de aanduiding van een bodemtoestand (vaste, steriele, uiterst humusarme, oecologisch ongunstige bodem, zie o.a. Schelling, 1955) geeft hier aanleiding tot moeilijkheden.

Enkele raaien aan de oostelijke flank van de sterk geaccidenteerde strook werden meer in detail bestudeerd. Hier werden nauwkeurige beschrijvingen van bodemprofielen gemaakt in een aantal proefkuilen, die door middel van boringen met elkaar werden verbonden. De monsters werden chemisch en micromorfologisch onderzocht. Het micromorfologisch onderzoek was gericht op de vormen, waarin zich humus en ijzer in de verschillende horizonten bevinden. In deze raaien werd ook de vegetatie nauwkeurig geanalyseerd en door middel van tabellen, detailkartering en profieltekeningen bestudeerd. Alleen de laatste wijze van voorstellen wordt in deze publikatie

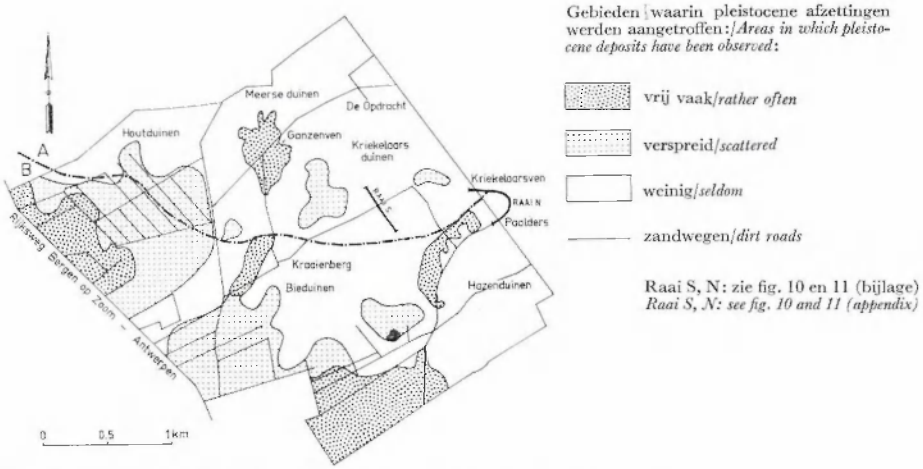


Fig. 5. Vereenvoudigde kaart van de oud-pleistocene afzettingen
Fig. 5. Generalized map of the old pleistocene deposits
A = Gebied waarin de pleistocene afzettingen in hoofdzaak bestaan uit zand / *Area in which the pleistocene deposits consist predominantly of sand*
B = Gebied waarin de pleistocene afzettingen in hoofdzaak bestaan uit klei / *Area in which the pleistocene deposits consist predominantly of clay*

Tabel 1. Synsystematisch overzicht van de vegetatie-eenheden in de raaien S, N en D *)
*Table 1. Synsystematic diagram of the vegetation-units in the traverses S, N and D *)*

KLASSE	ORDE	VERBOND
Brometa-Corynephoretea (zie Westhoff c.s. 1946)	Corynephoretalia (Klika, 1934)	Corynephorion canescentis (Klika, 1931)
Calluno-Ulicetea (Braun-Blanquet et Tüxen, 1943)	Ulicetalia (Quantin, 1935)	Ulicion (Cluquet, Malcuit, 1928)
Oxycocco-Sphagnetea (Braun-Blanquet et Tüxen, 1943)	Ericeto-Sphagnetalia (Schwickerath, 1940)	Ericion tetralicis (Schwickerath, 1933)
Scheuchzerio-Caricetea fuscae (Tüxen, 1937)	Scheuchzerietalia palustris (Nordhagen, 1936)	Scheuchzerion palustris (Nordhagen, 1936)
Littorelletea (Braun-Blanquet et Tüxen, (1943)	Littorelletalia (Koch, 1926)	Littorellion uniflorae (Koch, 1926)

Translations: klasse = *class;* orde = *order;* verband = *alliance;* associatie en sociatie = *association and sociation;* sub-associatie = *sub association;* gemeenschap van = *plant community of;* grondwatertrap = *ground water class;* volgens de bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000 = *according to the soil map of the Netherlands, scale 1:50000*

*) Raai D is in dit artikel verder buiten beschouwing gelaten (zie hiervoor Zonneveld en Bannink, 1960)
*) *Traverse D is not discussed otherwise in this article (see Zonneveld and Bannink, 1960)*

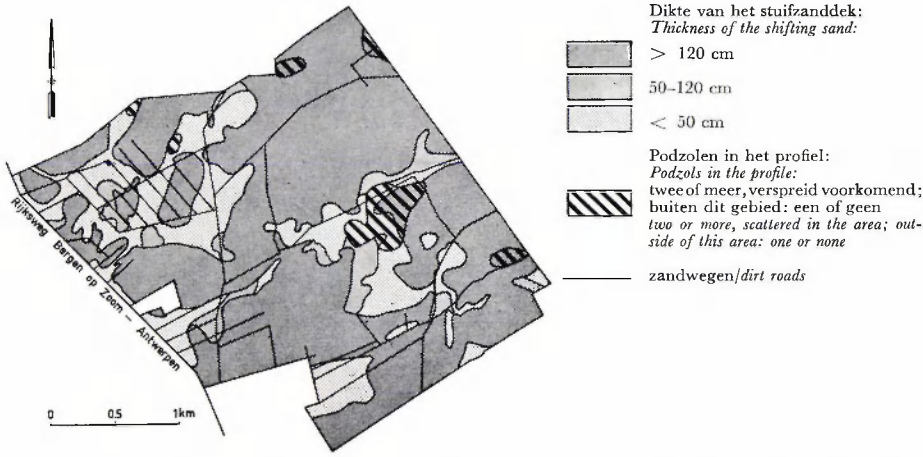
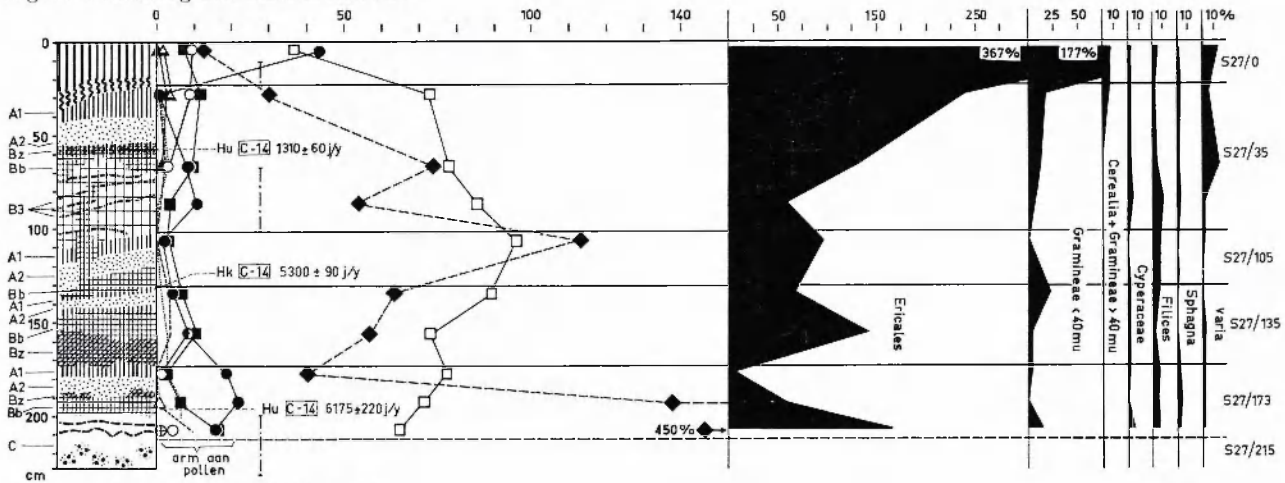


Fig. 6. De dikte van de stuifzanddekken en het voorkomen van twee of meer podzolen boven elkaar
Fig. 6. The thickness of the cover of shifting sand and the occurrence of two or more podzols on top of each other

ASSOCIATIE (EN SOCIATIE)	SUB-ASSOCIATIE	GEMEENSCHAP VAN		GRONDWATERTRAP *)
Corynephoretum canescentis (Tüxen, 1937)	agrostidetosum caninae aridae (Tüxen, 1937)	Corynephorus canescens en Agrost. can. var. arida	CA	VII
	cladonietosum (Tüxen, 1937)	Polytrichum piliferum, Agrost. can. ar. en Cornicularia aculeata	PAC	VII
		Calluna en Polytrichum piliferum	CP	VII
Calluneto-Genistetum	Typicum	Calluna, Hypnum cup. ericetorum en Molinia	CHM	VII
		Calluna, Hypnum cup. ericetorum	CH	VII
		Molinia, Calluna en Polytrichum juniperinum	MCJ	VII
		Molinia en Calluna vulgaris	MC	VII
	Molinia-Campylopus + Polytr. juniper. sociatie	Molinia, Campylopus en Polyt. juniperinum	MFJ	VII
	Molinia-Campylopus flex. sociatie	Molinia en Campylopus flexuosus	MF	VII
	molinietosum (Tüxen, 1937)	Calluna en Erica tetralix	CE	VI (VII)
		Calluna, Erica en Molinia	CEM	V (VI)
Ericion tetralicis (Schwickerath, 1933)	cladonietosum (Tüxen, 1937)	Erica en Molinia	EM	III (V)
		Molinia en Erica	ME	III
		Molinia, Erica en Campylopus	MEF	V
Rhynchosporetum albae (Koch, 1926)		Drosera intermedia, Rhynchospora fusca en Campylopus	DRF	III
	sphagnetosum cuspidati (Diemont et Tüxen, 1937)	Drosera intermedia en Rhynchospora	DR	III
Eleocharetum multicaulis (Allorge, 1922)		Juncus bulbosus en Eleocharis multicaulis	JE	III
		Eriophorum angustifolium, Juncus bulb. en Eleocharis mult.	EJE	II
Ass.v. Sparganium angustifolium en Sphagnum obesum (Tüxen, 1937)		Juncus bulbosus en Glyceria fluitans	JG	II
	Molinia-Juncus bulbosus sociatie	Molinia en Juncus bulbosus	MJ	III

*) Volgens bodemkaart van Nederland 1 : 50 000, zie tabel 2

Fig. 7. Pollendiagram Ossendrecht S27



Stuifzanddekken/*Cover of shifting sand*

- Hs — humeus/*humic*
- S — zwak humeus/*slightly humic*

Bodemhorizonten/*Soil horizons*

- Ap
- A0
- A1
- A2
- A1 + A2
- Bz (B21)
- Bb (B22)
- B3
- B31
- B32 in fig. 7, 8, 9, 12; B2 in fig. 10 en/*and* 11
- C — C

Diversen/*Miscellaneous*

- bleking/*bleaching*
- brokjes houtskool/*charcoal fragments*
- roest/*rust*
- ijzerbandje/*thin iron pan*
- fibers
- G — permanente reductie/*permanent reduction*
- niet gehomogeniseerd/*non homogenized*
- Hu C-14 — 14C-datering van humus /*C-14 dating of humus*
- Hk C-14 — 14C-datering van houtskool/*C-14 dating of charcoal*

- Betula
- Quercetum mixtum
- Pinus
- Corylus
- Fagus
- Alnus
- Salix
- Carpinus
- Tilia
- Ulmus
- Fraxinus

arm aan pollen = *poor in pollen*

TABEL 2. Indeling van de grondwatertrappen
TABLE 2. *Recognized ground water classes*

Grondwatertrappen *Ground water classes*	I	II	III	IV	V	VI	VII
Gemiddelde hoogste grondwaterstand in cm -m.v. *Average highest ground water table in centimetres below surface*	–	–	<40	>40	<40	40–80	>80
Gemiddelde laagste grondwaterstand in cm -m.v. *Average lowest ground water table in centimetres below surface*	<50	50–80	80–120	80–120	>120	>120	>120

gebruikt (zie de bijlage, fig. 10 en 11). In tabel 1 is een overzicht van de vegetatie-eenheden gegeven met vermelding van onze symbolen en de plaats in de synsystematiek.

De raaien werden voorts gewaterpast. Tevens zijn op verscheidene plaatsen de waterstanden in de vennen en de grondwaterstanden een aantal malen op kritieke momenten in het seizoen gemeten.

Door middel van 14C-analyse van houtskool en van ingespoelde humus, die werden aangetroffen in profiel S27, en met behulp van pollenanalytische gegevens bleek het mogelijk de bodemvorming en de overstuivingen enigermate te dateren[1]).

In kuil S27 (zie fig. 7) bleek, dat profiel S27/135 omstreeks 5300 jaar geleden, dus gedurende het Atlanticum, aan de oppervlakte moet hebben gelegen. Vermoedelijk zal de overstuiving, waarin profiel S27/105 werd gevormd, korte tijd daarna hebben plaatsgevonden, mogelijk nog tijdens het Atlanticum. Pollenanalytisch ligt de vermoedelijke grens tussen Atlanticum en Subboreaal echter veel lager dan de oppervlakte van S27/105 en wel bij ca. 205 cm beneden maaiveld. Er heeft dus in de loop van 5000 jaar een 'inspoeling' plaatsgevonden van ca. 80 cm. Het pollen in de onderste profielen van S27 is dus met een gemiddelde snelheid van ca. 1½ cm per eeuw verplaatst, althans overstemd door van boven aangevoerd stuifmeel.

Met deze gemiddelde 'inspoelingssnelheid' die gedeeltelijk ook door 'homogenisatie' veroorzaakt zal zijn, is rekening gehouden bij de onderstaande gevolgtrekkingen. De diepte, tot waarop het subatlantisch pollen in het zand van profiel S27/35 (dat eerst in het Subatlanticum werd overstoven) is ingezakt, strijdt niet met de boven gevonden waarde van 1½ cm per eeuw. Hetzelfde geldt voor de andere pollendiagrammen.

Uit de gegevens van S27 valt voorts op te maken, dat er gedurende het Atlanticum minstens drie overstuivingen hebben plaatsgevonden (S27/105 is een rest van een oud onthoofd profiel). Daarna is vermoedelijk tijdens het Subboreaal nog een dikke stuifzandlaag gevormd, waarin profiel S27/35 ontstond. Dit laatste bevat een B-laag, die als gemiddelde ouderdom een subatlantische leeftijd bleek te bezitten. Mogelijk is deze bodemvorming reeds tijdens het Subboreaal begonnen. Het allerjongste dek, waarin nog slechts zwakke bodemvorming aanwezig is, dateert uiteraard uit het Subatlanticum. Uit het hier niet gepubliceerde pollendiagram van kuil S22

[1]) Omtrent de mogelijkheden van de pollenanalyse en haar interpretatie in minerale gronden zij verwezen naar enige recente literatuur op dit gebied zoals Havinga, 1957; Munaut, 1959.

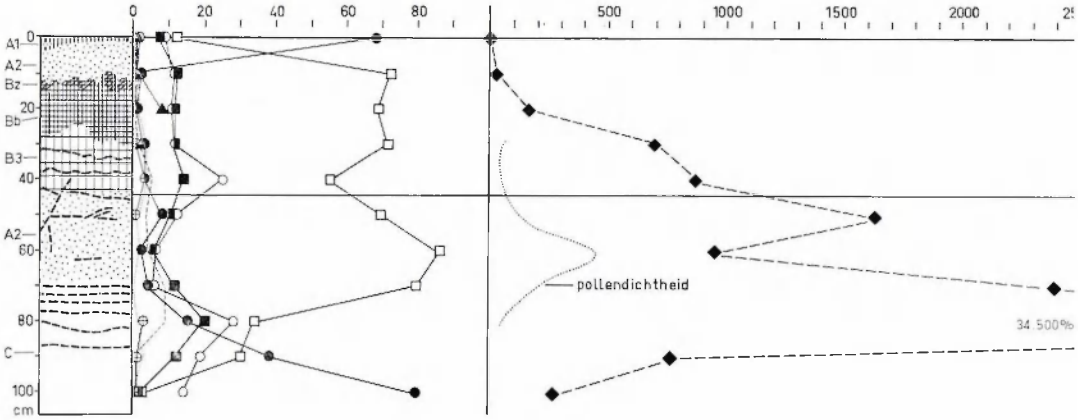


Fig. 8a. Pollendiagram N34, Paalberg bij Ossendrecht. Legenda, zie fig. 7

blijkt, dat dit dek tenminste enige eeuwen oud moet zijn, aangezien er pollen van voor de grote aanplant van dennen in aanwezig is.

De kuilen N34 en N35 liggen op de Paalberg, een oud stuifduin in de vorm van een paraboolduin. De bodemprofielen zijn hier sterk ontwikkeld. De pollenanalyse maakt waarschijnlijk, dat deze heuvel reeds tijdens het Boreaal aanwezig was (zie N34, fig. 8a). Een 'inspoelingssnelheid' van ca. 1½ cm per eeuw heeft veroorzaakt, dat de grens tussen Boreaal en Atlanticum in N34 zich op enige diepte in het profiel bevindt. Door erosie is het subboreale stuifmeel aldaar grotendeels verdwenen. Op de top van de Paalberg (N35, fig. 8b) is de bodemvorming, behoudens enige geringe opstuiving, die verband houdt met die van S27, ongestoord sinds het Boreaal voortgegaan. Slechts een klein deel werd pollenanalytisch onderzocht. Op ca. 70 cm diepte is kennelijk atlantisch pollen aanwezig, wat nog juist in overeenstemming is met bovenvermelde 'inspoelingssnelheid'. De vorming van de harde ijzerband en de vette humus-B kan echter ook vertragend hebben gewerkt. In S33, tussen S27 en N35 op de helling van de Paalberg gelegen,

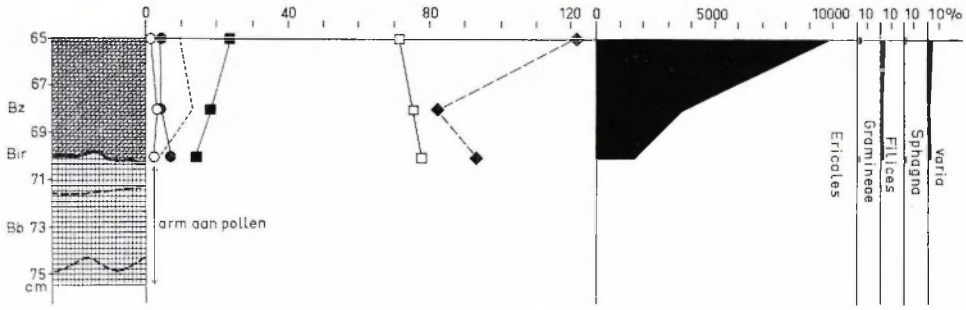


Fig. 8b. Pollendiagram N35, op de top van de Paalberg bij Ossendrecht. Legenda, zie fig. 7

Fig. 8b. Pollen diagram N35, on top of the Paalberg near Ossendrecht. Legend, see fig. 7; translation: arm aan pollen = poor in pollen

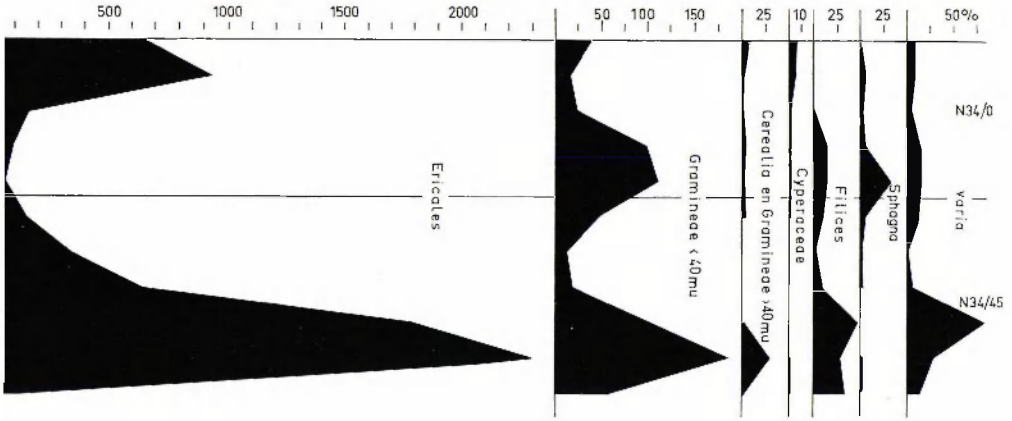


Fig. 8a. Pollen diagram N34, Paalberg near Ossendrecht. Legend, see fig. 7; translation: pollendichtheid = pollen density

vinden we een overgangssituatie. Daar zijn S33/0 en S33/10 vermoedelijk identiek met S27/0 en S27/35 (zie fig. 9 en de bijlage, fig. 10).

