MEDEDELINGEN
VAN DE
STICHTING VOOR BODEMKARTERING

# BOOR EN SPADE

## XVI

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, The Netherlands
Director: Dr. Ir. F. W. G. Pijls

1968
H. VEENMAN & ZONEN N.V. – WAGENINGEN

# INHOUD/CONTENTS

In memoriam . . . . . 7

1. WALLENBURG, C. VAN, Woudgronden en woudeerdgronden . . 9
*Black forest soils and 'woud' earth soils (summary p. 24)*

2. HEUVELN, B. VAN, Karteringsmethodiek van de Stichting voor Bodemkartering . . . . . 26
*Survey methods of the Netherlands Soil Survey Institute (summary p. 37)*

3. MAARLEVELD, G. C., Voorlopige resultaten van dekzandonderzoek met de plakbandmethode . . . . . 38
*Provisional results of cover sand studies by the adhesive tape method (summary p. 64)*

4. KOSTER, E. A., De invloed van markebossen op de vorming van zeer hoge stuifzandruggen ('randwallen') op de Veluwe . . . . 66
*The effect of common forests on the formation of very high ridges of shifting sand ('bordering dune ridges') in the Veluwe (summary p. 72)*

5. VEER, A. A. DE, Kameterras en smeltwaterdal in de omgeving van Holten (Overijssel) . . . . . 74
*Kame terrace and meltwater valley deposit in the vicinity of Holten (province of Overijssel) (summary p. 77)*

6. BAL, L.,Functie van de bodemfauna in de genese van twee moderhumusprofielen . . . . . 79
*The part played by the soil fauna in the genesis of two moder humus profiles (summary p. 107)*

7. WIERINGA, J., Drentse veldnamen . . . . . 110
*The field-names of Drente (summary p. 117)*

8. BRETELER, H. G. M. en J. M. M. VAN DEN BROEK, Graften in Zuid-Limburg . . . . . 119
*Escarpments in South Limburg (summary p. 130)*

9. BURCK, P. DU en L. W. DEKKER, Enkele resultaten van het onderzoek naar de genese van de gronden in midden-Westfriesland 131
*Some results of a study on the genesis of soils in central Westfriesland (province of Noordholland) (summary p. 154)*

10. CEELEN, L. A. en D. VAN DIEPEN, Enige voorlopige resultaten van een fosfaatonderzoek op zandgronden . . . . . 157
*Some provisional results of a study of phosphates in sandy soils (summary p. 175)*

11. KNAAP, W. VAN DER, De Twiskepolder als cultuurgrond . . . 178
*The Twiskepolder as cultivable land (summary p. 187)*

12. AKKER, A. M. VAN DEN en H. J. M. ZEGERS, Draagkracht van de bovenlaag in het ruilverkavelingsgebied Oldelamer . . . . . 189
*Bearing capacity of the top soil in the Oldelamer consolidation area (summary p. 201)*

13. AKKER, A. M. VAN DEN, Restanten van een wilde vervening in de omgeving van Oldelamer . . . . . 202
*Remnants of an irregular peat excavation in the vicinity of Oldelamer (summary p. 206)*

Artikelen die in de periode juli 1966 tot juli 1968 elders zijn gepubliceerd . . . . . 207

Rapporten en adviezen die in de periode juli 1966 tot juli 1968 zijn samengesteld . . . . . 209

Publikaties van de Stichting voor Bodemkartering . . . . . 213

# IN MEMORIAM Z. VAN DOORN

Op 29 augustus 1967 overleed op 75-jarige leeftijd de heer Z. van Doorn, van 1 februari 1950 tot 1 februari 1957 adjunct-directeur van de Stichting voor Bodemkartering.

Toen Van Doorn in 1950 bij ons instituut kwam werken, was hij 58 jaar oud. Hij kon terugzien op een succesvolle werkkring als hoofd van de Bosinrichting in het voormalig Nederlands-Indië. Hij was er echter de man niet naar om de rust en de terugblik op het verleden te verkiezen boven het risico van een nieuw begin bij een toen nog wel erg jong en snel groeiend instituut.

Hij heeft met zijn energieke aanpak van de problemen en met taaie volharding veel aan de verdere groei van ons instituut bijgedragen. Daarvan getuigen de woorden die in Boor en Spade (1958) aan zijn afscheid zijn gewijd. Zijn verdiensten zijn bij die gelegenheid dan ook terecht gehonoreerd met een benoeming tot Officier in de Orde van Oranje-Nassau.

Na zijn afscheid in 1957 is Van Doorn het werk van ons instituut en de levensloop van zijn vroegere medewerkers met grote belangstelling blijven volgen. Aan de activiteiten van onze personeelsvereniging, waarvan hij ere-

lid was, nam hij niet alleen metterdaad deel, hij steunde die ook in materieel opzicht.

Uit zijn tijd bij ons instituut had Van Doorn een belangstelling overgehouden voor onder andere de geschiedenis van het bodemgebruik. Vooral zijn geboortestreek, Zegveld en omgeving en het gebied van de Oude Rijn, hadden zijn aandacht. Hij heeft hiervoor zeer veel speurwerk verricht in allerlei archieven. De resultaten heeft hij vastgelegd in een aantal artikelen, die onder meer gepubliceerd zijn in Historia Agriculturae, Verslagen en Mededelingen Oud Vaderlands Regt en Geschiedenis en in het Landbouwkundig Tijdschrift. Diverse medewerkers van ons instituut, in het bijzonder van de typekamer en de tekenkamer, hebben hem met genoegen bij de totstandkoming van zijn artikelen geholpen.

Wij zullen ons Van Doorn blijven herinneren als een zeer goed mens, die veel belangstelling toonde voor zijn medemensen en die alles over had voor degenen voor wie hij verantwoordelijk was of voor wie hij zich verantwoordelijk voelde.

Dr. Ir. F. W. G. Pijls
Directeur Stichting voor Bodemkartering

## IN MEMORIAM

### C. Meurs

Op 28 maart 1967 overleed op 58-jarige leeftijd de heer C. Meurs, die sedert zijn indiensttreding op 5 maart 1956 werkzaam was bij de huishoudelijke dienst van de Stichting voor Bodemkartering. De heer Meurs deed zijn werk met grote toewijding. Mede daardoor was hij voor velen binnen het instituut een zeer gewaardeerde medewerker.

### Th. H. B. Looman

Op 29 november 1968 raakte Theo Looman, medewerker van de afdeling Opdrachten, betrokken bij een verkeersongeluk; hij overleed ter plaatse. Theo Looman kwam op 9 mei 1966 in dienst van de Stichting voor Bodemkartering. Hij heeft meegewerkt aan o.a. de bodemkartering van de ruilverkavelingsgebieden Geestmerambacht, Slochteren, Daarle-Hellendoorn, Dinxperlo en Voorne-Putten. Theo Looman werd 26 jaar oud.

# WOUDGRONDEN EN WOUDEERDGRONDEN

*Black forest soils and 'woud' earth soils*

**C. van Wallenburg**[1])

## INLEIDING

In de bodemkundige literatuur en in rapporten van de Stichting voor Bodemkartering worden bepaalde gronden woudgronden genoemd. Sedert de invoering van het nieuwe Systeem van bodemclassificatie kent men ook de term woudeerdgronden. De naam woudgronden zal in de toekomst weinig meer worden gehanteerd. Daarentegen zal men regelmatig de naam woudeerdgronden tegenkomen. Ze lijken zoveel op elkaar dat het niet uitgesloten moet worden geacht, dat men ze met elkaar verwart.

De bedoeling van dit artikel is dat van de twee namen de juiste inhoud wordt afgeleid uit de literatuurgegevens. Ook zal een voorstel worden gedaan over het toekomstige gebruik van de naam woudgronden. Ten slotte zullen enkele eigenschappen en kenmerken zowel van de woudgronden als van de woudeerdgronden nader worden toegelicht, waarbij dan gebruik gemaakt wordt van de resultaten van de Nebo-kartering op schaal 1:200000 en van de kaartbladenkartering op schaal 1:50000.

## WOUDGRONDEN

Van Liere (1948) onderscheidde bij de kartering van het Westland de zwarte, rulle klei- en zavelgronden van de vloedkreken, die buiten het zogenaamde Westlanddek aan de oppervlakte liggen. Hij noemde ze woudgronden en omschreef ze als 'kleigronden met een donkere tot zwarte kleur van de bovengrond, welke waarschijnlijk ontstaan is tijdens een periode van grote overlast van water, gepaard aan een begroeiing van bos (in westelijk Nederland 'woud' genaamd).'

Bij latere karteringen werden donker tot zwart gekleurde klei- en zavelgronden ook elders in het gebied van de jonge zeekleigronden gevonden, namelijk in Westfriesland en in Groningen. Ook daar kwamen de woudgronden voor in de omgeving van plaatsen met woud (Oostwoud, Midwoud) of Wold (Wolddijk). Door Edelman en Van Liere (1949) werd de conceptie van een donker tot zwart gekleurde bovengrond, ontstaan ten gevolge van een 'woudbegroeiing', ook in Westfriesland en Groningen toegepast. Op de in 1950 verschenen Voorlopige Bodemkaart van Nederland, schaal 1:400000 staan daardoor de woudgronden al aangegeven en wel met de toevoeging w. Ook zijn in Edelmans boek 'Inleiding tot de bodemkunde van Nederland' (1950) de woudgronden vrij uitvoerig toegelicht.

Op de conceptie dat de donkere tot zwarte bovengrond ontstaan is ten gevolge van een bosbegroeiing, is kritiek geleverd, onder andere door Ente en Pons en Wiggers. Ente (1963) wijdde in zijn dissertatie een volledig hoofd-

[1]) Rayon west, Stichting voor Bodemkartering.

stuk aan 'wouden, broeken en venen'. Hij geeft aan dat op de hoger gelegen plaatsen van het Westfriese landschap een begroeiingslaag voorkomt, die volgens pollenonderzoek is ontstaan door begroeiing met bossen (wouden) van elzen, wilgen en berken. De els speelde daarbij de belangrijkste rol. Inderdaad is vóór circa 1000 na Chr. een belangrijk deel van de Westfriese zeeklei met bos begroeid geweest. Men kan, zo schrijft Ente, in deze gevallen spreken van woudgronden, maar dan geeft men hiermee een historische invloed weer. Ente beweert namelijk, en onzes inziens terecht, dat niet alleen de begroeiingslaag van invloed is geweest op het ontstaan van de donkere tot zwarte bovengrond. Ook het langdurig gebruik van de grond als grasland is van grote invloed op de vorming van een A1-horizont; dit is hier al sedert circa 1200 na Chr. het geval. Zelfs in gebieden waar nooit een woudbegroeiing is geweest, komen in grasland donker gekleurde bovengronden voor (onder andere bij de huisweiden in het zuid-westelijk zeekleigebied).

Pons en Wiggers (1959, 1960) hadden eveneens kritiek op de oorspronkelijke conceptie. Zij geven aan dat de aanwezigheid van woudgronden op de inversieruggen van de Westfriese zeeklei met diep humushoudende lichte zavelgronden onder meer te danken is aan ophoging met mineraal materiaal. We komen hier nog op terug.

Men kan dus stellen dat de woudgronden klei- en zavelgronden in het gebied van de jonge zeeklei zijn, die in de middeleeuwen met bos (woud) begroeid zijn geweest. Aan de woudbegroeiing kwam een einde door toenemende invloed van de zee (vorming van verjongingsdek, onder andere in het Westland, in Groningen en in bepaalde delen van Westfriesland) of door ontwatering en ontginning. De begroeiingslaag (de A1-horizont) uit de woudperiode is geconserveerd onder opgevaren, opgebaggerd of ander ophogingsmateriaal, of onder een verjongingsdek. Ook kan zij door het belangrijke bodemvormende proces van de homogenisatie opgenomen zijn in de huidige A1-horizont.

De naam woudgronden heeft veelal betrekking op een grotere groep gronden dan op de bodemkaarten is aangegeven. In principe behoort ook een deel van de broekgronden van het Westland tot de woudgronden, zoals die in de vorige drie alinea's zijn omschreven. Ze lijken, merkwaardig genoeg, veel op de Groningse woudgronden.

De woudgronden, waarbij de begroeiingslaag duidelijk te herkennen is, zou men al naar gelang van de aard van het conserveringsdek *opgehoogde* of *verjongde woudgronden* kunnen noemen. De begroeiingslaag is hier een A1b-horizont (begraven A1-horizont), die door humusgehalte, kleur, structuur en meestal ook textuur duidelijk afwijkt van de bovenliggende A1- of Ap-horizont. In een aantal gevallen komt er tussen de A1- en de A1b-horizont een AC- of een C-horizont voor.

Er zijn ook woudgronden, waarvan de oorspronkelijk aanwezige begroeiingslaag door homogenisatie niet meer als een volledig ontwikkelde laag is te onderscheiden. Deze zouden *gehomogeniseerde woudgronden* kunnen worden genoemd. Er zijn slechts plaatselijk nog restanten van de begroeiingslaag te herkennen en in een aantal gevallen vindt men alleen een donkere humus-

houdende, volledig gehomogeniseerde bovengrond, die meestal via een AC-horizont overgaat in de C-horizont. In het laatste geval mag men de naam woudgronden alleen gebruiken, indien men er zeker van is dat de donkere humushoudende bovengrond ontstaan is uit een begroeiingslaag. Dit is bijvoorbeeld het geval, indien op lagere gedeelten, enige meters van het betreffende waarnemingspunt verwijderd (greppelkanten), nog een begroeiingslaag aanwezig is.

## WOUDEERDGRONDEN

Zoals in de inleiding reeds werd gesteld, worden in het nieuwe systeem van bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker en Schelling, 1966) eerdgronden onderscheiden. Hiertoe behoren onder meer gronden met een donkere bovengrond van 15 à 50 cm dikte. De bovengrond moet voldoen aan de eisen van de eveneens in dit systeem onderscheiden *minerale eerdlaag*. Deze eisen komen in het kort op het volgende neer: de bovengrond moet dikker zijn dan 15 cm en òf humusrijk zijn òf voldoende donker van kleur en ook donkerder dan de ondergrond.

Klei- en zavelgronden met een minerale eerdlaag, die in het kader van dit artikel behandeld zullen worden, zijn de tocht-, leek- en woudeerdgronden. Eerstgenoemde gronden hebben een slappe ondergrond, een zgn. nietgerijpte ondergrond; beide andere eerdgronden hebben een stevige ondergrond en respectievelijk een bovengrond van 15 tot 30 cm en van 30–50 cm dikte.

De woudeerdgronden zijn dus gronden met bepaalde, goed omschreven profielkenmerken. De naam woud is gekozen omdat deze gronden veel voorkomen in gebieden met de plaatsnaam woud. Woud betekent hier: hoog opgaand moerasbos. Volgens De Bakker en Schelling (1966) 'komen ze behalve in de droogmakerijen vooral in Westfriesland voor. Ook de door Van Liere (1948) beschreven woudgronden voldoen gedeeltelijk aan de criteria, gesteld voor de woudeerdgronden'.

## WOUDGRONDEN EN WOUDEERDGRONDEN VAN HET WESTLAND EN DELFLAND

Van Liere (1948) noemde de donker tot zwart gekleurde kleigronden van de vloedkreken, die buiten het zogenaamde Westlanddek aan de oppervlakte liggen, woudgronden.

### WOUDGRONDEN VAN HET WESTLAND EN DELFLAND OP DE NEBO-KAART

Op de Nebo-kaart, schaal 1 : 200000, zijn de woudgronden sterk vereenvoudigd weergegeven (fig. 1) als kaarteenheid 25 met toevoeging v. De oppervlakte van deze kaarteenheid in het Westland en Delfland bedraagt 2800 ha. De omschrijving luidt: ondiep kalkarme, diep humeuze jonge zeekleigronden met homogene of aflopende profielen, waarvan de bovengrond uit zware zavel of lichte klei (17½–35% lutum) bestaat. De toevoeging v wordt gebruikt om aan te geven dat deze gronden als rug tussen andere gronden liggen.

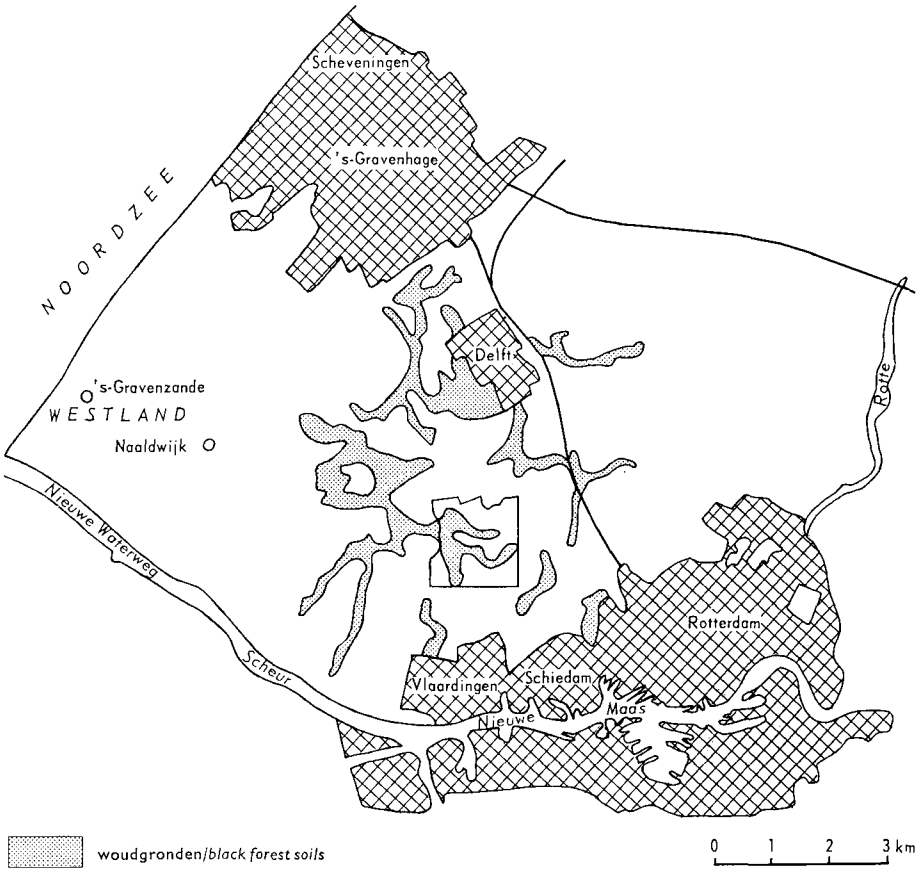



Fig. 1. De woudgronden in het Westland en Delfland. Het gedeelte in kader is het gebied dat in figuur 2 in kaart is gebracht
*Fig. 1. The black forest soils in the Westland and Delfland. The framed part is the area mapped in figure 2*

WOUDEERDGRONDEN VAN HET WESTLAND EN DELFLAND

Slechts een deel van de woudgronden behoort tevens tot de woudeerdgronden. De overige woudgronden zijn leekeerdgronden en tochteerdgronden. In vele gevallen komen de woudeerdgronden en leekeerdgronden gezamenlijk als associatie voor (fig. 2).

*Kenmerken en eigenschappen*

Enkele belangrijke kenmerken en eigenschappen van de Westlandse en Delflandse woudeerdgronden zullen nu worden besproken. De gegevens hebben betrekking op woudeerdgronden, die als blijvend grasland worden gebruikt.

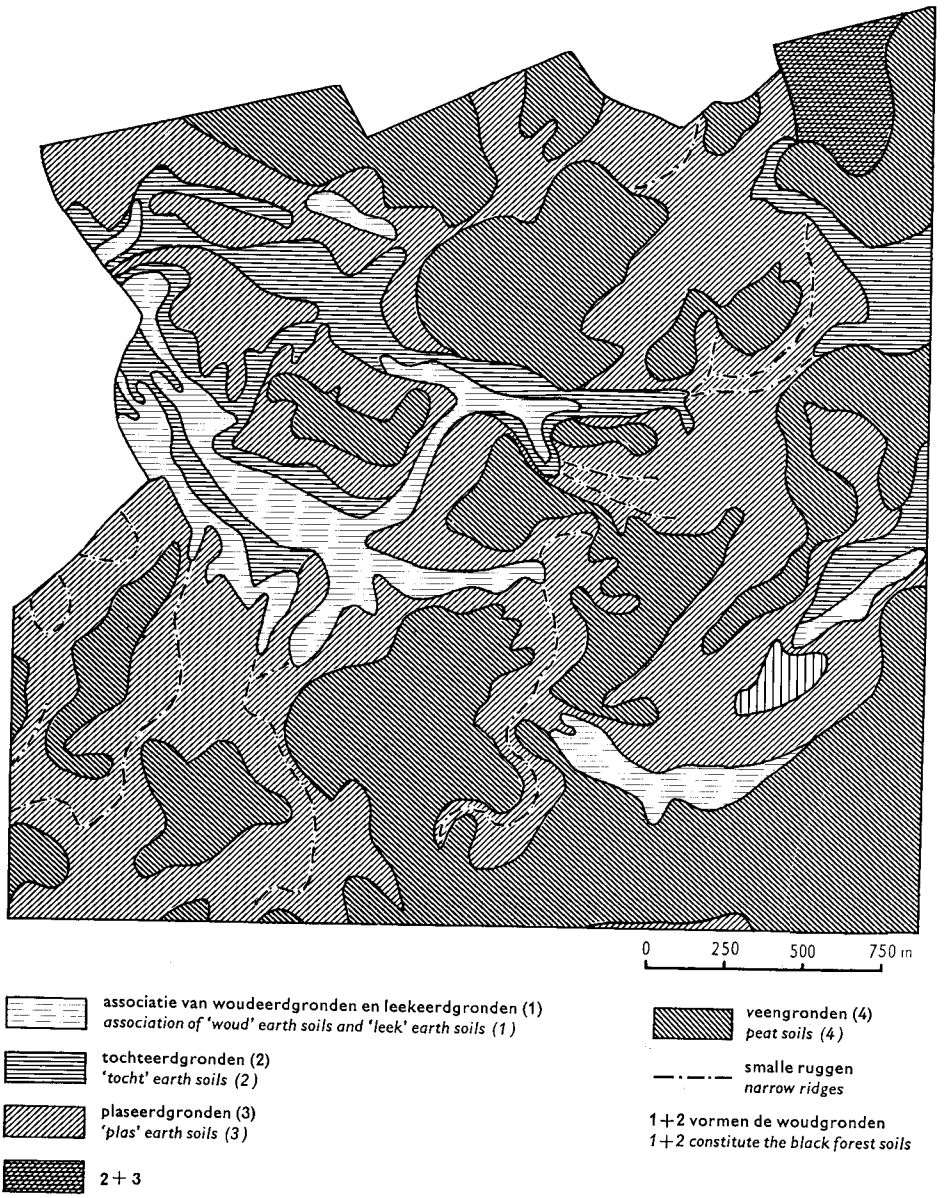



Fig. 2. Een deel van het Westland (zie fig. 1) ingedeeld volgens het Systeem van Bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker en Schelling, 1966)
*Fig. 2. Part of the Westland (cf. fig. 1) according to the Soil Classification System for the Netherlands (De Bakker en Schelling, 1966)*

*Geologische formatie:* Afzettingen van Duinkerke 0 of Duinkerke I (pre-Romeinse afzettingen) met plaatselijk verjonging, bestaande uit Duinkerke III-afzettingen (plaatselijk Duinkerke II-afzettingen).

*A1-horizont:* Naar de kleur van de 30 à 40 cm dikke minerale eerdlaag zou men kunnen onderverdelen in 'zwarte' en 'bruine' woudeerdgronden. Eerstgenoemde hebben een overwegend zwarte tot zeer donkerbruine (10YR2/1–10YR 2/2) minerale eerdlaag; deze bevat 6–12% humus bij een zwaarte van ca. 20–30% lutum (zware zavel en lichte klei). Bij de 'bruine' woudeerdgronden is de minerale eerdlaag overwegend zeer donker grijs tot zeer donker grijsbruin (10YR 3/1–10YR 3/2); het humusgehalte is 8–15% bij een zwaarte van 25–35% lutum (lichte klei).

*Overgang naar de C-horizont:* De A1-horizont gaat in vele gevallen via een vrij dikke AC-horizont met een grote porositeit (en groot poriënvolume) over in een C-horizont. Soms komt op de overgang van de A1- of de AC-horizont naar de C-horizont nog een 'geconserveerde' vegetatiehorizont (A1b-horizont) voor. Dit is meestal het geval, als de huidige A1-horizont zich heeft ontwikkeld in de Duinkerke III-afzettingen.

*C-horizont:* Bij een deel van de woudeerdgronden bestaat de C-horizont uit kalkrijke zavel, die naar beneden toe geleidelijk lichter wordt en veelal binnen 120 cm overgaat in uiterst fijn zand. De top van de zavel heeft meestal een poreuze of grof-poreuze sponsstructuur. Naar beneden toe worden de profielen echter snel gelaagd.

Bij een ander deel van de woudeerdgronden bestaat het eerste deel van de C-horizont uit lichte klei, die naar beneden toe overgaat in gelaagde zavel tot kleiig uiterst fijn zand. Bij de profielen waar de gelaagdheid reeds ondiep begint, is deze in meerdere of mindere mate doorbroken ten gevolge van biologische activiteit. Zo zijn bijvoorbeeld veel wormgangen bekleed met A-materiaal.

*Vorming van de A1-horizont*

Bij de zwarte woudeerdgronden (onder andere in de Zouteveense polder) is de matig dikke A1-horizont ontstaan door homogenisatie van de begroeiingslaag, waarvan meestal nog enkele resten aanwezig zijn. Deze begroeiingslaag ontwikkelde zich tijdens de Duinkerke II- en III-transgressies en werd slechts plaatselijk door deze transgressies enigszins beïnvloed.

Bij de 'bruine' woudeerdgronden (onder andere bij 't Woudt) is de donkere bovengrond slechts ten dele of in het geheel niet ontstaan uit de begroeiingslaag. Op vele plaatsen is hier de invloed van het zogenaamde Westlanddek (dit in tegenstelling met de opvattingen van Van Liere) in de bovengrond duidelijk herkenbaar, doordat op een diepte van 25 à 40 cm een duidelijk ontwikkelde begroeiingslaag aanwezig is. Deze is tijdens de Duinkerke II-transgressie ontstaan en door de Duinkerke III-afzettingen als het ware geconserveerd. Alleen daar waar het verjongingsdek zeer dun was, werd een

deel van de begroeiingslaag bij de vorming van de donkere bovengrond daarin opgenomen. Aangenomen dat de begroeiingslaag in het bijzonder tijdens de periode met een woudbegroeiing is ontstaan en dat de invloed van deze begroeiing na de afzetting van het Westlanddek slechts van geringe betekenis is geweest op de humositeit en de aard van de humus, kan moeilijk worden gesteld dat de bruine woudeerdgronden ontstaan zijn ten gevolge van een begroeiing met een moerasbos. Bij de vorming van de donkere bovengrond van de bruine woudeerdgronden is het eeuwenlang gebruik van de grond als grasland waarschijnlijk van veel grotere betekenis geweest.

## WOUDGRONDEN EN WOUDEERDGRONDEN VAN WESTFRIESLAND

Een belangrijk gedeelte van de Westfriese zeekleigronden wordt door Edelman (1950) tot de woudgronden gerekend. In 'Inleiding tot de bodemkunde van Nederland' (Edelman, 1950) staat hierover het volgende vermeld: 'Het oude kerngebied van Noordholland omvat een grote oppervlakte woudgronden, die in vele opzichten overeenstemmen met de woudgronden in het estuarium van de Maas. Men vindt er zwarte kleigronden rustend op kalkrijke zavels, soms op modder- of zeepklei.'

### DE WESTFRIESE WOUDGRONDEN OP DE NEBO-KAART

Op de Nebo-kaart, schaal 1:200000, zijn deze woudgronden aangegeven als: Ondiep kalkarme, diep humeuze jonge zeekleigronden. De volgende eenheden komen in Westfriesland voor (zie tabel 1).