Profiel S33/123 vertegenwoordigt echter een bodemprofiel, dat de som is van de onderste vier profielen uit S27. Behalve pollenanalytische en stratigrafische argumenten pleit voor dit alles de aard van de bodemvorming, zoals deze uit macromorfologisch en micromorfologisch onderzoek blijkt.

Zowel de oude als de jonge bodemprofielen dragen het karakter van een humuspodzol. Dit is een bodemtype van de arme moedergesteenten, waarin zo weinig verweerbare mineralen aanwezig zijn, dat vorming van lutumen/of sesquioxyderijke B-lagen onmogelijk is. Het is algemeen bekend, dat de humusinspoeling extremer is naarmate de vegetatie moeilijker te mineraliseren strooisel bevat. Dit is in het bijzonder het geval bij Calluna en Erica (zie ook Veenenbos, 1953, en Van Diepen, 1956). Het strooisel hiervan bevat o.a. arbutine, een glycoside, dat de activiteit belemmert van organismen, die bij de humusmineralisatie zijn betrokken (Laatsch, 1938). Micropedologisch onderzoek wees uit, dat juist onder deze planten sterker verslempende moder werd gevormd dan onder andere vegetaties (bijv. Molinia) Onder moder verstaan we uitwerpselen van allerlei bodemorganismen (zie o.a. Jongerius, 1957, en daar vermelde literatuur), bestaande uit fijn verdeelde, maar weinig verteerde plantendelen. Naarmate ze meer weerstand aan mineralisatie bieden, worden de moderdeeltjes omgezet in zwarte disperse humus. Deze doet zich onder de microscoop voor als een glimmende zwarte stof en spoelt ten slotte in diepere lagen in. De moder bevindt zich voornamelijk in de A0 en A1 en kan zelfs tot in de B doorzakken of daarin uit wortels worden gevormd. Bedolven (fossiele) A2-lagen zijn daarom meestal bleek (geen moder meer aanwezig) of, als ze recent bedolven zijn, grijs (ze bevatten blijkens microscopisch onderzoek nog veel moderdeeltjes). Het is daarom gevaarlijk aan de kleur van de A2 van bedolven en niet bedolven profielen conclusies omtrent de aard van het podzolisatieproces te verbinden. Hetzelfde geldt vermoedelijk ook enigermate voor de kleur van B-lagen, omdat blijkens ons microscopisch onderzoek waarschijnlijk een zekere verwering kan optreden.

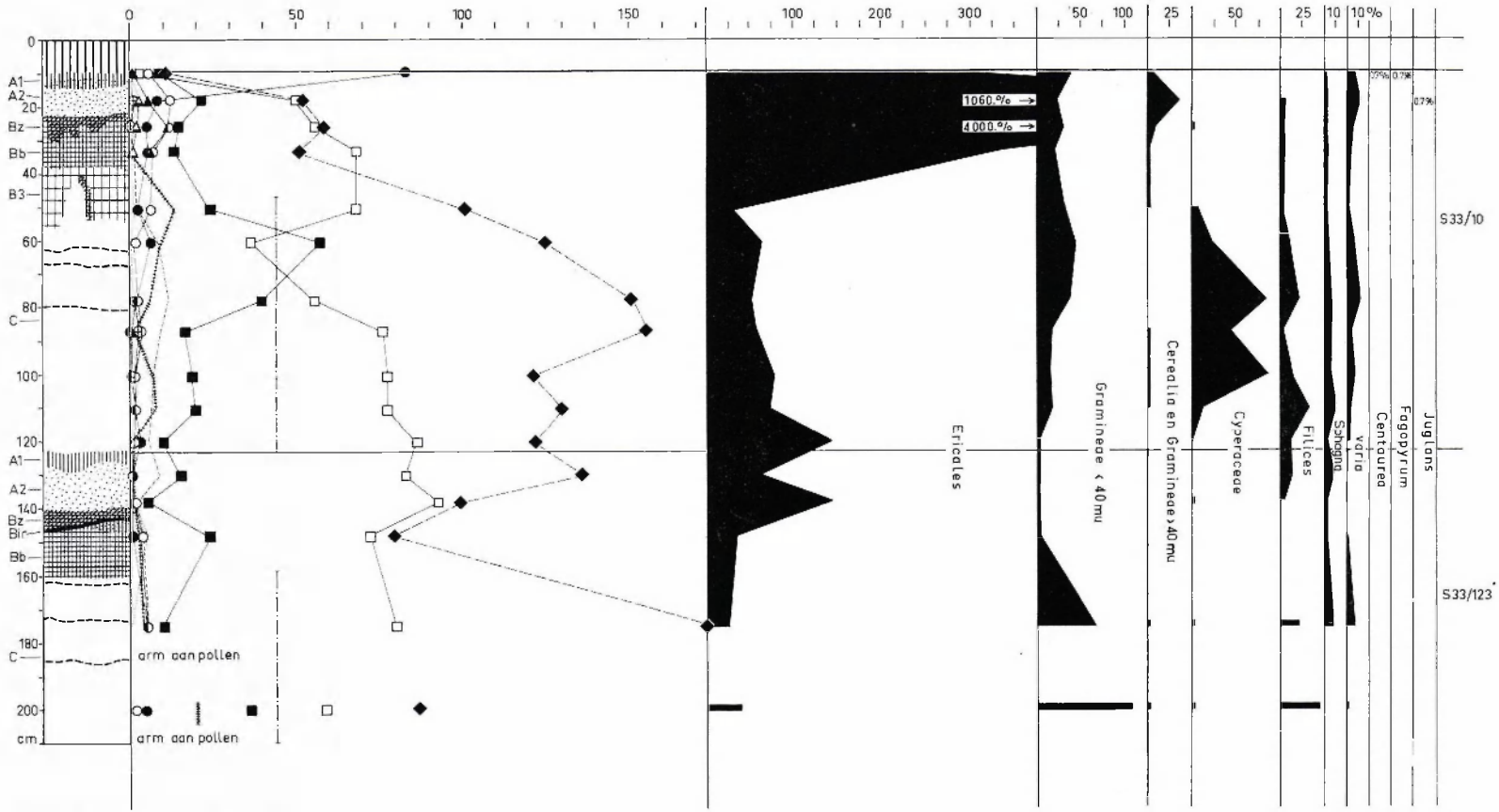


Fig. 9. Pollendiagram S33, Ossendrecht. Legenda, zie fig. 7

Fig. 9. Pollen diagram S33, Ossendrecht. Legend, see fig. 7; translation: arm aan pollen = poor in pollen

De ontwikkeling van een humuspodzol is sterker naarmate meer tijd beschikbaar is. Het bleek nu, dat de onderste profielen van S27 (fig. 7) macromorfologisch een milder karakter hebben dan de hoger gelegen profielen. De 'som' daarvan S33 (S33/123) (zie fig. 9) bleek een sterker ontwikkelde humuspodzol te zijn. Kennelijk heeft de tijd hier een rol gespeeld. Toch is ook het karakter van S33/123 milder dan van het jongere profiel van S27/35 en S33/10. Dit kan wellicht ten dele aan verandering na de overstuiving worden geweten (voortgaande mineralisatie van humus). Toch wijst het duidelijk secundaire karakter van de zwarte (heidehumus-)B en een zeer zwak micromorfologisch spoor van een ijzer-B (Brown Podzolic B = 'humusijzerpodzol'-B[1])), dat in de hogere profielen ontbreekt, op het aanvankelijk mildere karakter. Mogelijk stamt deze bodemvorming uit vóór-atlantische tijden. De oudste humuspodzol S27/173 heeft in de B-laag humus van gemiddeld ca. 6000 jaar oud en stamt dus ook zeer waarschijnlijk uit het Atlanticum. Onder de voet van de Paalberg werd een ijzer-B gevonden, die als rest van een andere bodemvorming is te beschouwen en die mogelijk ouder is dan de Paalberg. Ook door afschuiving zou een relatief jong profiel bedolven kunnen zijn (zie fig. 1).

Van belang is, dat de pollenanalyse aannemelijk maakt, dat gedurende het Atlanticum – althans tijdelijk – een uitgestrekte heidebegroeiing aanwezig is geweest. De humuspodzolvorming, ook gedurende het Atlanticum, houdt hier vermoedelijk nauw verband mee. Dit bewijst het gevaar van de veronderstelling van Scheys, Dudal en Bayens (1954), dat gedurende het Atlanticum overal bos aanwezig was en dat milde profielen, dus geen humuspodzolen maar ijzer en humusijzerpodzolen (in niet-Duitse zin, zie de voetnoot), gevormd zouden zijn. Bij de door hen genoemde ijzerrijke zanden is dit wel plausibel. In onze dicht langs de kust gelegen windrijke gebieden is de heide, vermoedelijk wel geholpen door de mens en zijn vuur en vee, een veel sterkere partij tegenover het bos, dat zich wellicht meer in het binnenland en zeker op rijkere gronden moeilijker gewonnen geeft.

Het Subboreaal was rijker aan bos. Over de bodemvorming in die tijd is ons niets bekend. De zeer intensieve bodemvorming, die ons blijkt uit o.a. S27/35 en S33/10 (vermoedelijk ook N1 tot N3[2])) is volgens de 14C-analyse van de houtskool en de humuslaag ten hoogste laat in het Subboreaal en mogelijk eerst in het Subatlanticum begonnen, toen de heide zich weer sterk uitbreidde. Dit laatste blijkt uit de pollenanalyse, rekening houdend met de inspoelingssnelheid van 1 à 2 cm per eeuw. Deze bodemvorming overstemt alle andere, waar deze niet door overstuiving zijn gefossiliseerd. Behalve de vegetatie is ook het subatlantische klimaat kennelijk zeer bevorderlijk geweest voor humuspodzolvorming. Helaas zijn onze resultaten niet nauwkeurig genoeg om de conclusies van Waterbolk en Van Giffen (zie Waterbolk, 1954), aangaande een bepaalde periode in het Subboreaal en in het Subatlanticum waarin podzolisatie voornamelijk zou zijn opgetreden in dit deel van het land, te toetsen. In tegenstelling tot hun waarneming in het noorden blijkt hier in het Atlanticum van een duidelijke podzolvorming sprake te zijn.

Een geografisch belangrijk facet van de podzolisatie zal hieronder nog

[1]) Het in Nederland gebruikte begrip humusijzerpodzol is niet identiek met o.a. het Duitse begrip 'Eisenhumuspodsol', dat ook ijzer-B bevattende humuspodzolen volgens Nederlandse terminologie omvat.

[2]) Zie de cijfers 1–35 (= N1–N35) onderin figuur 11 van de bijlage.

worden belicht. De intensieve humuspodzolisatie onder heide is in een optimaal stadium gekenmerkt door de vorming van een compacte zwarte B-horizont van vette zwarte humus. Deze groeit na verloop van tijd aan de bovenzijde enigszins aan en kan zelfs in de A2-laag van een oorspronkelijk milder profiel worden afgezet (o.a. bij S33/123). Op de fysisch-chemische verklaring van dit proces van afzetting gaan we hier niet in. Ontlading en coagulatie van humus-colloïden onder invloed van door verwering en organische zuren vrijgemaakte basen spelen daarbij een rol. Deze B-laag kan ten slotte zo compact worden, dat zij enigermate stagnerend werkt. Dit laatste wordt van grote betekenis, wanneer er zich onder deze laag nog een harde ondoorlatende z.g. 'iron pan' bevindt.

Deze 'iron pan' wordt herhaaldelijk in heidepodzolprofielen aangetroffen op plaatsen, die niet te nat zijn. De ontstaanswijze is nog onzeker. De gegevens uit het door ons onderzochte gebied leidden tot de volgende theorie, die voorlopig uitsluitend voor ons klimaat en onze omstandigheden geldt.

Naarmate de humuspodzolisatie intensiever wordt, worden de ingespoelde humusbanden donkerder (omdat zowel de humus donkerder van kleur is, alsook omdat de hoeveelheid groter is). Uit het micromorfologisch onderzoek blijkt nu, dat deze zwarte humus, zowel in de dikke B-horizont, als in dunne fibers, steeds ijzer bevat. Afgezien van het ijzer, dat zich op de zandkorrels bevindt, kan waarschijnlijk worden gemaakt dat er met de humus ook ijzer, dat via de wortels en de planten in de moder en daarna in de disperse humus is terechtgekomen, in deze fibers en in de B2-horizont is afgezet.

Van de zes onderzochte zwarte horizonten en fibers bleek nu juist alleen daar ijzer in de humus te ontbreken, waar zich onder de zwarte B-horizont

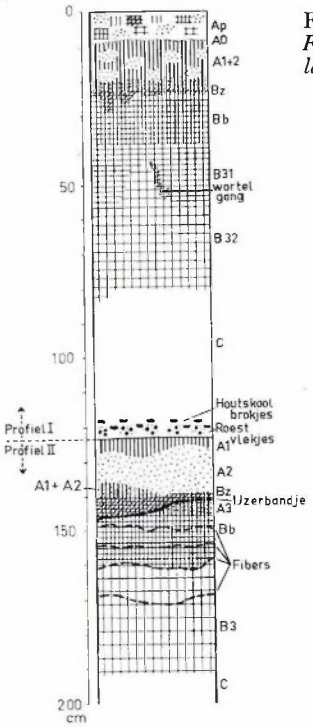


Fig. 12a. Profielschets van kuil S33. Legenda, zie fig. 7
Fig. 12a. Sketch of the profile in pit S33. Legend, see fig. 7; translation: wortelgang = *root channel*

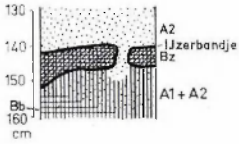


Fig. 12b. Het ijzerbandje elders in dezelfde kuil. Legenda, zie fig. 7
Fig. 12b. The iron pan elsewhere in the same pit

een 'iron pan' bevond (drie gevallen). Niet alleen was het ijzer daar van de zandkorrels geheel of nagenoeg afgeloogd, maar ook maakte het microscopisch beeld aannemelijk dat de humus zelf zijn ijzer had verloren (voor details zie Zonneveld en Bannink, 1960). Onze voorlopige conclusie is, dat de 'iron pan' secundair kan worden gevormd uit de zwarte humus-B van de heidepodzol en dat niet – zoals wel wordt verondersteld – de humus-B stagneert op de 'iron pan' (zie o.a. Veenenbos, 1953). Dit laatste kan later wellicht versterking van de B bewerken, maar essentieel is dit niet; ook zonder 'iron pan' vindt men zware compacte humus-B-horizonten. Naar het chemisme van de secundaire omzetting van de zwarte humus-B in een humus-B met 'iron pan' hebben we geen onderzoek gedaan. Als hypothese kan worden gesteld, dat de compacte zwarte humus-B aanleiding geeft tot stagnatie van water. Hierdoor zou een reducerend milieu kunnen ontstaan, waarin ijzer mobiel wordt. Dit zakt in oplossing uit tot daar, waar weer aëratie optreedt. In droge profielen is dit juist aan de onderkant van de zwarte B. Daar oxydeert het ijzer weer en zet het zich af als 'iron pan'. In natte profielen kan dit niet en spoelt het ijzer geheel uit. Voor onze opvatting pleit o.a. dat wij plaatselijk bij een bedolven profiel (S 33/123) een ijzerband, zowel onder als boven de zwarte B, waargenomen hebben waarbij contact bestond tussen de lagen via openingen (wortelgangen) in de B. Kennelijk was bij dit bedolven profiel het ijzer zowel naar boven als naar onderen 'uitgezweet' (zie fig. 9 en 12).

Ook onder bedolven A1-horizonten namen we 'iron pans' waar, die op soortgelijke wijze verklaard kunnen worden (o.a. S 33/123 en zeer sterk in in Demervallei, Hagenland, België). Nu treft men elders ook wel dergelijke 'iron pans' aan zonder dat een humuslaag, waaruit deze kan zijn ontstaan, aanwezig is. Dit dient nader te worden onderzocht. Te denken valt aan secundaire afbraak van de humus na vorming van de 'iron pan'. Mogelijk ook verplaatsing van de 'iron pan', nadat hij eenmaal is gevormd, door afbraak van boven (oplossing) en aangroei van onderen, doordat de oxyden weer neerslaan.

Voor de vorming van de 'iron pan' is vermoedelijk een lange tijd nodig of een extreme toestand. Van de drie gevallen die we in het betrokken gebied hebben onderzocht, waren twee profielen ten minste van atlantische ouderdom (S 33/123 en N 35/0), één (Nl) was vermoedelijk jonger, maar verkeerde, zoals nog zal worden uiteengezet, wat de wateraanvoer betreft onder extreme omstandigheden. Het proces kan zich vermoedelijk ook voltrekken nadat het profiel bedolven is. Dit blijkt onder andere uit de reeds vermelde waarnemingen in S 33/123. Hieraan kan nog worden toegevoegd, dat de ijzerlaag zich aldaar plaatselijk ook door de B2 naar boven beweegt en contact krijgt met de A1. Ook dit laatste pleit voor het secundaire karakter van de ijzerlaag[1]).

Deze 'iron pan' moet nu worden opgevat als een essentieel ander iets dan de ijzer-B van de humusijzerpodzol ('Brown Podzolic'). Mückenhausen (1959) rekent onze humuspodzol met 'iron pan' wel tot de 'Eisenhumuspodsole' (de Brown Podzolic tot de Braunerde).

[1]) De pollenanalyse zou omtrent de ouderdom van de zelfs voor water en ongetwijfeld voor pollen impermeabele laag uitsluitsel kunnen geven. Inderdaad bevindt zich onder de ijzerlaag van N 35 geen pollen meer. Bij S 33/173 is helaas juist het onderste deel van het diagram onder de 'iron pan' twijfelachtig (zie fig. 9). Met behulp van een aantal veronderstellingen kan worden beredeneerd, dat de laag waarschijnlijk in het Subboreaal is gevormd.

Foto: I. S. Zonneveld, Arch. Stiboka, No. 6406

Fig. 13. Profielkuil N1. Links van de boor is een wand gevormd door een ijzerlaag. In het hierachter gegraven gat staat 's zomers water, terwijl de rest van de kuil droog blijft
Fig. 13. Profile pit N1. To the left of the auger a wall has been formed by the iron pan. In the hole excavated behind this wall water stagnates in the summer, whereas the rest of the pit stays dry

De vorming van de ijzer-B gaat immers vooraf aan of samen met een intensievere humusinspoeling, die optreedt als het moedermateriaal verder verarmd is en/of de vegetatie minder mild wordt. De ijzer-B's zijn los van structuur en tonen geen spoor van verkitting. De 'iron pan' daarentegen wordt eerst nà de intensieve humusinspoeling gevormd. Hij is daar een gevolg van en is, indien de gestelde hypothese juist is, te beschouwen als het meest extreme produkt van een humuspodzol-B (in de Nederlandse terminologie). Deze 'iron pan' nu speelt een belangrijke rol in het landschap, doordat er water op kan stagneren, waardoor vennen kunnen ontstaan. Op het Belgische deel van de Kalmthoutse heide troffen we een dergelijk ven aan. Het lag betrekkelijk hoog en achter een rug lag een lager liggend dal met een bodemprofiel zonder sporen van grondwaterinvloed. Dergelijke op 'oerbanken' rustende vennen zijn ook beschreven door Voorwijk en Hardjoprakoso (1945) en door Schimmel en Van der Hoeven (1952) voor de Veluwe.

Het verschijnsel blijkt derhalve ook in de Brabantse zanden aanwezig te zijn.

Een variant op deze op 'iron pan' rustende vennen zien we in de bijlage, figuur 11 (raai N). Bij N1[1]) bleek het mogelijk een profielkuil te graven, waarin zich een loodrechte wand bevond, gevormd door een 'iron pan'. Rechts van de wand aan de venzijde bevond zich 's winters water in de kuil, links was de kuil behoudens wat over de rand sijpelend water droog (fig. 13). Deze vrijwel loodrecht staande ijzerband kunnen we beschrijven als deel van een bodemprofiel op zijn kant, dat ontstaat als gevolg van het vanuit het ven doorsijpelende water. De rug bij N1 sluit namelijk het rechts liggende gebied af. Dit heeft een ondoorlatende leembodem (bij N1 nog juist aangeboord). Afwatering naar het westen is vroeger kennelijk mogelijk geweest, gezien het oorspronkelijk terrestrische karakter van de venbodemprofielen[2]). Door overstuiving, vermoedelijk tijdens het Subboreaal (zie de stuifzandlaag van S33/10 en S27/35) is het flauw hellende terreingedeelte afgesloten en heeft het water zichzelf de weg versperd door de vorming van het verticale bodemprofiel. De bedolven profielen bij N1, N2 en N3 gaan vermoedelijk tussen N3 en N4 over in de bovenste.

Het beeld van de waterstanden in de bodem en in de vennen suggereert

[1]) Zie de cijfers 1–35 (= N1–N35) onderin figuur 11.

[2]) De dikke A2-lagen in de vennen in fig. 11, alsmede de aard van de gehele profielontwikkeling, maken het minder waarschijnlijk, dat deze onder de huidige hydrologische omstandigheden zijn ontstaan. Nader onderzoek omtrent de oorsprong van dit soort profielen is evenwel gewenst.

Foto: I. S. Zonneveld, Arch. Stiboka, No. 6321

Fig. 14. Gemeenschap van Drosera intermedia en Rhynchospora fusca. Op de achtergrond jonge Molinia

Fig. 14. Vegetation type: Drosera intermedia and Rhynchospora fusca. In the background young specimens of Molinia

ook een bovengrondse aanvoer, uit de omliggende heidevegetaties, en een ondergrondse afvoer van het water. Er blijkt een sterke fluctuatie te zijn.

Het beeld dat we van de invloed van de 'iron pan' op de venvorming hebben geschetst, houdt in dat het samengaan van heide en vennen niet slechts een toevallig samentreffen van twee landschapselementen is, doordat de bestaansvoorwaarden voor ieder afzonderlijk zijn verwezenlijkt, maar dat hei en vennen organisch met elkaar zijn verbonden. De 'iron pan' immers is, zij het niet de enige, toch wel een belangrijke oorzaak van de venvorming. Hij is echter het gevolg van extreme humuspodzolvorming en deze laatste hangt onverbrekelijk samen met de heidebegroeiing. De onderling wederzijdse beïnvloeding van landschap, bodem, vegetatie en hydrologie spreekt hier wel zeer duidelijk. De vegetatie immers wordt omgekeerd weer sterk beïnvloed door de waterstanden, die worden gestuwd door de ondoorlatende horizonten. Dit blijkt in de hei onder meer door toename van Erica en Molinia.

De samenstelling van de vegetatie kan hier niet in detail worden besproken (zie daarvoor Zonneveld en Bannink, 1960). Slechts zij opgemerkt, dat het sterk fluctuerende waterniveau over een naar verhouding grotere oppervlakte dan gebruikelijk, een vegetatie in het leven roept die, hoewel geografisch niet zeer opvallend – de plekken zijn zelden meer dan enkele aren groot –, toch van betekenis is en wel een plantengemeenschap met o.a.

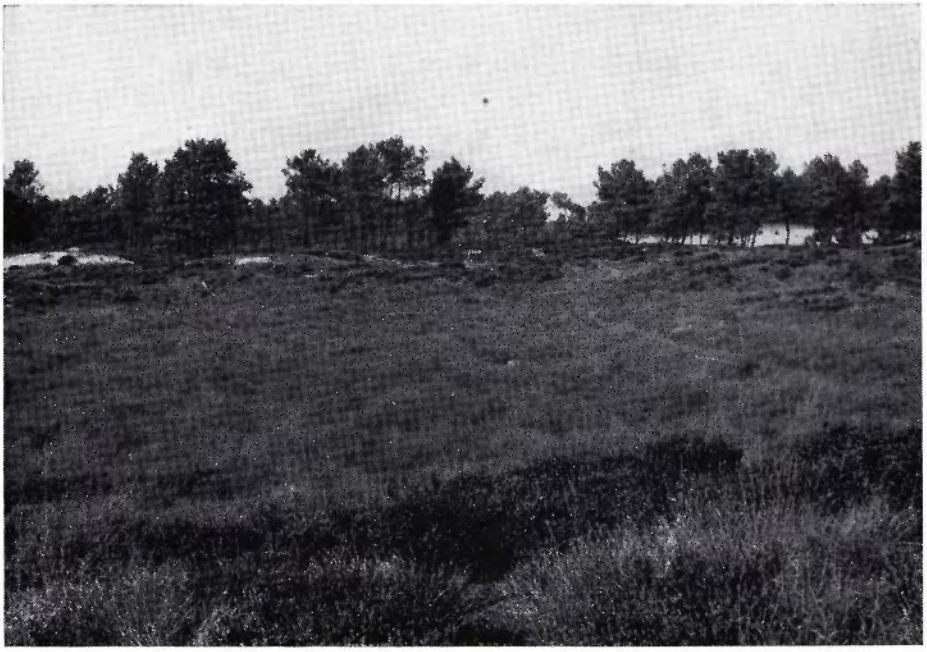


Foto: I. S. Zonneveld, Arch. Stiboka, No. 6701

Fig. 15. Overzicht van het noordelijk deel van raai S, genomen vanuit S25. Moliniavlakte buiten bereik van het grondwater met o.a. de gemeenschappen MC en MF; op de achtergrond stuifkuil met langs de rand CA, PAC en CP

Fig. 15. View of the northern part of traverse S, taken from S25. Stretch of Molinia chiefly with the vegetation types MC and MF; in the background types CA, PAC and CP along the border of a pit formed by wind erosion

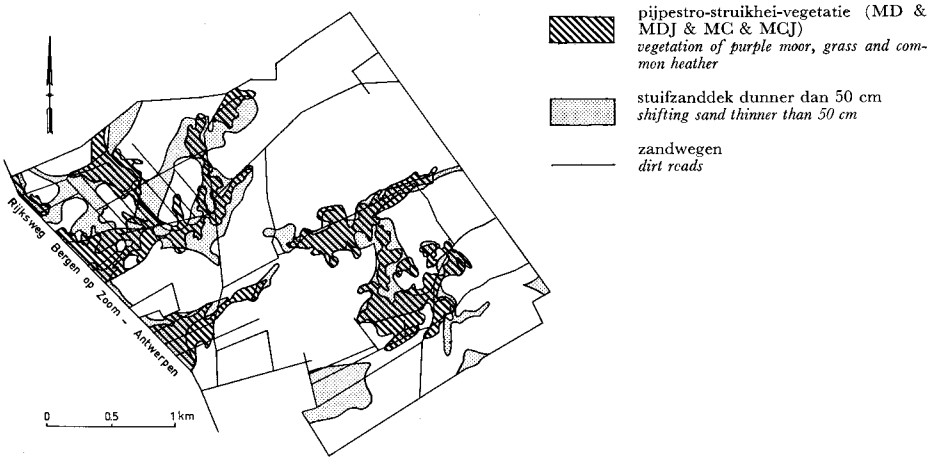


Fig. 16. Verband tussen de verspreiding van de Molinia-vegetaties en van dunne stuifzanddekken
Fig. 16. Relation between the distribution of the Molinia type vegetations and of thin covers of shifting sand

Drosera intermedia, Rhynchospora fusca en Sphagnum cuspidatum (DR). Deze is namelijk verwant aan een begroeiing, die in de literatuur wel beschreven is als het Rhynchosporetum albae sphagnetosum cuspidati (Koch, 1926; Diemont, 1937; zie Westhoff, e.a., 1946) (zie fig. 14). Deze gemeenschap rekent men tot de hoogveengemeenschappen. Het regelmatig droogvallen op de minerale bodem doet het gevormde 'spalterveen' laagje, bestaande uit diverse veenmoslagen, juist mineraliseren. Opmerkelijk is, dat tussen de Calluna heide en deze venvegetaties nauwelijks een Erica heide van betekenis voorkomt. De stroken, die daartoe kunnen worden gerekend, zijn smal en arm ontwikkeld (vegetatietype EM). Op plaatsen met een meer constant grondwaterpeil vinden we het Ericetum tetralicis wel in optimale vorm. Zo is o.a. op het Belgische deel van de Kalmthoutse heide de A0-laag duidelijk venig ontwikkeld en toont onder meer de aanwezigheid van Beenbreek (Nartecium ossifragum) de verwantschap met hoogveenvegetaties aan. Het Rhynchosporetum ontbreekt op dergelijke plaatsen, althans de meest kenmerkende soort Rhynchospora fusca; Rhynchospora alba kan er plaatselijk aanwezig zijn.

Er is nog een groep vegetaties die landschappelijk belangrijk zijn, n.l. de Molinia-vegetaties. In hoge mate bepalen zij de sfeer van beide landschappen. In de winter vormen ze vaalgele velden in de sombere, bruine heide. In de zomer geven ze een lichtgroene noot in het bruin of paars. Het blijkt nu, dat Molinia in het onderzochte gebied op twee duidelijk verschillende standplaatsen voorkomt en wel op natte plaatsen, waar grondwater dicht aan of op de oppervlakte komt, en op plaatsen zonder een spoor van grondwater, waar de heide door brand, betreding, maar vooral door overstuiving is gestoord (zie fig. 15). Molinia blijkt een enorme tolerantie voor overstuiving te bezitten. Ook ziet men de plant allerwegen, waar storende vaste lagen op zekere diepte in de bodem aanwezig zijn.

In onze raaien bleek de binding van dichte Molinia-vegetaties (MC, MCJ, MF, MFJ, ME) aan stuifzanddekken van minder dan 70 cm op oud profiel

vrijwel absoluut te zijn (zie de bijlage, fig. 10). Elders bleek, dat er ook een dergelijke bodemgesteldheid kan voorkomen zonder dat Molinia aanwezig is. Omgekeerd is een dergelijke toestand vrijwel steeds aanwezig als men ver boven grondwaterinvloed dichte pijpestrovelden ziet (zie fig. 16). In geringe mate treft men ook elders wel pijpestro aan in de droge heide van Zuid-Nederland, tot zelfs op dik droog stuifzand toe. Storing door brand en betreding kan hier het milieu voor Molinia gunstig beïnvloeden.

In hoeverre deze Molinia-velden in dit klimaat een permanent karakter hebben, is niet bekend. Er kon worden geconstateerd, dat de bodemvorming eronder milder verloopt dan onder heide. Opslag van bomen komt niet voor. Ook de droge heide vertoont in dit gebied een geringe opslag van bomen. Het meest ziet men dit, waar de vegetatie wat meer open is maar de bodem wel humeus, bijvoorbeeld langs de sterk fluctuerende vennen.

De ongeconsolideerde stuifzanden, hun vastlegging door vegetatie en de toename van hun oecologische waarde als gevolg van de toename van het organische-stofgehalte, zowel door geogene (met wind aangevoerde), als pedogene (door de plaatselijke vegetatie geproduceerde) organische stof, worden hier niet nader besproken. Hiervoor zij verwezen naar Van Diepen (1956), Schelling (1955) en Zonneveld en Leys (1962, intern rapport Stiboka). De invloed van wind en vegetatie op geologische en pedologische processen is ook hier evident. In grote lijnen is het proces gelijk aan dat, zoals het voor Kootwijk is beschreven (zie Staatsbosbeheer, 1926; Schelling, 1955).

Concluderend zien we dus dat, uitgaande van een situatie, waarbij een lemige afzetting (II_0) bedekt is met arme grove, gemakkelijk verplaatsbare, door de wind aangevoerde zanden, bodem, vegetatie en hydrologie volgens duidelijk te volgen lijnen en processen onderling sterk door elkaar worden beïnvloed. De onderlinge afhankelijkheid van geologische, pedologische en biologische processen wordt hiermee duidelijk geïllustreerd. In figuur 1 zijn de relaties die hier aan de orde zijn gekomen, schematisch weergegeven.

SAMENVATTING

In dit artikel wordt de relatie geschetst tussen enkele van de zeer belangrijke samenstellende elementen van het heidelandschap, te weten de bodem, de vegetatie en de hydrologie. De algemene geologische opbouw van de bovenste tientallen meters geeft een complex van afwisselend lemige en zandige lagen, vermoedelijk van Günz-Mindel interglaciale ouderdom te zien. Het geheel is bedekt met een enkele decimeters tot diverse meters dikke laag deken stuifzanden. Deze blijken sinds het Laatglaciaal vooral tijdens het Atlanticum herhaaldelijk verstoven te zijn. Gedurende het Atlanticum waren er veelal heidevelden en mede onder invloed hiervan ontstonden er gedurende die tijd humuspodzolen, zij het van een milder karakter dan gedurende het Subatlanticum. In deze zanden bleek een gemiddelde inspoeling van stuifmeel op te treden van 1 à 2 cm per eeuw volgens gecombineerd pollenanalytisch en 14C-onderzoek. Sterke humuspodzolisatie onder heide geeft aanleiding tot vorming van een 'iron pan', waarvan wordt verondersteld dat deze door reductie-oxydatieprocessen secundair ontstaat uit de zwarte humus-B. Deze 'iron pan' kan vennen dragen, of, indien ontstaan bij horizontale waterpercolatie, de zijwanden van op leem rustende vennen vormen.

De hydrologie, die door de onder heide-invloed gevormde 'iron pan' wordt veranderd, beïnvloedt op haar beurt weer de heidevegetatie.

Overstuiving onder invloed van de wind en de mens (en zijn dieren) veroorzaakt behalve recente levende stuifzanden en de gras- en mosvegetatie, die het stuifzand vastleggen, ook uitgestrekte droge Moliniavelden. Deze komen vaak voor op plaatsen, waar ruim een halve meter of minder stuifzand een oud profiel bedekt en bepalen met de hoge en lage heide en vennen het karakter van het semi-natuurlijke Westbrabantse heidelandschap.

Een uitvoerig verslag van de onderzoekingen is vastgelegd in een intern rapport, dat in gestencilde vorm in beperkte oplaag is verspreid (Zonneveld en Bannink, 1960).

Voorjaar 1962

SUMMARY

This article gives an outline of the relation between (three) of the most important components of the heath landscape, to wit: the soil, the vegetation and the hydrology. The general geological sequence of the upper tens of metres shows a complex of alternatingly loamy and sandy layers probably dating back to the Günz-Mindel interglacial. These are covered by a layer of cover sand and younger blown sand ranging in thickness between a few decimetres and several metres. It appears that these sands have been displaced repeatedly by sand drift, especially during the Atlantic. In that period the area was covered most of the time by heath contributing to the formation of humus podzols, although of a less pronounced character as those formed during the Subatlantic.

By combining the results of pollen analytical and C^{-14} dating an illuviation of pollen at a rate averaging 1 to 2 centimetres per century could be established. Strong humus podzolisation under heath leads to the forming of an iron pan supposedly developing from the black humus-B horizon by reduction and oxidation processes. This iron pan may support fens or, when caused by horizontal percolation of water, form the side-wall of fens resting on loam. The hydrology, changed by the iron pan formed under the influence of heath, in its turn affects the heath vegetation in a new and different manner.

Coverage by drift sand, caused by wind and man (and his animals) gives rise not only to the recent shifting sands and the vegetation of grasses and mosses holding them down, but also to vast dry areas covered with Molinia. The latter often occurs at places, where up to amply half a metre of blown sand overlies an old profile and together with the high and low heath and the fens they characterize the semi-natural heath landscape of the western part of Brabant.

An extensive account of the investigations is recorded in a stencilled memoir of which a restricted number of copies has been distributed (Zonneveld and Bannink, 1960, circular letter Nr. 2429).

LITERATUUR

Diepen, D. van, 1956: Hydromorphological and morphogenetic profile characteristics of humus podzols of the Netherlands. VIe Congrès Intern. de la Science du Sol. Paris. Rapp. E., 453–461.

Dieren, J. W. van, 1934: Organogene Dünenbildung, Den Haag.

Doppert, J. W. Chr. en J. I. S. Zonneveld, 1955: Over de stratigrafie van het fluviatiele pleistoceen in W. Nederland en Noord-Brabant. Meded. Geologische Stichting N.S. no. 8, 13–30.

Dorsser, H. J. van, 1956: Het landschap van Westelijk Noordbrabant; bijdrage tot het inzicht in de ontstaanswijze. Middelharnis. Diss. Utrecht.