TABEL 1. Codering, omschrijving en oppervlakte van de Westfriese woudgronden (terminologie van de Nebo-kaart)
TABLE 1. *Mapping unit, description and surface of the Westfrisian black forest soils (nomenclature of the 1:200000 soil map of the Netherlands)*

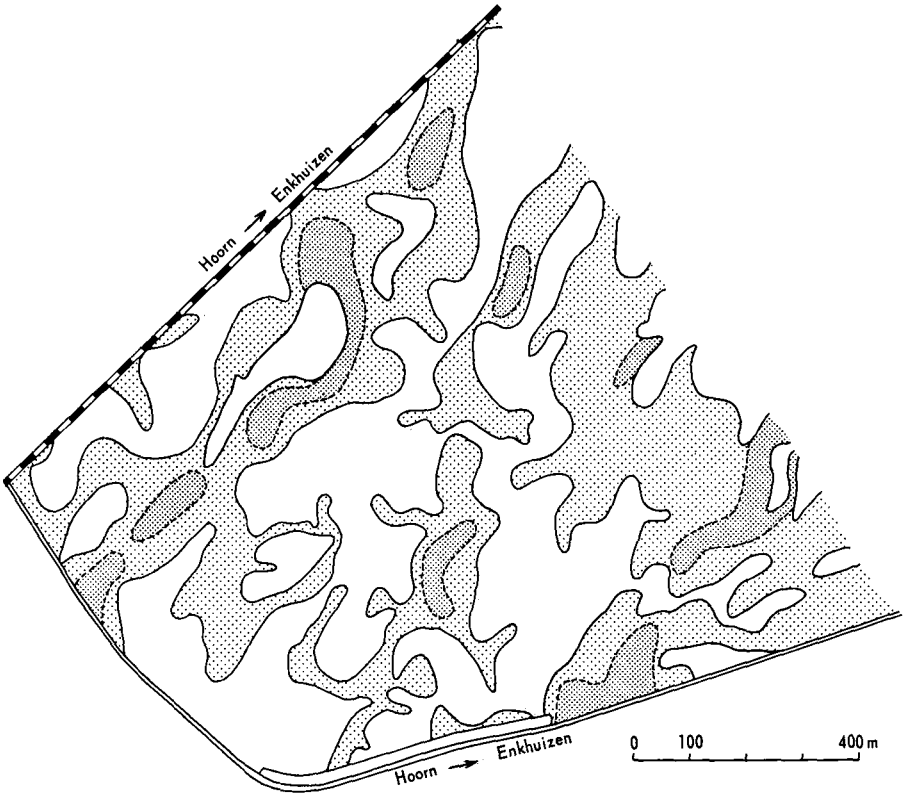
| Code op de Nebo-kaart *Mapping unit of 1:200000 soil map* | Omschrijving *Description* | % lutum in de bovengrond % *lutum in the topsoil* | Oppervlakte in ha *Surface in ha* |
|---|---|---|---|
| 24 | kleiig zand en lichte zavel *clayey sand and very sandy clay* | 5 –17,5 | 5000 |
| 25 | zware zavel en lichte klei *moderately sandy and light clay* | 17,5–35 | 1960 |
| 26 | zware klei *heavy clay* | >35 | 5700 |
| 27 | complex van kleiig zand tot matig zware klei *complex of clayey sand to moderately heavy clay* | 5 –35 | 9000 |

In hoofdstuk 2 van 'De bodem van Nederland' (Pons, 1965) wordt ook een deel van de kaarteenheden 28 en 29 tot de woudgronden gerekend en aangeduid als woudgronden met een venige bovengrond. Omdat venige bovengronden in dit artikel niet behandeld worden, blijven deze door Pons genoemde gronden verder buiten beschouwing.

## DE WOUDEERDGRONDEN IN HET WESTFRIESE WOUDGRONDENGEBIED

Slechts een deel van de Westfriese woudgronden (Nebo-kaarteenheden 24 t/m 27) behoort tot de woudeerdgronden (zie fig. 3). Ze komen, soms in combinatie met tuineerdgronden[1]), het meest uitgesproken voor op de hoog

[1]) Kleigronden met een dikke (>50 cm) donkere bovengrond.




ruggen, die voor een belangrijk deel uit woudeerdgronden bestaan; daarnaast komen ook tuineerdgronden voor
*rigdes substantially consisting of 'woud' earth soils; 'tuin' earth soils are also found*

hoogste delen van de ruggen
*highest parts of the ridges*

kommen, die voor een belangrijk deel uit tochteerdgronden bestaan; daarnaast komen ook leekeerdgronden voor
*basins substancially consisting of 'tocht' earth soils; 'leek' earth soils are also found*

Fig. 3. De Westfriese woudgronden ten oosten van Hoorn, ingedeeld als eerdgronden
*Fig. 3. The Westfrisian black forest soils east of Hoorn, classified as earth soils*

liggende ruggen (eenheid 24). Daar zijn de mogelijkheden voor een diepe homogenisatie altijd aanwezig. In de kommen (eenheid 26) vinden we daarentegen meer leekeerdgronden en tochteerdgronden. In Nebo-kaarteenheid 27 komen zowel woudeerdgronden als leek- en tochteerdgronden voor.

*Vorming van de A1-horizont*

De minerale eerdlaag van de Westfriese woudeerdgronden is ontstaan door:
1. homogenisatie van de begroeiingslaag; en/of
2. ophoging; en/of
3. invloed van langdurig gebruik als grasland.

*ad 1.* Bij een deel van de woudeerdgronden is de begroeiingslaag door grote biologische activiteit gehomogeniseerd, zodat hij veelal niet meer in het profiel te herkennen is. De invloed van de biologische activiteit gaat in dergelijke profielen veel verder dan alleen de A1- en/of de AC-horizont. In een belangrijk deel van de C-horizont komen naast met humeus materiaal beklede wormgangen (zie foto) structuurvormen voor, die wijzen op een grote biologische activiteit.

*ad 2.* Ook ophoging heeft in vele gevallen bijgedragen tot het vormen van een A1-horizont. Door het graven van sloten en diepe, meestal vrij brede greppels is 10 à 30 cm merendeels zavelig materiaal op de begroeiingslaag of de resten ervan gebracht. In vele gevallen heeft juist deze vrij gunstige drooglegging de biologische activiteit bevorderd. Toch is in die gebieden, waar veel is opgehoogd, de A1b-horizont (vegetatiehorizont) nog wel te herkennen.

*ad 3.* De invloed van het langdurig gebruik van de grond als grasland is van grote invloed op de vorming en ontwikkeling van de A1-horizont. Men moet deze factor, die door Ente (1963) onzes inziens terecht te berde is gebracht, niet onderschatten.

Gezien de onder 2 en 3 genoemde factoren is het moeilijk zo niet onjuist om zonder meer de vorming van de donkergekleurde 30–50 cm dikke bovengrond van de Westfriese woudeerdgronden in zijn geheel toe te schrijven aan de invloed van de begroeiing met moerasbos (woud) gedurende de vroege middeleeuwen. Dit geldt speciaal voor die woudeerdgronden, waar onder een A1-horizont nog een duidelijke A1b (begroeiingslaag) aanwezig is.

Er komen ook woudeerdgronden voor (omgeving van Twisk) waar de begroeiing met een moerasbos 'gesmoord' werd door de afzettingen van de Duinkerke III-transgressies. In dergelijke profielen vinden we boven de A1b-horizont een meer of minder dikke laag kalkloze klei of zware zavel. Desondanks treffen we ook hier typische woudeerdgronden aan. Zij hebben hun ontstaan geheel te danken aan de onder 2 en 3 genoemde factoren.

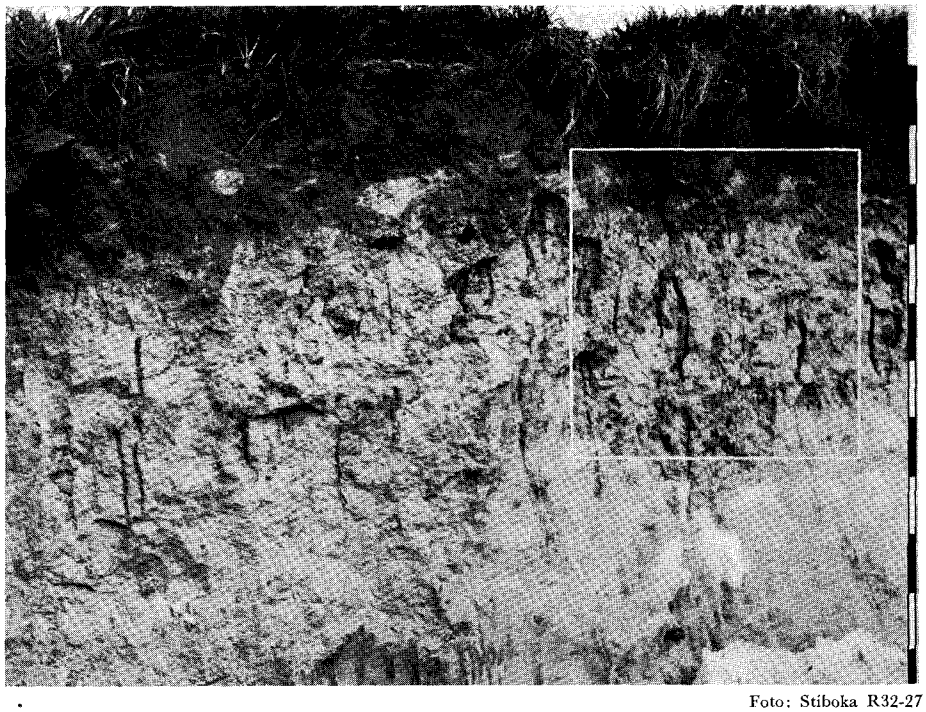


Foto: Stiboka R32-27

Fig. 4. Woudeerdgrond, ontwikkeld in zavelige afzettingen van de Westfriese zeeklei. Grote biologische activiteit; wormgangen tot ca. 80 cm diepte
*Fig. 4. 'Woud' earth soil developed in sandy clay deposits of the Westfrisian marine clay. Great biological activity; wormholes up to a depth of c. 80 cm*

*Kenmerken en eigenschappen*

*Geologische formatie:* 1. Westfriese afzettingen I (afzettingen van Calais).
2. Westfriese afzettingen II (Duinkerke 0) op Westfriese afzettingen I of Westfriese afzettingen II op andere afzettingen van Calais.
3. Westfriese afzettingen I of II (afzettingen van Calais of Duinkerke 0) afgedekt door jongere afzettingen (onder andere Duinkerke III).

*A1- of Ap-horizont:* De 30 à 50 cm dikke minerale eerdlaag is meestal zwart, zeer donkergrijs tot zeer donker grijsbruin van kleur (10YR 2/1, 10YR 3/1–2). De humus is volgens Jongerius (1961) van het Anmoortype; het humusgehalte varieert van 6 tot 13% bij grasland en van 4 tot 8% bij bouwland. De minerale eerdlaag bestaat uit uiterst fijnzandige zavel of klei met slechts een gering aandeel van de fractie $>105$ mu (zie fig. 6). Bij grasland is de minerale eerdlaag meestal kalkarm of kalkloos, bij bouwland (of tuingrond) kunnen de allerlichtste delen kalkrijk zijn.

*Overgang naar de C-horizont:* Bij vele profielen wordt de overgang naar de C-horizont gevormd door een vrij dikke AC-horizont. Bij de profielen waar

Foto: Stiboka R32-26

Fig. 5. Detail van fig. 4. Wormgangen in de C2-horizont. De gangen zijn bekleed met materiaal uit de A-horizont.
*Fig. 5. Detail of fig. 4. Wormholes in the C2 horizon, lined with material from the A horizon*

onder de A1-horizont een A1b voorkomt, is de overgang van de A1b- naar de Cb-horizont vrij abrupt.

*Profielopbouw:* Deze is sterk afhankelijk van de opeenvolging van de Westfriese afzettingen I en II. Bij de hoger gelegen ruggen bestaat het profiel geheel uit uiterst fijnzandige lichte zavel en uiterst fijn zand. In de lager gelegen delen vindt men onder de minerale eerdlaag meestal kalkloze of kalkrijke zware zavel of klei, die dan naar beneden toe overgaat in kalkrijke lichte zavel. Deze is dieper dan 80 cm niet meer volledig gerijpt.

*Structuur van de C-horizont:* Bij de zavelige profielen heeft het bovenste deel van de C-horizont meestal een poreuze sponsstructuur met aan de top een

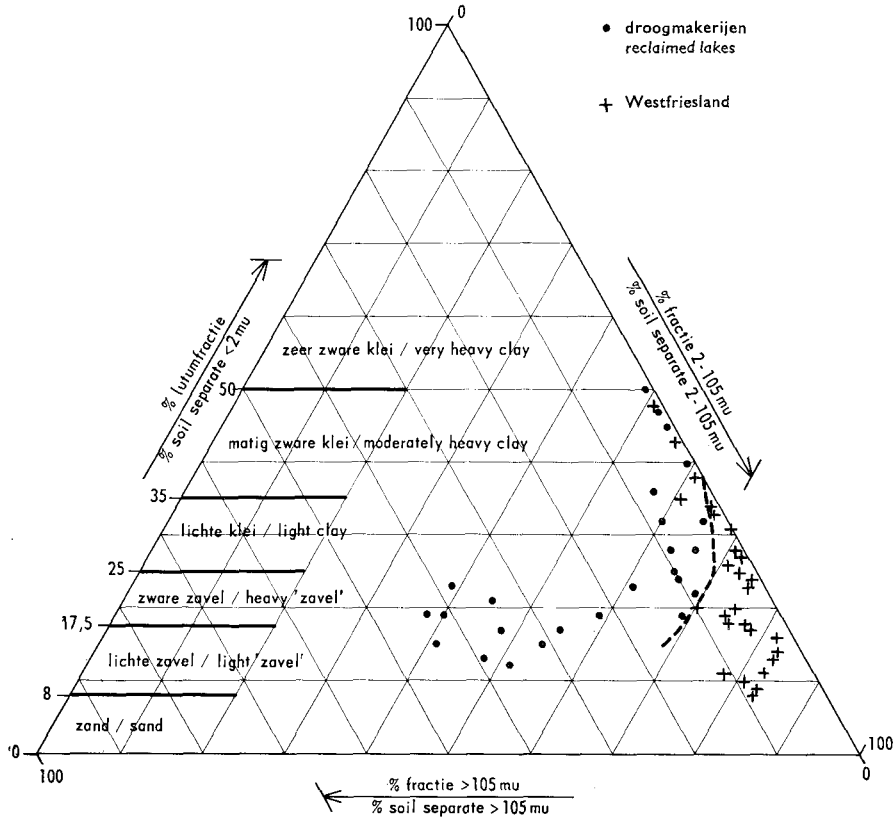



Fig. 6. Textuur van A1 of Ap-horizonten van woudeerdgrond in droogmakerijen en Westfriesland
*Fig. 6. Texture of A1 or Ap horizons of 'woud' earth soil in reclaimed lakes and Westfriesland*

grof poreuze sponsstructuur en plaatselijk afgerond blokkige en kruimelachtige structuren. De diepere ondergrond heeft meestal een fijn-poreuze sponsstructuur of een gangenstructuur of is sterk gelaagd. Bij de zwaardere profielen komen vooral in de top van de C-horizont prismatische structuren voor.

## WOUDGRONDEN EN WOUDEERDGRONDEN VAN GRONINGEN

### ONTSTAAN VAN DE GRONINGSE WOUDGRONDEN

Ten noordoosten van de stad Groningen en ten oosten en westen van het Schildmeer liggen donkergekleurde kleigronden, die eveneens de naam woudgronden hebben gekregen. Ook hier treffen we namen aan met het bestanddeel 'wold', onder andere Zuidwolde en Wolddijk.

Het ontstaan van het grote woudgrondengebied noordoostelijk van de stad Groningen hangt volgens De Smet en Vleeshouwer (1957) en De Smet

(1965) nauw samen met de afzetting van de knikklei (Duinkerke II-afzettingen). Tijdens deze transgressieperiode was het betreffende gebied bedekt met moerasbos en waren de omstandigheden gunstig voor de vorming van een donkergekleurde A1-horizont. Tijdens de zogenaamde Duinkerke III-transgressie – voornamelijk Duinkerke IIIa en misschien ook plaatselijk Duinkerke IIIb (mondelinge mededeling K. Wagenaar) – werd over het gehele gebied een 20 tot 40 cm dik verjongingsdek afgezet. In de profielen is het deel van de A1, waarin tijdens de groei van het moerasbos een vegetatiehorizont is ontstaan, duidelijk te onderscheiden van de A1- of Ap-horizont, die zich in het verjongingsdek heeft ontwikkeld.

GRONINGSE WOUDGRONDEN OP DE NEBO-KAART

Op de Nebo-kaart, schaal 1:200000, zijn de Groningse woudgronden weergegeven als eenheid 26. De omschrijving luidt: ondiep kalkarme, diep humeuze jonge zeekleigronden met een bovengrond van zware klei. De oppervlakte van deze eenheid in de provincie Groningen bedraagt 5300 ha. De Groningse woudgronden lijken erg veel op de zware broekgronden van het Westland en Delfland en ook wel op de gronden, die op de flanken van de verlande pre-Romeinse vloedkreken in de omgeving van het dorpje 't Woudt liggen ('bruine' woudeerdgronden).

DE WOUDEERDGRONDEN IN HET GRONINGSE WOUDGRONDENGEBIED

Waarschijnlijk zal een belangrijk deel van de woudgronden, zoals ze op de Nebo-kaart zijn aangegeven, tot de woudeerdgronden moeten worden gerekend, vooral indien men de begroeiingslaag (A1b-horizont) tot de A1-horizont rekent.

*Kenmerken en eigenschappen*

*Geologische formatie:* Afzettingen van Duinkerke III (hoofdzakelijk IIIa) op afzettingen van Duinkerke I (pre-Romeinse afzettingen), gescheiden door een begroeiingslaag.

*A1-horizont:* De minerale eerdlaag is overwegend zeer donker grijs tot zeer donker grijsbruin (10YR 3/1–2). Zij is zeer humeus tot humusrijk. De zwaarte varieert van 30 tot 40% lutum (lichte klei en matig zware klei). De minerale eerdlaag en de begroeiingslaag bevatten weinig of geen koolzure kalk.

*C-horizont:* Onder de A1b-horizont bevindt zich meestal een laag kalkloze zware klei, die naar beneden toe overgaat in kalkrijke klei of zavel. Plaatselijk komt direct onder de A1-horizont lichte klei of zavel voor.

## WOUDEERDGRONDEN IN DE DROOGMAKERIJEN

Gezien de ontstaanswijze (zie de volgende alinea) is het duidelijk dat bij de gronden, gevormd in de oude zeeklei (afzettingen van Calais) in de droog-

makerijen, noch op de Voorlopige Bodemkaart van Nederland, schaal 1:400000, noch in de toelichting bij de Nebo-kaart, schaal 1:200000, de naam woudgronden is gebruikt. Op de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000, en in de legenda's van bodemkaarten met een grotere schaal vindt men in de laatste jaren daarentegen wel de naam woudeerdgronden. Deze naam wordt hier gebruikt voor de donkergekleurde klei- en zavelgronden, die voorheen wel als meermolmgronden of als meermolmachtige gronden werden aangeduid.

ONTSTAAN VAN DE WOUDEERDGRONDEN IN DE DROOGMAKERIJEN

De droogmakerijen zijn ontstaan door het droogleggen van plassen – gevormd tijdens de vervening – en meren. Bij het afgraven of baggeren van het veen voor de turfbereiding werd het bovenste al min of meer veraarde, niet bruikbare deel teruggestort. Dit materiaal vormt samen met de produkten, die ontstaan zijn uit afslag van oevers en erosie van restveen, en met nieuw gevormde organische stof de zogenaamde bagger of meermolm. De dikste pakketten bagger vinden we meestal langs de westelijke oevers van de plassen. De afzettingen van Calais (oude zeeklei) zijn op vele plaatsen bedekt met zo'n laag bagger. Na droogleggen is deze laag gerijpt, veraard en soms intensief met de bovenste laag van de oude zeeklei gemengd; dit is de zwarte bovengrond van vele droogmakerijen (zie ook de toelichting op de leekeerdgronden, De Bakker en Schelling, 1966, blz. 154). Een deel van deze donkergekleurde zavel- en kleigronden behoort tot de woudeerdgronden, namelijk die waarvan de ondergrond voldoende diep gerijpt en de minerale eerdlaag voldoende dik is. Het andere gedeelte van de zwarte zavel- en kleigronden behoort tot de leekeerd-, de tochteerd- en de plaseerdgronden.

Figuur 7 geeft een beeld van de verbreiding van de woudeerdgronden in een deel van de droogmakerijen.

*Kenmerken en eigenschappen*

*Geologische formatie:* Een mengsel van 1. Organisch sediment – meermolm of bagger – en 2. afzettingen van Calais (oude zeeklei); in Noordholland plaatselijke afzettingen van Duinkerke (Duinkerke 0 of Westfriese afzettingen II).

*A1-horizont:* De minerale eerdlaag is meestal zwart tot zeer donker (grijs) bruin (10YR 2/1–2, 10YR 3/2, 2,5Y 2–3/2). Het humusgehalte varieert al naar gelang van het bodemgebruik: bij grasland van 10 tot 20% (overwegend humusrijk), bij bouwland van 5 tot 12% (zeer humeus tot humusrijk). Bij het merendeel van de woudeerdgronden is de minerale eerdlaag kalkloos. Indien de minerale eerdlaag kalkrijk is, varieert het koolzure-kalkgehalte van circa 1,5% tot circa 5%.

Een deel van de woudeerdgronden heeft in de minerale eerdlaag een bijmenging van matig fijn en grof zand, waardoor het percentage deeltjes >105 mu vrij groot wordt (zie fig. 6). Dit zand is voor een belangrijk deel afkomstig uit de oorspronkelijke bovengrond van het veen (bij de vervening

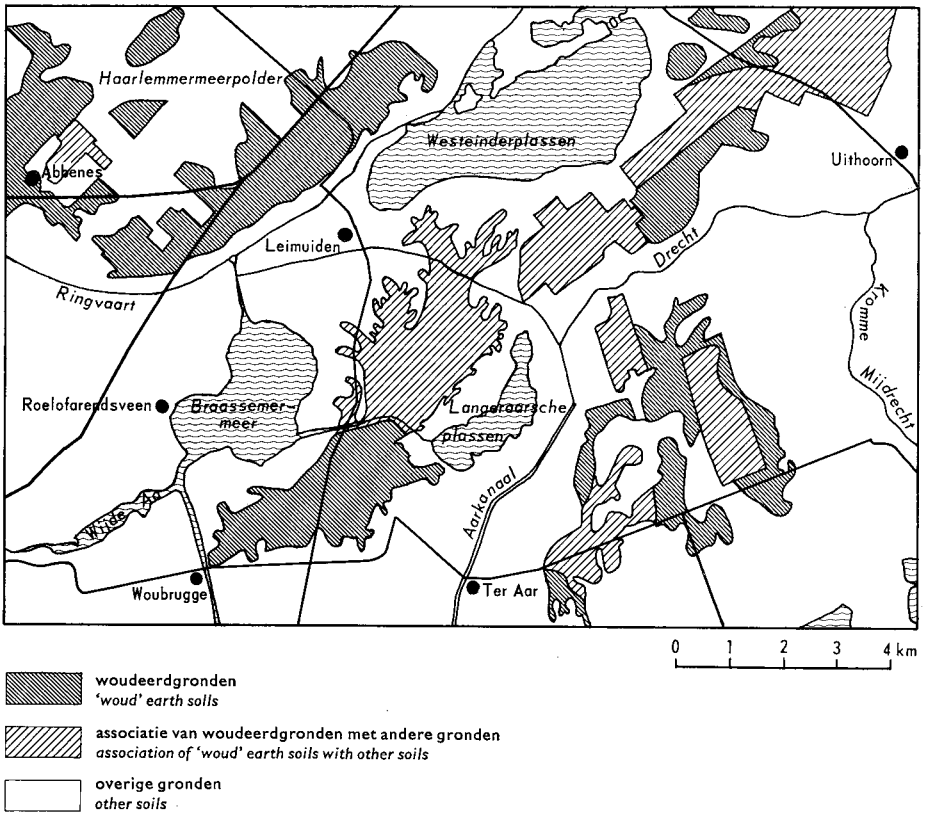



Fig. 7. Verbreiding van de woudeerdgronden in een deel van de Hollandse droogmakerijen
*Fig. 7. Spread of 'woud' earth soils in a part of the reclaimed lakes in Holland*

teruggestort). Het komt als bijmenging voornamelijk voor in die gebieden waar het veen al geruime tijd was ontgonnen en het gebruik van 'zandige toemaak' algemeen was.

Volgens onderzoekingen van Jongerius (1962) is de humus van de woudeerdgronden in de droogmakerijen van het Anmoortype. Onder grasland is deze humus stabiel, maar in bouwland of tuingrond wordt hij labiel.

*Overgang van de minerale eerdlaag naar de C-horizont:* Bij de goed ontwaterde, in grasland liggende woudeerdgronden vinden we evenals bij die uit Westfriesland een vrij dikke overgangslaag – AC-horizont – met een zeer goede porositeit.

*C-horizont:* De C-horizont is erg gevarieerd van samenstelling. Bij een deel van de woudeerdgronden komt onder de A1- of Ap-horizont een zwaardere laag van 10 tot 40 cm dikte voor, die uit kalkloze zware klei bestaat. De diepe ondergrond (tussen 80 en 120 cm) bestaat veelal uit zavel of uiterst fijn zand.

Bij de meeste profielen is de ondergrond tussen 80 en 120 cm niet geheel gerijpt (bijna gerijpt of half gerijpt).


## SAMENVATTING

In de bodemkundige literatuur van Nederland komen de namen woudgronden en woudeerdgronden voor.

Voorgesteld wordt de oude naam woudgronden alleen in pedogenetische zin te gebruiken, namelijk voor klei- en zavelgronden, die een min of meer donkere laag (begroeiingslaag) hebben (of restanten ervan), die men toeschrijft aan een moerasbosbegroeiing. Daarbij kan dan, indien gewenst, onderscheid worden gemaakt in:

a. woudgronden, waarbij de donkergekleurde bovengrond ten dele is gevormd uit een begroeiingslaag, die ontstaan is tijdens de 'woudperiode'. Door homogenisatie is de begroeiingshorizont niet altijd meer afzonderlijk herkenbaar *(gehomogeniseerde woudgronden)*,
b. woudgronden, waarbij in het profiel – ter bepaling van de gedachten: binnen 40 à 50 cm – nog duidelijk een volledig ontwikkelde begroeiingslaag te herkennen is *(opgehoogde, opgevaren, verjongde woudgronden)*.

De nieuwe naam woudeerdgronden is gegeven aan eerdgronden met bepaalde kenmerken wat betreft de fysische rijping, de verdeling van roest- en reductievlekken ondieper dan 50 cm en de dikte van de minerale eerdlaag (donkergekleurde bovengrond). Ze komen voor in diverse bodemkundige landschappen, onder andere in het landschap van de woudgronden, waarvan ze slechts een gedeelte beslaan. De oppervlakte woudeerdgronden in de jonge zeeklei (met meestal afzettingen van Duinkerke aan het oppervlak) zal daarom aanzienlijk kleiner zijn dan dat van de woudgronden (Neboeenheden 24 t/m 27, ondiep kalkarme, diep humeuze jonge zeekleigronden).

Woudeerdgronden komen ook voor in de droogmakerijen waar afzettingen van Calais aan het oppervlak liggen. Deze woudeerdgronden hebben een geheel andere ontstaanswijze dan die in het landschap van de woudgronden.


Mei 1967


## SUMMARY

Black forest soils and 'woud' earth soils are terms occurring in Dutch soil science literature. It is proposed that the term 'black forest soil' should only be used in the pedogenic sense, i.e. for clay and sandy clay soils having a buried A1 horizon of varying darkness, attributed to swamp vegetation. If necessary a distinction may be drawn between:–

a. black forest soils of which the dark-coloured topsoil partly arose from a buried A1 horizon formed during the forest period. Owing to homogenisation the buried A1 horizon cannot always be distinguished. There are still a few scattered remnants of the A1 horizon, although in several cases all that is found is a dark, humus-containing, completely homogenised topsoil usually changing into the C horizon via an AC horizon *(homogenised black forest soils)*.

b. black forest soils of which the vegetation horizon can still be clearly distinguished in the profile (within, say, 40–50 cm) *(artificially heightened regenerated black forest soils)*.

'Woud' earth soils are earth soils having specific features concerning the physical ripening, the distribution of rusty and grey mottles over a depth of less than 50 cm, and the thickness of the mineral earth layer (dark topsoil). They are found in several different pedological landscapes, e.g. in the black forest soil landscape, of which they only form a certain part. These 'woud' earth soils are usually overlain by Dunkirk deposits at the surface, but they are also found in reclaimed lakes, where they are overlain by Calais deposits at the surface. They were not formed in the same way as those found in the black forest soil landscape.

## LITERATUUR


*Bakker, H. de en J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus, Wageningen.

*Edelman, C. H.*, 1950: Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. Amsterdam.

*Edelman, C. H., en W. J. van Liere*, 1949: Over woudgronden op de zeeklei van westelijk en noordelijk Nederland. Tijdschr.: Kon. Ned. Aardr. Gen. *66*, 3, 257–263. Herdrukt in Boor en Spade *IV* (1951), 14–21.

*Ente, P. J.*, 1963: Een bodemkartering van het tuinbouwcentrum 'De Streek'. De bodemkartering van Nederland XXI. Versl. Landbouwk. Onderz. 68.16. Wageningen.

*Jongerius, A.*, 1961: De micromorfologie van de organische stof. In Bodemkunde: Voordrachten gehouden op de B-cursus 'bodemkunde', 43–58.

*Jongerius, A.*, 1962: Recente vorderingen in de micropedologie en haar mogelijkheden. Landbouwk. Tijdschr. *74*, 22, dec. 1962, 973–999.

*Jongerius, A.*, 1964: Het structuurprofiel. Landbouwk. Tijdschr. *76*, dec. 1964, 1074–1084.

*Liere, W. J. van*, 1948: De bodemgesteldheid van het Westland. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. nr. 65,7. De Bodemkartering van Nederland, deel XIX. Wageningen.

*Pons, L. J.*, 1965: De bodem van Nederland. Toelichting bij de bodemkaart van Nederland schaal 1:200000. Hoofdst. II: De zeekleigronden. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

*Pons, L. J. en A. J. Wiggers*, 1959: De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *76*, deel I, 104–152.

*Pons, L. J., en A. J. Wiggers*, 1960: De holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *77*, deel II, 3–57.