Havinga, A. J., 1957: Pollen analysis of fossil vegetation profiles. Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen., Geol. Serie, dl. 17, 2e st., 139–145.
Jongerius, A., 1957: Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 63.12. Meded. Stichting voor Bodemkartering. Serie: Bodemkundige Studies 2. Diss. Wageningen.
Laatsch, W., 1938: Dynamik der Deutschen Acker- und Waldböden. Dresden und Leipzig.
Lorié, J., 1916–1919: De vennen van Oisterwijk in Noord-Brabant. Verh. Geol. Mijnbouwk. Gen. Ned. en Kol., Geol. Serie, dl. 3 (1916), 123–132; dl. 2 (1917), 223–232 en (1918) 281–292; dl. 4 (1919), 289–296.
Maréchal, R. et G. C. Maarleveld, 1955: L'extension des phénomènes periglaciaires en Belgique et aux Pays-Bas. Meded. Geologische Stichting N.S. no. 8, 77–86.
Mückenhausen, E., 1959: Die wichtigsten Böden der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt am Main.
Munaut, A. V., 1959: Première contribution à l'étude palynologique des sols forestiers du district picardo-brabançon. Bulletin Soc. Forest. Belg. *66*, 361–379.
Nelson, H. W. en T. van der Hammen, 1950: Een kwartair-geologisch onderzoek van het SW-deel van Noord-Brabant. Geologie en Mijnbouw *12*, 241–251 en 272–276.
Schelling, J., 1955: Stuifzandgronden. Wageningen. Uitvoerige Versl. van het Bosbouwproefstation T.N.O. Band 2, Verslag no. 1.
Scheys, G., R. Dudal et L. Baeyens, 1954: Une interprétation de la morphologie de podzols humo-ferrique. Ve Congrès Intern. de la Science du Sol, Leopoldville. Rapp. IV, 274–281.
Schimmel, H. J. W. en J. ter Hoeve, 1952: Bodemgesteldheid en waterhuishouding van de 'Gerritsflesch' bij Kootwijk. Tijdschrift Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *69*, 16–28.
Sleen, W. G. N. van der, 1918: De vennen van Oisterwijk. Verh. Geol. Mijnbouwk. Gen. Ned. en Kol., Geol. Serie, dl. 2, st. 7 (1918), 276–277.
Staatsbosbeheer, 1926: De zandverstuivingen bij Kootwijk in woord en beeld. Utrecht.
Traets, J., 1956: De vegetatie van het Kalmthoutse reservaat. Calmthoutania 1955–56 no. 4. Ook in I.W.O.N.L.-I.R.S.I.A. Meded. 26.
Veenenbos, J. S., 1953: Heterogenisatie van het bodemprofiel in Nederland. Boor en Spade *VI*, 7–23.
Vereniging voor Natuur- en Stedenschoon, 1958: Het cultuurboek van de Kalmthoutse Heide. Vijftig getuigenissen over haar wetenschappelijke waarde. Antwerpen.
Voorwijk, G. H. en S. Hardjoprakoso, 1945: De vennen te Eerde bij Ommen. Tijdschrift Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *62*, 105–117.
Waterbolk, H. T., 1954: De praehistorische mens en zijn milieu: een palynologisch onderzoek naar de menselijke invloed op de plantengroei van de diluviale gronden in Nederland. Assen. Diss. Groningen.
Westhoff, V., e.a., 1946: Overzicht der plantengemeenschappen in Nederland. 2e druk. Amsterdam.
Zonneveld, I. S., 1960: De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta. Wageningen. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 65.20. Meded. Stichting voor Bodemkartering, Serie: Bodemkundige Studies 4. Diss. Wageningen.
Zonneveld, I. S., 1960: Enkele resultaten van het onderzoek naar bodem en vegetatie op de Kalmthoutse heide. Voordracht op de dag voor Biosociologie en Veenonderzoek op 9 april 1959, georganiseerd door de Kon. Ned. Botanische Vereniging. Zie Jaarboek K.N.B.V. 1959.
Zonneveld, I. S. en J. F. Bannink, 1960: Studies van Bodem en Vegetatie op het Nederlandse deel van de Kalmthoutse heide.
Zonneveld I. S. en H. N. Leys, 1962: Een onderzoek naar het verband tussen opstand, bodem en ondergroei in eerste generatie stuifzandbebossing bij Kootwijk. VWM 17 (Ci 2969) Stiboka.

DE GRONDEN IN HET DAL VAN DE WORM EN LANGS DE WESTELIJKE STEILE RAND BIJ RIMBURG

The soils in the valley of the Worm and along the western escarpment near Rimburg

door/*by*

H. G. M. Breteler[1])

1. INLEIDING

Van het ruilverkavelingsgebied Waubach werd in 1962 een bodemkundige opname gemaakt. Oostelijk hiervan stroomt de rivier de Worm. Ook het dal van dit riviertje en de westelijke steile rand ervan zijn toen, van de mijn Laura te Eygelshoven tot aan de huidige Duitse grens, in kaart gebracht (fig. 1).

De Worm ontspringt nabij Aken. Over een afstand van ca. 6 km van Kerkrade-Herzogenrath tot Rimburg stroomt hij op Nederlands gebied

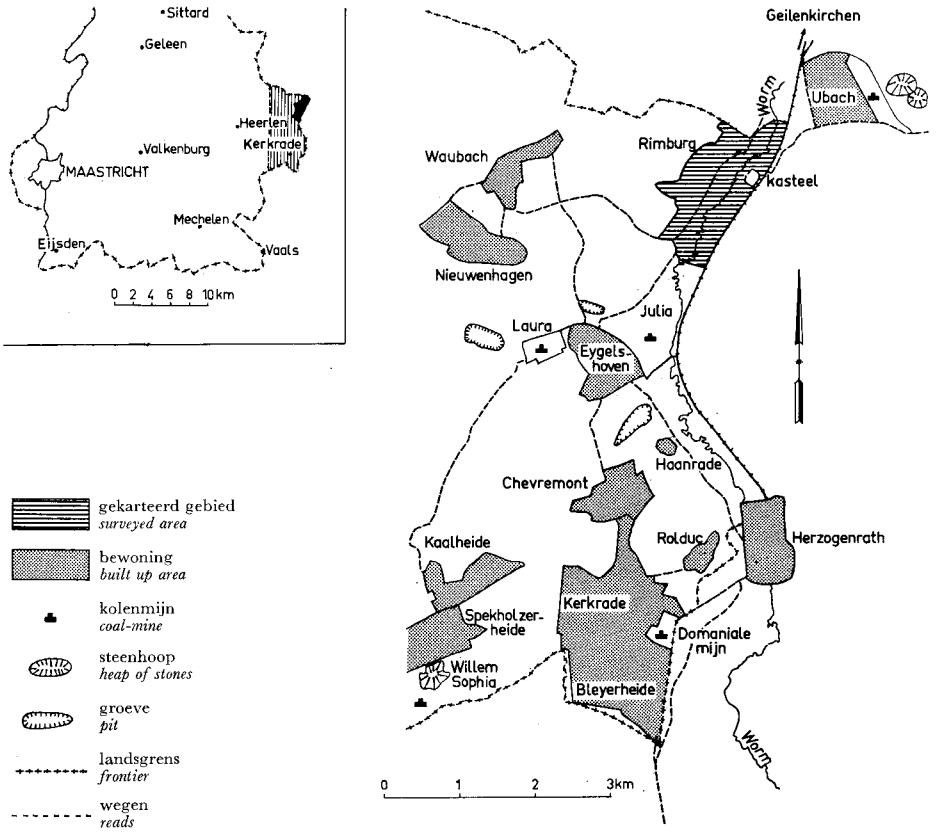


Fig. 1. De ligging van het gebied / *Situation of the area under discussion*

[1]) Afd. Limburg, Stichting voor Bodemkartering.

vlak langs de grens. De Worm is een zijrivier van de Roer, waarin hij bij Vlodrop uitmondt op enige afstand van de Nederlandse grens.

Van het begin tot aan Kerkrade heeft de Worm een verval van bijna 6 m/km, van Kerkrade tot Eygelshoven 4 m/km en binnen het gekarteerde gebied 1 m/km.

Het gekarteerde deel van het rivierdal vormt de noordelijke helft van het op Nederlands gebied gelegen dal van de Worm. De oostelijke dalhelling ligt op Duits gebied en werd niet gekarteerd. De kartering geschiedde met circa twee boringen per ha. De bodemgesteldheid is weergegeven op een kaart op schaal 1:10 000 (zie de bijlage).

2. ALGEMENE BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

2.1 Geologie

Het dal van de Worm is een pleistoceen rivierdal, ingesneden in het Hoogterras van de Maas, het niveau van Margraten (Brueren, 1945; Zonneveld, 1955), dat op tertiaire zanden is afgezet.

De westelijke dalhelling (fig. 2 en 3) bestaat uit grof zand en grind van het Maasterras, afgedekt door een dunne lössleemlaag die ten dele een autochtone afzetting is, ten dele solifluctie- en erosiemateriaal. Aan de oostelijke zijde ligt aan het oppervlak of op zeer geringe diepte tertiair zand. Het wordt door een Duitse Maatschappij weggegraven om de daarin voorkomende bruinkoollagen in dagbouw te kunnen exploiteren.

In de lengterichting van het dal ligt volgens Van Rummelen (1934) een geologische storing, de 'Sandgewand'. Dit zou de verklaring kunnen zijn van het voorkomen van verschillende sedimenten aan weerskanten van het dal.

In het Holoceen heeft zich geërodeerde lössleem in het dal als colluvium afgezet. De rivier, die aanvankelijk het gehele brede dal als stroomgebied

Foto: Stiboka, R 25–176/177

Fig. 2. Het dal van de Worm en het westelijk gelegen lössgebied. Het zwarte bouwland op de voorgrond is veengrond

Fig. 2. Valley of the Worm and the western loess area. Black arable land on peat soil in the foreground

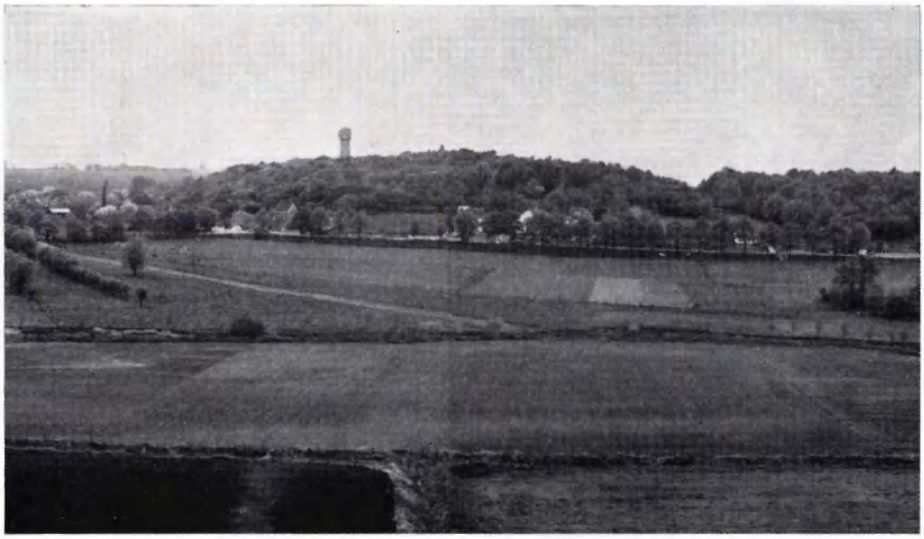


Fig. 3. Dal van de Worm met de westelijke dalhelling Foto: Stiboka, R 25–175/176
Fig. 3. Valley of the Worm and its western slope

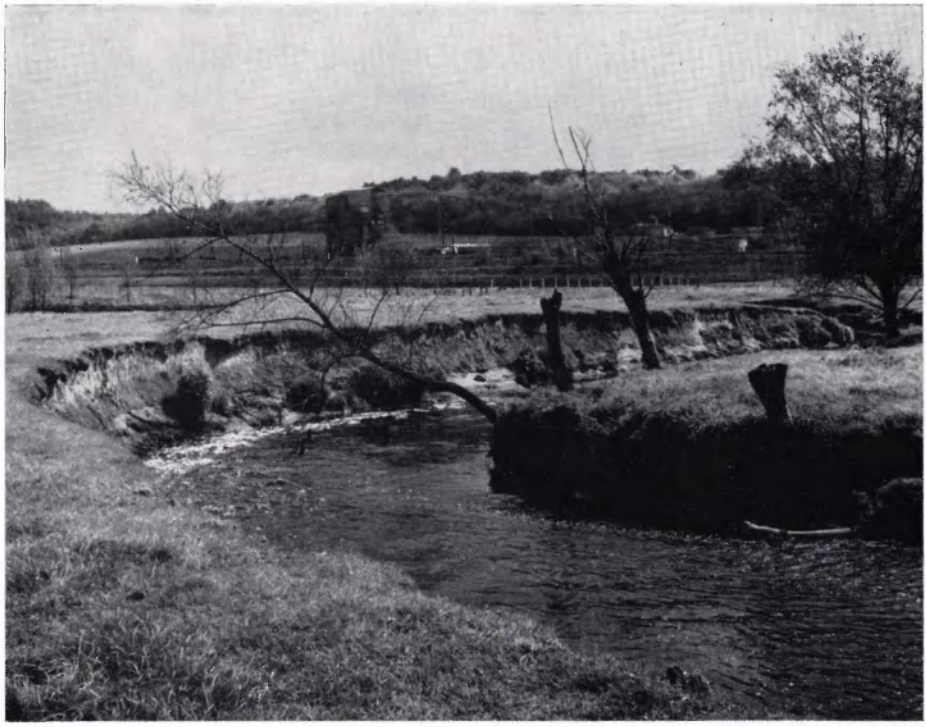


Foto: Stiboka, R 25–179

Fig. 4. Rivier de Worm met sterke afkalving van de oevers, vooral in de buitenbochten. Op de achtergrond de oostelijke dalhelling
Fig. 4. Worm rivulet showing severe slumping especially of the outer banks. In the background the eastern slope of the valley

had, sneed zich in en kreeg min of meer een vaste bedding en vormde oeverwallen. Het gevolg hiervan was dat bij overstromingen, in regenperioden en bij snel afsmelten van sneeuw, de laagste delen achter deze oeverwallen onder water kwamen te staan. Dit water was ingesloten tussen de hoge dalwanden en de oeverwallen en kon slechts door wegzakken worden afgevoerd. Op deze periodiek natte terreinen ontstond veengroei en werd broekveen gevormd.

Bij de overstromingen werd buiten de oeverwallen ook klei afgezet. Plaatselijk ligt veen in het kleipakket ingesloten of op het kleipakket.

Een andere vorm van pleistocene-holocene dalopvulling komt in de westelijke helft van het dal voor. Door sterke erosie heeft zich een afwateringsgeul diep in de terraswand ingeslepen. Het losgespoelde materiaal (grind en zand) zette zich als een puinwaaier in het dal af.

2.2 Topografie

Het hier besproken deel van het Wormdal daalt in noord-zuid richting van 87,5 tot 85 m +NAP. Ten westen ervan ligt het plateau van Waubach op ongeveer 130 m +NAP. De steile rand tussen het plateau en het Wormdal is 100 à 150 m breed met een helling van ongeveer 20%.

Het dal heeft in zijn algemeenheid een symmetrische vorm; het oostelijke achterland is echter hoger dan dat aan de westzijde.

2.3 Geschiedenis en bewoning

Rimburg was een der oudste vrije heerlijkheden van ons land. In de twaalfde eeuw was het bezit van de Heren van Mulrepas, de voorvechters van Brabant in de strijd tegen Gelre. Later ging het over aan de Heren van Gronsveld en Bronckhorst, die het tevergeefs verdedigd hebben tegen de legers van Karel V (Leclerq).

Bij het dorp, in het dal van de Worm, ligt een oude watermolen, de banmolen van het kasteel Rimburg. Dit kasteel (fig. 5) dateert uit de dertiende eeuw. Volgens de overlevering zou het gebouw zijn opgetrokken op de plaats waar een Romeinse wachtpost de overgang over het riviertje bewaakte. In het oorspronkelijke kasteel is veel Romeins materiaal verwerkt. Later is het kasteel naar alle kanten uitgebouwd. Ten dele heeft men getracht deze aanbouw in dezelfde stijl te houden, voor een deel is er in het geheel geen rekening mee gehouden.

Het kasteel is omgeven door een gracht. Aan de noordelijke kant bevinden zich twee vrijstaande verdedigingstorens die ondergronds door een gang met elkaar zijn verbonden.

2.4 Landbouwkundig grondgebruik

De steile westrand van het dal is met bos begroeid; dit bos is eigendom van een groot aantal particulieren. Van bosexploitatie kan niet worden gesproken. Het dal is als grasland en als bouwland in gebruik. Een deel is geëgaliseerd en opgehoogd. Hierop wordt landbouw uitgeoefend; met matig succes overigens.

Bij het kasteel ligt een moderne fruitaanplant; dit is de enige vorm van tuinbouw in dit dal.

De oostelijke helling is, voor zover niet vergraven, deels bos deels bouwland.

Foto: Stiboka, R 25-181

Fig. 5. Zijaanzicht van kasteel Rimburg, gebouwd op een hoogte in het dal van de Worm. Op de voorgrond een deel van de kasteelgracht
Fig. 5. Lateral view of the castle of Rimburg, built on a height in the valley of the Worm. A part of the moat in the foreground

3. DE GRONDEN

De gronden in het dal van de Worm zijn jong. Pedogene horizonten, met uitzondering van een A1-horizont, zijn er niet ontwikkeld.

Aan de bovenzijde van de westelijke steile helling bevindt zich een plateau met diepe lössleemgronden, waarin zich profielen met een textuur-B-horizont (Gray Brown Podzolic Soils) ontwikkeld hebben.

Langs de helling komt een kleine oppervlakte lössleemgronden met tot de textuur-B-horizont geërodeerde bodemprofielen voor en een smalle strook lössleemgronden, waarvan het solum geheel geërodeerd is.

Verder worden er zand- en grindgronden aangetroffen, welke met bos begroeid zijn. In de grindgronden zijn micro-humuspodzolen ontwikkeld, waarvan de A- en B-horizonten duidelijk te onderscheiden zijn; de totale dikte van dit solum is echter slechts 15 cm. De zandgronden hebben overwegend een humusijzerpodzol (Brown Podzolic Soils); de totale dikte van het solum is ca. 50 cm.

Aan de voet van de steile rand komt gesoliflueerde en colluviale lössleem voor met slechts de A1 als pedogene horizont.

3.1 Indeling van de gronden

Lithologisch zijn de in dit gebied liggende gronden onderscheiden in: lössleemgronden, zandgronden, grindgronden, kleigronden en veengronden. Een

eerste onderverdeling is gemaakt naar de diepte van het voorkomen van gleyverschijnselen. De verdere onderverdeling is geschied naar verschillende gezichtspunten zoals: de mate van erosie, de zwaarte of de dikte van het sediment. Ten slotte zijn gronden met dunne afwijkende bovengrondlagen of met een lithologisch afwijkende ondergrond onderscheiden.

3.1.1 HOOFDINDELING

Lössleemgronden. De lössleemgronden zijn siltig (meer dan 85% < 50 mu) of zandig (minder dan 85% < 50 mu). Er heeft zich een bodemprofiel met een textuur-B-horizont in ontwikkeld. Deze gronden zijn in meer of minder sterke mate geërodeerd. Het geërodeerde materiaal is op lagere plaatsen weer afgezet (colluvium). Textureel zijn de lössleemgronden gekarakteriseerd door een maximum in de fractie 16–50 mu (fig. 6, a en b).

Zandgronden. De zandgronden in dit gebied bestaan uit grofzandige Hoogterrasafzettingen van de Maas met een mediaan van de zandfractie van ca. 190 mu (fig. 6, c).Het zijn sterk of zeer sterk lemige (17,5–50% < 50 mu) zandgronden, waarin zich een humusijzerpodzol heeft ontwikkeld. Op 80 à 120 cm diepte komt afwijkend materiaal, soms grind, soms löss, voor.

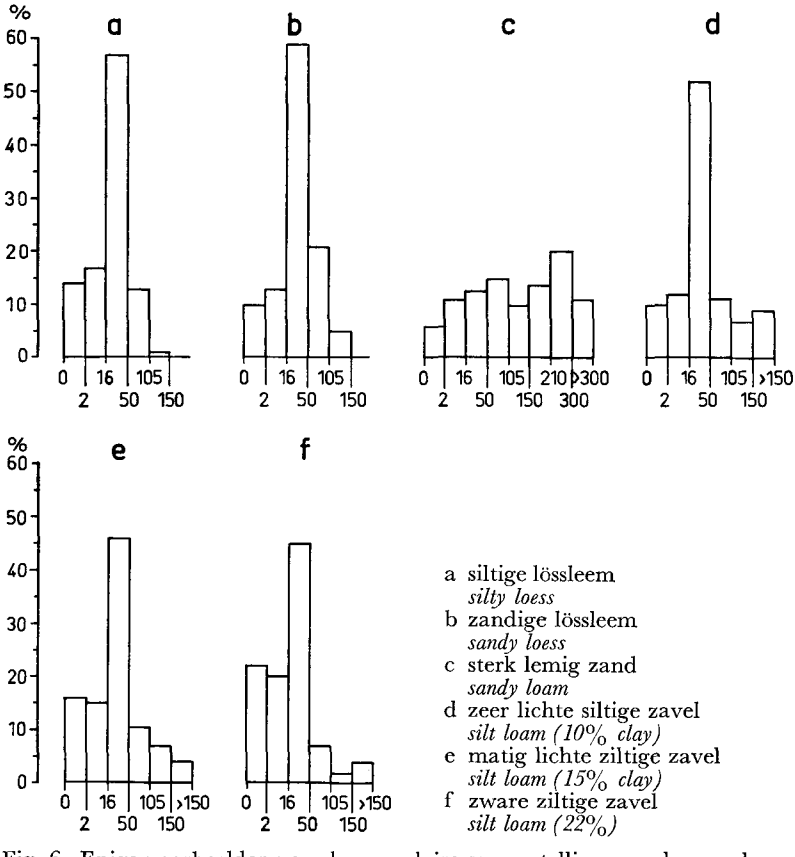


Fig. 6. Enige voorbeelden van de granulaire samenstelling van de gronden
Fig. 6. Some examples of the grain size distribution of the soils

Grindgronden. De grindgronden bestaan overwegend uit matig afgerond grind (2 mm–5 cm) van het Maas-Hoogterras. Hiertussen komen grotere grindkeien voor. Tussen het grind komen grof zand en kleilenzen voor.

De gronden van de puinwaaier aan de westrand van het Wormdal zijn tot de grindgronden gerekend. De puinwaaier als geomorfologische eenheid is bodemkundig een complex door de heterogeniteit in de opbouw van de gronden; grind geërodeerd uit de steile rand is er echter een belangrijke component van.

Kleigronden. De alluviale afzettingen in het dal van de Worm, de stroomrug- en komgronden, bestaan uit kleigronden. Zij vertonen wat de granulaire samenstelling betreft, in het bijzonder ook door een hoog gehalte aan fractie 16–50 mu, veel overeenkomst met de lössleemgronden. De lichtste stroomruggronden (zeer lichte siltige zavel) doen dat met de zandige lössleem (vergelijk fig. 6d met fig. 6b) en de zwaardere (matig lichte siltige zavel) met de siltige lössleem (vergelijk fig. 6e met fig. 6a). De komgronden (zware siltige zavel, fig. 6f) wijken van de laatste af door een hoger lutumgehalte (fractie < 2 mu). De alluviale gronden onderscheiden zich hier van de lössleemgronden door een grovere samenstelling van de zandfractie (fracties > 50 mu) en voorts door hun structuur en hun poriënvolume.

Veengronden. De veengronden bestaan uit broekveen van wisselende dikte. Zij zijn nat en hebben een grondwaterstand variërend van 0 tot 50 cm. Op verschillende plaatsen is het veen overdekt door een alluviale kleilaag of door een door de mens opgebrachte lössleemlaag.

3.1.2 DE EERSTE ONDERVERDELING

Gleyverschijnselen, bestaande uit roest- en reductievlekken, komen voor bij de diepe colluviale gronden en de kleigronden. Een indeling is gemaakt naar de diepte waarop de gleyverschijnselen beginnen:

1: tussen 80 en 120 cm
2: tussen 50 en 80 cm
3: tussen 0 en 50 cm.

Bij de kleigronden correleert de diepte van de gley zeer sterk met topografie en profielopbouw.

3.1.3 DE VERDERE ONDERVERDELING

In de *lössleemgronden* zijn de kaarteenheden onderscheiden naar het erosiestadium van de gronden langs de helling, waarbij bepaalde pedogene of stratigrafische lagen aan de oppervlakte gekomen zijn, en naar de dikte van de colluviale afzettingen, die in dalen voorkomen. Het deel van de lössleemgronden, dat door de mens verplaatst en geëgaliseerd is, wordt als een afzonderlijke kaarteenheid onderscheiden. Ook de zandige lössleemgronden vormen een afzonderlijke kaarteenheid; zij zijn steeds dunner dan 120 cm.

De *zandgronden*, die textureel complex zijn, zijn niet onderverdeeld.

De *grindgronden* vormen een afzonderlijke kaarteenheid naast de puinwaaiergronden.

De kaarteenheden in de *kleigronden* verschillen in het lutumgehalte

(< 2 mu) van de bovengrond. Overwegend is dit in de ondergrond groter dan in de bovengrond.

De *veengronden* zijn onderverdeeld naar de dikte van de veenlaag.

3.1.4. AFWIJKENDE BOVENGRONDLAGEN EN LITHOLOGISCH AFWIJKENDE ONDERGRONDEN

Indien afwijkend materiaal op geringere diepte dan 120 cm wordt aangetroffen, is dit in afzonderlijke kaarteenheden aangegeven, waarbij begindiepten tussen 40 en 80 cm en tussen 80 en 120 cm worden onderscheiden.

Een bij enkele gronden voorkomende afwijkende bovengrondlaag, dunner dan 40 cm, is eveneens als kaarteenheid weergegeven.

3.2 De codering van de kaarteenheden

In de symbolen (codes) is de hoofdindeling met een hoofdletter aangegeven:

L: lössleemgronden, S: zandgronden, G: grindgronden, R: kleigronden, V: veengronden.

De diepte van de gleyverschijnselen in het profiel is aangegeven met een cijfer vóór de hoofdletter:

1: beginnend tussen 80 en 120 cm, 2: beginnend tussen 50 en 80 cm, 3: beginnend tussen 0 en 50 cm.

In de lössleemgronden wordt de opbouw van het bodemprofiel door een kleine letter achter de hoofdletter weergegeven:

Lb: geërodeerd tot de textuur-B-horizont
Lc: geërodeerd tot de (kalkloze) C1-horizont
Ld: geërodeerd tot de (kalkrijke) C2-horizont
Lf: opgebracht
Lk: colluvium
Lz: zandig

De dikte van het colluvium en van het veen is aangegeven met een cijfer achter het symbool:

1: 40–80 cm, 2: 80–120 cm, 3: >120 cm.

De grindgronden zijn als Ga aangegeven, de puinwaaiergronden als Gx.

Bij de kleigronden is de zwaarte van de bovengrond door een kleine letter achter de hoofletter R aangegeven:

Rs: zeer lichte siltige zavel (8–10% < 2 mu)
Rt: matig lichte siltige zavel (ca. 15% < 2 mu)
Ru: zware siltige zavel (ca. 20% < 2 mu).

Bij een afwijkend substraat is de aard daarvan met een kleine letter aangegeven:

e: (kalkrijke) siltige löss, l: (kalkloze) siltige löss, g: grind, r: siltige zavel, v: veen.

Een afwijkende ondergrond, die reeds tussen 40 en 80 cm begint, wordt aangegeven met het cijfer 1 achter deze letters. Indien hij tussen 80 en 120 cm begint, is geen cijfer achtergevoegd. Dunne afwijkende bovengronddekjes zijn aangegeven met een kleine letter vóór de hoofdletter:

l: lössleemdek dunner dan 40 cm, x: opgebracht dek dunner dan 40 cm.

Lb. Lössleemgronden geërodeerd tot de textuur-B-horizont

Het lutumgehalte van de *Ap-horizont*, die hierin is gevormd, bedraagt ± 16%. De bouwvoor is dun, ca. 15 cm, het humusgehalte is 1,5%, de kleur is donkergrijsbruin (10 YR 4/2). De structuurelementen van de Ap-horizont zijn regelmatig afgerond blokkig en grotendeels samengesteld. De consistentie in vochtige toestand is vrij groot, in droge toestand zijn de kluiten hard en moeilijk breekbaar. Er komen grote en kleine poriën voor.

De *textuur-B-horizont* direct onder de Ap-horizont bevat 18–20% lutum, de kleur is veelal meer homogeen bruin (7,5 YR 4/4). Er komen grote wormgangen in voor. De structuur is onregelmatig afgerond blokkig met hoofdzakelijk macroporiën. De structuuraggregaten bezitten overwegend scherpe ribben. De coatings zijn duidelijk op de structuurelementen en zeer duidelijk op de structuuraggregaten.

De *BC-horizont* vormt een geleidelijke overgang (20 à 30 cm) naar de C1-horizont. De *C1-horizont* heeft een geelbruine (10 YR 5/6–5/8) tot licht geelbruine kleur (10 YR 6/4). De structuur is grof poreus en sponzig.

Lc. Lössleemgronden geërodeerd tot de (kalkloze) C1-horizont

De *Ap-horizont* is donker geelbruin (10 YR 4/4) en ca. 15 cm dik; het humusgehalte bedraagt ca. 1,5%. Het lutumgehalte is gemiddeld 15%. De consistentie is vrij gering. De poriën zijn overwegend fijn. Onder de bouwvoor is de kleur tot ongeveer 50 cm diepte geelbruin (10 YR 5/6), naar beneden toe wordt de kleur lichter (10 YR 6/6–6/4). De structuur is zeer zwak afgerond blokkig tot massief.

Met afwijkend substraat komen voor:

Lce: *met (kalkrijke) löss beginnend tussen 80 en 120 cm.* Deze kalkrijke löss heeft dezelfde kenmerken als van type Ld

Lcg: *met grind beginnend tussen 80 en 120 cm.* Tussen het grind komt zand en klei voor.

Ld. Lössleemgronden geërodeerd tot de (kalkrijke) C2-horizont

De *Ap-horizont* ter dikte van ± 15 cm is grijsbruin tot bruin (10 YR 5/2–5/3). Het humusgehalte is hoogstens 1,5%. Het lutumgehalte bedraagt ca. 10%, het kalkgehalte ($CaCO_3$) is ca. 10%. Onder de bouwvoor is het lutumgehalte ca. 14% en het kalkgehalte ca. 13%. De structuur is massief, de poriën zijn fijn. Wormgangen komen slechts sporadisch voor.

Lzg en Lzgl. Lössleemgronden, zandig, op grind

De zandige lössleemgronden zonder textuur-B-horizont komen, wat de kenmerken betreft, geheel overeen met de kaarteenheid Lc. In dit gebied komt hierbij steeds grind in de ondergrond voor.

Lzg: *met grind beginnend tussen 80 en 120 cm*

Lzgl: *met grind beginnend tussen 40 en 80 cm.*

Lklgl. Lössleemgronden, colluvium, 40 tot 80 cm dik op grind

De *Ap-horizont* is ongeveer 30 cm dik en bevat 2–3% humus. De kleur is donkergrijs (10 YR 4/1). Het lutumgehalte varieert van 9–13%. De structuur is kruimelig tot onregelmatig blokkig. Na een winter met veel regen is de grond enigszins verslempt en heeft de bovenste halve centimeter een gasbellenstructuur.

De *C-horizont* heeft een matbruine kleur (10 YR 5/4–5/3). Het lutumgehalte is ca. 13%. Veelal is nog enige humus aanwezig (0,8–1,0%). De structuur is afgerond zwak blokkig tot massief. Er komen macro- en microporiën voor.

Plaatselijk komt nog 10 à 15 cm van een textuur-B-horizont onder het colluvium voor; deze heeft dezelfde hoofdkenmerken als bij de kaarteenheid Lb.

Lk2. Lössleemgronden, colluvium, 80 tot 120 cm dik op textuur-B-horizont van een begraven bodemprofiel

De *Ap-horizont* en de *C-horizont* komen geheel overeen met de A- en C-horizonten van kaarteenheid Lk1. De daaronder op een diepte tussen 80 en 120 cm liggende textuur-B-horizont bevat ca. 20% lutum en heeft een bruine kleur (7,5 YR 4/4). De structuur is onregelmatig afgerond blokkig; er komen veel grote poriën in voor.

Lk3. Lössleemgronden, colluvium, dikker dan 120 cm

Deze gronden hebben dezelfde kenmerken als de voorgaande. Het lutum- en leemgehalte onder de bouwvoor is zeer gelijkmatig, plaatselijk komen echter profielen voor, waarvan de structuur dieper dan 60 cm zwak platerig is. Eventueel onder het colluvium begraven B-horizonten liggen beneden de normale boordiepte.

1Lk3. Lössleemgronden, colluvium, dikker dan 120 cm, gley beginnend tussen 80 en 120 cm

Dieper dan 80 cm komen enige gleyverschijnselen voor. De matbruine kleur wordt daarbij fletsbruin en er treedt diffuse roest op. Overigens zijn de kenmerken gelijk aan die van de kaarteenheid Lk3.

2Lf, 2Lfv en 2Lfv1. Lössleemgronden, opgebracht, met gley beginnend tussen 50 en 80 cm, deels op veen

De kaarteenheden bestaan uit een 50 tot 100 cm dikke laag verplaatste lössleem op colluvium. De opgebrachte lössleem bevat gemiddeld 15% lutum, de structuur is massief en dicht, er komen zeer weinig grove poriën in voor. De kleur van de *Ap-horizont* is bruingrijs, onder de bouwvoor is de kleur geelbruin met roest beginnend tussen 50 en 80 cm. Het begraven colluvium heeft een zwartgrijze sterk humeuze tot venige A1b-horizont op grijze leem met roest, of op blauwgrijs gereduceerde leem. Door het transport over het colluvium heeft dit een zeer vaste, compacte structuur gekregen. Onder dit colluvium komt plaatselijk veen voor. Ook is plaatselijk lössleem direct op het veen gebracht. Wanneer veen in de ondergrond voorkomt is het kaartvlak aangeduid met:

2Lfv: *veen beginnend tussen 80 en 120 cm*
2Lfv1: *veen beginnend tussen 40 en 80 cm*

2Lk3. Lössleemgronden, colluvium, dikker dan 120 cm, gley beginnend tussen 50 en 80 cm

De *Ap-horizont* is 30 cm dik; de kleur is donker bruin (10 YR 3/1–4/1). Het humusgehalte is ca. 3%. Het lutumgehalte wisselt van 9 tot 13%. De structuur is hoofdzakelijk onregelmatig blokkig, voor een klein deel kruimelig.

De *C1-horizont* tot 50 cm dikte heeft een bruine kleur (10 YR 5/3). Het lutumgehalte is ca. 13%, het humusgehalte ca. 1%. De structuur is massief. Er komen vrij veel wormgangen voor.

De *C1g-horizont* dieper dan 50 cm bevat gley; de kleur gaat van matbruin vrij snel over naar grijs en de roest tekent zich daarbij scherp af. De structuur is iets verdicht; er komen maar weinig wormgangen voor.

3Lk3. Lössleemgronden, colluvium, dikker dan 120 cm, gley beginnend tussen 0 en 50 cm

Deze gronden zijn laag gelegen ten opzichte van het grondwater.

De *Ap-horizont* is ± 20 cm dik, de kleur is zeer donker grijs (10 YR 3/1). Dikwijls komt er roest in voor. Het humusgehalte varieert van 4–7%. De structuur is zwak platerig.

De *C1g-horizont* is licht geelbruin (2,5 Y 6/4) met roest. Bovenin is de structuur platerig, dieper in het profiel is zij zwak prismatisch; de prismatische elementen zijn fijn platerig.

Het gehele profiel is van dezelfde zwaarte als dat van de kaarteenheid 2Lk3.

Volledige reductie komt in deze gronden zelden voor.

Sg1 en Sl1. Zandgronden, sterk lemig en zeer sterk lemig op grind en leem

In de hoge westelijke rand komt een langgerekte strook zandgronden voor. Zij wisselen in leemgehalte van sterk lemig (17,5–32,5% < 50 mu) tot zeer sterk lemig (32,5–50% < 50 mu). In de bovengrond vertonen zij gewoonlijk de bruingele kleur van de humusijzerpodzol; dieper in het profiel gaat de kleur geleidelijk over in geel. Het zandpakket is steeds dunner dan 80 cm en rust op grind of leem:

Sg1: *grind tussen 40 en 80 cm*
Sl1: *leem tussen 40 en 80 cm*

Deze leem kan als lössleem worden beschouwd op grond van de granulaire samenstelling; het kan ook terrasklei zijn met een op lössleem gelijkende granulaire samenstelling.

Ga: Grindgronden

De grindgronden zijn in de bovengrond vaak met enige lössleem of zand vermengd. In de ondergrond komen tussen het grind kleilenzen voor. De grindgronden met zand bevatten een micro-humuspodzol, die wel duidelijk is, maar die slechts 15 cm dik is. Over een deel van deze grindgronden ligt een lössleemdekje van minder dan 40 cm dikte; het kaartvlak is aangeduid als 1Ga.

Gx: Puinwaaier

Aan de zuidzijde bestaat deze uit 40 tot 60 cm dikke zandige lössleem op grind; onder dit grind komt plaatselijk nog weer licht siltige zavel voor. Aan de noordzijde bevindt zich sterk lemig zand met lössleemlenzen op een ondergrond van zware siltige zavel. In het hoge middendeel van de puinwaaier komt geen gley voor; de randen hebben gley beginnend tussen 50 en 120 cm.

1Rs: Kleigronden, zeer lichte, siltige zavel, gley beginnend tussen 80 en 120 cm

Deze kaarteenheid komt voor als stroomgrond. Waar zij een grotere oppervlakte inneemt, bevindt zich in de ondergrond een matig lichte, siltige zavellaag; hiermee gaat het optreden van gley gewoonlijk samen.

De *Ap-horizont* van deze gronden heeft gewoonlijk een zeer donker grijze kleur (10 YR 3/1) door het kolenslik dat de Worm tijdens overstromingen heeft aangevoerd. Waar weinig of geen kolenslik is afgezet, is de kleur donkerbruin (10 YR 3/3). Het gehele profiel bevat een spoortje kalk (0,1%). De structuur van de Ap-horizont is afgerond hoekig met veel micro- en weinig macroporiën. Wel komen grote wormgangen (doorsnede 0,5 cm) voor. De grond valt uiteen in elementjes ter grootte van 2 tot 5 mm. Beneden de bouwvoor is de kleur van de *C-horizont* homogeen geelbruin (10 YR 5/4), beneden 80 cm iets lichter (10 YR 5/6). De C-horizont heeft een zelfde structuur als de Ap maar valt niet zo sterk uiteen; er blijven na lossteken meer aggregaten over, deze nemen naar de diepte in grootte toe. Beneden 60 cm is de structuur zwak platerig.

Het lutumgehalte van dit profiel stijgt van 10 naar 14%. Komt bij deze gronden ondieper dan 120 cm een matig lichte tot zware siltige zavellaag voor (ca. 17% <2 mu), dan treden hierin grijsbruine vlekjes op (10 YR 6/2–6/3). Naarmate deze laag hoger in het profiel voorkomt, zijn de reductieverschijnselen sterker en gaat de grijsbruine kleur over in grijs (10 YR 7/2–6/1).

2Rt: Kleigronden, matig lichte, siltige zavel, gley beginnend tussen 50 en 80 cm

Naar beneden worden deze gronden zwaarder. Men kan ze beschouwen als stroom- op komgronden.

De gronden hebben veel kolenslik in het bovendeel van de zode (*A11-horizont*) en hebben dientengevolge een hoog organische-stofgehalte (ca. 10%) en een zwarte kleur (10 YR 2/1). De dikte bedraagt 8 cm. Het diepere deel van de bovengrond (*A12-horizont*) bevat ca. 3% humus en is zeer donker bruin gekleurd (10 YR 2/2). De dikte is ca. 12 cm. De structuur van de A11-horizont is afgerond blokkig, de structuurblokken zijn groot ($\pm$ 5–10 cm doorsnede). De structuur van de A12-horizont is eveneens afgerond blokkig, de grote elementen zijn belangrijk minder in aantal en afmeting (0,5–1 cm doorsnede) dan in de A11-horizont. Het lutumgehalte van de A-horizont bedraagt ca. 15%, het leemgehalte 75%.