*Smet, L. A. H. de*, 1965: De bodem van Groningen. Toelichting bij blad 1 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

*Smet, L. A. H. de, en J. J. Vleeshouwer*, 1957: De bodemkundige opbouw van het Groninger kleigebied. Boor en Spade *VIII* (1957), 142–159.

*Wallenburg, C. van*, 1966: De bodem van Zuid-Holland. Toelichting bij blad 6 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.

# KARTERINGSMETHODIEK VAN DE STICHTING VOOR BODEMKARTERING[1])

*Survey methods of the Netherlands Soil Survey Institute*

**B. van Heuveln**[2])

## INLEIDING

De methodiek van de bodemkartering steunt op drie basisgegevens:

1. het eigen karakter van het onderzoekobject, de bodem;
2. de wensen en eisen van hen die opdrachten tot kartering geven;
3. kennis der technieken van de opdrachtgevers, zodat de karteerder de onderscheiden bodemeenheden kan vertalen in voor de opdrachtgevers bruikbare werkeenheden.

## BENADERING VIA MODELLEN

Om de functie van de Stichting voor Bodemkartering tussen de bodemgesteldheid enerzijds en de opdrachtgever anderzijds te schetsen, hebben wij twee modellen opgesteld: een bodemmodel en een mensmodel. Uiteraard beïnvloeden mens en bodem elkaar. In dit wisselwerkingsgebied worden door de karteringsdienst gegevens voor efficiënt bodemgebruik verzameld. In de modellen zijn we ervan uitgegaan, dat de grondgebruiker en de bodem levende mechanismen zijn, beheerst door dezelfde ontwikkelingsprincipes. Zij verschillen uiteraard in veranderingstempo, waardoor onze analyse slechts een momentopname kan zijn. De modelopbouw is ontleend aan een studie van Gurvitch (1950).

### HET MENSMODEL

Het mensmodel in figuur 1 bestaat uit een bovenlaag van individuele grondgebruikers, die in hun handelen beïnvloed worden door organisaties, waarin ze zich hebben verbonden. De tweede laag wordt op haar beurt weer bepaald door de algemeen heersende normen en gewoontes.

Laag 1. Individuele grondgebruiker
*Layer 1. Individual land user*

Laag 2. Organisatie
*Layer 2. Organization*

Laag 3. Normen en gewoontes
*Layer 3. Norms and customs*

Fig. 1. Het mensmodel
*Fig. 1. Model of mankind*

[1]) Voordracht gehouden voor de leden van de Bodemkundige Vereniging op 2 december 1966 te Utrecht.

[2]) Rayon noord, Stichting voor Bodemkartering.

*De grondgebruikers*

Boeren hebben eeuwenlang grond ontgonnen om er bouwland van te maken. Hun boerderijen staan of centraal te midden van hun bouwland of verspreid in het veld. Op sommige woeste gronden zijn bossen aangelegd. Later hebben sommige gronden andere bestemmingen gekregen, bij voorbeeld als recreatie- of sportterrein. Op voormalige landbouwgronden zijn steden gebouwd, met hoogbouw en groenstroken. Voor technische doeleinden wordt zand gezogen, waardoor watervlakken zijn ontstaan.

De grondgebruikers zijn velerlei. Hun zichtbare sporen zijn een weerspiegeling van het samenlevingspatroon.

*Organisatie*

Het samenlevingspatroon wordt bepaald door verschillende organisatievormen. Deze variëren van familiebedrijf tot produktieorganisatie. De overheid als bestuursorganisatie speelt een belangrijke rol in de planning van het grondgebruik. De laag van organisatievormen vertegenwoordigt het bewuste samenspel van de individuele grondgebruikers.

*Normen en gewoontes*

De organisatievormen die wij nu kennen, zijn uitingen van thans heersende normen en gewoontes. Horigheid en lijfeigenschap hebben plaats gemaakt voor pachtverhoudingen en werkgever-en-werknemerrelaties. Burenhulp en naoberplichten zijn vervangen door Groene Kruislidmaatschap en verzekering. Het bij elkaar inwonen der generaties is vervangen door het betrekken van bejaardencentra. Het recht van de heer op de woeste grond is veranderd in aankoopmogelijkheden voor natuurbescherming. Maar bovenal is de norm van grondgebruik onder invloed van de huidige bevolkingsdruk verschoven van de teelt van landbouwprodukten naar het niet-agrarisch grondgebruik.

De normen en gewoontes, die mensen zichzelf opleggen en die groeien tot vanzelfsprekendheden, komen volgens Bouman (1964) voort uit diep in de mensen verankerde gevoelens van idealen, geloof en toekomstverwachting. Het zijn de krachten, die het leven zin en inhoud geven.

Uit het model van figuur 1 en de toelichting blijkt, dat de overheid behoort tot de laag der organisatievormen. In een democratisch land vertolkt zij in haar beleid het gemiddelde van wat er onder de bevolking leeft in de diepere impulslagen. Zij heeft op zichzelf een begeleidende en overkoepelende functie, evenals elke organisatie. Zij dient verder in ons model als voorbeeld voor deze laag.

## HET MODEL VAN DE BODEM

Het model van de bodem is geschetst in figuur 2.

De bovenlaag bestaat uit de bodemeenheden, op de kaart voorgesteld door vlakken met eenzelfde kleur en symboliek. Het zijn kleine stukjes landschap met gelijke profielopbouw.

De eenheden tezamen vormen een bepaald bodempatroon, dat op een

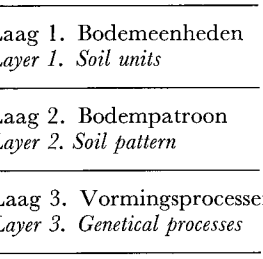



Fig. 2. Het bodemmodel
*Fig. 2. Model of soil*

bodemkaart wordt weergegeven. Dit patroon is in figuur 2 met de tweede laag aangegeven. De bodempatronen ontstaan, doordat er in de natuur bij voortduring vormingsprocessen aan de gang zijn:

– Geologische processen, die een bepaald landschap van verschillende grondsoorten naast elkaar doen ontstaan, bij voorbeeld oeverwallen van zandige klei naast kommen met zware klei, zandheuvels naast met veen gevulde beekdalen.

– Bodemkundige processen, die in de grondsoorten veranderingen in de verdeling van de bodemcomponenten teweegbrengen, zoals verplaatsing van klei, humus en ijzer naar diepere lagen en ophoping en omzetting van organisch materiaal in de bovengrond.

De vormingsprocessen zijn in de derde laag van figuur 2 aangegeven.

*De bodemeenheden*

Bodemeenheden zijn afgrensbare stukjes landschap met karakteristieke kenmerken. Dit kunnen terreinkenmerken zijn, zoals een hoger gelegen es te midden van jong ontgonnen heidevelden of kwelderruggen die zich als langgerekte verheffingen laten herkennen ten opzichte van de lager gelegen kwelderbekkens. Ze zijn omschreven met meetbare kenmerken in het profiel. Een bodemeenheid Hn23, bijvoorbeeld, heeft een podzol-B, die aan bepaalde eisen van duidelijkheid moet voldoen (symbool H); het profiel vertoont kenmerken van een ontwikkeling onder invloed van het grondwater (symbool n), de grondsoort is fijn zand (symbool 2), dat bovendien lemig is (symbool 3).

Vergeleken met het model van de mens van figuur 1 vormen de bodemeenheden de categorie, waarop het grondgebruik is afgestemd (laag 1).

*Bodempatroon*

De bodemeenheden komen in een bepaalde opeenvolging voor. Steeds blijken zich dezelfde patronen te herhalen. Zo komen in een zelfde landschap op de hoogste terreindelen diep ontwikkelde profielen voor, op de hellingen treden grondwaterverschijnselen hoger in het profiel op. In de diepste delen tenslotte worden de bovengronden humeuzer, terwijl tot in de zode kenmerken van hoge grondwaterstanden zijn waar te nemen.

Dit bodempatroon, weergegeven op een bodemkaart, komt qua categorie overeen met de organisatievorm in het model van figuur 1.

*Vormingsprocessen*
Het bodempatroon wordt opgebouwd door een viertal elkaar overlappende vormingsprocessen. Het betreft de *ophoping* (Simonson, 1959) van ter plaatse gevormd of van elders aangevoerd materiaal; daarin treden *veranderingen* op door in- en uitwendige factoren; in de bovengrond afgebroken componenten worden naar beneden *verplaatst*, andere uit de ondergrond door het grondwater omhoog gevoerd; tenslotte *verdwijnen* bodemcomponenten door erosie, afgraving, vertering of oplossing. Ophoping, verandering, verplaatsing en verdwijning treden op met wisselende intensiteit en met wisselende componenten. Nu eens zullen veenvorming en overslibbing het bodempatroon bepalen, dan weer veraarding en podzolering, afgewisseld met verstuiving en afgraving.

In de modellen komt de laag van de vormingsprocessen, die vaak afhankelijk zijn van het klimaat, overeen met de laag van de normen en gewoontes van de mensensamenleving.

## PLAATS EN TAKEN DER BODEMKARTERING

In figuur 3 zijn de modellen naast elkaar geschetst en zijn de taken van de karteringsdienst als schakels ertussen geplaatst.

| | | |
|---|---|---|
| Bodemeenheden<br>*Soil units* | Geschiktheidsbeoordeling van de bodem<br>*Soil suitability classification* | Individuele grondgebruiker<br>*Individual land user* |
| Bodempatroon<br>*Soil pattern* | Bodemkaart<br>*Soil map* | Organisatie<br>*Organization* |
| Vormingsprocessen<br>*Genetical processes* | [1] | Normen en gewoonten<br>*Norms and customs* |

[1]) Er zijn ook relaties tussen vormingsprocessen in de bodem en de normen en gewoontes van de grondgebruikers aan te wijzen. Deze blijven hier buiten beschouwing.

Fig. 3. Plaats van de bodemkartering tussen bodem en mens
*Fig. 3. Position of soil survey between soil and mankind*

De relatie tussen organisatie, in de vorm van overheidsinstantie die met grond te maken heeft, en bodempatroon is de bodemkaart. De overheid kent de bodemkaart en gebruikt die als basisgegeven bij bijvoorbeeld het planologisch beleid. Het eerste deel van de opdracht die ze verstrekt aan de karteringsdienst, betreft de vervaardiging van een bodemkaart als informatie over de bodemgesteldheid.

Daar de overheid zelf zo langzamerhand ervaring met het gebruik heeft opgedaan, leven er bij haar bepaalde ideeën van wat ze ermee kan en wil doen. De overheid is een organisatievorm voor een brede groep grondgebruikers. En deze groep vraagt geen mooie kaarten met ingewikkelde bodempatronen, maar informatie over bestemmingsbepalingen of -veranderingen

en over gebruiksintensivering, al dan niet met een ingreep in het bodemprofiel.

En daarom bevat de opdracht van de overheid een tweede deel, waarin de karteringsdienst wordt verzocht een oordeel te geven over geschiktheden voor de verschillende vormen van grondgebruik.

Uit figuur 3 blijkt dat het bodempatroon de onderlaag is voor de bodemeenheden. In de bodemeenheden ligt een geheel van eigenschappen besloten, dat de grond tot produktiemiddel stempelt. Men gebruikt de grond als groeimedium voor planten, als draagmedium voor dieren, wegen, huizen en machines en als grondstof voor de wegenbouw en de steenbakkerij. De gebruiksvormen worden bepaald door bodemeigenschappen als vruchtbaarheid, stevigheid en materiaalopbouw. Deze eigenschappen op hun beurt worden geïndiceerd door bodemkenmerken die in de omschrijving van de kaarteenheden zijn vastgelegd. De relatie tussen bodemeenheden en grondgebruiker is de vertaling van waargenomen bodemkenmerken in grondeigenschappen. Deze schakel kan als een taak van de karteringsdienst worden omschreven met bodemgeschiktheidsbeoordeling.

Na deze plaatsbepaling van de taken der karteringsdienst tussen mens en bodem volgt nu de methodiek, waarbij achtereenvolgens de bodem, de opdrachtgever en het karteringsinstituut worden doorgelicht op hun invloed op de methodiek.

## KARTERINGSMETHODIEK

### *De bodem*

De eerste belangrijke factor voor de methodiek is het onderzoekobject, de bodem. De bodem is de buitenste enkele meters dikke schil van het landoppervlak van de aarde. Hij bestaat in eerste benadering uit een of meer afzettingen, waarin door de inwerking van allerlei factoren veranderingen zijn opgetreden. Hierdoor is een patroon ontstaan van vlakken met meestal geleidelijk veranderende profielen. De methodiek van een bodemkartering zal er, gezien de opdracht, op gericht moeten zijn dit natuurlijke opbouwpatroon zo geschematiseerd op een kaart weer te geven dat er hanteerbare eenheden ontstaan. Deze eenheden moeten enerzijds de werkelijkheid met voldoende betrouwbaarheid weergeven, anderzijds voldoende inhoud hebben als rekengrootheden. Hier mogen we stellen, dat de bodem in zijn totaliteit een methodiek opdringt, die zo goed mogelijk de bodemvormende processen (ophoping, verandering, verplaatsing en verdwijning) volgt.

*Ophoping.* Op enige uitzonderingen na, zoals de verweringsgronden op krijt in Zuid-Limburg, is de Nederlandse bodem in eerste instantie ontstaan door afzetting van sedimenten door de zee, de rivieren en het landijs. Belangrijk zijn ook het transport en de afzetting door de wind en de vorming van veen. De aard van het ophopingsproces brengt behalve een zekere laagopeenvolging ook een voor het afzettingsmechanisme typische terreinvorm mee. Voorbeelden zijn in het rivierkleigebied de vorming van oeverwallen en kommen met de bijbehorende doorbraken van jongere riviersystemen in oudere afzettings-

patronen. In het zeekleigebied komt geleidelijke opslibbing over grote oppervlakken voor naast de vorming van kwelderwallen en platen-en-geulensystemen. De werking van het landijs weerspiegelt zich in de stuwwallen, de bezinkingsbekkens en de grondmorene. De invloed van de wind is te herkennen aan de stuifduinen in hun vele variaties, afhankelijk van het klimaat, en verder aan de sortering in fijne texturen als löss en grovere texturen als dekzand. Veenvorming kan beginnen als een bezinking van plankton in het water en geleidelijk overgaan in een verlanding. Het veen kan ook op een ondoorlatende ondergrond nagenoeg onafhankelijk van het grondwater opkruipen tegen hogere gronden. Al naar gelang van de vegetatie ontstaan verschillende veensoorten.

Belangrijk voor de karteringsmethodiek zijn de aard van het moedermateriaal, de laagopeenvolging en het afzettingspatroon, want deze zullen op de kaart in de een of andere vorm moeten worden weergegeven.

*Verandering.* Wanneer het materiaal eenmaal is afgezet, en dat behoeft niet per se de eindfase te zijn, treden veranderingen op. In eerste instantie louter en alleen al, omdat het afzettingsmechanisme is veranderd. De zee heeft zich teruggetrokken, de rivier heeft haar stroom verlegd, het landijs is afgesmolten, de wind is uit een andere hoek gaan waaien of is afgeflauwd en de veenvorming is door klimaatswisseling afgebroken. Deze veranderingen komen tot uiting door een zekere consolidatie, waarbij in Nederland het water een belangrijke rol speelt in de vorm van een verlaagde grondwaterstand. Vooral in de oostelijke gebieden van Nederland hebben we bovendien te maken met een reeds 5000 jaar durende bemoeienis van de mens. Deze varieert van een oppervlakkige vegetatiebeïnvloeding als platbranden en beweiding via een oppervlakkige grondbewerking tot formidabele ingrepen als diepdelven en verwisseling van grondlagen. Dit ook weer vaak in combinatie met manipulaties met het grondwater. In de kleigronden treden rijpingsverschijnselen op, in de allerdroogste ook biologische homogenisatie. In de zandgronden wisselen pakkingsverschijnselen af met homogenisaties door wortelgroei en vermengt zich de humus met het zand. Maar vooral in de veengronden treedt na een soortgelijke rijping als in de kleigronden bovendien nog veraarding op.

Deze veranderingen voltrekken zich systematisch. Zij zijn evenals het afzettingsmechanisme sterk landschappelijk gebonden. Zij gaan samen met een nuancering in de oppervlaktevormen, in de vorm van gradaties in de kenmerken van natheid. De methodiek zal zich dus onder meer richten op het opsporen van hoogste en laagste grondwaterstanden en op de gevolgen hiervan.

*Verplaatsing.* Vaak is het veranderde materiaal niet stabiel. Het duidelijkst spreekt dit in veengronden. De veraarde bovengrond van veen bestaat uit biologisch aangetast en verkleind materiaal, dat bovendien chemisch andere eigenschappen heeft verkregen. Het hangt nu maar af van de in de bovengrond aanwezige bindingsmogelijkheden of deze nieuw gevormde compo-

nenten in de bovengrond blijven of dat ze uitspoelen. In het algemeen zal in kleihoudend veen door de vorming van beter gecoaguleerde humusvormen en steviger macrostructuren de humus beter boven worden gehouden dan in kleiarme veenbovengronden. Al naar gelang van de omstandigheden kunnen dus bepaalde componenten uitzakken naar de ondergrond. Is daar wel een stabiliserend milieu aanwezig, dan blijven ze daar, anders worden ze afgevoerd met het grondwater. Dit zelfde verplaatsingsproces kan ook optreden bij lutum, ijzer en kalk.

Voor de signalering van de meeste van deze verplaatsingsverschijnselen biedt het landschap te weinig aanknopingspunten. We nemen dan onze toevlucht tot ervaringssjablonen, die doorlopend in het veld worden getoetst. De ervaring heeft zo langzamerhand geleerd dat bepaalde combinaties van factoren, zoals kalkarm, ijzerarm en een zuur milieu, meestal samengaan met een gemakkelijke verplaatsing van uitspoelbare componenten. De methodiek maakt in dit stadium gebruik van karteringservaring, gecombineerd met waarnemingen met de grondboor.

Een uitzondering geldt voor de verplaatsing, die door mensen is teweeggebracht, zoals het afplaggen van heidevelden en het via de potstal op het oude bouwland brengen van dit materiaal. Hierbij is, evenals bij de natuurlijke ophoping en de verandering, de methodiek afgestemd op het landschappelijk herkennen van deze ingrepen.

*Verdwijning.* Tot de bodemvorming behoort ook de verdwijning van bepaalde componenten. Hiertoe kunnen worden gerekend de ontkalking van kleigronden, de ontijzering van zandgronden en ook het door de mens afgraven van duinen, van veen voor turf en het aftichelen van klei. Andere voorbeelden zijn de vertering van humus bij het aanploegen van bolster, het verbranden bij brandculturen en het verstuiven van bovengeploegde humus. De methodiek nadert hier het laboratoriumonderzoek, wat betreft de verdwenen componenten. Ter plaatse worden in het veld de boormonsters op de aan- of afwezigheid van de bovengenoemde componenten als kalk, ijzer en humus beoordeeld door extrapolatie van de uitkomsten van in het laboratorium geanalyseerde monsters. Bij de menselijke ingrepen wordt zo mogelijk het patroon van de ingreep achterhaald. En als dit niet mogelijk is, worden de incidentele ingrepen apart bij de kaart vermeld.

### DE OPDRACHTGEVER

De opdrachtgever fourneert het geld en de mankracht, die de kartering als bedrijf mogelijk maken. Hij heeft ook een voorstelling van de resultaten die hij verlangt. Hij maakt zijn wensen in grote lijnen kenbaar en laat zich regelmatig voorlichten. We mogen dus stellen dat de opdrachtgever de richting van de te volgen methodiek bepaalt.

De opdrachtgever grondt zijn opdracht op en motiveert deze vanuit de opgedane ervaringen, zoals uit de volgende voorbeelden blijkt.

Tegen het eind van de tweede wereldoorlog werd in het rivierkleigebied gevonden dat er een sterke relatie bestond tussen de fruitopbrengsten en het

bodempatroon van oeverwallen en kommen. Dit verband met het bodempatroon lag in de bewortelingsmogelijkheden en de beschikbare hoeveelheden vocht. Later is dit verband tussen bodempatroon en fruitopbrengsten ook in andere landschappen gevonden. In Didam werd aangetoond, dat deze relatie tussen bodemgesteldheid en gewasopbrengst eveneens opging voor akkerbouw en zandgronden (Pijls, 1948). In dit zeer prille stadium bestond ook van cultuurtechnische zijde grote belangstelling voor de desbetreffende methode van karteren, en wel in verband met plannen tot grondverbetering en ruilverkaveling. Het ligt voor de hand, dat in dit stadium van ervaring van de overheid aan de Stichting voor Bodemkartering opdracht werd verstrekt bodemkaarten te maken en geschiktheden te beoordelen ten behoeve van het agrarisch grondgebruik. Een voorbeeld was de kartering van het Westland (Van Liere, 1948) in verband met de uitbreidingsplannen rondom Den Haag. De slogan 'de tuinbouw heeft de beste gronden nodig' deed opgang. Later echter werden de geschiktheden meer algemeen op bodemgebruik, in de agrarische en in de niet-agrarische sector, gericht.

In het algemeen is de waarde die de overheid aan bodemgeschiktheidskaarten hecht deze, dat zij daarin een hulpmiddel vindt om in haar plannen de belangen van verschillende groepen bodemgebruikers op verantwoorde wijze tegen elkaar af te wegen. Daarbij spelen uiteraard naast de geschiktheid vele andere factoren een zeer belangrijke rol. Een daarvan is op dit ogenblik de bevolkingsdruk.

Op het oude land gaat het overigens niet in eerste instantie om een bestemmings*bepaling*, zoals in de IJsselmeerpolders (Ente, 1966), maar is het doel van de kartering gericht op teeltintensivering en bestemmingsverandering. Het scala van geschiktheden moet daarom zo breed mogelijk zijn. Zij variëren dus van bodemgeschiktheden voor landbouw tot geschiktheden voor hoogbouw, van geschiktheden voor het berijden met tanks tot mogelijkheden voor sportveldaanleg, en van geschiktheden voor recreatiebeplanting tot geschiktheden voor het bakken van bepaalde steensoorten.

Door deze wijd uiteenlopende geschikthedeninterpretaties moet de methodiek afgestemd zijn op de opname van alle waarneembare kenmerken van profiel en terrein en dus niet alleen van die kenmerken, die voor één groep geschiktheden voldoende is.

Als de opdracht zo sterk op de bodemgeschiktheidsbeoordeling gericht is, zou men geneigd zijn het maken van bodemkaarten als een interne tussenfase te beschouwen. En toch wordt de bodemkaart expliciet in de opdracht van de overheid genoemd. De reden hiervan is, dat de overheid, en in dezen dus speciaal de agrarische overheid, behalve beleid en planologie, ook onderzoek, voorlichting en onderwijs betrekt bij de bodemkartering. Daarnaast vertegenwoordigt de bodemkaart informatie over min of meer blijvende eigenschappen van de grond, terwijl de geschiktheden kunnen veranderen door de aanwending van andere technieken.

De bodemkaart geeft niet alleen de verschillen weer tussen verschillende kaarteenheden, zij geeft ook de oppervlakken met gelijksoortige profielopbouw weer. De laatste eigenschap maakt de bodemkaart bij uitstek geschikt

voor die sectoren van het landbouwkundig onderzoek, waar de bodem de belangrijkste component van het onderzoekprogram is. Zij kan de onderzoeker namelijk een indruk geven van de gebieden waar zijn onderzoek toepassing kan vinden. Uiteraard zijn hiervoor kaarten nodig met een voor het gehele land geldende uniforme legenda. De methodiek wordt door dit gebruik van de bodemkaart dus gericht op het hanteren van een landelijk indelingssysteem. De daarin omschreven genormaliseerde bodemeenheden zijn als het ware de grootste gemene deler van de in Nederland voorkomende typen van deze eenheden. Dat wil zeggen dat de typen slechts in beperkte mate mogen variëren, zodat ze voor de toepassingen toch als gelijk zijn te waarderen. Voor de methodiek van het karteren betekent dit, dat regionale verschillen moeten worden ingepast in de landelijke normen.

Het onderwijs verkrijgt door middel van bodemkaarten een mogelijkheid om het oude beeld van de grondsoortenkaart van Staring nader te specificeren naar bodemopbouw. Door de sterke landschappelijke binding van de bodempatronen geven zij tevens een inzicht in het ontstaan van het Nederlandse landschap.

In de methodiek komt dit tot uitdrukking, doordat in de naamgeving zowel de belangrijkste bodemvorming als het landschap waarin deze bodemvorming duidelijk naar voren komt, zijn verwerkt. Zo ligt in de naam enkeerdgrond in 'enk' het landschappelijke beeld vast, in 'eerd' het profiel van een dikke humeuze bovengrond. In de naam slikvaaggrond in 'vaag' de nog afwezige bodemvorming en in 'slik' het bijbehorende landschappelijke beeld (De Bakker en Schelling, 1966).

### HET KARTERINGSBEDRIJF

Het karteringsbedrijf ziet zich nu voor drie vragen geplaatst:

a. Hoe kan de bodem zodanig in kaart worden gebracht, dat de natuurlijke situatie voldoende betrouwbaar wordt weergegeven.
b. Hoe kunnen de kaarteenheden worden vertaald in zinvolle werkeenheden voor de bodemgebruiker.
c. Op welke kenmerken kunnen de bodemeenheden het best worden onderscheiden. Deze laatste is een vraag die in de bodemclassificatie thuishoort en hier dus niet beantwoord wordt.

*Het in kaart brengen van de bodem*

Bij de toelichting op het bodemmodel is gesteld, dat het bodempatroon bepaald wordt door de vormingsprocessen ophoping, verandering, verplaatsing en verdwijning. De landschapsvormen en de profielkenmerken, die het gevolg zijn van de vormingsprocessen, zijn in de regel in het veld goed te herkennen. En hiervan wordt gebruik gemaakt bij de kartering. Uiteraard vraagt dit van de karteerder een grondig inzicht in het ontstaan van het landschap. In de afgelopen jaren is in vele studiekarteringen een grote hoeveelheid kennis verzameld van de genese der diverse landschappen. Deze is gepubliceerd in de reeks 'De bodem van Nederland'.

Bij het karteren worden deze ervaringssjablonen van bodempatronen in

het te karteren landschap getoetst. Hierbij worden twee principes gevolgd.

Van de door de karteerder herkende vlakken wordt geverifieerd of de profielopbouw overeenstemt met het ervaringssjabloon. Zo wordt op een es door een paar boringen vastgesteld of inderdaad een dik humeus dek rust op het oorspronkelijke profiel; in een beekdal wordt geconstateerd of inderdaad een laag veen aanwezig is. Door inpassing in het Systeem van bodemclassificatie (De Bakker en Schelling, 1966) krijgt zo'n vlak een naam.

Het tweede principe is, dat een vlak, een stuk landschap dus, wordt afgegrensd tegen een ander vlak, dat blijkens zijn profielopbouw in een andere eenheid van de bodemclassificatie thuishoort. Daartoe wordt in het terrein gezocht naar oppervlaktekenmerken, zoals hoogteverschillen, verschillen in bovengronden en verschillen in gewasgroei en grondgebruik, die de overgang zouden kunnen markeren.

Afhankelijk van de schaal van de af te leveren kaart worden dergelijke grenzen meer of minder consciëntieus opgezocht. In een kartering op zeer grote schaal bijvoorbeeld, groter dan 1:5000 moet men zelfs de landschappelijke merktekens wel eens laten voor wat ze zijn. Dan moet door kartering langs uitgezette raaien het bodempatroon worden opgespoord. De methodiek van de Stichting voor Bodemkartering berust dus op het principe der vrije kartering, omdat de ervaring geleerd heeft, dat de natuurlijke situatie van een bodempatroon het betrouwbaarst kan worden gereproduceerd door opsporing van de natuurlijke grenzen.

*De vertaling van kaarteenheden in werkeenheden voor de kaartgebruiker*

Op de bodemkaart staan de bodemeenheden aangegeven die in het terrein konden worden onderscheiden. Deze onderscheiding vindt plaats op kenmerken van het bodemprofiel. Kenmerken zijn bijvoorbeeld de kleurintensiteit van een podzol-B-laag, de botanische samenstelling van veen en de aanwezigheid van roest in de bovengrond van een kleigrond. Een kaartgebruiker echter zal vooral voor praktische doeleinden, meer geïnteresseerd zijn in de eigenschappen van de grond, die door deze kenmerken worden weergegeven. Zo zal een intensief bruine podzol-B-laag wijzen op een geringe vertikale doorlatendheid; een mosveengrond zal minder doorlatend en armer aan mineralen zijn dan een bosveengrond; roest tot in de bovengrond betekent in het algemeen periodiek zeer hoge grondwaterstanden. De methodiek van de kartering zal dus met het onderscheiden van de bodemeenheden naar kenmerken bovengenoemde eigenschappen zoveel mogelijk proberen te dekken.

In toenemende mate wordt bij deze vertaling van bodemkenmerken in eigenschappen samengewerkt met de onderzoekinstanties, die juist deze eigenschappen als onderzoekobject hebben, zoals het Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding en het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid. Bij de kartering wordt meestal van de belangrijkste bodemeenheden in profielkuilen de rechtstreekse relatie tussen de bodemkenmerken en de eigenschappen, die erdoor worden geïndiceerd, bepaald. Ca-gehalte, humusgehalte, pH en korrelgrootteverdeling bijvoorbeeld worden steeds bij de profiel-

beschrijvingen bepaald, naast kationenbezettingen, pF-gegevens en doorlatendheid. Deze gegevens worden geëxtrapoleerd naar de niet-bemonsterde eenheden in dezelfde categorie.