De C1-horizont ter dikte van ca. 60 cm, is van gelijke zwaarte als de A-horizont. De kleur is geelbruin (10 YR 5/4); het humusgehalte is minder dan 1%. De structuur is gelijk aan die van de A12-horizont; het aantal grote poriën is groter dan in de bouwvoor.

De *C1g-horizont* heeft een hoger lutumgehalte (ca. 23%). Deze horizont toont sterke gleyverschijnselen; de verdeling van de bruine (10 YR 4/3) en grijsbruine (10 YR 5/2) kleur is ongeveer gelijk. De structuur is compact en de grond valt uiteen in blokkige elementen, die vrij dicht zijn. De dikte van deze horizont is verschillend, maar gewoonlijk 30 à 40 cm.

CG-horizont. Beneden de C1g-horizont wordt het lutumgehalte iets minder; de kleur verschilt evenwel belangrijk, de hoofdkleur is grijsbruin (2,5 Y 5/2), het door roest gekleurde (10 YR 4/3–4/4) deel van het oppervlak bedraagt ongeveer 30%. De structuur is massief en dicht. Op afwijkend substraat is onderscheiden:

2Rt1: *met lössleem beginnend tussen 80 en 120 cm*

Onder het kleidek dieper dan 80 cm komt een blauwgrijs gereduceerde lössleem voor. Het lutumgehalte is ca. 12%, het leemgehalte varieert van 75–90%. De structuur is zeer dicht en zwak platerig.

3Rt: Kleigronden, zware, siltige zavel, gley beginnend tussen 0 en 50 cm

Dit zijn de komgronden van de Worm.

De *A-horizont* (A11) is meestal vergraven en heterogeen als gevolg van recente verwijdering van een wilgen- en populierenopstand. De dikte bedraagt gemiddeld 30 cm. Het lutumgehalte is ongeveer 16%, het leemgehalte ca. 80%. De kleur is zeer donker bruin (10 YR 2/2) met enige grijze tinten als gevolg van verwerking met een deel van de C11g-horizont. De structuur is afgerond blokkig, grote poriën zijn nagenoeg niet aanwezig. Onder deze bouwvoor komt een overgangszone voor van ongeveer 10 cm dikte (*A12-horizont*). Deze heeft eveneens ca. 16% lutum; het humusgehalte bedraagt 2%. De kleur is zeer donker grijsbruin (10 YR 3/2).

De C-horizont (van een diepte van 40 cm af) is in verscheidene subhorizonten te scheiden. De *C11g-horizont* (op 40–50 cm diepte) is vrij sterk roestig; de kleur is voor 40% donker roodbruin roestig (5–7,5 YR 4/4), het overige deel is grijsbruin (2,5 Y 5/2). Het lutumgehalte loopt zeer weinig op (18%). De *C12g-horizont* (van 50–80 cm diepte) bevat 22% lutum. De horizont heeft zeer veel oranjekleurige roest (5 YR 4/6) (tot 80% van het oppervlak), het overige deel is grijsbruin (2,5 Y 5/2). De *C13g-horizont* (van 70–100 cm diepte) heeft ongeveer 60% oranjekleurige roest (5 YR 4/6), de rest is grijsbruin (2,5 Y 5/2). Het lutumgehalte ligt enige percenten hoger dan in de C12g-horizont.

De *CG-horizont* (100 cm en dieper) bevat slechts 5 à 10 % donker geelbruine roest (10–7,5 YR 4/4), de hoofdkleur is grijs (5 Y 5/1). Deze horizont bestaat zeer waarschijnlijk uit colluviale lössleem. Niet overal komt deze laatste ondieper dan 120 cm voor. Plaatselijk wordt ook een volkomen gereduceerde kleilaag aangetroffen; deze bevat ca. 30–35% lutum. De kleur van deze kleilaag varieert van 10 BG 6/1 tot 5 B 5/1. Waar het kleidek dunner is dan 120 cm, wordt veen aangetroffen in de ondergrond; de zwaarte van het kleidek loopt dan op van 16 tot 25% lutum. Met veen in de ondergrond zijn onderscheiden:

3Rtv: *met veen tussen 80 en 120 cm*
3Rtv1: *met veen tussen 40 en 80 cm*

3Ru: Kleigronden, zware siltige zavel, gley beginnend tussen 0 en 50 cm

De gronden van deze kaarteenheid zijn eveneens komgronden.

De *A1-horizont* ter dikte van 20 cm bevat 5 à 7% humus in grasland, in bouwland is dit ca. 3,5%. Het lutumgehalte is 20–23%.

De *C1g-horizont* is roestbruin (7,5–10 YR 4/4), met betrekkelijk weinig grijsbruin gereduceerd materiaal (2,5 Y 5/2). De dikte van deze horizont varieert van 30–50 cm.

De *CG-horizont* is blauw tot grijsbruin naar gelang deze bestaat uit klei of uit colluviale lössleem (5 BG 6/4 of 2,5 Y 5/2). In het bovenste deel van deze horizont komt nog wat bruine roest voor. Het lutumgehalte van de kleilaag varieert van 30–35%, van de leemlaag van 16–20%.

Waar leem in de ondergrond karteerbaar was, is dit op de bodemkaart weergegeven:

3Ru1: *met lössleem tussen 80 en 120 cm*

Plaatselijk heeft recente erosie weer een dun lössleemdek over de klei afgezet:

13Ru: *met een lössleemdek dunner dan 40 cm.*

V1r: Veengronden, 40 tot 80 cm dik op klei

Het veen is broekveen; de bouwvoor is bruinzwart; hieronder is de kleur zwartbruin tot zeer donker bruin. Houtresten komen in het veen bijna niet voor. Onder het veen ligt blauwe klei beginnend op een diepte *tussen 40 en 120 cm.*

V2r: Veengronden, 80 tot 120 cm dik op klei

Dit bodemtype is behoudens de dikte van het veendek geheel gelijk aan bodemtype V1r. De klei begint op een diepte tussen 80 en 120 cm.

Een deel van deze gronden heeft een bovengrond van kleiig veen en venige klei. In het veendek komen ook dunne humeuze kleilenzen voor. Op de bodemkaart is dit deel door een toevoeging onderscheiden.

xV2r: met opgebracht dek dunner dan 40 cm en met klei tussen 80 en 120 cm

Het opgebrachte dek is een mengsel van lössleem, klei en puin. Door verwerking is deze laag sterk humeus geworden.

V3: Veengronden, dikker dan 120 cm

Het veen is broekveen. De A1-horizont is bruinzwart; daaronder is de kleur zeer donker bruin. Pleksgewijze bevat de A1 een weinig klei of leem als gevolg van verwerking met dit materiaal, dat uit sloten gespit is.

5. KAARTBESCHRIJVING

De steile westhelling en het dal van de Worm zelf zijn zowel morfologisch als bodemkundig twee zeer verschillende eenheden.

De steile terrasrand vormt de overgang tussen het lössleemlandschap en het rivierdal. De invloed van het lössleemlandschap is nog duidelijk merkbaar door het voorkomen van ondiepe lössleemgronden aan de hoge zijde, en van dikkere lössleemdekken in de luwte van de helling. Aan de voet van de helling komt gesoliflueerde en verspoelde lössleem voor (Lk1, Lk2, Lk3). In het zuiden ondervinden deze colluviale lössleemgronden de invloed van de periodiek hoge waterstanden die daar in het rivierdal plegen voor te komen (1Lk3, 2Lk3, 3Lk3).

In de steile rand zijn enkele diepe dalen ingesneden. Van één hiervan is het geërodeerde materiaal als een puinwaaier (Gx) op de rand van het rivierdal neergelegd.

Aan de oostzijde van het beekdal ligt nog een lössleemdek vóór het hogere achterland. Grotendeels is dit lössleempakket afgegraven en in vrij dikke lagen (van soms wel een meter dik) over het colluvium en het veen gebracht (2Lf, 2Lfv, 2Lfv1).

Het rivierdal kenmerkt zich door de stroomruggronden (1Rs en 2Rt) die hoger in het terrein liggen en de lagere delen die uit komgronden (3Rt en 3Ru) en veengronden (V1r, V2r, xV2r) bestaan.

De reeds vermelde puinwaaier schijnt de rivier daar gedwongen te hebben haar oorspronkelijke loop te verleggen. De topografie van het terrein ten noorden van de puinwaaier en langs de steile rand vertoont een langgerekte laagte die veel op een rivierloop lijkt. In haar oorspronkelijke loop kon de rivier hier slechts één kleine oeverwal vormen, daar bij overstromingen het water alleen maar naar de oostzijde buiten de oevers kon treden; de westelijke oever was de voet van de steile helling. Omdat het overstromingswater

niet kon terugstromen vormde zich hier over de volle breedte van het dal veen. Toen echter de puinwaaier de oude rivier stuitte, zocht deze zich een weg dwars door de veenafzetting heen, ruimde hiervan een deel op, en sneed aldus de veenoppervlakte in tweeën. Nadien heeft zij langs haar nieuwe oevers weer klei afgezet. De oeverwallen zijn hier ook zeer smal, aan de oostzijde zelfs te smal om op de bodemkaart te worden aangegeven. Noordelijk van het kasteel kwam de rivier weer in haar oude bedding terecht; de oeverwallen zijn hier weer duidelijk aanwezig.

6. WATERHUISHOUDING

De alluviale gronden in het dal van de Worm hebben een waterhuishouding die geheel afwijkt van die van de lössleemgronden. Het eigene van de rivier speelt hierin de overheersende rol.

De rivier met haar zijbeken is een bron- en regenrivier. Het vuile water van industrieën, o.a. van enkele mijnen, wordt ook in de rivier geloosd. Door de onregelmatige wateraanvoer en de smalle stroombedding is de Worm niet steeds in staat al het water te bergen. Het overstromingswater kan, bij daling van de waterstand van de Worm, niet rechtstreeks naar de rivier terugvloeien, maar moet verticaal door de grond verdwijnen. Grote delen van het Wormdal zijn daarom gedurende lange tijd nat, uiteraard vooral in het winterseizoen.

Men heeft in de laatste jaren hierin verbetering proberen te brengen door een grote sloot in de lengterichting van het dal te graven met talrijke zijsloten, die hierop hun water lozen. Voor sommige delen van het dal vormt deze maatregel een belangrijke verbetering. Komvormige plekken in het terrein bevatten in de winter echter nog steeds plassen.

De smalle stroken stroomruggrond kunnen in langdurig droge perioden een vochttekort vertonen; de lage gronden zijn nooit verdrogend doch veel eerder nog te nat.

Als gemiddelde hoogste en laagste waterstand geldt voor de laag gelegen gronden resp. 0–50 cm beneden maaiveld (3Rt en 3Ru). De hoge gronden variëren wat de gemiddeld hoogste en laagste waterstand betreft van 0 à 50 tot 150 à 200 cm onder het maaiveld (1 Rs en 2Rt). De veengronden blijven zeer lange tijd tot aan de oppervlakte verzadigd met water, in de zomer zakt de waterstand tot ongeveer 50 cm beneden maaiveld.

Op de steile westelijke rand is de vegetatie aangewezen op het hangwater. Voor bouwlandgronden is dit bij de zand- en grindgronden onvoldoende, bij de lössleemgronden is het, bij voldoende dikte (minimaal 80 cm), toereikend. Andere factoren, zoals het erosiegevaar, het moeilijk bewerkbaar zijn, beperkten echter een optimaal gebruik van deze gronden.

De colluviale lössleemgronden in het zuiden van het gebied (1Lk3, 2Lk3, 3Lk3) zijn bij hoge waterstanden in het dal periodiek zeer vochtig of nat. De grondwaterstanden stijgen dan tot ± 40 cm beneden maaiveld, plaatselijk zelfs tot in de zode.

7. LANDBOUWKUNDIGE WAARDE VAN DE GRONDEN

Het huidige grondgebruik van de steilrand, namelijk als bos, is het meest juiste. De bodem van de bovenhelft kan door zijn stenigheid en zandigheid niet veel meer produceren. De benedenhelft van de helling bevat zeer sterk geërodeerde lössleemgronden. Deze gronden zijn ook grotendeels met bos begroeid. Dit is hier ook de meest geëigende wijze van grondgebruik, een

gebruik als bouwland zou de erosie te zeer in de hand werken; de grind- en zandafspoeling zou bovendien de landbouwkundige geschiktheid van de aan de voet van de helling gelegen colluviale lössleem nadelig beïnvloeden.

De colluviale lössleemgronden zonder gley zijn geschikt voor bouwland en grasland. Om de hellende ligging is grasland te verkiezen boven bouwland.

De colluviale lössleemgronden met gley tussen 50 en 80 cm zijn als grasland geschikt; voor bouwland is de geschiktheid vrijwel beperkt tot de verbouw van zomergewassen wegens het risico van uitwinteren van wintergewassen.

De kleigronden zijn in hun totaliteit slechts geschikt als grasland. De mate van geschiktheid is afhankelijk van hoogteligging en ontwatering. De geschiktheid voor landbouwgewassen is bij de kleigronden zeer beperkt door de hoge waterstanden in de winter en de langdurig grote vochtigheid in het voorjaar. Voor de teelt van wintergewassen zijn ze ongeschikt.

De veengronden zijn slechts matige graslandgronden. Zij zijn voor een groot deel van het jaar te nat en hebben bovendien een geringe draagkracht waardoor de zode spoedig wordt vertrapt.

De opgebrachte lössleemgronden zullen slechts matige gronden blijven, als gevolg van de wijze van egalisatie. De oude bovengrond is vóór de egalisatie niet losgemaakt en bovendien bij het vervoer van het opgebrachte materiaal nog veel vaster gereden. De interne drainage van de gronden is zeer slecht. Daardoor zijn ze in de regenrijke perioden van het jaar zeer nat; er staan dan plassen op het maaiveld.

8. SAMENVATTING

In het dal van de Worm liggen klei- en broekveengronden. De kleigronden zijn afgezet volgens het normale sedimentatiepatroon van rivierkleigronden. De westelijke steile rand bestaat uit lössleemgronden, zandgronden en grindgronden.

Bij de kartering van de lössleemgronden is de mate van erosie en colluviatie bepalend geweest voor de indeling in kaarteenheden. De zandgronden zijn niet ingedeeld evenmin als de grindgronden, behoudens een puinwaaier, die afzonderlijk onderscheiden is.

De waterhuishouding van de gronden is bij landbouwkundig gebruik nergens optimaal.

Het uit bodemkundig oogpunt beste grondgebruik is voor de hellinggronden bos en voor de rivierdalgronden grasland.

februari 1963

9. SUMMARY

In the valley of the Worm rivulet near Rimburg (province of Limburg, Netherlands) silt loam and peat soils are found, the former showing the normal sedimentation pattern of alluvial soils. The escarpment at the west side is formed by loess, sand and gravel soils.

In this survey the degree of erosion and of colluvation of the loess soils determined the recognition of mapping units. Neither the sand soils, nor the gravel soils either have been subdivided, an exception being made with an alluvial fan.

The relation between water and soil is not optimal for agriculture in any case. The best land use from the pedologic point of view is forest for the slopes and grassland for the flood plain.

10. LITERATUUR

Brueren, J. W. R., 1945: Het terrassenlandschap in Zuid-Limburg. Meded. Geol. Stichting Serie C IV no. 1. Maastricht.

Leclerq, W. L., z.j.: Limburg; reisboek. Amsterdam.

Rummelen, F. H. van., 1934: De wordingsgeschiedenis der Maasterrassen in Zuid-Limburg en aangrenzend gebied. In: Rapport waterwinning in Zuid-Limburg, Maastricht.

Zonneveld, J. I. S., 1955: De kwartaire rivierterrassen van Zuid-Limburg. Tijdschr. Kon. Ned. Aard. Gen. *72* (329–343).

ARTIKELEN, DIE IN DE PERIODE JANUARI 1958 TOT JANUARI 1965 ELDERS ZIJN GEPUBLICEERD

Akker, A. M. van den, M. Knibbe en *G. C. Maarleveld:* Het Sallandse dekzandlandschap. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *81* (1964) 3 (juli) 287–296.

Bakker, H. de: Een nieuw systeem voor bodemclassificatie. De Buffer *10* (1964) 2 (mrt.) 45–47.

Bakker, H. de en *A. W. Edelman-Vlam:* De Nederlandse bodem in kleur. Tijdschr. der Kon. Ned. Heidemij, 75e jaargang (1964):
Poldervaaggrond in kalkloze jonge rivierklei, nr. 1, 19–24.
Poldervaaggrond in kalkloze jonge zeeklei, nr. 1, 25–30.
Slikvaaggrond in kalkrijke jonge zeeklei, nr. 2, 93–98.
Nesvaaggrond in kalkrijke jonge zeeklei, nr. 2, 99–104.
Leekeerdgrond in kalkrijke oude zeeklei, nr. 3, 157–162.
Plaseerdgrond in kalkloze oude zeeklei, nr. 3, 163–168.
Ooivaaggrond in kalkrijke jonge rivierklei, nr. 5, 267–272.
Ooivaaggrond in kalkrijke jonge zeeklei, nr. 5, 273–278.
Holtpodzolgrond in gestuwd preglaciaal, nr. 7/8, 361–366.
Haarpodzolgrond in dekzand, nr. 7/8, 367–372.
Zwarte enkeerdgrond op een podzolprofiel, nr. 9, 415–420.
Bruine enkeerdgrond op een podzolprofiel, nr. 9, 421–426.
Bergbrikgrond in löss, nr. 10, 475–480.
Daalbrikgrond in löss, nr. 10, 481–486.
Duinvaaggrond in kalkloos jong stuifzand, nr. 11, 541–546.
Vlierveengrond in veenmosveen, nr. 11, 547–552.
Veldpodzolgrond in dekzand, nr. 12, 603–608.
Laarpodzolgrond in dekzand op keileem, nr. 12, 609–614.

Bennema, J. and *L. J. Pons:* The excavation at Velsen; 2. The pleistocene deposits. Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 17, 1957. 2e st.: 100–116.

Bennema, J. and *L. J. Pons:* The excavation at Velsen; 8. The compaction of the lower peat, its water content and the escape of volatile constituents. Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 17, 1957, 2e st.: 148–153.

Bennema, J. and *L. J. Pons:* The excavation at Velsen; 16. The holocene deposits in the surroundings of Velsen and their relations to those in the excavation. Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 17, 1957. 2e st.: 199–218.

Beutelspacher, H. und *H. W. van der Marel:* Kenzeichen zur Identifizierung von Kaolinit, 'Fireclay'-Mineral und Halloysit, ihre Verbreitung und Bildung. Tonindustrie-Zeitung und Keramische Rundschau *85* (1961) Heft 22, 517–525, und Heft 24, 570–582.

Beutelspacher, H. und *H. W. van der Marel:* Ueber die amorphen Stoffe in den Tonen verschiedener Böden. Acta Universitatis Carolinae. Praha, 1961. 97–114.

Beutelspacher, H. und *H. W. van der Marel:* Elektronenoptische, röntgenografische, infrarotspektroskopische und thermoanalytische Untersuchungen von Kaolinit, 'Fireclay'-Mineral und Halloysit. Klei en Keramiek, okt. 1962. 1–14.

Beutelspacher, H. und *H. W. van der Marel:* Ueber Verbreitung und Bestimmung der Tonminerale der Kaolingruppe in Böden. Landbauforschung Völkenrode *12* (1962) 1, 14–24.

Booy, A. H.: Landbouw en de toekomst of de toekomst en de landbouw. Ons Jonge Platteland *23* (1960) 3 (mrt.) 78–79 en 106.

Booy, A. H.: Verband tussen nachtvorstschade aan aardappelen en bodemgesteldheid op Drentse dalgrond. Landbouwvoorlichting *18* (1961) 1 (jan.) 10–18 en *19* (1962) 4 (apr.) 213–215.

Booy, A. H.: Verband tussen nachtvorstschade aan aardappelen en bodemgesteldheid op Drentse dalgrond. De pootaardappelhandel 1962, mei, 26–27.

Booy, A. H. en *D. Daniëls:* Enkele bodemkundige opmerkingen over dalgronden. In: Jaarverslag 1963 Vereniging Ned. Aardappelmeelindustrie; proefveldgegevens fabrieksaardappelen. Hoogezand 1964, 69–79.

Broek, J. M. M. van den: Bodenkunde und Archäologie mit besonderer Bezugnahme auf die Ausgrabungen im Neolithikum von Sittard und Geleen. Palaehistoria *6–7* (1958–1959) 7–18.

Broek, J. M. M. van den: Toponymie en bodemgesteldheid. Limburgs Maandblad 'De Bronk' *9* (1961) 3 (nov.) 66–71.

Broek, J. M. M. van den: Het verband tussen bodemeenheden en enkele chemische eigenschappen. De Buffer *9* (1963) 2 (mrt.) 33–36.

Broek, J. M. M. van den and *G. C. Maarleveld:* The Late-Pleistocene terrace deposits of the Meuse. Meded. van de Geol. Stichting N.S. nr. 16, 1963.
Broek, J. M. M. van den and *H. W. van der Marel:* Magnesium in soils of Limburg. Part I. Soil types and Mg-contents. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde *84* (1959) 1–3: 237–244.
Broek, J. M. M. van den and *H. W. van der Marel:* Fertility and classification of Limburg soils (Netherlands) based on morphological, chemical and clay mineral characteristics. Neth. Journal of Agricultural Science *11* (1963) 3 (mei) 198–208.
Burck, P. du: Oudheidkundige vondsten en waarnemingen tijdens een bodemkartering en hun betekenis voor de bewonings- en ontginningsgeschiedenis in de Kop van Noord-Holland. Westerheem *8* (1960) 90–103.
Buringh, P., G. G. L. Steur and *A. P. A. Vink:* Some techniques and methods of soil survey in the Netherlands. Neth. Journ. of Agricultural Science *10* (1962) 2 (mrt) 157–172.

Cnossen, J.: De Bodem van het Boven-Boornegebied. In: Het Boven Boorngebied. Lânskip genetisk Wurkforbân fan de Fryske Akademy, 1961.
Crommelin, R. D.: A contribution to the sedimentary petrology of the Dollart as compared with adjoining areas. Verhand. Kon. Ned. Geol. Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie, dl. *19*, 1960. 135–145.
Crommelin, R. D.: Een vulkanisch sediment in de ondergrond van de Betuwe. Geologie en Mijnbouw *42* (1963) 112–113.
Crommelin, R. D.: Enkele opmerkingen over kalkzandsteenbanken in het Preglaciaal van Midden-Nederland. Geologie en Mijnbouw *43* (1964) 5 (mei) 201–202.
Crommelin, R. D.: A contribution to the sedimentary petrology and origin of young pleistocene cover sand in the Netherlands. Geologie en Mijnbouw *43* (1964) 9 (sept.) 389–402.
Crommelin, R. D. and *L. van der Plas:* Viridine, a rare constituent of pleistocene sands. Geologie en Mijnbouw 23 (1961) 5 (mei) 189–193.

Dam, J. G. C. van: Aspecten van het bodemgeschiktheidsonderzoek in de tuinbouw. Meded. Dir. Tuinb. *26* (1963) 4 (apr.) 197–200, 244.
Dam, J. G. C. van en *J. A. Hulshof:* Zijn de lichtste zandgronden de geschiktste aspergegronden? Meded. Dir. Tuinb. *24* (1961) 1 (jan.) 54–55.
Damoiseaux, J. H.: Erosie, een gevreesd verschijnsel. Boer en Tuinder. 1961.
Diepen, D. van: De bodemgesteldheid en de landbouwkundige indeling van het Boven-Langstraatgebied. In: Agrarische reconstructie van de Oostelijke Langstraat en Bovenland van Heusden (ruilverkaveling Heusden-Vlijmen). Nieuwkuyk, 1959, 19–29.

Edelman, C. H.: Schetsen uit het leven van Ir. M. M. v. Hoffen (1911–1955). In: Een Veluws Dorp. 1958. 9–31.
Edelman, C. H. en *A. W. Edelman-Vlam:* Een poging tot reconstructie van het verloop van de ontginning van Bennekom. In: Een Veluws Dorp. 1958. 163–173.
Edelman, C. H. en *A. W. Edelman-Vlam:* Een bijdrage tot de ontginningsgeschiedenis van de zuidelijke zandgronden. In: Kultuurhistorische Verkenningen in de Kempen, 1960, I, 29–50.
Edelman, C. H. and *A. W. Edelman-Vlam:* Studies concerning the morphogenesis of some old rural settlements in the sandy areas of the Netherlands. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *77* (1960) 312–318.
Edelman, C. H., A. W. Edelman-Vlam en *J. A. Huisman:* De namen Betuwe en Veluwe. Amsterdam, 1958. Bijdr. en meded. der Naamkunde Commissie van de Kon. Ned. Akad. v. Wet. Amsterdam, 12.
Edelman, C. H. and *J. M. van Staveren:* Marsh soils in the United States and in the Netherlands. Journal of Soil and Water Conservation *13* (1958) 5–17.
Edelman-Vlam, A. W. en *C. H. Edelman:* Toponymie van Bennekom. In: Een Veluws dorp. 1958. 95–135.
Edelman-Vlam, A. W. en *C. H. Edelman:* Over belangrijk grondbezit te Bennekom in het verleden. In: Een Veluws dorp. 1958. 136–162.

Haans, J. C. F. M.: Enkele aspecten van de waterhuishouding van Nederlandse gronden. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961, 143–155.
Haans, J. C. F. M.: Het weergeven van de grondwaterhuishouding op bodemkaarten. De Buffer *9* (1963) 2 (mrt.) 27–32.
Heerema, J. P. en *G. G. L. Steur:* Enkele kartografische aspecten van de bodemkaart van Nederland 1:50000. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *81* (1964) 4 (okt.) 489–502.
Heuveln, B. van: Het ontstaan van de bodem in Drenthe. Landbouwk. Tijdschr. *71* (1959) 2 (jan.) 33–39.

Heuveln, B. van: Esdekken en de ouderdom der Drentse dorpen. Drenthe *33* (1962) 2 (febr.) 7–10.
Heuveln, B. van: Het gebruik van bodemkaarten voor de Nederlandse landbouw. Landbouwk. Tijdschr. 76 (1964) 22 (dec.) 1047–1058.
Heuveln, B. van en *J. Wieringa:* Veldnamen in het Zuidenveld. Nieuwe Drentse Volksalmanak 1958 (76e jaar) 136–156.
Hoeksema, K. J. and *A. Jongerius:* Deterioration of soil structure due to exhausting methods of land use and its influence on recent crop rotations. Meded. van de Landbouwhogeschool en de Opzoekingsstations van de Staat te Gent. 24 (1959) 1:16–23.
Hoeksema, K. J. and *A. Jongerius:* On the influence of earthworms on the soil structure in mulched orchards. Meded. van de Landbouwhogeschool en de Opzoekingsstations van de Staat te Gent. 24 (1959) 1:188–194.
Hudig, J., H. W. van der Marel und *H. Beutelspacher:* Identifizierung und Bildung von Tonmineralen in den Niederungsmoorböden der Niederlande. Z. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde *105* (1964) 3 (juni) 224–239.

Jantzen, J. J.: Enige ervaringen met het samenstellen van kleurenschalen voor thematische kaarten. T. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *78* (1961) 1 (jan.) 97–104.
Jong, J. D. de, I. S. Zonneveld and *J. I. S. Zonneveld:* Airtrip to the Delta area. Meded. Geologische Stichting N.S. nr. 15, 1962, 9–20.
Jongerius, A.: Beoordeling en waardering van de structuur van klei- en zandgronden. De Buffer *4* (1958) 2 (april) 73–78.
Jongerius, A.: The morphological soil structure classification of the Dutch Soil Survey Institute. Meded. van de Landbouwhogeschool en de Opzoekingsstations van de Staat te Gent. 24 (1959) 1: 208–215.
Jongerius, A.: De micromorfologie van de organische stof. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961, 43–58.
Jongerius, A.: De morfologie van de structuur. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961, 76–89.
Jongerius, A.: Recente vorderingen in de micropedologie en haar mogelijkheden. Landbouwkundig Tijdschrift *74* (1962) 22 (dec.) 973–999.
Jongerius, A.: Optic-volumetric measurements on some humus forms. In: Soil organisms; proc. of the colloquium on soil fauna, soil microflora and their relationships. Amsterdam, 1963. 137–148.
Jongerius, A.: Het structuurprofiel. Landbouwk. Tijdschr. *76* (1964) 22 (dec.) 1074–1084.
Jongerius, A. und *L. J. Pons:* Einige mikromorphologische Bemerkungen über den Vererdungsvorgang im niederländischen Moor. Zeitschr. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 97 (1962) 3 (juni) 243–255.

Klungel, A. E. en *L. A. H. de Smet:* Groeiverschillen in graangewassen op esgronden in Westerwolde. Landbouwvoorlichting *19* (1962) 1 (jan.) 35–42.
Kroodsma, H.: De invloed van het berijden op de structuur van de grond; een literatuuroverzicht. Landbouwdocumentatie *16* (1960) 787–795.
Kroodsma, H.: Klink en irreversibele indroging; een literatuuroverzicht. Landbouwdocumentatie *18* (1962) 34 (25 aug.) 1071–1074.
Kroodsma, H.: Sporenelementen en grondsoorten; een literatuuroverzicht. Landbouwdocumentatie *18* (1962) 37 (15 sept.) 1167–1175.

Leys, H. N.: Oeverzonering van een ven bij Staphorst. De Levende Natuur *65* (1962) 269–273.
Lüttig, G. W. und *G. C. Maarleveld:* Nordische Geschiebe in Ablagerungen prä-Holstein in den Niederlanden (Komplex von Hattem). Geologie en Mijnbouw *23* (1961) 4 (april) 163–174.
Lüttig, G. W. und *G. C. Maarleveld:* Ueber altpleistozäne Kiese in der Veluwe. Eiszeitalter und Gegenwart *13* (1962) 231–237.

Maarleveld, G. C.: The excavation at Velsen; 3. A note on the direction of transport of some pleistocene sands. Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 17, 1957. 2e st.: 117–118.
Maarleveld, G. C.: Geologie van Bennekom. In: Een Veluws Dorp. 1958. 55–62.
Maarleveld, G. C.: De geologische gesteldheid van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. In: Geologie en Bodemkunde van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. 1960: 6–9.
Maarleveld, G. C.: Glacial deposits in the Netherlands transformed under periglacial conditions; a review. Biuletyn Peryglacjalny *8* (1960) 13–20.
Maarleveld, G. C.: Wind directions and cover sands in the Netherlands. Biuletyn Peryglacjalny *8* (1960) 49–58.

Maarleveld, G. C.: Les phénomènes périglaciaires au Pleistocène ancien et moyen au Pays-Bas. Biuletyn Peryglacjalny *9* (1960) 135–141.
Maarleveld, G. C.: Glacial and periglacial landscape forms in the central and northern Netherlands. Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *77* (1960) 298–304.
Maarleveld, G. C.: Ueber die pleistozänen Ablagerungen im südlichen Afrika. Erdkunde *14* (1960) 35–46.
Maarleveld, G. C.: The Veluwe. A pocket guide to the excursions oft he Jubilee convention. Excursion C. Meded. Geologische Stichting N.S. nr. *15*, 1962, 49–54.
Maarleveld, G. C.: Periglacial phenomena in the Netherlands during different parts of the Würm time. Biuletyn Peryglacjalny *14* (1964) 251–256.
Maarleveld, G. C.: Iets over de betekenis van de geologie voor de bodemkunde. Landbouwk. Tijdschr. *76* (1964) 22 (dec.) 1085–1091.
Maarleveld, G. C. and *Th. van der Hammen:* The correlation between upper pleistocene pluvial and glacial stages. Geologie en Mijnbouw *21* (1959) 2 (febr.) 40–45.
Maarleveld, G. C. en *R. P. H. P. van der Schans:* De dekzandmorfologie van de Gelderse Vallei. T. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *78* (1961) 1 (jan.) 22–34.
Marel, H. W. van der: Kalium-fixatie, een gunstige bodemeigenschap voor de gewassenproduktie. Kali *4* (1959) 40 (mei) 383–387.
Marel, H. W. van der: Potassium fixation, a beneficial soil characteristic for crop production. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde *84* (1959) 1–3: 51–63.
Marel, H. W. van der: Rapid determination of soil water by dielectric measurement of dioxane extract. Soil Science *87* (1959) 2 (febr.) 105–119.
Marel, H. W. van der: Determination of P status of Hevea Brasiliensis by bark analysis. Plant and Soil *12* (1960) 5–16.
Marel, H. W. van der: Quantitative analysis of kaolinite. Revue Silicates Industriels (1960) 1 en 2. 19 blz.
Marel, H. W. van der: Verband tussen het uiterlijk van de kleideeltjes en de grondmechanica. LGM-Mededelingen *4* (1960) 3 (jan.) 1–28.
Marel, H. W. van der: Quantitative analysis of the clay separate of soils. Acta Universitatis Carolinae. Praha, 1961, 23–82.
Marel, H. W. van der: Quantitative determination of kaolinite by X-ray diffraction. A reply to G. W. Brindley and S. S. Kurtossy. Am. Mineral. *46* (1962) 1205–1215. American Mineralogist *47* (1962) 1209–1213.
Marel, H. W. van der: Identification of chlorite and chlorite-related minerals in sediments. Beitrage zur Mineralogie und Petrographie 9 (1964) 462–480.
Marel, H. W. van der and *J. M. M. van den Broek:* Magnesium in soils of Limburg. Part. II. Magnesium supply to crops, yields, limiting values and manuring. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde *84* (1959) 1–3: 244–254.

Pape, J. C.: Enige voorbeelden van de indeling van Nederlandse gronden. Landbouwk. Tijdschr. 71 (1959) extra nr. (dec.) 754–764.
Pape, J. C.: De bodemgesteldheid van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. In: Geologie en Bodemkunde van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. 1960: 11–26.
Pape, J. C.: De zandgronden. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961, 156–172.
Pijls, F. W. G.: Toepassingen van bodemclassificatie. Landbouwk. Tijdschr. *71* (1959) extra nr. (dec.) 765–774.
Pijls, F. W. G.: De Nebo-kaart en de Nebo-geschiktheidskaart. De Buffer *8* (1962) 1 (febr.) 26–27.
Pijls, F. W. G.: Prof. dr. C. H. Edelman en de bodemkunde. Landbouwk. Tijdschr. *76* (1964) 22 (dec.) 1043–1046.
Plaisance, G. et *H. W. van der Marel:* Contribution à l'étude des limons des plateaux de la forêt de Chaux (Jura). I: Sols à similigley et marmoroïdes. Annales Agronomiques *11* (1960) 5 (sept.-okt.) 601–620. II: Analyses physiques physico-chimiques et chimiques. Annales Agronomiques *11* (1960) 6 (nov.-dec.) 661–711. 3e partie: Annales Agronomiques 12 (1961) 2: 249–269.
Polak, B. and *C. Hamming:* A peat-layer of early Würm glacial age. Geologie en Mijnbouw *42* (1963) 202–205.
Polak, B., G. C. Maarleveld and *D. J. G. Nota:* Palynological and sedimentary petrological data of a section in ice-pushed deposits (southern Veluw, Netherlands). Geologie en Mijnbouw *41* (1962) 8 (aug.) 333–350.
Pons, L. J.: De relatieve geschiktheid van gronden voor grasland en voor bouwland. Landbouwk. Tijdschr. *72* (1960) 683–686.
Pons, L. J.: Vijfheerenlanden: oudheidkundige vondsten en bodemgesteldheid. Westerheem *10* (1961) 1–2 (mei) 1–5.

Pons, L. J.: De veengronden. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961, 173–193.
Pons, L. J.: Wieringen, hoe het eiland met zijn bodem werd en is. West-Frieslands Oud en Nieuw *29* (1962) 159–186.
Pons, L. J. en *J. Bennema:* De morfologie van het pleistocene oppervlak in westelijk Midden-Nederland, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N.A.P.). Tijdschrift Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *75* (1958) 2 (april) 120–139.
Pons, L.J. en *A.J. Wiggers:* De morfologie van het pleistocene oppervlak in Noordholland en het Zuiderzeegebied, voor zover gelegen beneden gemiddeld zeeniveau (N.A.P.). Tijdschr. Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *75* (1958) 2 (april) 140–153.
Pons, L. J. en *A. J. Wiggers:* De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Tijdschrift Kon. Ned. Aardrijksk. Gen. *76* (1959) 2 (apr.) 104–152 en *77* (1960) 1 (jan.) 3–57.
Pons, L. J en *A. J. Wiggers:* Enkele opmerkingen betreffende de holocene zeespiegel en bodembewegingen in Nederland. Geografisch Tijdschrift *14* (1961) 5 (okt.) 202–212.

Regteren Altena, J. F. van, J. A. Bakker, A. T. Clason, W. Glasbergen, W. Groenman-van Waateringe en *L. J. Pons:* The Vlaardingen Culture. Helinium *2* (1962) 1, 3–34; *2* (1962) 2, 97–103; *2* (1962) 3, 215–243; *3* (1963) 1, 39–54; *3* (1963) 2, 97–120.
Reijmerink, A.: Een verbeterde methode voor bewortelingsonderzoek. Meded. Dir. Tuinb. *27* (1964) 1 (jan.) 42–49.
Rivière, A., S. Vernhet et *H. W. van der Marel:* Sur les 'illites gonflantes'. Identification, analogies et nomenclature. Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences 252 (1961) 159–161.

Schelling, J.: Doel en principe van de moderne bodemclassificatie. Landbouwk. Tijdschr. *71* (1959) extra nr. (dec.) 737–743.
Schelling, J. en *C. P. van Goor:* Bodemwaardering en bodemvruchtbaarheid. Ned. Bosbouw Tijdschr. *30* (1958) 2 (febr.) 47–51.
Schelling, J. en *G. G. L. Steur:* Bodemclassificatie. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961. 127–133.
Sluijs, P. van der: De globale overzichtskaart van plaatgronden in de provincie Zeeland. In: Rapport inzake de landbouwkundige verbetering van plaatgronden. 1963. 7–16.
Smet, L. A. H. de: Geschiktheid van kleigronden voor de teelt van akkerbouwgewassen. Groninger Landbouwblad *37* (1959) 6 (5 febr.).
Smet, L. A. H. de: De geschiktheid van het Groninger kleigebied voor akkerbouw. Groninger Landbouwblad *37* (1959) 11 (12 mrt.).
Smet, L. A. H. de: De geschiktheid van het Groninger kleigebied voor tuinbouw. Groninger Landbouwblad *37* (1959) 12 (19 mrt.).
Smet, L. A. H. de: Het Groninger kleigebied en zijn mogelijkheden voor grondverbetering. Groninger Landbouwblad *37* (1959) 13 (26 mrt.).
Smet, L. A. H. de: Bodemgesteldheid van O.-Groninger kleigebied. Groninger Landbouwblad *37* (1959) 22 (28 mei).
Smet, L. A. H. de: Die holozäne Entwicklung des niederländischen Randgebietes des Dollarts und der Ems. Verhand. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie, dl. 19, 1960. 15–23.
Smet, L. A. H. de: De bewortelbaarheid van kleigronden voor tarwe. Landbouwvoorlichting *19* (1962) 6 (juni) 307–317.
Smet, L. A. H. de: Zwaarte van de grond en gewassenkeuze in het Groninger kleigebied. Landbouwvoorlichting *18* (1962) 8/9 (aug./sept.) 515–521.
Smet, L. A. H. de: Grondbewerkings- en mechanisatiemogelijkheden op zware kleigronden. Landbouwvoorlichting *20* (1963) 4 (apr.) 186–197.
Smet, L. A. H. de: Het verband tussen bodemprofiel en bodemgeschiktheid. Landbouwvoorlichting *20* (1963) 10 (okt.) 569–586.
Smet, L. A. H. de: De zwaarte van de kleigronden en hun geschiktheid voor de akkerbouw. Groninger Landbouwblad *41* (1963) 23 (7 juni) 557B–557C.
Smet, L. A. H. de: Het bodemgeschiktheidsonderzoek van grondbewerking. De Buffer *10* (1964) 5 (dec.) 109–117.
Smet, L. A. H. de: Voorlichting op basis van bodemkaarten. Landbouwvoorlichting *21* (1964) 10/11 (okt./nov.) 479–488.
Smet, L. A. H. de en *K. Wagenaar:* De geschiktheid van de bodem van Noord-Groningen voor de tuinbouw. Meded. Dir. Tuinb. *22* (1959) 6 (juni) 312–320.
Smet, L. A. H. de and *A. J. Wiggers:* Einige Bemerkungen über die Herkunft und die Sedimentationsgeschwindigkeit der Dollartablagerungen. Verhand. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie, dl. 19, 1960. 129–133.