Deze vertaling van bodemkenmerken in eigenschappen is niet doenlijk voor alle categorieën kaartgebruikers. Daarom worden voor speciale opdrachten afgeleide kaarten gemaakt, waarop de uit de bodemkenmerken geïnterpreteerde eigenschappen staan aangegeven. Voor de algemeen ter beschikking gestelde kaarten, zoals de 1 : 50000-bodemkaart, wordt een andere methode gevolgd. In een bijbehorende toelichting wordt in tabelvorm weergegeven, welke eigenschappen de desbetreffende bodemeenheid beperken in hun geschiktheid voor bouw- en weiland.

## SAMENVATTING

Een dienst voor de bodemkartering heeft onder meer tot taak ten behoeve van de grondgebruiker kaarten te vervaardigen, waarop de bodem is ingedeeld naar zijn chemische, fysische en biologische kenmerken (bodemkaarten) en naar zijn geschiktheid voor uiteenlopende bestemmingen (bodemgeschiktheidskaarten). De karteringsmethoden die daarbij worden gebruikt zijn in feite het produkt van de eisen van de kaartgebruiker (de opdrachtgever), van de wijze waarop de bodem zich via de terreinkenmerken, dus het landschap, manifesteert en van de kennis en de doelstellingen van de karteringsdienst.

Op grond van zijn ervaring bepaalt de opdrachtgever, waarmee in dit artikel in het bijzonder de overheid wordt bedoeld, de richting van de methodiek in die zin, dat de onderscheiden bodemeenheden bruikbaar moeten zijn voor de bepaling van de geschiktheden van de grond. De opdrachtgever vraagt voorts een methodiek met een landelijk uniforme legenda voor de eventuele extrapolatie van onderzoekresultaten. Daarnaast verlangt hij een uniform termengebruik om de overdracht van bodemkundige kennis mogelijk te maken.

De invloed van de bodem op de methodiek kan met de volgende twee punten worden omschreven.

a. De geordendheid van de bodem in landschappelijke eenheden (wat betreft het afzettingsmechanisme, het grondwaterregiem en de menselijke ingrepen) manifesteert zich aan de oppervlakte in karteerbare grenzen.
b. Door het steeds in dezelfde samenhang terugkerend verband tussen terreinkenmerken en bodemprofiel is het mogelijk met eenvoudige middelen het profiel van de bodemeenheden te controleren.

De invloed van het karteringsbedrijf op de methodiek, tenslotte, bestaat uit:

a. inbreng van grote terreinkennis bij het vaststellen van bodemgrenzen,
b. het aanpassen van natuurlijke bodemgrenzen aan landelijke normen,
c. het verzamelen van gegevens voor de 'vertaling' van bodemkenmerken in eigenschappen van de grond en het daarbij incorporeren van elders verzamelde kennis.

SUMMARY

One of the tasks of a soil survey institute is to compile maps for land users. In these maps the soil is classified according to its chemical, physical and biological features (soil maps), and according to its suitability for different purposes (soil suitability maps).

The survey methods employed are determined by the map user's requirements, by the relation of the soil pattern to landscape, and by the knowledge and objectives of the soil survey institute. These are also the factors constituting the terms of reference of the institute.

LITERATUUR

*Bakker, H. de en J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus, Wageningen.

*Bouman, P. J.*, 1964: Cultuurgeschiedenis van de twintigste eeuw. Prismaboek 1000.

*Ente, P. J.*, 1966: De karteringsmethoden van de Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders. Voordracht voor de Nederlandse Bodemkundige Vereniging.

*Gurvitch, G.*, 1950: La vocation actuelle de la sociologie. Ch. II. La sociologie en profondeur, Paris.

*Liere, W. J. van*, 1948: De bodemgesteldheid van het Westland. De bodemkartering van Nederland, deel II. V.L.O. 54.6 's-Gravenhage.

*Pijls, F. W. G.*, 1948: Een gedetailleerde bodemkartering van de gemeente Didam. De bodemkartering van Nederland, deel I. V.L.O. 54.1 's-Gravenhage.

*Simonson, R. W.*, 1959: Outline of a generalised theory of Soil Genesis. Soil Science Society of America Proceedings. Vol. *23*.

# VOORLOPIGE RESULTATEN VAN DEKZANDONDERZOEK MET DE PLAKBANDMETHODE[1])

*Provisional results of cover sand studies by the adhesive tape method*

**G. C. Maarleveld[2])**

## INLEIDING

Reeds vele jaren wordt zand voor verschillende doeleinden mineralogisch onderzocht. Het is vooral Edelman geweest, die dit onderzoek nieuw leven heeft ingeblazen. De door hem ontwikkelde methode (Edelman, 1933; Edelman & Doeglas, 1933) wordt nog steeds gebruikt (zie o.a. Frechen & Van den Boom, 1959; Vinken, 1959; Zonneveld, 1958).

Voor het vinden van kleine verschillen bleek het echter noodzakelijk de methode te verfijnen. Zo worden thans door enige onderzoekers niet 100 deeltjes per preparaat bewerkt, doch 300. Ook wordt om bepaalde verschillen beter te doen uitkomen soms niet het materiaal van 50–500 mu onderzocht, doch beperkt men zich tot nauwere fractiegrenzen (Crommelin, 1953).

Van Baren (1953) heeft een methode ontwikkeld voor het onderzoek van de lichte mineralen. Dit is van des te meer belang, omdat de Nederlandse zanden vrijwel geheel uit dit materiaal bestaan. Van Baren scheidde eerst de niet-karakteristieke kwartskorrels van de overige korrels. Hij telde 100 deeltjes en bepaalde het percentage niet-karakteristieke kwartskorrels. Hierna werd doorgeteld tot 100 karakteristieke kwartskorrels en werd het percentage verschillende veldspaten, glimmer, glauconiet en gesteente-fragmenten bepaald. Deze methode is vrij tijdrovend en werd tot heden in tegenstelling tot de zware-mineralenmethode (zie o.a. Koldewijn, 1955) weinig gebruikt.

De in ons onderzoek toegepaste werkwijze toont overeenkomst met de door Van Baren geïntroduceerde. Ze is echter veel eenvoudiger en zonder kennis van mineralen en zonder een polarisatie-microscoop te hanteren. Het is echter wellicht goed er met nadruk op te wijzen dat zij verder onderzoek geenszins overbodig maakt. Integendeel, door het gebruik van de hier te beschrijven werkwijze zal veelal wèl een effectievere monstername van materiaal voor mineralogisch onderzoek mogelijk zijn, *daar de in het veld werkende onderzoeker al tijdens de kartering geïnformeerd zal kunnen zijn omtrent eventuele verschillen in samenstelling*, maar daarna is veelal uitgebreid mineralogisch onderzoek nodig om uitsluitsel over de aard van de gevonden verschillen te krijgen.

## 2. WERKWIJZE

Het materiaal voor ons onderzoek was afkomstig van dekzandruggen en stuifzandheuvels. Bij de monstername is vooral gelet op verontreiniging met humusdeeltjes, houtskoolpartikeltjes en ijzer. In het laboratorium is het

[1]) Onderzoek verricht met steun van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek

[2]) Universiteit van Amsterdam, Amsterdam. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen

materiaal in $H_2O_2$ (30%) gekookt en behandeld met HCl (25%). Na droging is het zand van de fracties 105–75, 210–150 en 420–300 mu uitgezeefd. Vervolgens is het gezeefde zand op de kleefkant van een strookje doorzichtig plakband gestrooid. De losse korrels zijn door omdraaien van het strookje verwijderd, waarna een strip met gelijkmatig liggende deeltjes overbleef. De plakbandstrook is tenslotte op een objectglaasje bevestigd en wel met het niet door zand bedekte deel (fig. 1).

Met het doel het tellen sterk te vereenvoudigen, is aan de hand van foto's de grootte van cirkels berekend waarbinnen duizend deeltjes uit de fracties 105–75 en 210–150 mu of vijfhonderd deeltjes uit fractie 420–300 mu op de doorzichtige plakbandstrook voorkomen (zie fig. 2). Vervolgens is ook een objectglaasje beplakt met papier, waarop deze cirkels staan aangegeven. Als nu een objectglaasje met zand op een glaasje met cirkels wordt gelegd (fig. 3), behoeft slechts het aantal karakteristieke bestanddelen binnen vijf cirkels te worden geteld. Men weet dan hoeveel van deze bestanddelen voorkomen op $\pm$ 5000 korrels in de fractie 210–150 mu of 105–75 mu of op $\pm$ 2500 korrels in de fractie 420–300 mu. Voor het tellen van de witte bestanddelen wordt een zwarte ondergrond gebruikt, voor de groene, rode en zwarte een witte.

Daar er overgangen voorkomen van het ene naar het andere karakteris-

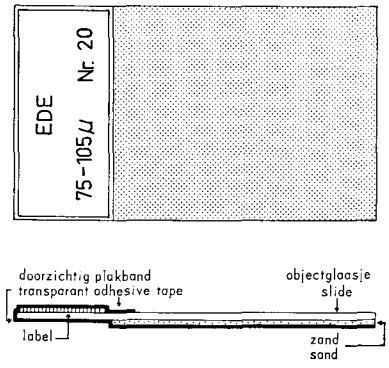



Fig. 1. Boven- en zijaanzicht van een objectglaasje, waarop een plakbandstrook met zandkorrels is bevestigd
*Fig. 1. Sample of sand adhering to a strip of transparant tape mounted on a slide (top-view and side-view)*

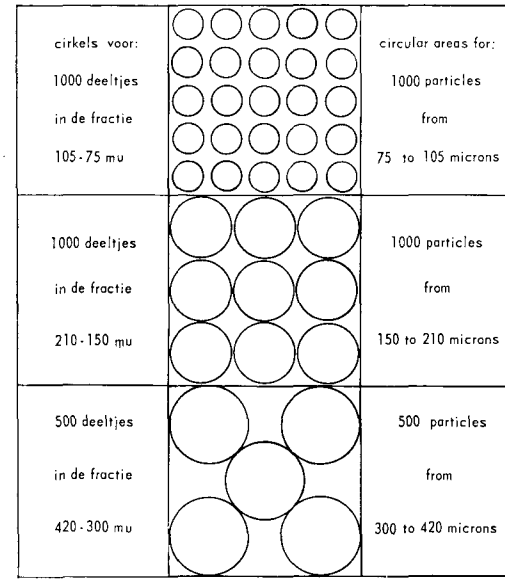



Fig. 2. Cirkels voor het tellen van deeltjes onder een binoculair. Voor het tellen van witte bestanddelen wordt een zwarte ondergrond toegevoegd
*Fig. 2. Circular areas for the examination of sand with a stereomicroscope. By determination of the amount of white components a black background is added to the paper with circular areas*

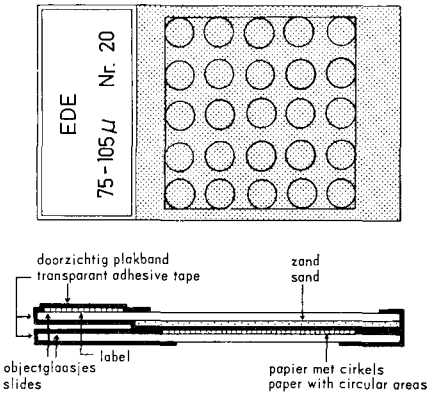



Fig. 3. Een objectglaasje met minerale deeltjes en cirkels, gereed voor het onderzoek (boven- en zijaanzicht)
*Fig. 3. Sample of sand and paper with circular areas mounted on a slide ready for the determination of the amount of black components with a stereomicroscope (top-view and side-view)*

tieke korreltype van een bepaalde kleur, werd steeds vooral een standaardmonster geteld.[1])

## 3. VERBREIDING DER ONDERSCHEIDEN COMPONENTEN

### *a. Groene bestanddelen*

In de fractie 105–75 mu worden groene bestanddelen in hoeveelheden van $2^0/_{00}$ of meer[2]) voornamelijk in de nabijheid van rivieren zoals IJssel, Oude IJssel en Maas, in een gebied nabij Westerhoven en in westelijk Noordbrabant aangetroffen (fig. 4). De fractie 210–150 mu toont een overeenkomstig beeld. Van de grofste van beide fracties komen hoeveelheden van meer dan $2^0/_{00}$ slechts voor in het zuidelijk deel van Midden-Limburg en in het zuidoosten van Noordbrabant.

### *b. Zwarte bestanddelen*

Op de kaart van figuur 5, die alleen betrekking heeft op de fractie 105–75 mu, vallen de grote hoeveelheden zwarte bestanddelen op in de monsters, die afkomstig zijn uit een strook langs de IJssel en de Oude IJssel en in het bijzonder uit het gebied langs de Maas. Ook blijken de monsters uit Midden- en Oost-brabant vrij rijk aan zwarte bestanddelen te zijn.

Bij de fractie 210–150 mu blijken de monsters langs de IJssel, de Oude IJssel en in het Land van Maas en Waal de grootste hoeveelheden te bezitten. In Midden- en oostelijk Noordbrabant zijn geen monsters gevonden die meer dan $2\ ^0/_{00}$ zwarte bestanddelen bevatten. Opvallend is dat dergelijke hoeveelheden wel zijn gevonden in het gebied ten westen van Breda.

In de grofste fractie treffen we wel langs de IJssel en de Oude IJssel

[1]) De voor deze studie verzamelde monsters werden geanalyseerd door de heren: G. J. van den Brink, G. Heintzberger, Jhr. F. K. A. Meyer en D. Schoonderbeek. De in de tekst voorkomende figuren werden door de heren H. C. Bos, W. Bos, P. G. Dusault, B. van den Oosterkamp, C. P. van der Spek en L. R. J. van Weegel vervaardigd.

Voor de opmerkingen en hulp is verder een woord van dank op zijn plaats voor de heren Dr. R. D. Crommelin, G. W. de Lange, E. A. Koster, Dr. Ir. J. Schelling, D. Schoonderbeek en J. W. Zwolschen.

[2]) De toegepaste indeling in groepen wordt in de volgende paragraaf verklaard.

monsters met meer dan $2^0/_{00}$ aan, echter niet in het Land van Maas en Waal en in Noord-Limburg. In Midden-Limburg en oostelijk Noordbrabant bevatten evenwel vrij veel monsters 2 of $3^0/_{00}$. Dit is eveneens het geval westelijk van Breda.

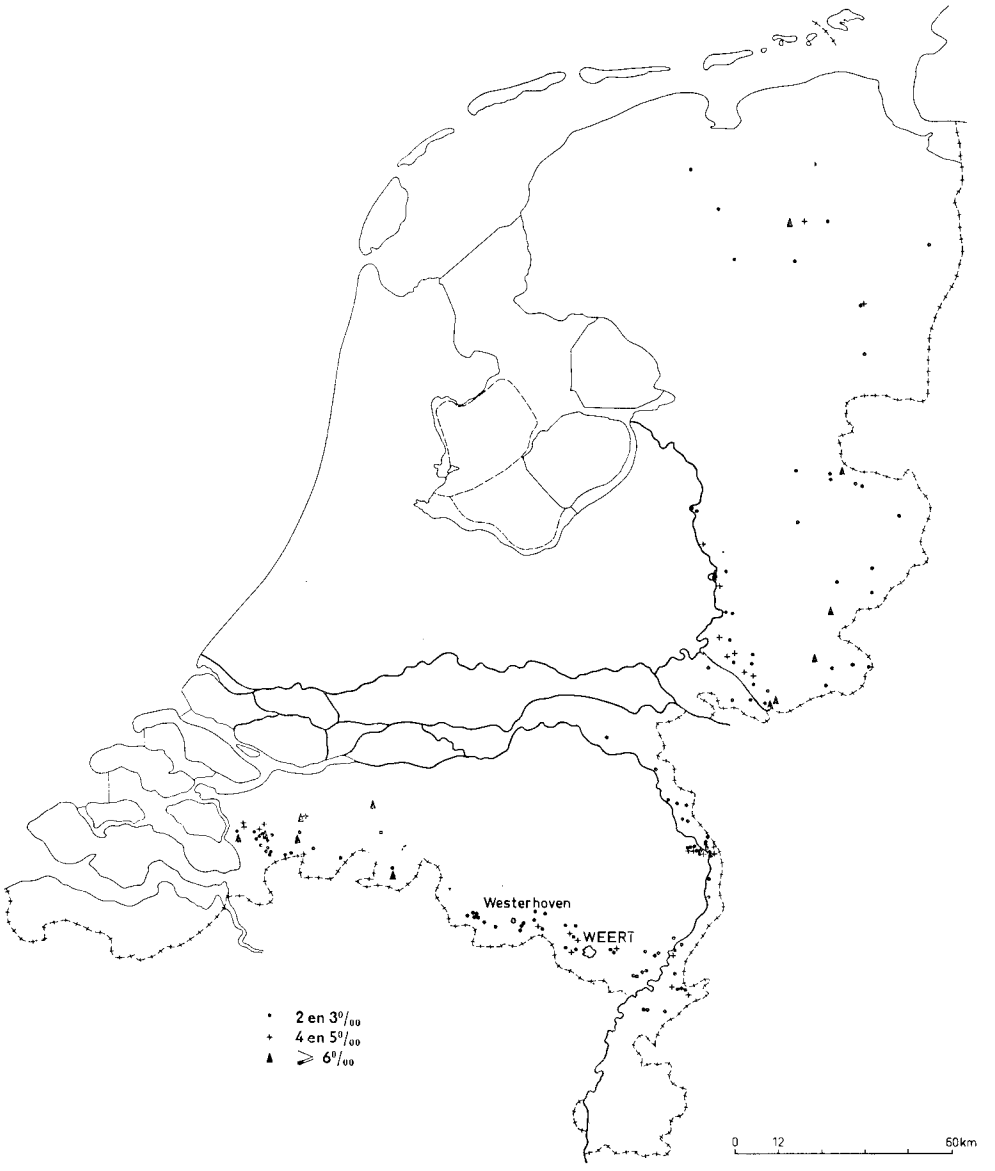



Fig. 4. Vindplaatsen van monsters met meer dan $1^0/_{00}$ groene bestanddelen in de fractie 105–75 mu

*Fig. 4. Location of samples with over $1^0/_{00}$ green components in the 75–105 micron fraction*

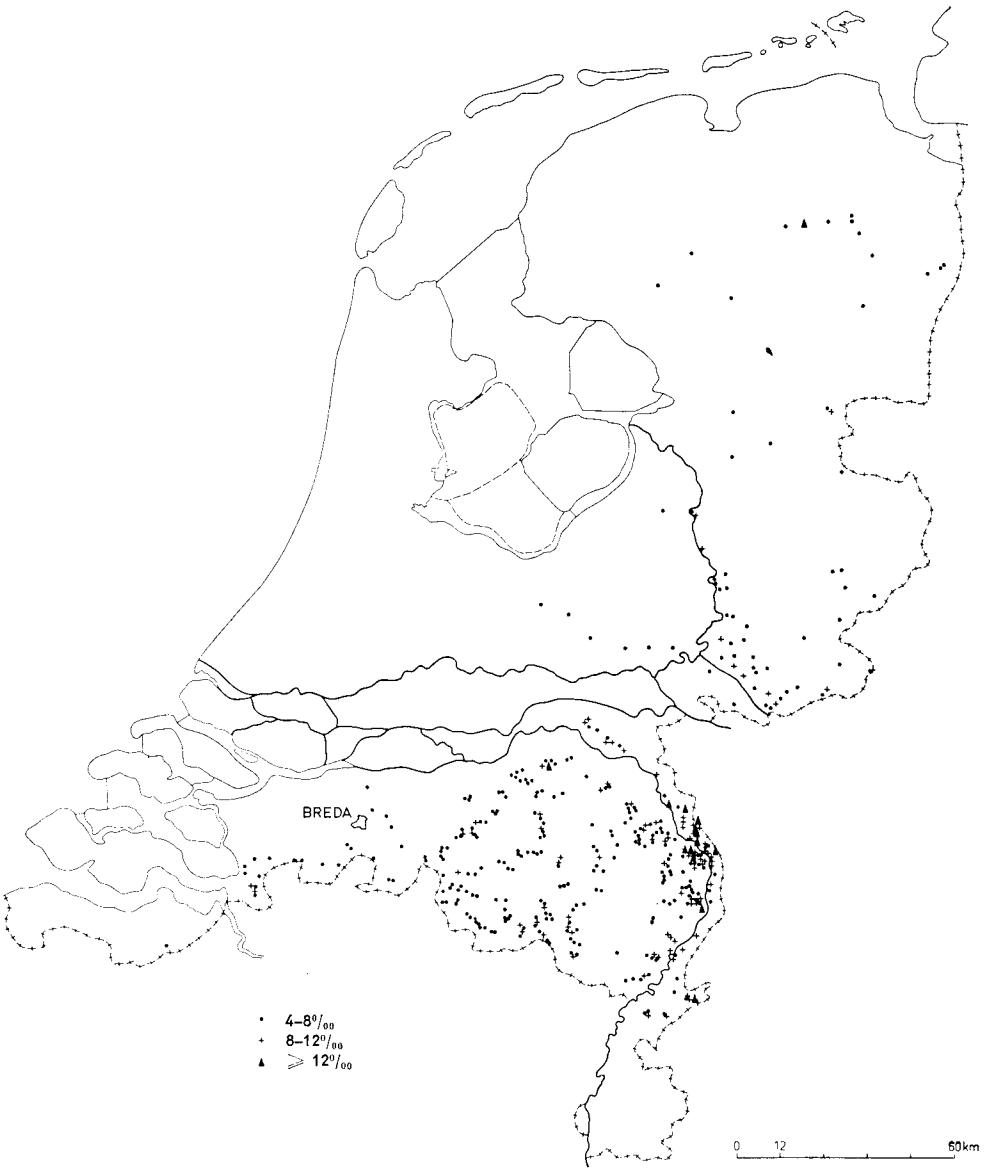



Fig. 5. Vindplaatsen van monsters met meer dan 3‰ zwarte bestanddelen in de fractie 105–75 mu

*Fig. 5. Location of samples with over 3‰ black components in the 75–105 micron fraction*

*c. Rode bestanddelen*

Daar de rode bestanddelen in hoeveelheden van 2‰ of meer vrijwel uitsluitend in de grofste fractie voorkomen, wordt alleen deze fractie hier vermeld. Opvallend is het aantal monsters met hoeveelheden van 2‰ of meer in een strook langs de Oude IJssel, in het Land van Maas en Waal, het gebied zuidelijk van Oss, nabij Westerhoven en in oostelijk Zeeuwsch-Vlaanderen (fig. 6).

Fig. 6. Vindplaatsen van monsters met 2‰ of meer rode bestanddelen in de fractie 420–300 mu

*Fig. 6. Location of samples with 2‰ and more red components in the 300–420 micron fraction*

Fig. 7. Vindplaatsen van monsters met minder dan 15‰ en meer dan 59‰ witte bestanddelen in de fractie 105–75 mu

*Fig. 7. Location of samples with less than 15‰ and over 59‰ white components in the 75–105 micron fraction*

*d. Witte bestanddelen*

De grootste hoeveelheden witte bestanddelen werden in de fractie 105–75 mu bij de eolische afzettingen oostelijk van de IJssel en de Oude IJssel aangetroffen (zie fig. 7).

Ook elders in Overijssel en in de Gelderse Achterhoek zijn monsters met aanzienlijke hoeveelheden gevonden. Sterk verschilt hiervan de rest van Nederland. Zo wordt bijvoorbeeld minder dan $15^0/_{00}$ witte bestanddelen aangetroffen in de monsters westelijk van de Maas en in enige monsters uit het lage deel van de Gelderse Vallei.

Een soortgelijk beeld levert de fractie 210–150 mu. Vrij sterk wijkt hiervan de fractie 420–300 mu af. Hierin blijkt een hoeveelheid $< 15^0/_{00}$ vooral in het zuiden van het land veelvuldig voor te komen, doch ook in de Gelderse Vallei, een gebied westelijk van Hengelo en in geheel noordelijk Nederland, bezitten talrijke monsters deze hoeveelheid. De hoogste percentages komen ook bij deze fractie in het gebied langs de IJssel en de Oude IJssel voor (fig. 8).

*e. Restgroep*

Betrekkelijk grote hoeveelheden restbestanddelen werden in de monsters uit zuidelijk Nederland en de Gelderse Achterhoek aangetroffen. In de fractie 105–75 en 210–150 mu werden de grootste hoeveelheden ($12^0/_{00}$ of meer) in monsters uit het gebied nabij de Oude IJssel en de Maas gevonden.

Bij de grofste fractie komen in Noord-Nederland vrijwel geen monsters met meer dan $12^0/_{00}$ voor. Opvallend is het grote aantal monsters met meer dan $12^0/_{00}$ in het noordelijk deel van de provincie Noordbrabant, in de Gelderse Vallei, het Land van Maas en Waal en in het gebied langs de IJssel en Oude IJssel.

## 4. GROEPERING DER UITKOMSTEN

In de vorige paragraaf werd een overzicht gegeven van de analyse-uitkomsten. Hieruit verkrijgt men een indruk omtrent de verbreiding en het veelvuldig voorkomen der afzonderlijke bestanddelen. Daar het echter onze taak is de gevonden verschillen en de samenhang tussen de uitkomsten te verklaren, werden aan de hand ervan groepen samengesteld. Verder werd nagegaan welke van de groepen karakteristiek voor bepaalde gebieden zijn en werd onderzocht welke associaties[1]) van groepen kenmerkend voor deze gebieden zijn.

Getracht werd de uitkomsten op een zodanige wijze te rangschikken dat zij voor de geologische en geomorfologische opbouw van het natuurlijke landschap in het gunstigste licht vallen.[2]) Zo zijn bijvoorbeeld – onder andere in verband met het voorkomen van materiaal ontleend aan de For-

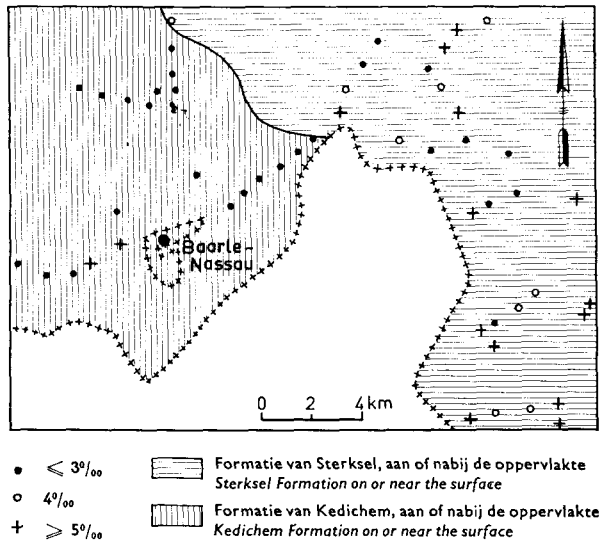
[1]) Een associatie is hier dus opgebouwd uit groepen, die ieder afzonderlijk zijn bepaald door promille-grenzen.

[2]) Bij de bodemkartering houdt de rangschikking veelal verband met de landbouwkundige waarde. Bij de geoloog is dikwijls de betekenis voor het genetische beeld bij de rangschikking bepalend.

Fig. 8. Vindplaatsen van monsters met minder dan 15‰ en 60–120‰ witte bestanddelen in de fractie 300–420 mu

*Fig. 8. Location of samples with less than 15‰ and 60–120‰ white components in the 300–420 micron fraction*

Fig. 9. De hoeveelheid zware bestanddelen in de afzettingen nabij Baarle-Nassau (fractie 105–75 mu)
*Fig. 9. Quantity of black components in the deposits near Baarle-Nassau (75–105 micron fraction)*




maties van Kedichem en Sterksel – de gegevens van de zwarte bestanddelen van de fractie 105–75 mu in een groep met minder dan $4^0/_{00}$ en in een groep met $4^0/_{00}$ of meer onderverdeeld. Zou in dit geval $5^0/_{00}$ als grens gekozen zijn, dan zouden in het in fig. 9 weergegeven gebied met in de ondergrond de Formatie van Sterksel, slechts 13 van de 31 monsters tot de groep met $5^0/_{00}$ of meer behoren, in plaats van 22 bij $4^0/_{00}$ of meer. De groepen werden dus met opzet zo gekozen dat volgens de huidige inzichten een geologisch en geomorfologisch verantwoord beeld werd verkregen, een keuze die weliswaar afhankelijk is van de ervaring en kennis van de onderzoeker.

De gevolgde indeling berust op de gegevens van de fractie 105–75 mu. Hiervoor geldt de overweging, dat het aantal karakteristieke bestanddelen binnen deze fractie in de meeste gevallen het grootst is (zie fig. 10).