Steur, G. G. L.: Aard en opzet van het Nederlandse systeem van bodemclassificatie. Landbouwk. Tijdschr. *71* (1959) extra nr. (dec.) 744–753.
Steur, G. G. L.: Bodemvorming. Bodemkunde. 's-Gravenhage, 1961. 112–126.
Steur, G. G. L.: De bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000, in kaartbladen. Landbouwk. Tijdschr. 76 (1964) 22 (dec.) 1063–1073.
Steur, G. G. L. en *I. Ovaa:* Afzettingen uit de Pre-Romeinse transgressieperiode en hun verband met de loop van de Schelde in Midden-Zeeland. Geologie en Mijnbouw *22* (1960) 671–678.
Steur, G. G. L. en *I. Ovaa:* De Schelde in midden-Zeeland voor en in de Romeinse tijd; een poging tot reconstructie. Zeeuws Tijdschrift *12* (1962) 5, 130–139.

Veniale, F. and *H. W. van der Marel:* An interstratified saponite-swelling chlorite mineral as a weathering product of Lizardite Rock from St. Margherita Staffora (Pavia Province), Italy. Beiträge zur Mineralogie und Petrographie *9* (1963) 198–245.
Vink, A. P. A.: De grond als factor in het ontwikkelingsplan. Landbouwk. Tijdschr. *70* (1958) extra nr. (juli) 513–518.
Vink, A. P. A.: Beoordeling van landbouwgronden. Landbouwk. Tijdschr. *71* (1959) 6 (mrt.) 162–166.
Vink, A. P. A.: Bodemwaarderingsleer. Landbouwk. Tijdschr. *71* (1959) 15 (sept.) 472–473.

Waals, L. van der, J. M. M. van den Broek, a.o.: The Beaujean sandpit on the Heerenweg at Heerlen, South Limburg. Meded. Geologische Stichting, N.S. nr. 15, 1962. 45–48.
Werff, A. van der: The excavation at Velsen; 11. Diatomn associations. Verh. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie dl. 17, 1957. 2e st.: 184–189.
Werff, A. van der: Het sedimentologisch en hydrobiologisch onderzoek van de Dollard. Handelingen v. d. Hydrobiologische Vereniging 10 (1958).
Werff, A. van der: Die Diatomeen des Dollart-Emsgebietes. Verhand. Kon. Ned. Geol.-Mijnbouwk. Gen., Geol. Serie, dl. 19, 1960. 153–201.
Werff, A. van der: Het verdwijnen van het zeegras rondom Wieringen. Uit het Peperhuis *2* (1961) 11/12 (okt.) 229–242.
Westerveld, G. J. W.: Bodemkundig onderzoek in ruilverkavelingsgebieden. Cultuurtechnisch Tijdschrift *3* (1963) 3 (okt.) 116–123.
Wieringa, J.: Bodemkundige en toponymische verkenning in de marke van Wachtum (Dr.). Driemaandelijkse Bladen *15* (1963) 2/3, 124–138.
Wind, G. P. en *B. H. Steeghs:* Kattezand. Landbouwk. Tijdschr. *76* (1964) 4 (febr.) 150–157.

Zonneveld, I. S.: Eerherstel voor landaanwinner bij uitstek; geen 'zeebies' of 'driekant' maar 'heen'. Land en Water *1* (1957) 4 (dec.) 280–281.
Zonneveld, I. S.: Bodenbildung und Vegetation in alluvialen Gebiet. Angewandte Pflanzensoziologie, Heft *15*, 1958, Stolzenau/Weser. 102–117.
Zonneveld, I. S.: De minerale alluviale gronden. Bodemkunde, 's-Gravenhage, 1961. 194–218.
Zonneveld, I. S.: Vegetationskartierung eines Süsswassergezeitendeltas (Biesbosch). Bericht über das Internationale Symposion für Vegetationskartierung vom 23.–26.3.1959 in Stolzenau/Weser. 279–296. Weinheim, 1963.
Zonneveld, I. S. en *H. N. Leys:* Groeiend veen op het Kootwijkse stuifzand. De Levende Natuur *64* (1961) 247–253.

De kaarten en plans, die door de heer dr. T. Vink zijn gebruikt voor de publikatie 'De Rivierstreek' (1954), zijn door mej. drs. A. P. Vink uit zijn nalatenschap overgedragen aan de Stichting voor Bodemkartering. Zij zijn in het archief van de Stichting opgenomen en kunnen door belangstellenden worden geraadpleegd.

PUBLIKATIES VAN DE STICHTING VOOR BODEMKARTERING

SERIE I: DE BODEMKARTERING VAN NEDERLAND, deel uitmakende van de Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen van het Ministerie van Landbouw en Visserij; met Engelse samenvattingen.

Te bestellen bij de boekhandel of de Stichting voor Bodemkartering.

Hierin zijn verschenen:

Deel I *Pijls, F. W. G.:* Een gedetailleerde bodemkartering van de gemeente Didam. 116 blz. Met gekl. krtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 54. 1. 's-Gravenhage, 1948. Prijs f 5,50.

Deel II *Liere, W. J. van:* De bodemgesteldheid van het Westland. 152 blz. Met gekl. krtn., enz. V.L.O. 54.6. 's-Gravenhage, 1948. Prijs f 6,–.

Deel III *Koenigs, F. F. R.:* Een gedetailleerde bodemkartering van de omgeving van Azewijn. 46 blz. Met gekl. krtn. enz. V.L.O. 54.17. 's-Gravenhage, 1949. Prijs f 3,25.

Deel IV *Schelling, J.:* De bodemkartering van het landbouwgebied van de gemeente Groesbeek. 55 blz. Met gekl. bodemkaart, enz. V.L.O. 55.4. 's-Gravenhage, 1949. Prijs f 3,65.

Deel V *Veenenbos, J. S.:* De bodemgesteldheid van het gebied tussen Lemmer en Blokzijl in het randgebied van de Noordoostpolder. 161 blz., Met gekl. krtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 55.12. 's-Gravenhage, 1950. Prijs f 6,–.

Deel VI *Bakker, G. de:* De bodemgesteldheid van enkele Zuidbevelandse polders en hun geschiktheid voor de fruitteelt. 182 blz. Met gekl. bodemkrtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 56.14. 's-Gravenhage, 1950. Prijs f 6,–.

Deel VII *Edelman, C. H. e.a.:* Een bodemkartering van de Bommelerwaard boven den Meidijk. 137 blz. Met gekl. bodemkrtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 56.18. 's-Gravenhage, 1950. Prijs f 6,—.

Deel VIII *Egberts, H.:* De bodemgesteldheid van de Betuwe. 82 blz. Met krtn en foto's. V.L.O. 56.19. 's-Gravenhage, 1950. Prijs f 6,—.

Deel IX *Buringh, P.:* Over de bodemgesteldheid rondom Wageningen. 131 blz. Met gekl. bodemkaart, foto's en andere bijl. V.L.O. 57.4. 's-Gravenhage, 1951. Prijs f 6,—.

Deel X *Schelling, J.:* Een bodemkartering van Noord-Limburg. 139 blz. Met gekl. krtn en foto's. V.L.O. 57.17 's-Gravenhage, 1952. Prijs f 6,—.

Deel XI *Meer, K. van der:* De Bloembollenstreek. 155 blz. Met gekl. bodemkaart, andere krtn en foto's. V.L.O. 58.2. 's-Gravenhage, 1952. Prijs f 7,—.

Deel XII *Bennema, J.* en *K. van der Meer:* De bodemkartering van Walcheren. 169 blz. Met gekl. krtn en foto's. V.L.O. 58.4. 's-Gravenhage, 1952. Prijs f 7,—.

Deel XIII *Diepen, D. van:* De bodemgesteldheid van de Maaskant. 213 blz. Met gekl. krtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 58.9. 's-Gravenhage, 1952. Prijs f 7,—.

Deel XIV *Roo, H. C. de:* De bodemgesteldheid van Noord-Kennemerland. 202 blz. Met gekl. bodemkaart, foto's en andere bijl. V.L.O. 59.3. 's-Gravenhage, 1953. Prijs f 7,— (uitverkocht).

Deel XV *Haans, J. C. F. M.:* De bodemgesteldheid van de Haarlemmermeer. 154 blz. Met gekl. krtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 60.7. 's-Gravenhage, 1954. Prijs f 7,—.

Deel XVI *Liere, W. J. van* en *G. G. L. Steur:* Een bodemkartering van de gemeente Epe en een bodemkundige verkenning van een deel van de gemeente Heerde. 88 blz. Met gekl. bodemkrtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 61.13. 's-Gravenhage. 1955. Prijs f 7,—.

Deel XVII *Burck, P. du:* Een bodemkartering van het tuinbouwdistrict Geestmerambacht. 159 blz. Met gekl. bodemkrtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 63.3. 's-Gravenhage, 1957. Prijs f 9,75.

Deel XVIII *Sonneveld, F.:* Bodemkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoekingen in het Land van Heusden en Altena. 320 blz. Met gekl. bodemkrtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 64.4. 's-Gravenhage, 1958. Prijs f 15,75.

Deel XIX *Kuipers, S. F.:* Een bijdrage tot de kennis van de bodem van Schouwen-Duiveland en Tholen naar de toestand vóór 1953. 192 blz. Met gekl. bodemkrtn, foto's en andere bijl. V.L.O. 65.7. Wageningen, 1960. Prijs f 9,75.

Deel XX *Smet, L. A. H. de:* Het Dollardgebied; Bodemkundige en landbouwkundige onderzoekingen in het kader van de bodemkartering. 292 blz. Met gekl. bodemkaarten, foto's en andere bijlagen. Proefschrift Wageningen, 1962; V.L.O. 67.16. Prijs f 17,50.

Deel XXI *Ente, P. J.:* Een bodemkartering van het tuinbouwcentrum 'De Streek'. 193 blz. Met gekl. bodemkaarten, foto's en andere bijlagen. Proefschrift Wageningen, 1963; V.L.O. 68.16. Prijs f 11,—.

SERIE II: BODEMKUNDIGE STUDIES, deel uitmakende van de Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen van het Ministerie van Landbouw en Visserij; met Engelse samenvattingen.

Nr. 1. *Maarleveld, G. C.:* Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten. 105 blz. Met fign. tabn. en kaartbijl. Maastricht. 1956. Prijs f 17,40.

Nr. 2. *Jongerius, A.:* Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur. 93 blz. Met fign., foto's en bijl. V.L.O. 63.12. 's-Gravenhage, 1957. Prijs f 6,50.

Nr. 3. *Pons, L. J.:* De geologie, de bodemvorming en de waterstaatkundige ontwikkeling van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. 156 blz. Met fign., foto's, krtn. en tabn. V.L.O. 63.11. 's-Gravenhage, 1957. Prijs f 9,—.

Nr. 4. *Zonneveld, I. S.:* De Brabantse Biesbosch; een studie van bodem en vegetatie van een zoetwatergetijdendelta, 3 delen: A. Engelse samenvatting. B. Nederlandse tekst. C. Bijlagen. 210 + 396 blz. Met foto's, gekl. bodemkrtn. en andere bijlagen. V.L.O. 65.20. Wageningen, 1960. Prijs f 29,50.

Nr. 5. *Schelling, J.:* De hoge bosgronden van Midden-Nederland. 67 blz. Met gekl. bodemkrtn. en andere bijl. V.L.O. 66.9. Wageningen, 1960. Prijs f 5,70.

Nr. 6. *Vink, A. P. A.:* Enkele onderzoekingen over de bodemgeschiktheidsclassificatie voor akker- en weidebouw. 94 blz. Met gekl. bodemkaart en andere bijl. V.L.O. 68.13, Wageningen, 1963. Prijs f 8,—.

Nr. 7. *Broek, J. M. M. van den* en *H. W. van der Marel:* De alluviale gronden van de Maas, de Roer en de Geul in Limburg. 84 blz. Met fign., foto's en tabellen. V.L.O. 645, Wageningen, 1964. Prijs f 6,50.

SERIE III: BOOR EN SPADE. Verspreide bijdragen tot de kennis van de bodem van Nederland. Met Engelse samenvattingen, figuren, foto's, enz.

Boor en Spade I: 283 blz., 1948, prijs f 6,90. Uitg. Oosthoek, Utrecht.

Boor en Spade II: 222 blz., 1948, prijs f 5,90. Uitg. Oosthoek, Utrecht.

Boor en Spade III: 316 blz., 1949, prijs f 6,90. Uitg. Oosthoek, Utrecht.

Boor en Spade IV: 365 blz., 1951, prijs f 8,90. Uitg. Oosthoek, Utrecht.

Boor en Spade V: 268 blz., 1952, prijs f 6,90. Uitg. Oosthoek, Utrecht.

Boor en Spade VI: 250 blz., 1953, prijs f 8,65. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen.

Boor en Spade VII: 255 blz., 1954, prijs f 7,65. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen.

Boor en Spade VIII: 237 blz., 1957, prijs f 8,30. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen.

Boor en Spade IX: 172 blz., 1958, prijs f 8,—. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen.

Boor en Spade X: 249 blz., 1959, prijs f 10,40. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen.

Boor en Spade XI: 176 blz., 1961, prijs f 7,80. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen (alleen in het Engels).

Boor en Spade XII: 183 blz., 1962, prijs f 8,35. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen (alleen in het Engels).

Boor en Spade XIII: 195 blz., 1963, prijs f 12,85. Uitg. H. Veenman en Zonen, Wageningen.

SERIE IV: SOIL SURVEY PAPERS. Bijdragen tot de internationale uitwisseling van resultaten van bodemkundig onderzoek. Te bestellen bij de Stichting voor Bodemkartering.

Nr. 1. *Jongerius, A.* and *G. Heintzberger:* The preparation of mammoth-sized thin sections. Wageningen, 1964, Prijs f 3,—.

BODEMKAARTEN EN TOELICHTINGEN. In de handel gebracht door PUDOC, Gen. Foulkesweg 1a, Wageningen.

Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000
Kaartblad 43 West, Willemstad, + toelichting. 85 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1964. Prijs f 10,—.
Kaartblad 50 West, Breda, + toelichting. ±100 blz. + bijlagen, fign., lit.opgn. en tabn. Wageningen, 1964. Prijs f 12,50.
Kaartblad 25 Oost, Amsterdam, + toelichting. Wageningen, 1965. Prijs f 12,50. Ter perse.

Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000
9 kaartbladen + legendablad, gevouwen in map. Prijs f 30,—. Losse bladen per stuk f 3,50; legendablad f 1,—; legendablad Engels f 2,50.
De bodem van Nederland. Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. XII + 292 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 28,50.
De bodem van Overijssel. Toelichting bij blad 3 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door dr. ir. P. Ente, dr. ir. J. C. F. M. Haans en ir. M. Knibbe. Ter perse.
De bodem van Drente. Toelichting bij blad 1 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door ir. B. van Heuveln. Ter perse.
De bodem van Groningen. Toelichting bij blad 1 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door dr. ir. L. A. H. de Smet. Ter perse.
De bodem van Zeeland. Toelichting bij blad 7 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door ir. P. van der Sluijs, ir. G. G. L. Steur en I. Ovaa. Ter perse.
De toelichtingen bij de overige bladen van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, zijn in voorbereiding.

VERDERE PUBLIKATIES

Bennema, J.: Bodem- en zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied. Diss. Wageningen. 97 blz. Uitg. Veenman, Wageningen. Niet in de handel. Herdrukt in Boor en Spade VII.

Bodemkunde. Voordrachten, gehouden op de B-cursus 'Bodemkunde' van 14–18 september 1959. 221 blz. Geïll. Uitg. Ministerie van Landbouw en Visserij, Den Haag, 1961. Uitverkocht.

Bodemkundige voordrachten ten behoeve van land- en tuinbouwonderwijs. Uitgegeven in de serie Landbouw, no. 9, van de Directie van de Landbouw. 138 blz. Geïll. 's-Gravenhage, 1949. Prijs f 1,35.

Boer, Th. A. de en *L. J. Pons:* Bodem en grasland in de Vijfheerenlanden. Wageningen, 1960. V.L.O. 66.6. Prijs f 4,—.

Edelman, C. H.: Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. VII + 178 blz. Geïll. Met voorlopige bodemkaart van Nederland, 1:400000. Noord-Hollandsche Uitg. Mij. Amsterdam, 1961. Prijs f 17,50.

Edelman, C. H.: Over de bodemgesteldheid van Midden-Nederland. 96 blz. Uitg. Oosthoek, Utrecht, 1947. Prijs f 3,90 (uitverkocht).

Edelman, C. H.: Sociale en Economische Bodemkunde. 158 blz. Geïll. Noord-Hollandsche Uitg. Mij. Amsterdam, 1949. Prijs f 5,50 (uitverkocht).

Edelman, C. H.: Soils of the Netherlands. VII + 177 blz., ill. with provisional soil map of the Netherlands, 1:400000 North-Holland Publishing Company, Amsterdam, 1951. Price H.fl. 17,50.

Güray, A. R.: De bodemgesteldheid van de IJpolders en een onderzoek naar het verband tussen de bodem en de suikerbietenopbrengsten in de Haarlemmermeer en de IJ-polders in het jaar 1949. 85 blz. Met gekl. krtn., foto's en andere bijl. Uitg. Oosthoek, Utrecht, 1951. Niet in de handel. Herdrukt in Boor en Spade V.

Hooghoudt, S. B., D. van der Woerdt, J. Bennema en *H. van Dijk:* Verdrogende veengronden in West-Nederland, Wageningen, 1960. V.L.O. 66.23. Prijs f 17,50.

Soil micromorphology; Proceedings of the second international working-meeting on soil micromorphology, Arnhem, The Netherlands; September 22–25, 1964; ed. by A. Jongerius. 1 Elsevier Publishing Company, Amsterdam etc., 1964. XIV + 540 blz., fign., grfkn., lit.opgn. en tabellen. Artikelen in Frans, Duits en Engels. Prijs f 60,—.

Vink, A. P. A.: Bijdrage tot de kennis van loess en dekzanden, in het bijzonder van de Zuidoostelijke Veluwe. 147 blz. Met gekl. krtn. en foto's. Uitg. Veenman, Wageningen, 1949. Prijs f 5,75.