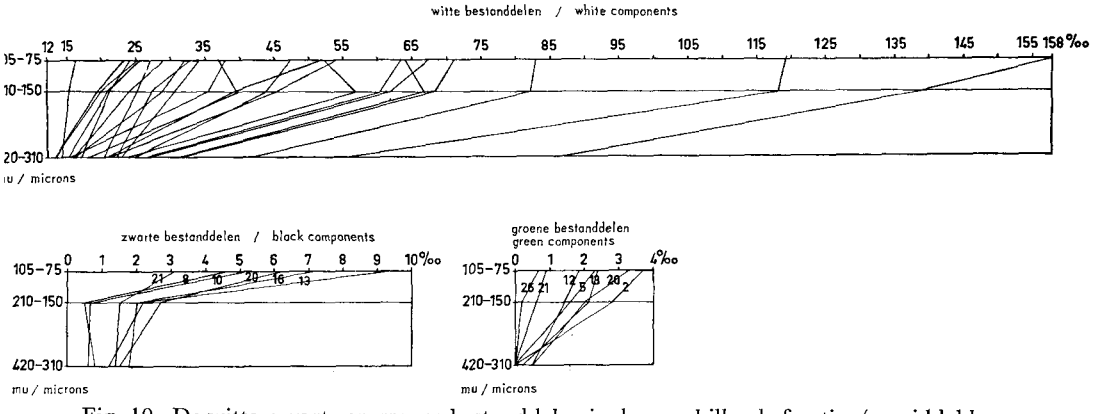



Fig. 10. De witte, zwarte en groene bestanddelen in de verschillende fracties (gemiddelden per gebied)
*Fig. 10. White, black and green components in the different fractions (averages for each area)*

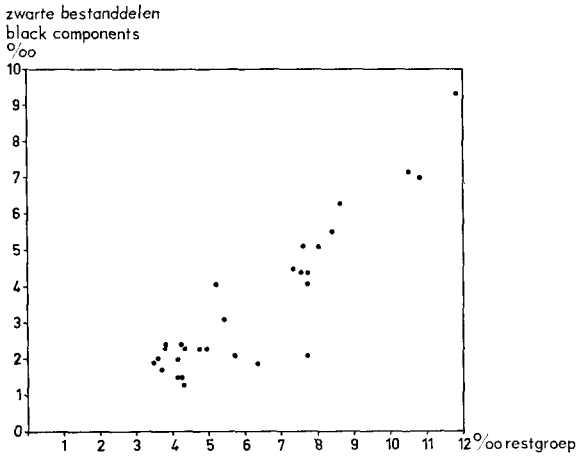



Fig. 11. Het verband tussen het voorkomen van zwarte bestanddelen en restgroep-bestanddelen in de 29 gebieden (fractie 105–75 mu)
*Fig. 11. Relationship of the frequency of black components to the components of the residual group in the 29 areas (75–105 micron fraction)*

Voor de samenstelling der associaties werden slechts de uitkomsten der zwarte, groene en witte bestanddelen gegroepeerd. De rode bestanddelen komen hiervoor door de te geringe hoeveelheden in deze fractie niet in aanmerking. Van de restgroep werd eveneens geen gebruik gemaakt, daar er bij de monsters verband bestaat tussen de hoeveelheid van deze component en die der zwarte bestanddelen (zie fig. 11).

Zoals hierboven al werd vermeld, zijn de uitkomsten der zwarte bestanddelen in twee groepen gescheiden (minder dan $4^0/_{00}$ bestanddelen en $4^0/_{00}$ of meer). Bij de groene bestanddelen werden eveneens twee groepen onderscheiden: een groep met minder dan $2^0/_{00}$ groene componenten en een met $2^0/_{00}$ of meer. Niet minder dan acht groepen werden bij de witte bestanddelen samengesteld. De grenzen ervan werden bij 15, 30, 45, 60, 75, 90 en $120^0/_{00}$ gelegd.

Uitgaande van de onderscheiden groepen zijn 32 verschillende associaties mogelijk. Worden de associaties op een kaart aangegeven, dan levert het omgrenzen van de gebieden met een landschappelijk verantwoord beeld echter moeilijkheden op. Bij de indeling der gebieden werd dan ook een andere werkwijze gevolgd. Zo werden eerst geologische en geomorfologische kaarten bestudeerd en werden de grenzen die op deze kaarten voorkomen op de basiskaart ingetekend. Daarna werden voor elk van de drie soorten bestanddelen kaarten gemaakt, waarop werd aangetekend tot welk van de onderscheiden groepen de monsters behoren (zie fig. 12, A, B, C). Wanneer meer dan 55% van de monsters binnen een bepaalde oppervlakte tot één groep behoorde, werd nagegaan of dat kaartdeel in aanmerking kwam om als gebied te worden aangegeven. Hierbij werd eerst aandacht besteed aan de groene bestanddelen en daarna aan de zwarte en witte, een volgorde die verband houdt met de aan de bestanddelen toegekende waarde.

Werd het verantwoord gevonden een gebied in verband met het voorkomen van een groep te omgrenzen, dan werd uitgezocht welke andere groepen bij meer dan 55% der monsters binnen het gebied voorkwamen, om ten-

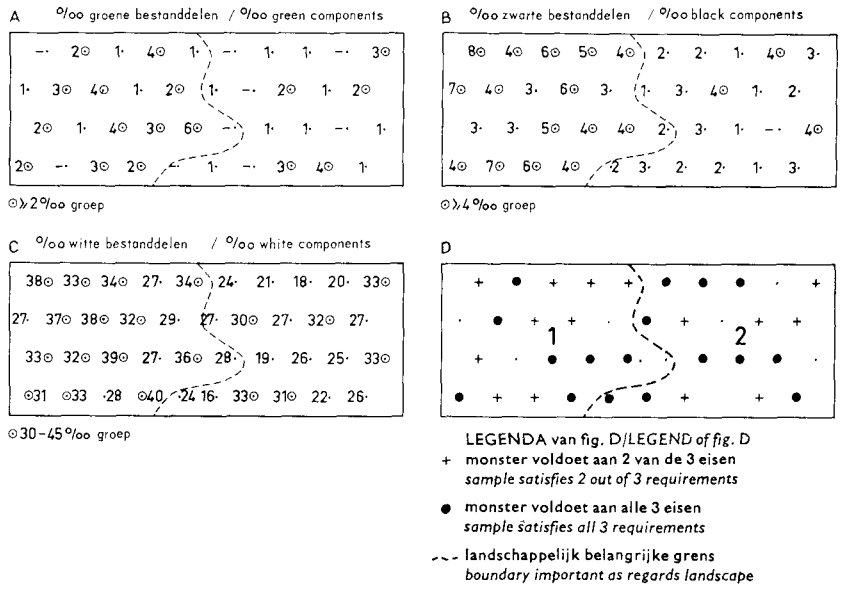



Fig. 12. Voorbeeld van de gevolgde werkwijze bij de indeling in gebieden
*Fig. 12. Example of the method of areal classification*

slotte een bepaalde associatie voor het gebied te kunnen aangeven (zie tabel 1). Bij de op deze wijze gevonden associatie werd dus *niet* als eis gesteld dat ieder afzonderlijk monster van een gebied deze drie groepen (zie als voorbeeld fig. 12D) moet bezitten, doch *wel* dat iedere groep *afzonderlijk* bij minstens 55% van het totale aantal monsters aanwezig dient te zijn.[1]) Aldus werden 29 gebieden onderscheiden (zie tabel 1). Hiervan zijn er vier met dezelfde associatie. Twee andere associaties komen ieder driemaal voor en drie associaties ieder tweemaal. Verder zijn drie complexen onderscheiden. Per gebied bezit meer dan 70% van de monsters tenminste twee van de drie groepen van een associatie.

Uit de gemiddelde samenstelling van de monsters der gebieden met dezelfde associaties blijkt dat niet alleen de samenstellingen van de fractie 105–75 mu, doch tevens die der andere fracties onderling geen belangrijke verschillen vertonen. Een uitzondering vormen echter de monsters van ge-

[1]) Deze werkwijze is enigszins vergelijkbaar met die bij bodemkundige en geologische karteringen. Hierbij worden in feite ook de *dominerende* kenmerken per omgrensd gebied aangegeven.

TABEL 1. Aantal onderzochte monsters, gemiddelde hoeveelheden groene, zwarte en witte bestanddelen (in ‰) in de fracties 420–300, 210–150 en 105–75 mu en samenstelling van de associaties in de 29 onderscheiden gebieden

TABLE 1. *Numbers of samples investigated, average amounts of green, black and white components (in ‰) in the 300–420, 150–210 and 75–105 micron fractions and the composition of the associations in the 29 different areas*

| Gebied / *Area* | Aantal monsters *Number of samples* | ‰ bestandd. in fractie 420–300 mu ‰ *components in the 300–420 micron fraction* | | | ‰ bestandd. in fractie 210–150 mu ‰ *components in the 150–210 micron fraction* | | | ‰ bestandd. in fractie 105–75 mu ‰ *components in the 75–105 micron fraction* | | | Samenstelling van de associaties *Composition of the associations* | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | | | | | samenstellende groepen *constituent groups* | | | % monsters met kenmerken van minstens 2 groepen % *samples having characteristics of at least 2 groups* |
| No. Naam / *Name* | | groen *green* | zwart *black* | wit *white* | groen *green* | zwart *black* | wit *white* | groen *green* | zwart *black* | wit *white* | groen *green* | zwart *black* | wit *white* | |
| 1 Zeeuwsch-Vlaanderen | 21 | – | 1 | 25 | x | 1 | 44 | – | 2 | 47 | <2 | <4 | 45–60 | 95 |
| 2 Halsteren | 10 | – | 1 | 16 | 3 | 1 | 36 | 4 | 5 | 38 | ⩾2 | ⩾4 | 30–45 | 80 |
| 3 Woensdrecht | 15 | – | x | 20 | 1 | 1 | 25 | 1 | 5 | 27 | <2 | ⩾4 | 15–30 | 73 |
| 4 Bosschenhoofd | 12 | – | 1 | 14 | – | 1 | 20 | x | 4 | 25 | <2 | ⩾4 | 15–30 | 75 |
| 5 Wouw | 15 | – | 1 | 23 | 2 | 1 | 30 | 2 | 2 | 34 | ⩾2 | <4 | 30–45 | 93 |
| 7 Rucphen | 89 | – | 1 | 17 | x | 1 | 21 | 1 | 2 | 24 | <2 | <4 | 15–30 | 96 |
| 8 Made - Oss | 35 | – | 1 | 21 | – | 1 | 46 | x | 4 | 54 | <2 | ⩾4 | 45–60 | 94 |
| 9 Teteringen - De Rips | 121 | – | 1 | 16 | – | 1 | 29 | – | 4 | 32 | <2 | ⩾4 | 30–45 | 85 |
| 10 Goirle - Venray | 143 | – | 1 | 13 | x | 1 | 19 | x | 5 | 23 | <2 | ⩾4 | 15–30 | 93 |
| 12 Westerhoven | 38 | 1 | x | 22 | 1 | 1 | 27 | 2 | 6 | 33 | ⩾2 | ⩾4 | 30–45 | 79 |
| 13 Heythuizen - Gennep | 61 | x | 2 | 15 | 2 | 2 | 21 | 2 | 9 | 26 | ⩾2 | ⩾4 | 15–30 | 93 |
| 14 Horn - Montfort | 17 | 1 | 4 | 14 | 3 | 2 | 15 | 2 | 7 | 16 | ⩾2 | ⩾4 | <15 | 94 |
| 16 Maas en Waal | 12 | – | 1 | 16 | 1 | 2 | 24 | 1 | 7 | 29 | <2 | ⩾4 | 15–30 | 90 |

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 17 Stuwwallen dekzand Utrecht en Veluwe | 8 | – | 1 | 17 | – | 1 | 32 | – | 4 | 39 | <2 | ⩾4 | 30–45 | 100 |
| 18 Gelderse Vallei | 65 | – | x | 18 | – | x | 22 | – | 2 | 23 | <2 | <4 | 15–30 | 98 |
| 19 Randzanden Utrecht en Veluwe | 46 | – | 1 | 19 | – | x | 30 | – | 2 | 35 | <2 | <4 | 30–45 | 100 |
| 20 IJsselduinen | 24 | 1 | 2 | 86 | 2 | 3 | 139 | 3 | 6 | 158 | ⩾2 | ⩾4 | ⩾120 | 91 |
| 21 Vorden - Dinxperlo | 31 | – | 1 | 56 | 1 | 2 | 118 | 1 | 3 | 119 | <2 | <4 | 90–120 | 77 |
| 22 Wesepe - Lichtenvoorde | 42 | – | 1 | 42 | x | 1 | 82 | x | 2 | 83 | <2 | <4 | 75–90 | 95 |
| 23 Raalte - Laren | 33 | – | 1 | 31 | x | 1 | 67 | 1 | 2 | 64 | <2 | <4 | 60–75 | 91 |
| 24 Enschede | 15 | – | 1 | 27 | x | 1 | 62 | 1 | 2 | 67 | <2 | <4 | 60–75 | 100 |
| 25 Den Ham - Goor | 23 | – | 1 | 18 | x | 1 | 40 | x | 2 | 37 | <2 | <4 | 30–45 | 100 |
| 26 Hengelo | 35 | – | 1 | 24 | x | 1 | 57 | 1 | 2 | 52 | <2 | <4 | 45–60 | 97 |
| 27 Beekduinen van Midden-Overijssel | 14 | – | 1 | 27 | 1 | 1 | 61 | 1 | 2 | 63 | <2 | <4 | 45–60<br>60–75 | – |
| 28 Berkelgebied | 11 | x | x | 31 | 1 | 1 | 67 | 1 | 1 | 73 | <2 | <4 | 60–75<br>75–90 | – |
| 30 Vecht- en Dinkelstreek | 28 | – | 1 | 24 | – | 1 | 45 | x | 2 | 51 | <2 | <4 | 30–45<br>45–60 | – |
| 31 Drachten - Winschoten | 118 | x | 1 | 17 | x | 1 | 30 | x | 2 | 38 | <2 | <4 | 30–45 | 96 |
| 32 Dekzandgordel Friesland | 16 | – | 1 | 17 | – | 1 | 26 | x | 2 | 28 | <2 | <4 | 15–30<br>30–45 | – |
| 33 Surhuisterveen - Assen | 19 | – | 2 | 22 | 1 | 1 | 38 | 1 | 2 | 53 | <2 | <4 | 45–60 | 83 |

x: minder dan 1‰ / *less than 1‰.*

bied 26 (Hengelo). Hier wijken de percentages van de fractie 210–150 mu vrij sterk af van die uit de gebieden 1 en 33, resp. Zeeuwsch-Vlaanderen en Surhuisterveen-Assen.

## 5. DE GEBIEDEN

*a. Noord-Nederland*

Tot Noord-Nederland wordt hier het deel van de drie noordelijke provincies gerekend dat bekend staat als het glaciale plateau. Dit gebied bezit een min of meer aaneengesloten pakket keileem aan of nabij de oppervlakte. In deze publikatie worden ook hiertoe gerekend het Groningse veengebied met zand in de ondergrond en het dekzandgebied.

In Noord-Nederland werd een drietal gebieden onderscheiden. Hiervan is *gebied 31 (Drachten en Winschoten)* verreweg het grootst. De zuidgrens ervan valt samen met die van het glaciale gebied. In het noorden en westen grenst het gebied resp. aan de gebieden 33 en 32. De keileemhoogten van Gaasterland, evenals die van Groningen (zie fig. 13) zijn hiertoe gerekend, terwijl ook het Groningse dekzandgebied, al of niet door veen bedekt, hierbinnen valt.

Wat de herkomst van het zand betreft, menen we dat slechts zeer weinig materiaal direct aan de grondmorene ontleend zal zijn. Dit is echter wel indirect het geval. Sneeuwsmeltwater en het water der beken zal de grondmorene sterk hebben aangetast. De fijne bestanddelen van het verspoelde materiaal zullen door de wind in droge tijden uit de beekdalen zijn opgenomen en op het plateau zijn afgezet. Dat de Groningse dekzandmonsters dezelfde samenstelling vertonen als die van het glaciale gebied, valt niet te verwonderen. In de nabijheid van dit gebied vond vrij sterke aantasting van de grondmorene plaats en veel van het materiaal zal hier terecht zijn gekomen. Hetzelfde geldt voor de duinen langs de Hunze (fig. 13).

Ook *gebied 33 (Surhuisterveen–Assen)* is een deel van het Drents-Friese glaciale plateau. In dit gebied werden veel monsters aangetroffen, die in vergelijking met gebied 31 een vrij hoog percentage witte bestanddelen in de fractie 105–75 mu bevatten. Bij de twee grovere fracties van deze monsters is het verschil in samenstelling ten opzichte van gebied 31 veel geringer. Dit kan erop duiden dat in de ondergrond aanwezig fijnkorrelig materiaal door de wind is opgenomen. Deze monsters liggen namelijk in een gebied waar potklei aan de oppervlakte voorkomt. De zware potklei zal moeilijk materiaal voor stuiving geleverd kunnen hebben, doch het is wel waarschijnlijk dat samen met potklei andere fijnkorrelige premorenale afzettingen tijdens de periode van stuiving hebben gedagzoomd. We menen dus dat in dit gebied de invloed van het dagzomende materiaal vrij groot is geweest; dit in tegenstelling tot gebied 31 waar het materiaal in hoofdzaak uit de beekdalen afkomstig zal zijn geweest.

*Gebied 32 (Dekzandgordel Friesland)* bestaat voornamelijk uit een strook vrij hoge zandgronden, die zich van enige afstand oostelijk van Leeuwarden in zuidoostelijke richting uitstrekt. Dit gebied valt samen met de zgn. Friese

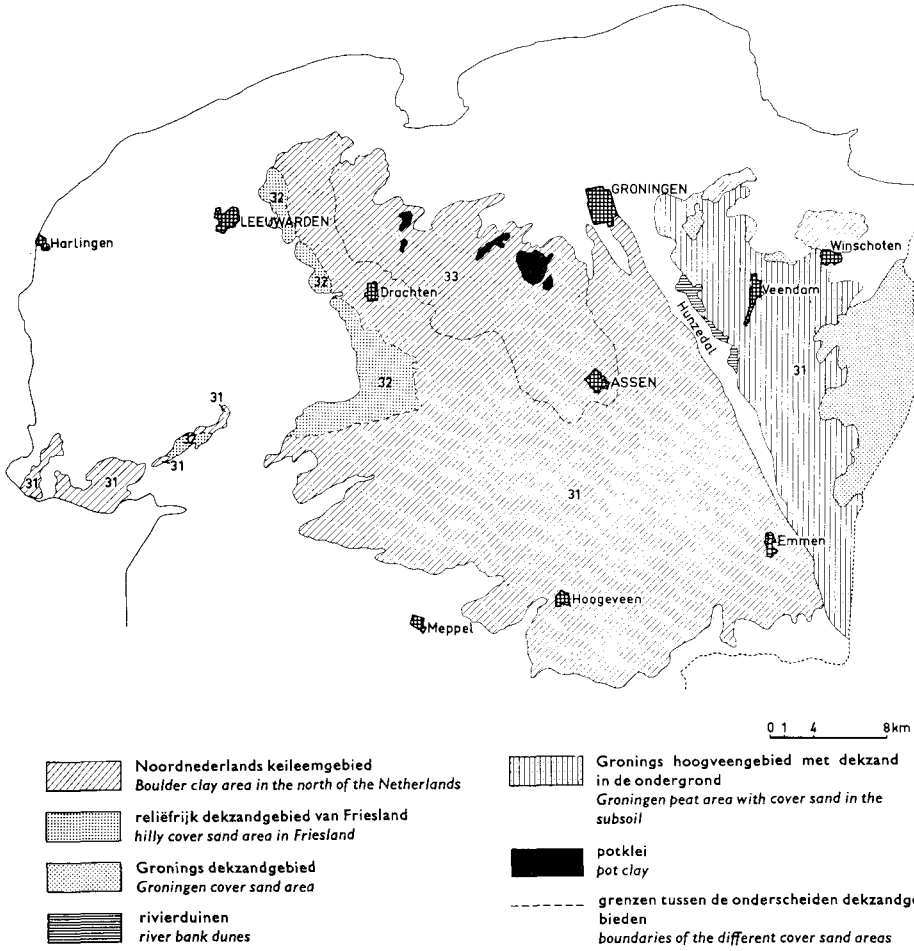



Fig. 13. De onderscheiden gebieden in het noorden van Nederland
*Fig. 13. The various areas in the north of the Netherlands*

dekzandgordel. De monsters uit dit gebied bevatten de geringste hoeveelheden karakteristieke bestanddelen van Noord-Nederland, hetgeen vooral in de hoeveelheid witte componenten tot uitdrukking komt. Het verschil in samenstelling tussen de fracties onderling is zeer gering. Er zijn aanwijzingen dat het zand uit westelijke richting is aangevoerd.

*b. Midden-Nederland*

Tot Midden-Nederland wordt het gebied gerekend dat zich bevindt ten zuiden van het Noordnederlandse glaciale plateau en ten noorden van de Rijn.

Het eerst wordt hier *gebied 18 (Gelderse Vallei* en de aangrenzende lage dekzandgebieden) genoemd. Het is een overwegend laag gelegen en vlak zand-

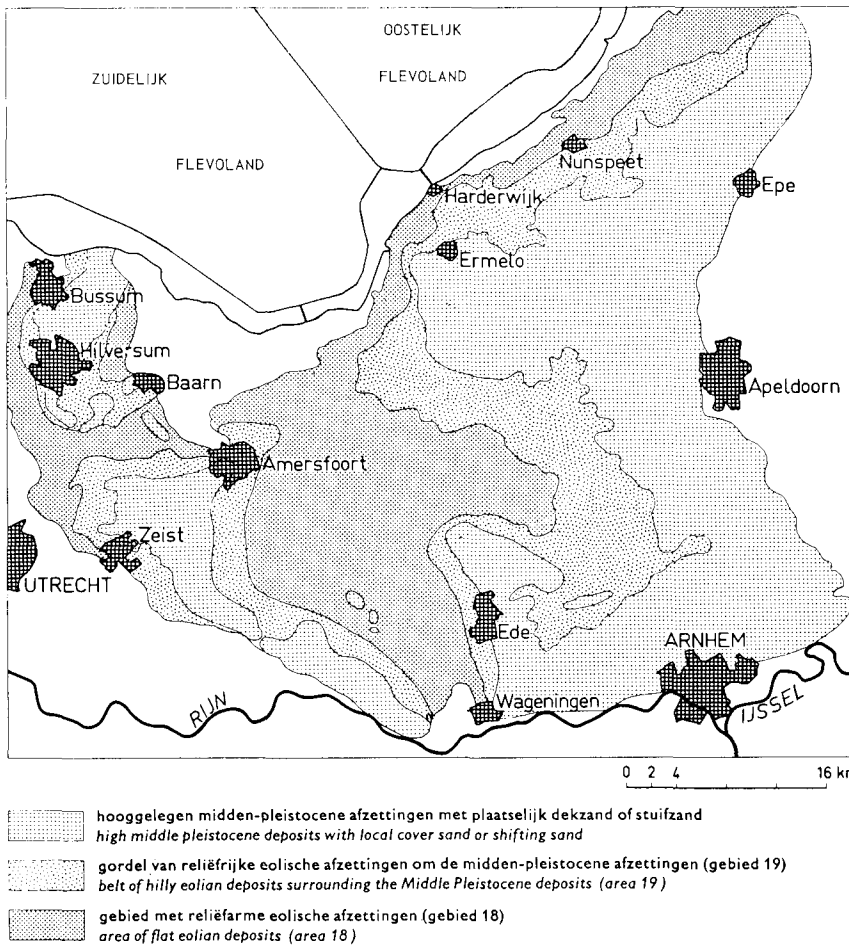



Fig. 14. De ligging van de gebieden 18 en 19 en de geomorfologische gesteldheid van de Gelderse Vallei en omgeving
*Fig. 14. The situation of areas 18 and 19 and the geomorphological features of the Gelderse Vallei and its vicinity*

gebied, afgewisseld door vrij lage dekzandruggen en beekduinen (fig. 14). Evenals bij de Friese dekzandgordel treffen we hier slechts geringe hoeveelheden karakteristieke bestanddelen aan. Ook zijn er geen belangrijke verschillen in samenstelling tussen de fracties onderling. We menen dat het zand voor een groot deel afkomstig is uit sneeuwsmeltwaterafzettingen, die in de vorm van puinwaaiers langs de stuwwallen liggen. Het zand is door de wind uit de periodiek droogvallende laagten van die puinwaaiers gestoven.

Gebied 18 wordt aan een zijde begrensd door *gebied 19 (Randzanden Utrecht-Veluwe)*. Het bestaat uit betrekkelijk hoog gelegen zandgronden, die als het ware een gordel om de stuwwallen en de fluvioglaciale afzettingen

vormen. Deze zanden bevatten meer witte bestanddelen dan de monsters van de Gelderse Vallei en vormen wat samenstelling betreft, een overgang naar de eolische afzettingen van sommige delen van de stuwwal. We menen dat ook dit materiaal grotendeels door sneeuwsmeltwaterafzettingen geleverd zal zijn, doch dat het door de kortere transportafstand en bovendien door bijmenging van materiaal, direct afkomstig van de stuwwal, de iets afwijkende samenstelling bezit.

In *gebied 17 (Stuwwallendekzand Utrecht-Veluwe*, niet vermeld op de bijlage in kleur) komen hier en daar plekken voor met eolisch zand, waarvan sommige zich tot stuifzand hebben ontwikkeld. De zanden zijn dikwijls vrij grof en ook daardoor verschillen zij van die der Gelderse Vallei. We menen dan ook te doen te hebben met lokaal materiaal, dus met zand dat slechts over geringe afstand door de wind werd vervoerd. De zgn. pseudo-osar bestaan uit dit zand. Ook zijn er gegevens die erop wijzen dat sommige stuifzanden uit dit materiaal bestaan. Wat de samenstelling betreft, dient vermeld te worden dat dit zand meer witte en zwarte bestanddelen bevat dan dat der Randzanden (gebied 19).

Ten oosten van de IJssel werden de volgende gebieden onderscheiden. *Gebied 20 (IJsselduinen)* bestaat uit materiaal dat gezien zijn ligging slechts over zeer geringe afstand door de wind getransporteerd kan zijn. Opvallend is in dit gebied het relatief hoge percentage witte bestanddelen in de onderzochte fracties. Ook worden in de monsters betrekkelijk grote hoeveelheden zwarte en groene componenten aangetroffen. De oostelijke grens van de zanden valt samen met die van de jong-pleistocene rivierafzettingen in de ondergrond. Tot dit gebied behoort ook de strook rivierduinen langs de noordoostelijke oever van de Oude IJssel.

*Gebied 21 (Vorden-Dinxperlo)* vormt als het ware een overgang van het vorige naar het meer oostelijk gelegen gebied 22. Het strekt zich in oostelijke richting ongeveer even ver uit als de in fig. 15 aangegeven westelijke terreinverheffingen.

Wat de samenstelling betreft vallen ook hier de grote hoeveelheden witte bestanddelen op. Evenals bij het materiaal van gebied 20 treffen we vrij grote verschillen in samenstelling tussen de fracties onderling aan.

*Gebied 22 (Wesepe-Lichtenvoorde)* bevat minder witte bestanddelen dan de monsters in het bovenvermelde gebied. Ook dit gebied beschouwen we als een overgangszone en wel van het vorige naar gebied 23. De oostelijke grens werd gelegd bij die van duidelijk in het terrein zichtbare ruggen (zie fig. 15).

*Gebied 23 (Raalte-Laren)* bevat minder karakteristieke bestanddelen dan het vorige gebied. Er is dus, wat o.a. uit de hoeveelheden witte bestanddelen blijkt, een duidelijke afname in oostelijke richting (fig. 16). We menen dat – met uitzondering van het nabij Aalten gelegen gedeelte – ook hier een zeer groot deel van het zand uit de IJssel afkomstig is. Het moet door westelijke winden landinwaarts zijn getransporteerd. Tijdens het transport zal door aantasting der deeltjes en door opname van lokaal materiaal een verarming plaatsgevonden hebben. Het arme lokale materiaal zou afkomstig kunnen zijn van de stuwwallen en van fluvioglaciale afzettingen. Hetzelfde geldt

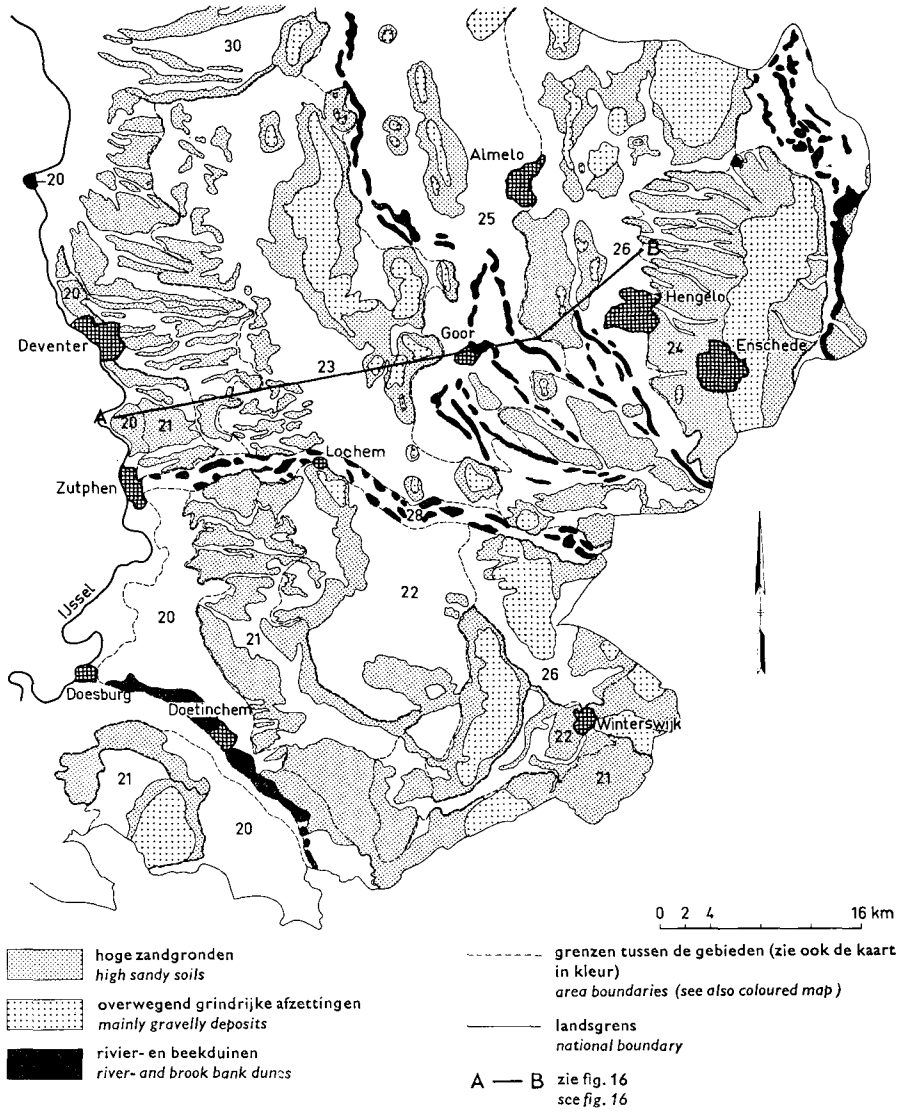



Fig. 15. Geomorfologische gesteldheid van de gebieden ten oosten van de IJssel
*Fig. 15. Geomorphological features of the areas east of the IJssel*

voor de omgeving Aalten, waar een pakket eolisch zand als een ring om een aanzienlijke, grindrijke terreinverheffing ligt. De oorzaak van de geringere hoeveelheid witte bestanddelen t.o.v. de omgeving moet waarschijnlijk gezocht worden in aanvoer van zand uit de heuvel.

*Gebied 25 (Den Ham-Goor)* bevindt zich in het centrale deel van Overijssel. Het is een gebied dat naast veel beekduinen (zie gebied 27) verschillende stuwwallen bezit. Om deze terreinverheffingen bevindt zich een zone met

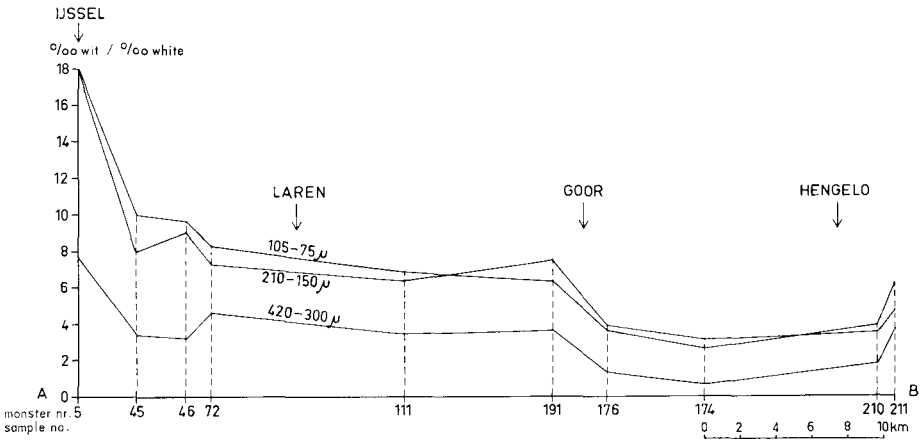



Fig. 16. De afname van witte bestanddelen in oostelijke richting in de provincie Overijssel (zie voor de ligging van A–B fig. 15)
*Fig. 16. Decrease in white components in an easterly direction in Overijssel Province (for A–B see fig. 15)*

tamelijk hoog gelegen zanden, waarvan het materiaal grotendeels afkomstig zal zijn van sneeuwsmeltwaterafzettingen rondom de stuwwallen. De stuwwallen bestaan hier grotendeels uit gestuwd oostelijk materiaal, min of meer vermengd met door de Rijn aangevoerd zand en grind.

De monsters van het zand uit de zone rondom de stuwwal en de monsters uit andere delen van dit gebied (exclusief die uit de beekduinen), hebben dezelfde samenstelling. We achten het zeer waarschijnlijk dat bovengenoemde sneeuwsmeltwaterafzettingen sterk verbreid in de ondergrond liggen en daar arm materiaal geleverd hebben.

Gebied 25 grenst in het oosten aan *gebied 26 (Hengelo)*, een gebied dat gekenmerkt wordt door terreinverheffingen die bestaan uit tertiaire afzettingen, keileem, fluvio-glaciaal en andere midden-pleistocene sedimenten. Het dekzand van dit gebied is waarschijnlijk afkomstig uit verspoeld materiaal van bovengenoemde afzettingen. Het gebied ten oosten hiervan, *gebied 24 (Enschede)*, is door een groot aantal erosiegeulen doorsneden. Deze geulen liggen voor een deel in tertiair materiaal. Ongetwijfeld zal zeer veel dekzand uit deze geulen afkomstig zijn.

*De beekduinen van Midden-Overijssel* zijn ondergebracht in *gebied 27*. Ze bevatten in het algemeen meer witte bestanddelen dan de zanden in de naaste omgeving. Het materiaal zal voor een deel uit het nabije Duitsland afkomstig zijn. De grotere rijkdom aan witte bestanddelen zal voor een deel te danken zijn aan het geringe transport door de wind.

Langs de *Berkel*, *gebied 28*, komen zanden voor die door kleur en korrelgrootte-samenstelling opvallen. Ze zijn rijker aan witte bestanddelen dan de beekduinen van midden-Overijssel en zeer veel armer aan witte componenten dan de IJsselduinen.

In het *Dinkel- en Vechtgebied* worden eveneens rivierduinen aangetroffen *(gebied 30)*. Gemiddeld zijn deze zanden armer aan witte bestanddelen dan die langs de Berkel, al komen plaatselijk grote verschillen voor. Zo zijn de zanden in de onmiddellijke nabijheid van de Vecht rijker aan witte bestanddelen dan de overige, die op enige afstand ervan liggen. Een te gering aantal monsters is er de oorzaak van dat hier geen verdere onderscheidingen gemaakt konden worden.

*c. Zuid-Nederland*

Hiertoe wordt het ten zuiden van de Rijn gelegen gebied gerekend. Het eerste gebied waarbij wordt stilgestaan, vormt een *deel van het Land van Maas en Waal (gebied 16)*. Hier treffen we rivierduinen aan die, wat de samenstelling betreft, door de geringe hoeveelheid groene bestanddelen verschillen van de rivierduinen in het gebied Heythuizen-Gennep (gebied 13). Door het Dal van de Niers moeten in de laatste ijstijd grote hoeveelheden materiaal zijn aangevoerd en zeer waarschijnlijk is deze aanvoer de oorzaak van het bovenvermelde verschil.

Gebied *Heythuizen-Gennep (gebied 13)* maakt, met uitzondering van het dal nabij Heythuizen, evenals het hierna te noemen gebied Horn-Montfort, deel uit van het jong-pleistocene stroomgebied van de Maas. In het gebied tot even ten noorden van Heythuizen zijn zanden aanwezig, die waarschijnlijk ontstaan zijn door vermenging van uit de Maasbedding afkomstig zand met materiaal dat uit noordwestelijke richting werd aangevoerd. De samenstelling der overige monsters duidt op vermenging van Maasmateriaal met dat van andere afzettingen, zoals Rijnzand. Opvallend is in dit gebied het hoge aantal zwarte en groene bestanddelen in de fracties 105–75 en 210–150 mu. Op enige plekken viel het op dat het hoogste percentage witte bestanddelen direct nabij de Maas of een voormalige Maasbedding wordt aangetroffen. Hetzelfde geldt in enige mate voor de hoeveelheid zwarte en groene bestanddelen.

De monsters binnen *gebied Horn-Montfort (gebied 14)* bevatten opvallend weinig witte bestanddelen. De hoeveelheid zwarte componenten is vrij hoog, evenals die der groene bestanddelen. Het gebied ligt aan beide zijden van de Maas en behoort tot het stroomgebied van de jong-pleistocene Maas. Dit duidt erop dat de Maas weinig witte, doch veel zwarte en groene bestanddelen heeft aangevoerd.

*Gebied 8 (Made-Oss)*, vormt de noordelijke rand van het Noordbrabantse zandlandschap, een gebied waar veel stuifzanden zijn. Opvallend is hier het hoge aantal witte bestanddelen in de monsters, evenals de vrij grote hoeveelheid zwarte componenten.

De monsters van *gebied 9 (Teteringen-De Rips*, zie de kaart in kleur) bevatten gemiddeld evenveel zwarte bestanddelen als die van het gebied Made-Oss, doch de hoeveelheid witte bestanddelen neemt in zuidelijke richting af. Opvallend zijn de in het middelste deel van het gebied noord-oost/zuid-west verlopende ruggen. Het is zeer wel mogelijk dat deze ruggen ontstaan zijn door zand, dat uit he noordwesten werd aangevoerd. Is dit juist, dan zal de

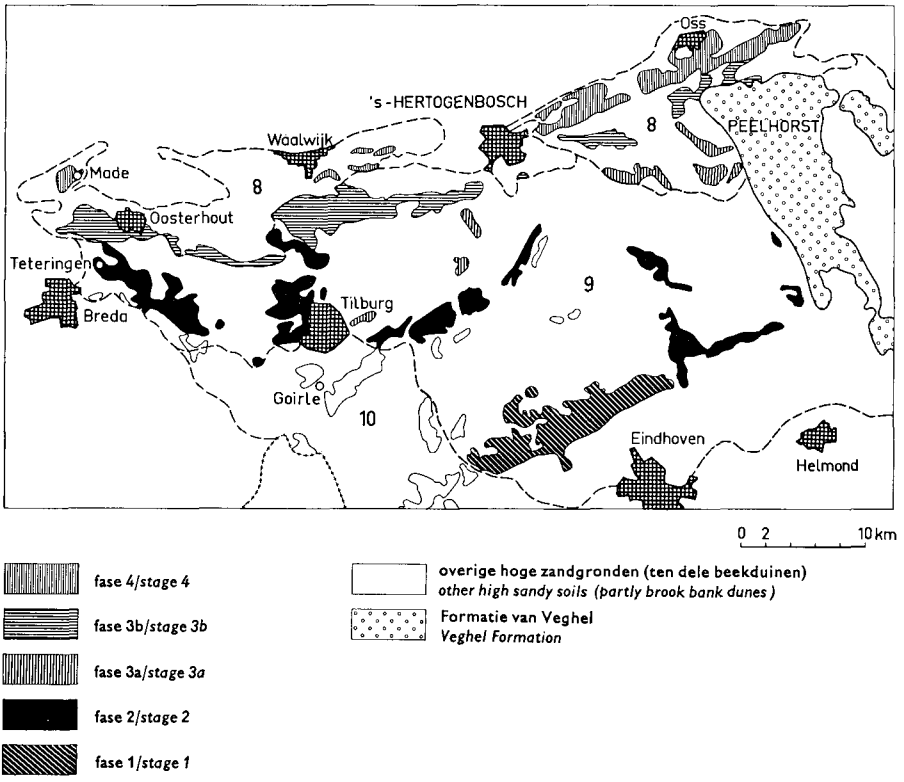



Fig. 17. De ligging van de hoge zandgronden volgens de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, en de mogelijke fasen van dekzanduitbreiding in de gebieden 8 en 9
*Fig. 17. The high sandy soils according to the Soil Map of the Netherlands scale 1:200000 and the possible stages of extension of cover sand in areas 8 and 9*

rug van fase 1 het oudst zijn, die van fase 2 nadien zijn gevormd en dan zullen de zanden nabij Made, Waalwijk en Oss het laatst zijn afgezet (fig. 17).

Bij de monsters van *gebied 10 (Goirle-Venray)* neemt de hoeveelheid witte bestanddelen in zuidelijke richting duidelijk af. De hoeveelheid zwarte bestanddelen blijft vrijwel gelijk. De afname aan witte bestanddelen (die ook geldt voor de gebieden Made-Oss en Teteringen-De Rips) zou verklaard kunnen worden door een verandering in samenstelling tijdens het transport door de wind. Het zand, dat het dichtst bij de bron ligt, zou dan de meeste witte componenten bevatten. Door selectieve erosie tijdens het transport kan een verarming opgetreden zijn.

*Gebied 12 (Westerhoven)* ligt zuidelijk van het bovengenoemde gebied. De monsters ervan bezitten een hoog percentage witte bestanddelen. Ook wordt het gebied gekenmerkt door de aanwezigheid van relatief veel groene bestanddelen.

De hoeveelheid witte bestanddelen kan verband houden met de opname van materiaal uit de ondergrond (Formatie van Sterksel, zie fig. 18). Ver-

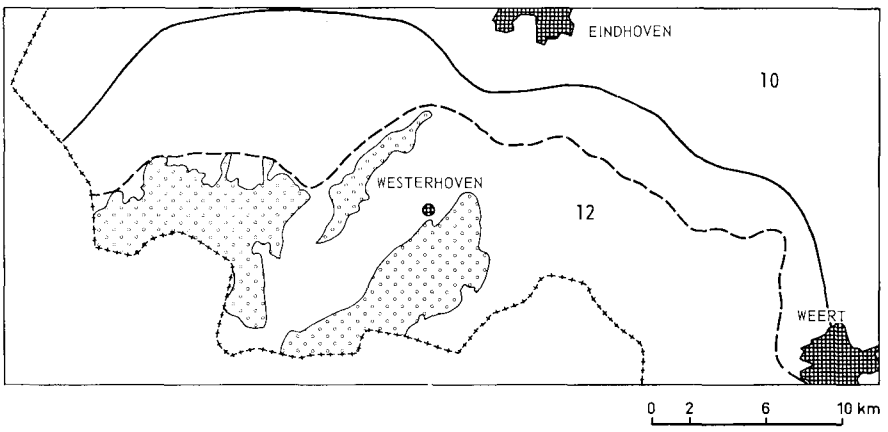



Fig. 18. De ligging van gebied 12 en de noordelijke begrenzing van de zone waar Maasbestanddelen in de ondergrond voorkomen.
*Fig. 18. Area 12 and the northern boundary of the area where Maas components occur in the subsoil*

der valt het op dat de grens van het gebied waar Zonneveld (1958) in de ondergrond nog Maascomponenten aantrof, op geringe afstand van de noordelijke grens van dit gebied ligt (zie fig. 18). Het voorkomen van de groene bestanddelen kan door de aanwezigheid van deze Maasbestanddelen verklaard worden; die van de witte bestanddelen met de opname van ander lokaal materiaal.

*Gebied 2 (Halsteren)* wordt in het noorden en westen begrensd door mariene afzettingen. Zij vormen het meest westelijke deel van de noordrand van Noordbrabant. Opvallend zijn de voor Noordbrabant vrij hoge percentages groene, zwarte en witte bestanddelen. In het zuidelijke en oostelijke deel neemt de hoeveelheid witte bestanddelen af (zie ook fig. 19 en 20). De zuidelijke grens van het gebied wordt gevormd door stuifzanden en hoge tot vrij hoge zandgronden van gebied 5 (Wouw). Voor de herkomst van het materiaal zij verwezen naar de beschrijving van dit gebied.

*Gebied 3 (Woensdrecht)* wordt gekenmerkt door uitgestrekte stuifzandterreinen en hoge zandgronden. De oostelijke grens valt samen met die der stuifzanden (zie fig. 19). De hier verzamelde monsters bezitten vrij veel zwarte bestanddelen, doch duidelijk minder witte en groene componenten dan in de aangrenzende onderzochte gebieden (zie tabel 1 en fig. 20). Op de herkomst van het materiaal wordt in het onderstaande nader ingegaan.

In *gebied 5 (Wouw)* werden monsters aangetroffen die betrekkelijk veel, hoewel gemiddeld iets minder groene bestanddelen bevatten dan die van gebied

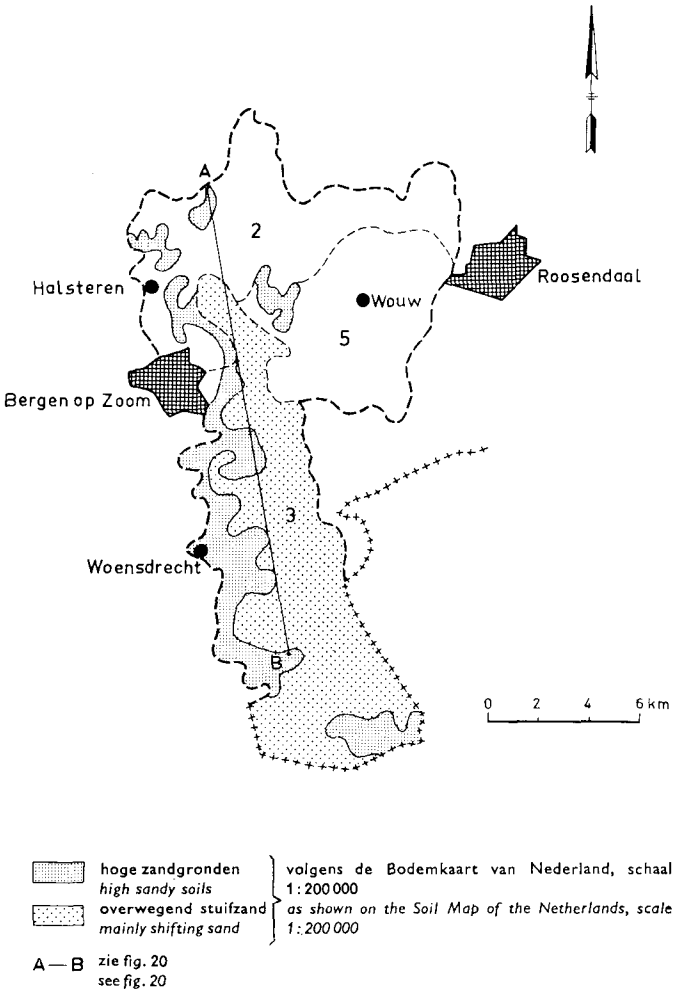



Fig. 19. De ligging van gebied 3 en van de hoge zandgronden en stuifzanden
*Fig. 19. Area 3 and the high sandy soils and shifting sands*

Halsteren. De hoeveelheden witte bestanddelen zijn eveneens iets geringer en er is een vrij duidelijk verschil bij de zwarte componenten (zie tabel 1).

De gevonden verschillen zijn te verklaren door aan te nemen, dat er aanvoer van materiaal uit noordelijke tot noordwestelijke richting heeft plaatsgevonden. Het door de wind opgenomen zand zal tijdens het transport door opname van lokaal materiaal en door selectie zodanig van samenstelling veranderd zijn dat in de transportrichting de hoeveelheid witte, groene en zwarte bestanddelen afnam. Het eolisch materiaal van gebied Woensdrecht zal echter in hoofdzaak door westelijke wind zijn aangevoerd.

De monsters van *gebied 4 (Bosschenhoofd)* bezitten minder witte bestanddelen dan die in gebied Halsteren. In beide gebieden kan materiaal uit

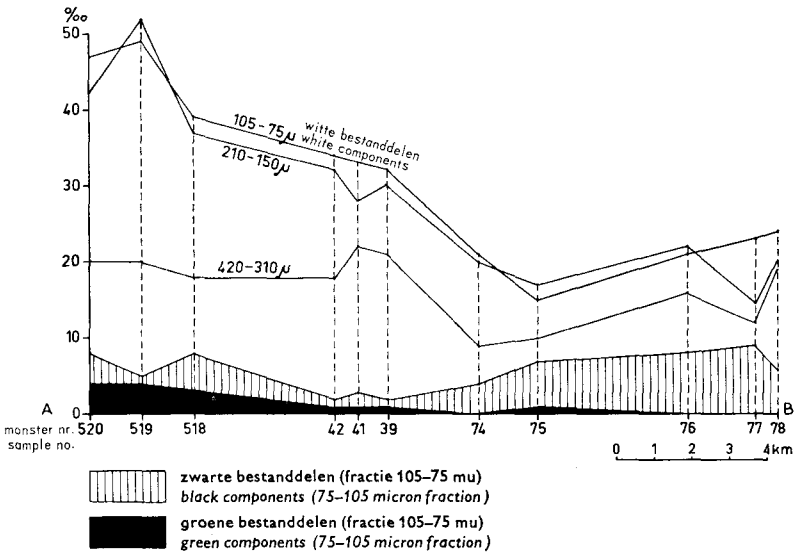



Fig. 20. De afname van de witte en groene bestanddelen in zuidelijke richting nabij Bergen op Zoom (zie voor de ligging van A–B fig. 19)
*Fig. 20. The decrease in white and green components in a southerly direction near Bergen op Zoom (for A–B see fig. 19)*

noordelijke richting zijn aangevoerd, maar in Bosschenhoofd dan wel in geringere mate dan in Halsteren. Vooral zal hier lokaal materiaal door de wind zijn opgenomen.

De zuidelijke grens van het gebied werd gelegd bij een reeks hoge zandgronden ten noorden van de weg Breda-Rosendaal.

*Gebied 7 (Rucphen)* wordt gekenmerkt door monsters met geringe hoeveelheden witte en zwarte bestanddelen en nagenoeg geen groene componenten. De oostelijke grens van het gebied valt vrijwel samen met de grens van de Formaties van Kedichem en Sterksel.

In *gebied 1 (Zeeuwsch-Vlaanderen)* werden in de dekzandstrook langs de Belgische grens 21 monsters genomen (in het westelijk deel 9 en in oostelijk Zeeuwsch-Vlaanderen 12). Het dekzandgebied wordt daar gekenmerkt door een groot aantal noordoost-zuidwest verlopende ruggen. Uit de ligging van een duidelijk paraboolduin kan geconcludeerd worden dat het zand door zuidwestelijke winden is afgezet. Hoewel er een gering verschil in samenstelling tussen het westelijke en het oostelijke deel van Zeeuwsch-Vlaanderen bestaat, werd hierin geen aanleiding gevonden om twee afzonderlijke gebieden te onderscheiden. Het vermelde verschil komt alleen bij de witte bestanddelen voor. Het gemiddelde percentage van de witte bestanddelen blijkt namelijk in alle onderzochte fracties uit het westelijk deel iets hoger te zijn dan in die uit het oostelijk deel. Figuur 21 geeft een indruk van de gevonden verschillen bij twee fracties.

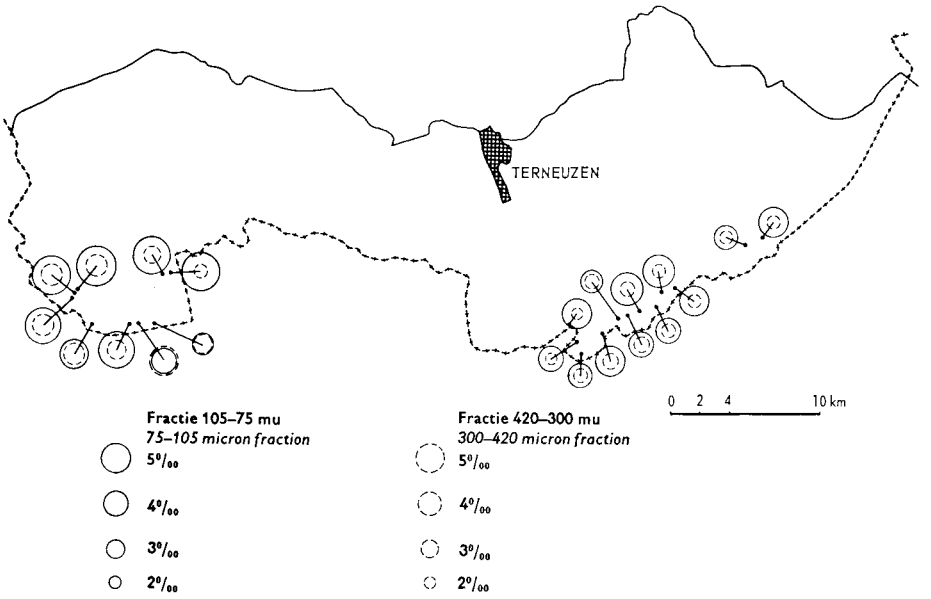



Fig. 21. De hoeveelheid witte bestanddelen in de fracties 105–75 mu en 420–300 mu in Zeeuwsch-Vlaanderen
*Fig. 21. Quantity of white components in the 75–105 and 300–420 micron fractions in Zealand-Flanders*

## 6. HERKOMST EN TRANSPORT VAN DE EOLISCHE ZANDEN VAN PLEISTOCEEN NEDERLAND

De vraag kan gesteld worden of het in de vorige paragrafen beschreven onderzoek nieuw licht op de herkomst van de dekzanden werpt. Uit de beschrijving van de gebieden komt naar voren dat er slechts enige malen aanleiding bestaat om aan te nemen, dat zand *rechtstreeks* door de wind uit oud- of midden-pleistocene afzettingen is opgenomen en verplaatst. Ook is het waarschijnlijk dat grote hoeveelheden materiaal slechts in bijzondere gevallen direct aan deze afzettingen zijn ontleend, namelijk wanneer het ter plaatse aanwezige materiaal geen klei of grind bevat. Zijn deze componenten wel aanwezig, dan is het weliswaar mogelijk dat *enig* materiaal door de wind werd opgenomen, doch grind zal bij stuiving al spoedig een beschermend dek gevormd hebben en klei zal vanwege de korrelgrootte en het vochtgehalte vrijwel iedere belangrijke stuiving uitgesloten hebben. We achten het dan ook, mede op grond van dit onderzoek het meest waarschijnlijk, dat de oud- en midden-pleistocene pakketten tijdens de Würmtijd in hoofdzaak *indirect* materiaal voor stuiving geleverd hebben en wel wanneer de ter plaatse aanwezige afzettingen door water werden aangetast. Hierbij trad sortering op, waardoor grof van fijn materiaal werd gescheiden. De door deze sortering ontstane zandpakketten waren onder droge omstandigheden zeer gevoelig voor winderosie. *We menen daarom dat de in de Würmtijd aanwezige rivier-*

*en beekbeddingen de belangrijkste leveranciers voor dekzand geweest zullen zijn.*

De in dit onderzoek betrokken monsters stammen uit nabij de oppervlakte liggende zanden, die met uitzondering van de stuifzanden in hoofdzaak van laatglaciale ouderdom zijn. Het zijn dus zanden, die in een tijd van een min of meer aaneengesloten vegetatie zijn afgezet. De aard van de vegetatie was van grote invloed op de afstand, waarover het zand door de wind werd getransporteerd. Zo zullen in die tijd struiken als zandvangers gefungeerd hebben en verdere stuiving onmogelijk gemaakt kunnen hebben. Ook door de aanwezigheid van vochtige plekken, moerassen en water, zal het zand slechts over min of meer korte afstand zijn vervoerd.

Dit wil niet zeggen, dat alle dekzanden van Würmouderdom onder soortgelijke omstandigheden tot afzetting zijn gekomen. Zo was er ten tijde van de hevigste koude geen bodembedekkende vegetatie (zie Van der Hammen, Maarleveld, Vogel & Zagwijn, 1967) en ook werd het transport in die tijd niet of slechts in geringe mate belemmerd door water. Met andere woorden: in zo een tijd kon het transport van zand zeer omvangrijk zijn en de transportafstand zeer veel groter dan die van de in dit artikel beschreven zanden. Onderzoek van de toen afgezette dekzanden zal ons meer gegevens over de herkomst van dit materiaal kunnen verschaffen.

## 7. SAMENVATTING

Schrijver dezes heeft een onderzoek ingesteld naar de samenstelling van de Nederlandse dekzanden. De monsters zijn geanalyseerd met behulp van de zgn. plakbandmethode. Vervolgens zijn de monsters ingedeeld naar de volgende kenmerken in de fractie 105–75 mu: $<2^0/_{00}$ of $\geqslant 2^0/_{00}$ groene bestanddelen, $<4^0/_{00}$ of $\geqslant 4^0/_{00}$ zwarte bestanddelen en $<15$, 15–30, 30–45, 45–60, 60–75, 75–90, 90–120 of $\geqslant 120^0/_{00}$ witte bestanddelen. Bij deze indeling zijn 32 combinaties in groene, zwarte en witte bestanddelen mogelijk, maar in het onderzoek kwamen er niet meer dan 14 voor. Aldus konden 29 verschillende gebieden worden onderscheiden. Deze worden in dit artikel beschreven, waarbij ook aandacht wordt besteed aan de herkomst van het zand. Wat dit laatste betreft, wordt aangenomen dat in sommige gevallen het zand van lokale herkomst is, maar dat het meestal is aangevoerd uit de periodiek droogvallende rivier- en beekbeddingen. Of het over lange of korte afstand is verplaatst, hangt af van het al of niet aanwezig zijn van vegetatie.

Juni 1967

## 8. SUMMARY

The present writer made a study of the composition of Dutch cover sands, the samples being analysed by the adhesive tape method and then classified according to the following characteristics in the 75–105 micron fraction: $<2^0/_{00}$ or $\geqslant 2^0/_{00}$ green components, $<4^0/_{00}$ or $\geqslant 4^0/_{00}$ black components, and $<15$, 15–30, 30–45, 45–60, 60–75, 75–90, 90–120 or $\geqslant 120^0/_{00}$ white components. This classification could give 32 combinations of green, white and black components, but only 14 occurred in the investigation. In this way it was possible to distinguish 29 different areas which are described in the

present article, the origin of the sand also being discussed. It is assumed that in certain cases the latter is of local origin, but usually it is brought down from the beds of rivers and brooks that periodically dry up. The distance it is transported depends mainly on the presence or absence of vegetation.

## 9. LITERATUUR


*Baren, F. A. van,* 1934: Het voorkomen en de betekenis van kalihoudende mineralen in Nederlandse gronden. Proefschrift Wageningen.

*Broek, J. M. M. van den* & *G. C. Maarleveld,* 1963: The Late Pleistocene terrace deposits of the Meuse, Med. Geol. Stichting, *16,* 13–24.

*Crommelin, R. D.,* 1953: Over de stratigrafie en herkomst van de preglaciale afzettingen in Midden Nederland. Geol. en Mijnb. *15,* 305–321.

*Crommelin, R. D.,* 1964: A contribution to the sedimentary petrology and provenance of Young Pleistocene coversand in the Netherlands. Geol. en Mijnb. *43,* 389–402. Boor en Spade *XIV.*

*Edelman, C. H.,* 1933: Petrologische provincies in het Nederlandsche Kwartair, Proefschrift Amsterdam.

*Edelman, C. H.* & *D. J. Doeglas,* 1953: Bijdrage tot de petrologie van het Nederlandsche Tertiair. Verh. Geol. Mijnb. Gen. v. Ned. en Kol., Geol. serie, *10,* 1–38.

*Frenchen, J.* & *G. van den Boom,* 1959: Die sedimentpetrographische Horizontierung der pleistozänen Terrassenschotter im Mittelrheingebiet. Fortschr. Geol. Rheinland u. Westfalen, *4,* 89–125.

*Hammen, T. van der, G. C. Maarleveld, J. C. Vogel* & *W. H. Zagwijn,* 1967: Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. Geol. en Mijnb. *46,* 79–95.

*Koldewijn, B. W.,* 1955: Provenance transport and deposition of Rhine sediments II. An examination of the light fraction. Geol. en Mijnb. *17,* 37–45.

*Koster, E. A.,* 1968: Invloed van markebossen op de vorming van zeer hoge stuifzandgronden op de Veluwe, Boor en Spade *XVI.*

*Maarleveld, G. C.,* 1966: A simple method of characterizing sands. Kon. Ned. Aardr. Gen., *83,* 272–277.

*Pape, J. C.,* 1960: De bodemgesteldheid van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. Geologie en Bodemkunde van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe', 11–26. Uitg. Studiekring voor de Veluwe.

*Toorn, J. C. van den,* 1962: Eastern Noordbrabant, Med. Geol. Stichting, *15,* 25–29.

*Vinken, R.,* 1959: Sedimentpetrographische Untersuchung der Rheinterrassen im östlichen Teil der Niederrheinischen Bucht. Fortschr. Geol. Rheinland u. Westfalen *4,* 127–170.

*Zonneveld, J. I. S.,* 1958: Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistocene. Med. Geol. Stichting, *12,* 31–64.

# DE INVLOED VAN MARKEBOSSEN OP DE VORMING VAN ZEER HOGE STUIFZANDRUGGEN ('RANDWALLEN') OP DE VELUWE[1])

*The effect of common forests on the formation of very high ridges of shifting sand ('bordering dune ridges') in the Veluwe*

**E. A. Koster**[2])

## INLEIDING

Stuifzanden nemen op de midden-Veluwe grote oppervlakten in. Zij bepalen dan ook in hoge mate het beeld van het landschap.

Het ontstaan en de geografische ligging van de stuifzandgebieden hangen voor een groot deel af van het al of niet aanwezig zijn van vegetatie op voor winderosie gevoelig materiaal. Vele van deze in recente tijd nog stuivende gebieden zijn thans gedeeltelijk bebost om verdere uitbreiding tegen te gaan.

In sommige van deze gebieden liggen opvallend hoge ruggen. Ter verkrijging van inzicht in hun ontstaan werd enige literatuurstudie verricht en werden twee kleine gebieden in het noordwestelijke deel van het Nationale Park 'de Hoge Veluwe' in detail onderzocht (fig. 1).

## LITERATUURGEGEVENS VAN HET STUIFZANDLANDSCHAP

Het reliëf van stuifzandgebieden is zeer onregelmatig. Op korte afstand komen grote hoogteverschillen voor. Een karakteristiek stuifzandlandschap is opgebouwd uit verschillende elementen. In de 'uitgestoven laagten' heeft de verstuiving zich voortgezet tot meestal ver onder het niveau van het oorspronkelijke bodemprofiel. Dit gedeelte van het stuifzandlandschap is betrekkelijk vlak (stuifzand-erosiegebied). Aan de oppervlakte is dikwijls een dunne grindbestrooiing aanwezig, die samen met een eventuele hoge grondwaterstand een einde aan de verstuiving zal hebben gemaakt (Schelling, 1955). Veel van het door de wind opgenomen materiaal heeft zich elders afgezet tot ruggen of heuvels (stuifzand-accumulatiegebied). Men spreekt van 'overstoven' stuifzandheuvels als daaronder het oorspronkelijke bodemprofiel nog aanwezig is. Stuifzandheuvels, afgezet op een uitgestoven laagte noemt men 'opgestoven'.

Zeer typische overstoven stuifzandvormen zijn plateau-achtige heuvels, de zogenaamde 'forten' (Schelling, 1955). Een groot aantal, zeer goed ontwikkelde forten kan men vinden in het Leuvenumse Bos ten oosten van Ermelo. Enkele fortachtige heuvels komen voor in het zuidelijk deel van het Otterlosche Bosch.

Tot de meest opvallende duintypen behoren de 'randwallen'. Dit zijn langgerekte, hoge stuifzandruggen met een flauw hellende loefzijde en een

[1]) De schrijver is dank verschuldigd aan Prof. Dr. G. C. Maarleveld, onder wiens leiding dit onderzoek staat.

[2]) Kandidaat-assistent, Fysisch-Geografisch en Bodemkundig Laboratorium, Universiteit van Amsterdam.

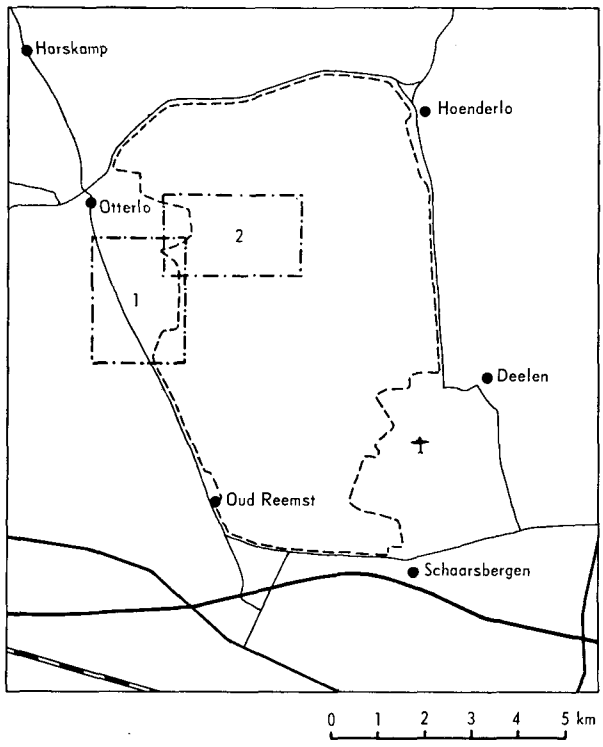



Fig. 1. Ligging van de twee onderzochte gebieden
*Fig. 1. Location of the two areas investigated*
1. Otterlosche Bosch
*The Otterlo Forest*
2. Centrale deel van het Nationale Park 'de Hoge Veluwe'
*Central part of 'de Hoge Veluwe' National Park*

vaak steilere lijzijde. Ze liggen aan de rand van stuifzandgebieden. Volgens Schelling ontstaan ze doordat opdringend stuifzand in een vegetatiezone vastloopt. Indien de vegetatie in staat is met de opstuiving mee te groeien, al of niet met de hulp van de mens, kunnen zeer grote hoogten bereikt worden.

De ondergrond van de stuifzanden bestaat veelal uit dekzand. Het grind, dat op verscheidene lage plekken in het stuifzanderosielandschap als grindvloertje voorkomt, is van verschillende herkomst. In het onderzochte gebied is het afkomstig van de grote vlakke puinwaaiers, die de stuwwal van de oostelijke Veluwe en de stuwwal van Oud-Reemst omzomen. Deze niveofluviatiele afzettingen uit sneeuwrijke perioden van de Würm-tijd zijn geheel bedekt met dekzand (Maarleveld, 1953, 1960). Dit dekzand zal tijdens de afzetting door vermenging met de grindrijke ondergrond iets van het grind hebben opgenomen. Na lange en diepe uitstuiving is het grind tenslotte als residu van het dekzand aan de oppervlakte komen te liggen.

In het stuifzand-accumulatiegebied zijn duinvaaggronden ontstaan, waarin behalve meestal een micropodzol geen bodemhorizonten zijn te onderkennen. In vele gevallen is een afwisseling van meer of minder humeuze laagjes tot op grote diepte waar te nemen in het stuifzand. De dunne humeuze laagjes vertegenwoordigen stilstandsfasen in de verstuiving (Schelling, 1955) of zijn door de wind afgezet.

In het stuifzand-erosiegebied komen vlakvaaggronden voor, waarin zelfs een dunne humeuze bovengrond ontbreekt (De Bakker en Schelling, 1966).

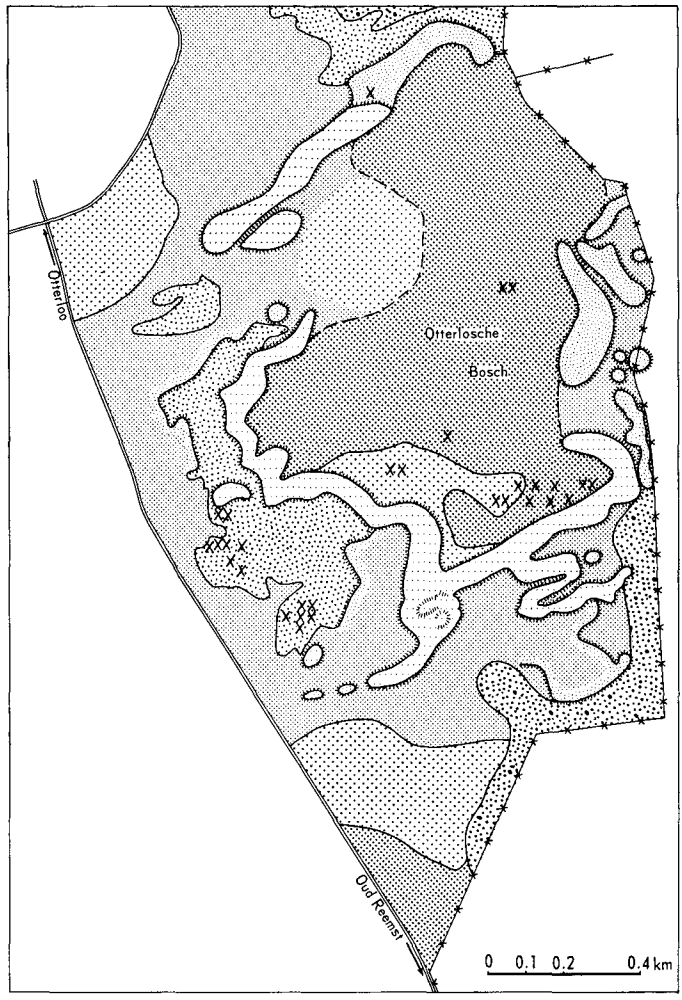



Fig. 2. Geomorfologische schetskaart van het Otterlosche Bosch
*Fig. 2. Geomorphological sketch-map of the Otterlo Forest*
(zie voor de legenda fig. 3 / *see fig. 3 for the legend*)

## HET OTTERLOSCHE BOSCH (fig. 2)

De hoge stuifzandrug rondom het Otterlosche Bosch bereikt een hoogte van bijna 50 m +NAP en steekt op de meeste plaatsen 10 à 20 m boven het omringende landschap uit. De hellingen zijn zeer steil, waarbij opvalt dat de helling aan de binnenzijde van de rug op de meeste plaatsen veel steiler is dan die aan de buitenzijde. Op de rug zelf komt veelvuldig eikenhakhout voor. De profielontwikkeling gaat daar meestal niet dieper dan 20 à 30 cm, hetgeen overigens meer is dan de gemiddelde profielontwikkeling in het omringende stuifzand-accumulatielandschap.

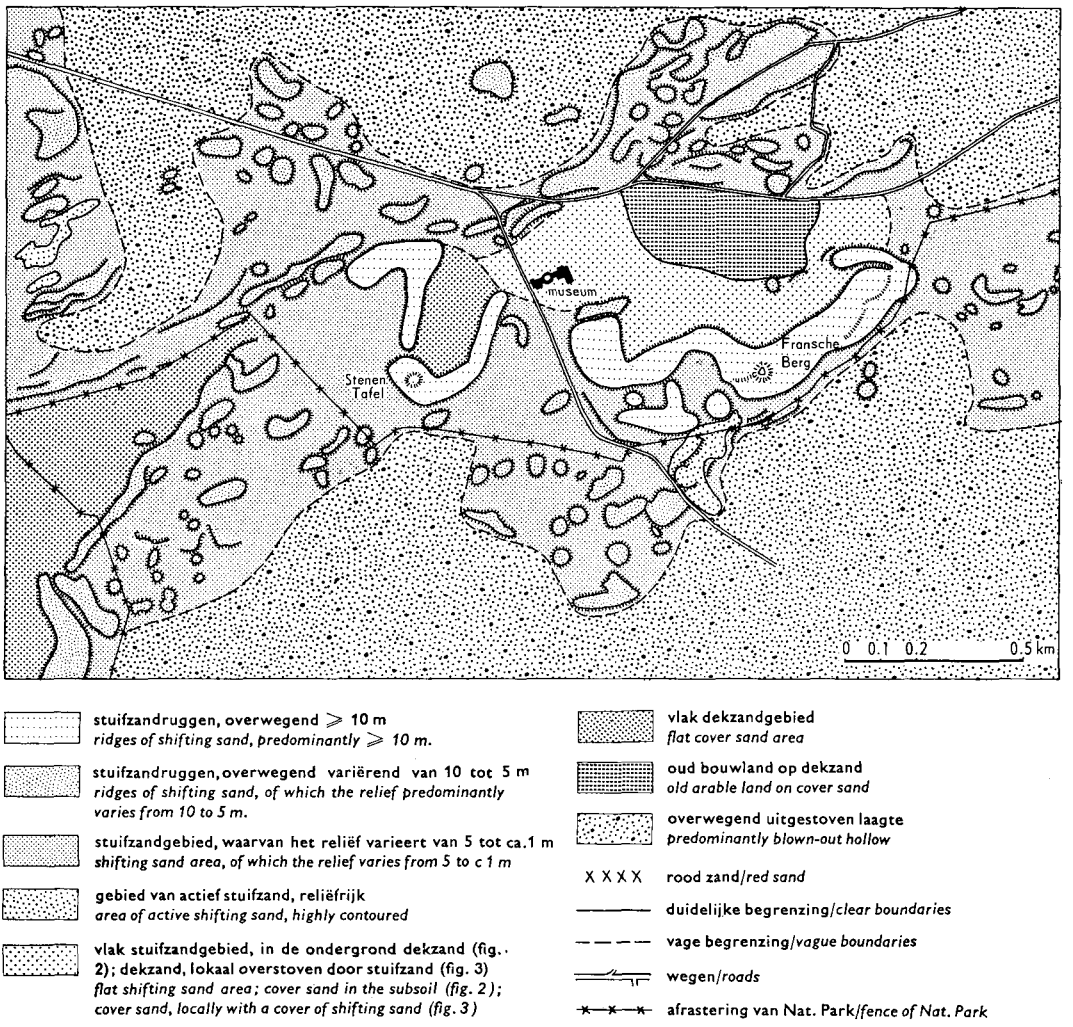



Fig. 3. Geomorfologische schetskaart van het centrale deel van het Nationale Park 'de Hoge Veluwe'
*Fig. 3. Geomorphological sketch-map of the central part of 'de Hoge Veluwe' National Park*

De rug blijkt opgebouwd te zijn uit zand met dezelfde korrelgrootte-samenstelling als van het nabij gelegen stuifzand. Humeuze laagjes werden op verschillende diepten aangetroffen, terwijl de pakking van het materiaal eveneens gelijk is aan die van het omringende stuifzand. De zandrug, die een zeer grillig verloop heeft, bestaat uit een aaneenschakeling van heuvels. Het westelijk deel van de zandrug wordt nog steeds opgehoogd door stuifzand vanuit het westelijk hiervan gelegen, nog niet door vegetatie vastgelegde gebied.

Een bepaalde oriëntatie ten opzichte van een overheersende windrichting

treedt bij deze door de vegetatie bepaalde ruggen niet op. De grote invloed van westelijke winden is evenwel merkbaar in het noordwestelijke deel van het Otterlosche Bosch. Hier is de hoge zandrug onderbroken door een laagte, waardoor ten oosten van deze opening een enkele meters dik stuifzanddek afgezet kon worden op het vlakke middengedeelte van het Otterlosche Bosch.

Rondom de hoge rug ligt een uitgestrekt stuifzandgebied met een reliëf, variërend van 1 tot 5 m. Het centrale deel van het Otterlosche Bosch bestaat uit dekzand met zeer weinig reliëf. Het moderpodzolprofiel, dat hierin ontwikkeld is, is 60 tot 80 cm dik. Op enkele plaatsen werden enige decimeters dikke pakketten rood zand waargenomen, onder andere op 7,20 m diepte onder de hoge rug in het noordwestelijke deel van het gebied.

## HET CENTRALE DEEL VAN HET NATIONALE PARK 'DE HOGE VELUWE' (fig. 3)

Hier bevindt zich de Fransche Berg, een hoge stuifzandrug, die aan de zuidgrens van de oude ontginning van de Pampel ligt. De Fransche Berg, die een hoogte van 54 m +NAP bereikt, heeft een zeer steile noordhelling en een minder steile zuidhelling. Op deze rug, die grotendeels met eikenhakhout begroeid is, komt een 30 à 40 cm diep humuspodzolprofiel voor. Het profiel is hier evenals op de hoge zandrug rondom het Otterlosche Bosch dieper ontwikkeld dan in het omringende stuifzandgebied. De Fransche Berg wordt op de door Maarleveld (1960) en Schelling samengestelde geomorfologisch bodemkundige overzichtskaart van de Hoge Veluwe dan ook aangegeven als 'oud stuifzand'.

De mens heeft grote invloed uitgeoefend op de vorming van de uitgestrekte heidevelden en stuifzanden van de Hoge Veluwe (Pape, 1960). Tot in de tweede helft van de 19e eeuw ondervonden de boerenbedrijfjes op de Veluwe grote hinder van zandverstuivingen. Mede om de verstuiving een halt toe te roepen, zijn rondom talloze oude ontginningen hout- en wildwallen opgeworpen, die beplant werden met eikenhakhout. De akkers van de grote ontginningen lagen dan ook allemaal binnen een bosbeplanting (Veldhorst, 1965). De geschiedenis van de oude ontginning van de Pampel ten noorden van de Fransche Berg voert ons terug tot in de 16e eeuw. Het begin van deze ontginning kan volgens mej. Veldhorst gesteld worden omstreeks 1570. Dat men hier steeds veel hinder heeft ondervonden van het opdringende stuifzand, blijkt wel uit het feit, dat reeds in de 17e eeuw vele bepalingen golden ter voorkoming van verdere uitbreiding van het stuifzandareaal.

Ten noorden van de Fransche Berg bestaat de bovengrond ten dele uit een oud bouwlanddek en ten dele uit dekzand. Plaatselijk komt op beide een betrekkelijk dun stuifzanddek voor, in dikte wisselend van enige decimeters tot 1 à 2 m. Het oude bouwlanddek heeft een zwart humeuze bovengrond van 50 tot 80 cm dikte en wordt volgens het nieuwe systeem van bodemclassificatie (De Bakker en Schelling, 1966) gerekend tot de zwarte enkeerdgronden. Op enkele plaatsen heeft het zand van de bovengrond een loodzandachtig aanzien, hetgeen er misschien op zou kunnen wijzen, dat bij de

ophoging van het bouwland potstalmest is gebruikt, waarin overwegend heideplaggen waren verwerkt (De Bakker, 1966). Het bouwlanddek ligt op een moderpodzolprofiel. Als we uitgaan van een gemiddelde ophoging van 1 mm per jaar, zoals berekend werd door Oosting in 1940 – hetgeen overigens een zeer globale benadering is (Pape, 1960) –, dan vertegenwoordigt het 50 tot 80 cm dikke zwarte humeuze dek bij de Pampel zeer waarschijnlijk een ouderdom van vele eeuwen.

De hoge, hoefijzervormige stuifzandrug, waarop de Stenen Tafel ligt, vertoont dezelfde kenmerken als de eerder genoemde ruggen, namelijk: een asymmetrisch dwarsprofiel met een flauw hellende buitenzijde en een steile binnenzijde, een begroeiing met voornamelijk eikenhakhout, een voor stuifzand tamelijk diepe profielontwikkeling; bovendien vormt hij de scheiding tussen een reliëfrijk stuifzandgebied en een vlak dekzandgebied.

Het om de hoge stuifzandruggen liggende jonge stuifzand-accumulatielandschap heeft een zeer onregelmatig reliëf en bestaat uit een aaneenschakeling van 1 tot 5 m hoge overstoven stuifzandheuvels en lage kommen.

Het meest noordelijke en het meest zuidelijke deel van het gekarteerde gebied worden ingenomen door uitgestrekte uitgestoven laagten. Hierop komen geïsoleerde, opgestoven stuifzandheuvels voor.

## CONCLUSIES OVER DE VORMING VAN DE HOGE STUIFZANDRUGGEN

Op verscheidene plaatsen op de Veluwe liggen bossen, die vanouds eigendom van de marke waren (Geschiedkundige Atlas van Nederland, 1961). Voorbeelden hiervan zijn onder meer delen van het huidige Wekeromse en Kootwijkse Bos. Ook het Otterlosche of Aanstoter Bosch moet hiertoe gerekend worden. Dit bos is misschien zelfs een overblijfsel van het reeds in 885 vermelde woud van Otterloun (Veldhorst, 1965).

We achten het zeer waarschijnlijk dat deze bossen een hindernis geweest zijn voor het oprukkende stuifzand. De rand van het bos zal weliswaar door het zand zijn bedolven, doch de barrière kon stand houden tot de hoogste delen der bomen onder het zand waren begraven. We zien hierin dan ook de verklaring voor de vorming van de uitzonderlijk hoge ruggen, zoals bij het Otterlosche Bosch. Deze ruggen zijn dus gevormd langs de rand van het oude markebos. Geheel in overeenstemming hiermee is het voorkomen van de steile helling aan de binnenzijde der ruggen. Dit duidt namelijk op een aanvoer van zand uit een richting van buiten het huidige bos (Geiger, 1961). De flauw hellende buitenzijde is dus de loefzijde en de steile binnenzijde vertegenwoordigt de lijzijde van de hoge stuifzandruggen. Ook de aanwezigheid van het diep ontwikkelde moderpodzolprofiel in het volkomen vlakke dekzandgebied, dat door de ruggen wordt omsloten, past geheel in dit beeld. De aanwezigheid van rood zand en een bodemprofiel[1]) onder de rug, het

[1]) De polleninhoud van het materiaal van het bodemprofiel (7 m –m.v.) en de humeuze laagjes (6,5 m en 6 m –m.v.) werden onderzocht. De aanwezigheid van onder andere *Fagopyrum*, *Secale* en *Centaurea cyanus* duidt op de periode na 1400 n. Chr., dus op een ouderdom van minder dan zeshonderd jaar.

voorkomen van humeuze laagjes en de aard der pakking van het materiaal wijzen op een ouderdom, die hiermee in overeenstemming is.

De tamelijk diepe profielontwikkeling op de zandruggen zal waarschijnlijk verband houden met de aanwezigheid van eikenhakhout. Deze hoge zandruggen zijn ten onrechte als *oude* stuifzanden beschouwd. Zij zijn even oud of vrijwel even oud als de overige nabij gelegen stuifzanden. Al deze gegevens leiden tot de mening dat de zeer hoge ruggen rond het Otterlosche Bosch beschouwd moeten worden als 'randwallen'.

De vorming van de meer oostelijk gelegen stuifzandrug, waarop de Stenen Tafel staat, kan op dezelfde wijze verklaard worden als die van de zandrug van het Otterlosche Bosch.

Ook de hoge stuifzandrug, de Fransche Berg, die aan de zuidelijke grens van de oude ontginning van de Pampel ligt, wordt op ongeveer identieke wijze verklaard. Ten eerste zal het vanouds aanwezige bos rondom de ontginning een natuurlijke barrière gevormd hebben tegen het opdringende stuifzand. Ten tweede zal door de mens getracht zijn de verstuiving zoveel mogelijk tegen te gaan door eikenhakhout en dennenbomen te planten op de natuurlijke stuifruggen en door het opwerpen en beplanten van hout- en wildwallen rondom de bestaande akkers.


## SAMENVATTING

Oude markebossen op de Veluwe hebben een natuurlijke hindernis gevormd voor opdringend stuifzand. Hierdoor zijn enige zeer hoge stuifzandruggen aan de rand van deze bossen ontstaan. Zij bezitten sterke hellingen aan de boszijde en flauwe hellingen aan de andere zijde. Deze hoge ruggen zijn volgens verschillende gegevens van dezelfde ouderdom als de overige midden-Veluwse stuifzanden.

Zomer 1967

## SUMMARY

The ancient common forests in the Veluwe are a natural obstacle to the progress of shifting sand. As a result several very high ridges of shifting sand have been formed on the skirt of these forests. They are characterised by a steep slope on the forest side and a gentle slope on the other. A close investigation of two small areas led to the conclusion that these high ridges of shifting sand belong to the 'bordering dune ridge' type of dune. Various data show them to be of the same age as the other shifting sands in the Veluwe.


## LITERATUUR


*Bakker, H. de*, 1966: De subgroepen van het systeem van bodemclassificatie voor Nederland. Boor en Spade *XV*, 25–41.

*Bakker, H. de* en *J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Wageningen.

*Geiger, R.*, 1961: Das Klima der bodennahen Luftschicht. Ein Lehrbuch der Mikroklimatologie. Die Wissenschaft. Band 78.

Geschiedkundige Atlas van Nederland, 1916, 's-Gravenhage.

*Maarleveld, G. C.*, 1953: De geologische geschiedenis van de Zuidelijke Veluwe. Boor en Spade *VI*, 105–112.

*Maarleveld, G. C.* & *J. C. Pape*, 1960: Geologie en bodemkunde van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. Uitgave van de Studiekring voor de Veluwe.
*Pape, J. C.*, 1966: Enige gegevens over oude bouwlanden. Boor en Spade *XV*, 86–94.
*Schelling, J.*, 1955: Stuifzandgronden. Uitvoerige verslagen van het Bosbouwproefstation T.N.O. B. 2. Versl. *I*, 1–58.
*Staatsbosbeheer*, 1926: De zandverstuivingen bij Kootwijk in woord en beeld. Utrecht.
*Veldhorst, A. D. M.*, 1965: Uit de geschiedenis van het Nationale Park 'De Hoge Veluwe'. Boor en Spade *XIV*, 117–138.

# KAMETERRAS EN SMELTWATERDAL IN DE OMGEVING VAN HOLTEN (OVERIJSSEL)

*Kame terrace and meltwater valley deposit in the vicinity of Holten (province of Overijssel)*

**A. A. de Veer**[1])

## INLEIDING

Zoals bekend mag worden geacht, kwamen enige decennia geleden door nieuwe methoden van onderzoek en betere kennis van periglaciale verschijnselen verschillende feiten aan het licht, die aantoonden dat een groot deel van hetgeen op de oude Geologische Kaart van Nederland, schaal 1:50000, als fluvioglaciaal staat aangegeven (Burck, 1938), tot de dekzanden gerekend moet worden (zie o.a. Edelman & Crommelin, 1939). Dit geldt ook voor de als fluvioglaciale mantel gekarteerde zanden in het gebied dat door de driehoek Holten-Rijssen-Markelo wordt ingesloten.

Een tiental jaren geleden werd ook twijfel geuit over de ware aard van een deel der hier als gestuwd preglaciaal aangegeven afzettingen. Immers, de resultaten van grindonderzoek waren meer in overeenstemming met de gedachte dat het betreffende materiaal tot het fluvioglaciaal gerekend zou moeten worden (Maarleveld, 1956). Het feit dat destijds slechts een gering aantal grindtellingen werd verricht, waardoor de verbreiding van eventuele fluvioglaciale afzettingen onvoldoende bekend was, is aanleiding geweest tot een nader onderzoek [2]), waarvan in het onderstaande enige voorlopige resultaten worden vermeld.

## BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

Noordelijk van Holten bevindt zich de welbekende Holterberg, een door de druk van het landijs ontstane heuvelrug. Deze stuwwal zet zich in zuidelijke richting voort in de Lokerenk en de Zuurberg (fig. 1), heuvels die niet alleen op de hoogtelijnenkaart, maar ook in het veld duidelijk herkenbaar zijn. Ten zuiden van de Zuurberg neemt de stuwwal snel in hoogte af. Daar is hij nog slechts herkenbaar aan flauwe terreinverheffingen.

De stuwwal wordt gekenmerkt door de aanwezigheid van door het landijs gestoorde pakketten met in het algemeen een helling naar het westen. De gestuwde pakketten bevatten zowel materiaal dat aangevoerd is door de Rijn als van rivieren die uit het oosten komen. Materiaal uit Fenno-Scandia wordt slechts als bestrooiing aan de oppervlakte – meestal in de vorm van een keienvloer – aangetroffen.

Tussen Holten en De Keizer (fig. 1) bevindt zich een ongeveer oost-west gerichte terreinverheffing, die circa 7,5 m boven de zich in het oosten uitstrekkende laagte uitsteekt. De begrenzing van de rug ten opzichte van dit lage gebied is morfologisch opvallend; naar het westen toe is hij echter als

[1]) Kandidaat-assistent bij het Fysisch-Geografisch en Bodemkundig Laboratorium van de Universiteit van Amsterdam.

[2]) In opdracht van Prof. Dr. G. C. Maarleveld, Universiteit van Amsterdam.

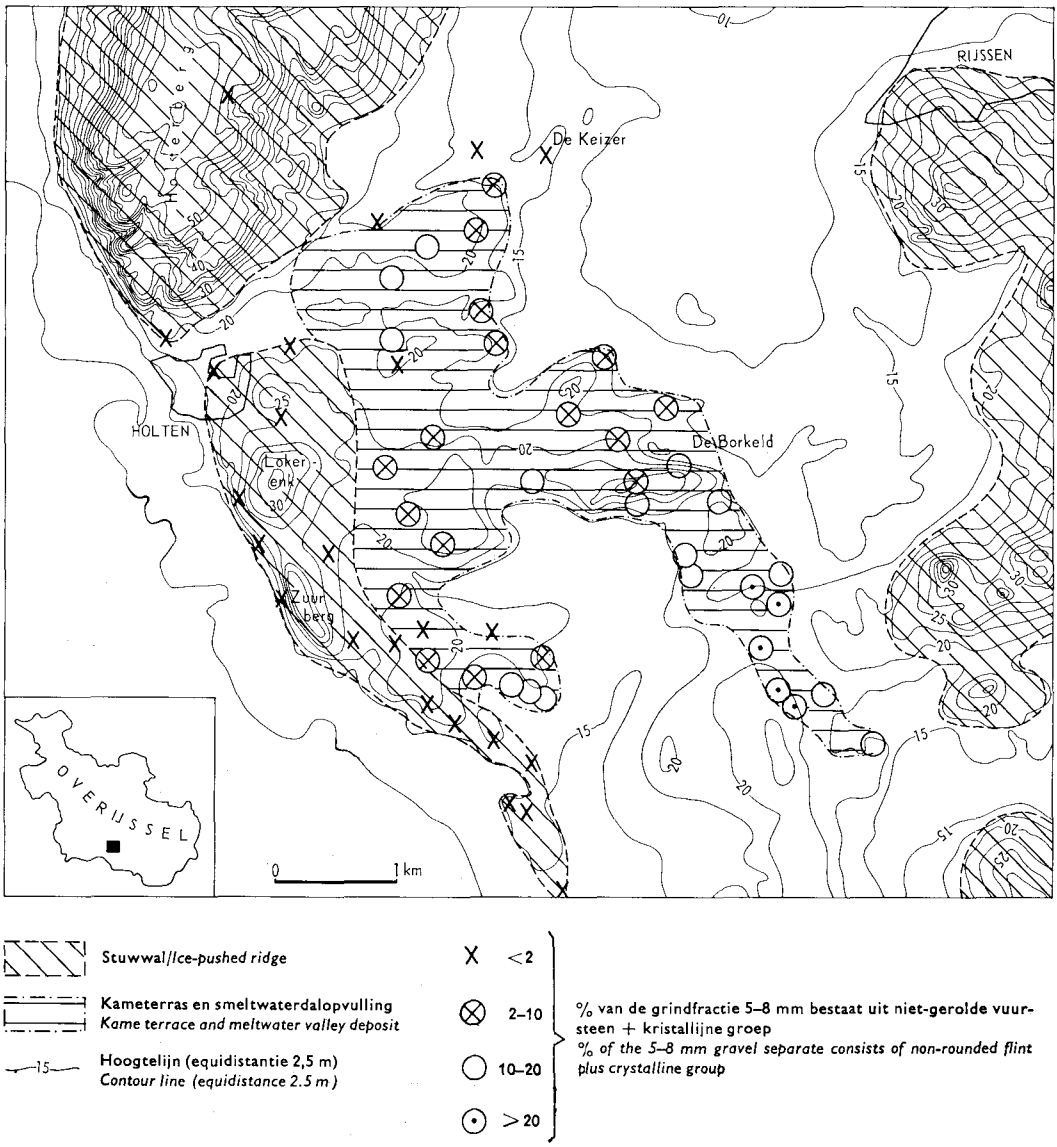



Fig. 1. De hoogteverschillen in het onderzochte gebied en de percentages niet-gerolde vuursteen plus kristallijne groep in de grindfractie 5–8 mm van de onderzochte grindmonsters.

*Fig. 1. The differences in altitude in the area investigated and the percentages of non-rounded flint plus crystalline group in the 5–8 mm gravel separate of the samples studied.*

het ware vergroeid met de Holterberg. Hetzelfde geldt voor de terreinverheffing ten oosten van de Lokerenk. In het bijzonder de rug nabij De Borkeld valt als een aanzienlijke hoogte met vrij steile flanken op. Ook in dit geval gaat de rug in het westen geleidelijk over in de stuwwal (hier: Lokerenk). Een derde verheffing van een geringere omvang wordt aangetroffen ten zuidoosten van de Zuurberg. Reeds eerder is de opvallende overgang van de laagte in het zuiden naar de zojuist genoemde twee ruggen geconstateerd (Dijkink, 1923).

Worden in de ontsluitingen van de stuwwal door druk van het landijs scheefgestelde pakketten aangetroffen, de afzettingen in de beschreven ruggen ten oosten ervan blijken ongestoord te liggen. Ze bestaan in hoofdzaak uit min of meer stenen- en grindrijk zand. Een opvallend verschil ten opzichte van de stuwwal is verder dat hier tot aanzienlijke diepte noordelijk materiaal voorkomt en dat dit dus niet alleen aan de keienvloer gebonden is. Deze gegevens zijn in fraaie overeenstemming met de opvatting dat men hier te maken heeft met echte smeltwaterafzettingen.

## RESULTATEN VAN EEN GRINDONDERZOEK

Door middel van een grindonderzoek is niet alleen getracht de grens tussen de smeltwaterafzettingen en de stuwwal vast te stellen; ook is nagegaan of door verschillen in samenstelling van de monsters uit de smeltwaterafzettingen onderling een indruk verkregen kon worden omtrent de positie van het landijs ten tijde van het afsmelten.

Per monster werden 300 deeltjes van de fractie 5–8 mm onderzocht. Op de kaart (fig. 1) zijn percentages weergegeven van de componenten niet-gerolde vuursteen + kristallijne groep (in hoofdzaak graniet en verwante gesteenten) tezamen. De hierboven vermelde componenten zijn in zoverre typisch voor de glaciale afzettingen, dat ze in andere afzettingen van midden-Nederland een vrij zeldzame verschijning zijn (Maarleveld, 1956). Ook hier werd dit bevestigd. Het percentage van deze componenten bleek in de afzettingen van de stuwwal steeds minder dan 2 te zijn. In het gebied ten oosten hiervan werd echter vrijwel steeds een hoger percentage aangetroffen. Hierdoor bleek het mogelijk te zijn, dus zonder de al of niet gestuwde positie der afzettingen erbij te betrekken, om de grens tussen de stuwwal en de smeltwaterafzettingen vrij nauwkeurig te bepalen (fig. 1). Verder blijkt het percentage niet-gerolde vuursteen + kristallijne groep per monsterplek aanzienlijke verschillen te vertonen; het schommelt bij de reeds eerder genoemde terreinverheffingen tussen Holten en De Keizer, tussen de Lokerenk en De Borkeld, en ten zuidoosten van de Zuurberg in hoofdzaak tussen 4 en 13. Monsters, genomen op verschillende diepten in één enkele ontsluiting, vertoonden geen verschillen van betekenis.

De morfologisch zo opvallende smeltwaterafzetting nabij De Borkeld vindt in zuidoostelijke richting zijn voortzetting in een smallere zone met eveneens ongestoorde zand- en grindafzettingen. Deze zone verheft zich in tegenstelling tot het gebied bij De Borkeld niet boven de omgeving; er is sprake van een fluvioglaciale ader, die zelfs iets lager ligt dan de keileem die

de ader aan weerszijden begrenst. Dit verschijnsel toont zowel overeenkomst met een tunneldal – dat is een onder het ijs aanwezige geul, die door stromend smeltwater in de ondergrond is uitgeslepen (Gripp, 1964) – als met een dal dat uitgeschuurd werd door het tussen brokken ijs stromend smeltwater. De door het water uitgeschuurde laagte werd nadien door smeltwaterafzettingen weer opgevuld. Mogelijk is het in deze geul aanwezige sediment als een direct afbraakprodukt van de grondmorene te beschouwen, gezien de uitzonderlijk hoge percentages niet-gerolde vuursteen + kristallijne groep. Meestal bedroegen deze meer dan 20, in één geval werd zelfs 54% geconstateerd.

Uit het bovenstaande blijkt dat in dit gebied morfologisch twee verschillende smeltwaterafzettingen aanwezig zijn. De omvangrijkste afzetting wordt bij benadering ingesloten door de vierhoek Holten, De Keizer, De Borkeld en de Zuurberg. Deze smeltwaterafzetting maakt aan een zijde contact met de stuwwal en zal gevormd zijn in een ijsvrije ruimte die destijds aanwezig geweest moet zijn tussen de ijslob in de depressie tussen De Keizer en Rijssen enerzijds en de stuwwal en een ijsmassa, gelegen in de laagte zuidwestelijk van De Borkeld, anderzijds. Deze afzetting kan als kameterras beschouwd worden. Het kameterras is door erosie onder periglaciale omstandigheden gedeeltelijk aangetast. De hierbij ontstane laagten zijn met dekzand opgevuld, zodat binnen de beschreven vierhoek aan het oppervlak geen continue smeltwaterafzetting wordt aangetroffen. De tweede smeltwaterafzetting, die ten zuidoosten van De Borkeld ligt, heeft geen contact met de stuwwal, is aan weerszijden door keileem begrensd en is, gezien de geleidelijke overgang vanuit de eerst beschreven smeltwaterafzetting, in dezelfde tijd als het kameterras gevormd. Het water zal zich tijdens de vorming van het kameterras een weg gevormd hebben tussen of onder het zuidelijk van De Borkeld aanwezige landijs door en zal dus gebruik hebben gemaakt van een spleet of tunnel in het ijs.

## SAMENVATTING

Uit de gegevens van een grindonderzoek is afgeleid, dat in het gebied van figuur 1 twee verschillende soorten smeltwaterafzettingen voorkomen. De fluvioglaciale afzetting in de vierhoek Holten-De Keizer-De Borkeld-Zuurberg bleek in de fractie 5–8 mm een hoger percentage niet-gerolde vuursteen plus kristallijne groep (in hoofdzaak graniet en verwante gesteenten) te bezitten dan normaal is in Midden-Nederland. Deze afzetting kan als kameterras worden beschouwd. Het meer zuidoostelijk gelegen gebied, dat uitzonderlijk hoge percentages van de genoemde componenten blijkt te bevatten, heeft de typische kenmerken van een aan het kameterras grenzend smeltwaterdal.

Zomer 1967

## SUMMARY

It was inferred from a study of gravel that two different types of meltwater deposits occur in the area shown in Figure 1. It was found that in the 5–8

mm fraction the glacio-fluvial deposit in the Holten-De Keizer-De Borkeld-Zuurberg rectangle had a higher percentage of non-rounded flint and crystalline group (mainly granite and related components) than is usual for the centre of the Netherlands. This deposit may be regarded as a kame terrace. The area situated more to the southeast, which was found to contain exceptionally high percentages of these components, has the typical features of a meltwater valley deposit adjoining the kame terrace.

## LITERATUUR

*Burck, H. D. M.*, 1938: Over de smeltwatervorming in oostelijk Overijssel. Med. 's Rijks Geol. Dienst, A, *5*. 's-Gravenhage.

*Dijkink, H. J.*, 1923: De bodem rond Markelo. Wageningen.

*Edelman, C. H.* & *R. D. Crommelin*, 1939: Over de periglaciale natuur van het Jong-Pleistoceen in Nederland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *61*, 357–362.

*Gripp, K.*, 1964: Erdgeschichte von Schleswig-Holstein. Neumünster.

*Maarleveld, G. C.*, 1956: Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten; het onderzoek van de afzettingen in Nederland en aangrenzende gebieden. Bodemk. Studies nr. 1. Proefschr. Utrecht.

# FUNCTIE VAN DE BODEMFAUNA IN DE GENESE VAN TWEE MODER-HUMUSPROFIELEN

*The part played by the soil fauna in the genesis of two moder humus profiles*

**L. Bal**[1])

## DEFINITIES EN DOEL VAN HET ONDERZOEK

Er worden in de bodem talloze dieren aangetroffen. Bekend is dat een aantal ervan belangrijk is voor de kringloop van de organische stof en naar alle waarschijnlijkheid ook voor de vorming van stabiele, hoogwaardige humine stoffen.

De verwerking van het strooisel onder een natuurlijke vegetatie verloopt volgens een bepaald patroon, waardoor een karakteristiek morfologisch beeld ontstaat in de vorm van een profiel, dat men wel aanduidt met 'humusvorm' of, minder gebruikelijk, met 'humustype'. Gezien de grote verwarring en de mogelijkheid deze benamingen verschillende betekenissen te geven, bijvoorbeeld:

– humusvorm als profiel (Kubiëna, 1953, 1955), tegenover humusvorm als horizont binnen dit profiel (Ramann, 1911),

– humustype als profiel (Hartmann, 1965) tegenover humustype als horizont binnen dit profiel (Jongerius en Schelling, 1960), wordt hier doelbewust een nieuwe naam geïntroduceerd en wel 'humusprofiel'. Hieronder wordt verstaan: het profiel dat ontstaat als gevolg van de afbraak van het strooisel, dat zijn bovengrens heeft in de vorm van een L-laag (ook wel 0 of A00 genoemd) en zijn ondergrens in een horizont, waarin de laatste restanten van de organische stof gemineraliseerd worden. Het humusprofiel ligt ten dele *op* en ten dele *in* de minerale bodem. Het deel op de minerale bodem kan worden aangeduid als 'het organische profiel'. Men kan verdedigen dat de horizontale gelaagdheid in het humusprofiel pedogenetisch is; met name de bodemfauna treedt daarin bodemvormend op: consumptie van strooisel, vorming van excrementen. Derhalve wordt bewust gesproken van (F- en H-) 'horizonten', die voor een groot deel kunnen bestaan uit faecaal materiaal.[2]) De L-laag is geen horizont, immers het gevallen blad van de bomen arriveert tenslotte, na door de wind te zijn verplaatst, in de L-laag. Men zou deze laag een eolische afzetting kunnen noemen, die dan geogenetisch is. Daar het materiaal in de L-laag de bron is voor het ontstaan van het humusprofiel kan, wederom in analogie met de C-horizont in de minerale bodem, ook gesproken worden van moedermateriaal.

[1]) Van februari tot juli 1966 gastmedewerker bij de afdeling Micropedologie, Stichting voor Bodemkartering.

[2]) Veelal wordt gesproken van coprogeen materiaal en coprogene horizont (Ramann, 1911; Kubiëna, 1953; Jongerius, 1961 e.a.). Kopros = uitwerpselen. Coprogeen betekent letterlijk: 'ontstaan door excrementen', terwijl juist wordt bedoeld aan te geven, dat de horizont is opgebouwd uit excrementen; m.a.w. de horizont is 'zoögeen' en de excrementen zijn dus geen coprogene deeltjes, maar 'zoögene deeltjes'. De aanduiding coprogeen wordt daarom ook bewust achterwege gelaten, in plaats daarvan wordt gesproken van 'faecaal materiaal' of 'excrementen'.

Het doel van ons onderzoek was een antwoord te vinden op de vragen: Welke rol vervult de bodemfauna in de genese van het humusprofiel; welke zijn deze dieren en welke factoren zijn hierop van invloed? Hiertoe werd een vergelijkend onderzoek verricht tussen een profiel onder Douglas-spar en een onder Amerikaanse eik. Beide profielen (gestuwd preglaciaal zand, buiten grondwaterinvloed) liggen op het landgoed 'De Warnsborn', eigendom van het Gelders Landschap, in de gemeente Arnhem tussen Oosterbeek en Schaarsbergen. Naar de mediaan van de zandfractie (De Bakker en Schelling, 1966) kan de minerale bodem onder Amerikaanse eik worden gekarakteriseerd als een matig grof tot zeer grof zand, die onder Douglas-spar als een matig grof zand. Beide profielen zijn dus droogtegevoelig.

Bij de keuze is gezocht naar beperking van het aantal variabelen. Zo is de onderlinge afstand zo kort mogelijk gehouden (20 m). Bovendien ontbrak een onkruiden- en struikvegetatie. De pH ($H_2O$)-waarden zijn in beide profielen dezelfde: van de L-laag en de F1-horizont 3,80, in de F2-horizont 3,50 en in de H- en A1(2)-horizont 3,20.

## METHODIEK VAN ONDERZOEK

In het onderzoek kunnen de volgende vier stadia worden onderscheiden:

1. Macromorfologische beschrijving van het profiel; kwalitatieve micromorfologische analyse aan de hand van mammoetslijpplaten, vervaardigd met Vestopal-H (Jongerius en Heintzberger, 1963); granulair analyse en meting van de pH-waarden. Meting van de pH van organisch materiaal gebeurde zonder voorafgaand drogen hiervan.
2. Fauna-analyse met behulp van een Berlese-Tullgren-trechter voor macro- en micro-arthropoda alsook voor regenwormen. Bepaling van de aanwezigheid van Enchytraeën geschiedde door onderdompeling van het monster in een met water gevulde trechter en verwarming van dit water van boven door middel van een lamp. Na verloop van tijd kunnen de uitgekropen Enchytraeën, die in de trechter zijn gezakt, worden verzameld (Van der Drift, 1949; Kevan, 1955, pp. 313–412; Schaller, 1962; Murphy, 1962).
Bemonsterde hoeveelheid (oppervlakte):

| | |
|---|---|
| Macro-arthropoda en regenwormen | 50 × 50 cm |
| Micro-arthropoda | 25 $cm^2$ (in vijfvoud) |
| Enchytraeën | 100 $cm^2$. |

3. Kweek en observatie van dieren. De dieren werden gekweekt op materiaal uit de verschillende horizonten van beide profielen. Dit werd gedaan in petrischaaltjes, waarvan de bovenrand werd ingesmeerd met 'Fluon', een stof die na indroging een zo glad oppervlak doet ontstaan, dat ontsnappen van de dieren onmogelijk is (Elton en Holleman, 1965). De schaaltjes werden in een donkere ruimte met een constante temperatuur van 15°C geplaatst, waarbij er voor gezorgd werd dat geen uitdroging kon optreden. Gedurende drie maanden werden de dieren geobserveerd, vraatbeelden genoteerd, excrementen verzameld en bestudeerd; de laatste zowel in glycerinepreparaten (bepaling van de fragmentatie van het strooisel) als in ongestoorde toestand in slijpplaatjes van $\pm$ 4 $cm^2$.

4. Kwantitatieve bepaling van de onderscheiden grootheden in de slijpplaat volgens de 'trefpunten-methode' (Jongerius, 1963). De resultaten hiervan zijn in de tabellen 1 en 2 weergegeven. Door bestudering zoals in de punten 2 en 3 is beschreven, werd getracht de sporen van de fauna in het profiel (punt 1) te identificeren en vervolgens te kwantificeren (punt 4).

## MACROMORFOLOGISCHE BESCHRIJVING VAN DE PROFIELEN

(november 1965, 1 maand na bladval)

*Het profiel onder Amerikaanse eik*

*0–0,5 cm L-laag:* Los, horizontaal gestapelde (soms iets opkrullende), nog veerkrachtige, bruine bladeren; uiterlijk gaaf (ten dele ronde vraatplekken door arboricole fauna).

*0,5–1 cm F1-horizont:* Grauw (geelbruine, min of meer horizontaal dicht opeengestapelde, sterk verzwakte (gemakkelijk te breken) bladfragmenten. Lokaal bezet met zwartbruin gekoekt, fijn faecaal materiaal. Horizontale gelaagdheid kan lokaal verstoord zijn, o.a. door activiteit van regenwormen en emelten, doch ook van lijsters die naar voedsel zoeken.

*1–3 cm F2-horizont:* Een grauwbruine horizont, bestaande uit (in vochtige toestand) los en rul faecaal materiaal, dat een zekere samenhang heeft door een intensieve beworteling (mineralisatie en gunstig waterhoudend vermogen; zie fig. 1). Nog slechts enkele zeer sterk verzwakte bladfragmenten van 3–5 mm. De begrenzing met de F1 is vrij scherp.

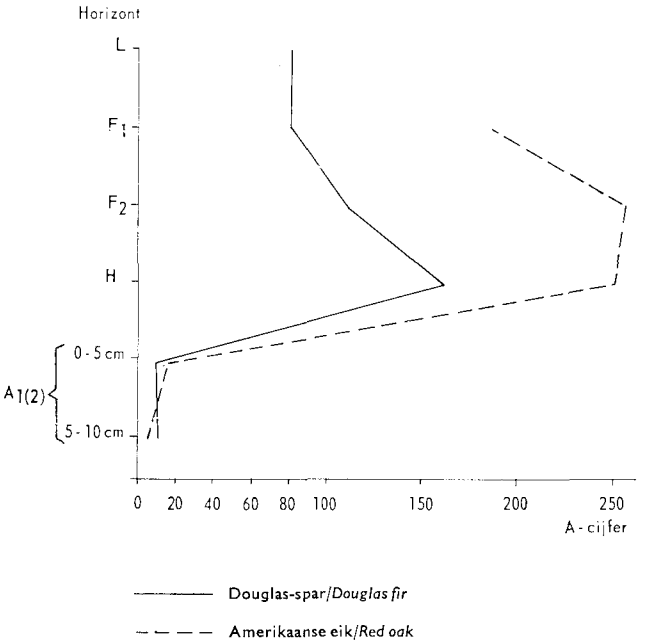



Fig. 1. Het A-cijfer (gewichtspercentage vocht) in de verschillende horizonten van het humusprofiel onder Amerikaanse eik en van het humusprofiel onder Douglas-spar

*Fig. 1. The A figure (percentage by weight of moisture) in the various horizons of the humus profile below Red oak and of the humus profile below Douglas fir*

De profielen zijn ongeveer op veldcapaciteit. Duidelijk blijkt: 1. dat het faecale materiaal het vocht beter vasthoudt dan de bladeren en de naalden, 2. dat er in dit opzicht ook verschillen zijn tussen de excrementen die ontstaan zijn uit strooisel van Douglas-spar enerzijds en van Amerikaanse eik anderzijds

*The profiles are approximately at field capacity. It can be clearly seen that: – 1. the faecal matter retains the moisture better than the leaves and needles, 2. in this respect differences exist between the excrements formed from Douglas fir litter on the one hand and from Red oak on the other.*

*3–6 cm H-horizont:* Donkerbruine tot zwartbruine horizont, geheel bestaande uit, door de intensieve beworteling samenhangend, rul faecaal materiaal, waarin geen bladresten meer voorkomen. Micromorfologisch duidelijk, macromorfologisch moeilijker te verdelen in een H1- en H2-horizont. De H2-horizont onderscheidt zich door een zwarter wordende kleur. De onderzijde ligt scherp begrensd op het minerale profiel.

*6–17 cm A1(2)-horizont:* Humus in de vorm van zwarte aggregaatjes van 100-500 mu, liggend tussen de zandkorrels, waarmee het geen binding heeft.

*Het profiel onder Douglas-spar*

*0–2 cm L-laag:* Grauwgelige, duidelijk herkenbare, los opgestapelde naalden, waarvan de meeste nog massief zijn. Zij geven een sterk 'verweerde' indruk. De naalden zijn lokaal bezet met plakaten zwartbruin faecaal materiaal. De meeste naalden zijn niet gefragmenteerd. Vaak blijft bij het vallen der naalden de basis aan de boom achter, zodat het roodbruin gekleurde mesofyl te zien is. De L-laag gaat geleidelijk in de F1-horizont over.

*2–3 cm F1-horizont:* De pakking is dichter dan in de L-laag, o.a. doordat de meeste naalden zijn gefragmenteerd. Op vele naalden is een zwart streepje overdwars te zien: dit is een verzwakte plek waar de naald gemakkelijk kan breken. Een weinig faecaal materiaal ligt als donkerbruine 'vulstof' tussen de naalden, waardoor de kleur van deze horizont een mengsel is van grauwgeel en donkerbruin.

*3–4,5 cm F2-horizont:* Een in vochtige toestand rulle donkerbruine horizont, waarin samenhang is door de beworteling. De nog vrij talrijke naaldfragmenten worden sterk gemaskeerd door de donkerbruine faecale massa's, waaraan de horizont zijn kleur dankt.

*4,5–5,5 cm H-horizont:* Een in vochtige toestand, losse, rulle diep donkerbruine horizont, waarin een zekere samenhang is door de vrij sterke beworteling. Enkele naaldfragmenten en geheel met excrementen opgevulde naalden zijn aanwezig. Micromorfologisch is deze horizont te benoemen als een H2(F2). De overgang naar het onderliggende minerale profiel is scherp.

*5,5–22 cm A1(2)-horizont:* Hier ligt de humus in de vorm van zwarte aggregaatjes van 100–500 mu, die in droge toestand hard zijn, los tussen de zandkorrels. In de bovenste 4 centimeters kunnen schimmeldraden de aggregaatjes doorgroeien en deze tussen de zandkorrels ophangen. Dieper in het profiel ontbreken deze schimmels.

## GENESE VAN HET HUMUSPROFIEL ONDER AMERIKAANSE EIK

### *L-laag en vorming F1-horizont*

De L-laag en de F1-horizont hebben een afschermende functie (microklimaat, breken van de kracht van regendruppels). Het blad in de L-laag is bovendien niet direct consumeerbaar voor de bodemfauna. Daartoe moet het eerst microbiologisch worden aangetast (Minderman, 1961; Van der Drift, 1965), hetgeen voor de *Mycetophilidae*-larven werd aangetoond. Deze larven ontwikkelden zich op materiaal uit de F1-horizont snel tot adult, terwijl ze materiaal uit de L-laag weigerden en dood gingen.

De microbiologische aantasting van het blad begint reeds aan de boom en is in de F1-horizont zo ver voortgeschreden, dat grote delen van het mesofyl kunnen zijn verdwenen. Maar dan zijn epidermis en nerven veelal nog intact, o.a. door het hoge gehalte aan moeilijk aantastbare cellulose (Meyer, 1962; Babel, 1964). Meyer veronderstelt dat de cellulose gekoppeld is aan lignine-achtige stoffen. Er zijn inderdaad aanwijzingen, dat er verbindingen zijn tussen lignine en koolhydraten (Richtzenhain, 1955).

De enkele excrementen in de F1-horizont zijn afkomstig van *Diptera*-larven en worden door coprofage *Enchytraeën* en *Collembola (Onychiurus quadri ocellatus)* gezamenlijk met bacteriënslijm, pollenkorrels, algen etc. verwerkt. Deze

coprofage fauna verkleint het materiaal verder en deponeert haar inktzwarte faeces[1]) als bolletjes of vormloze massa's tussen de bladfragmenten, waardoor deze aan elkaar kunnen kitten. Door indroging ontstaan vormloze donkere koeken en door verspoeling met regenwater ophopingen langs bladnerven.

Afgezien van epidermis en nerven zijn de bladfragmenten in de F1 rijk aan gemakkelijk aantastbare stoffen en daarom is de bezettingsdichtheid en activiteit van de microflora in deze horizont meestal groter dan in alle andere horizonten (Meyer, 1959). Bovendien zou hier het vitaminegehalte het hoogst zijn (Schmidt en Starkey, 1951).

*Vorming F2-horizont*

Door de dichte bladstapeling op de overgang naar de F2, die samenhangt met de platte vorm der bladeren, de zetting, de aanwezigheid van faecale en slijmkitstoffen en een filmpje van water is het milieu geschikt voor kleinere soorten *Diptera*-larven. Door de vergevorderde microbiologische aantasting (blad sterk verzwakt en daardoor tot fragmenten gebroken) is het blad geschikt geworden voor consumptie door primaire consumenten.[2]) Aan de onderzijde van de F1-horizont vindt dan ook een intensieve vermodering plaats en gaat de F1 binnen 1 cm over in de F2-horizont.[3]) Met name de kleine *Diptera*-larven zijn verantwoordelijk voor de vermodering, in veel mindere mate de grotere emelten. Een klein deel komt voor rekening van *Oribateï.*

Van de kleine Diptera-larven zijn hier met name die van Mycetophilidae werkzaam. Deze zich snel ontwikkelende larven opereren vanuit een door hen gevormde slijmkoker. Deze dient als een 'home', waarin de larve zijn tere huid kan beschermen tegen mechanische beschadiging en uitdroging. Zachariae (1965) is van mening dat deze kokers dienen om de larven gelegenheid te geven zich bij de voortbeweging en andere activiteiten te kunnen afzetten. Er is echter waargenomen, dat ze zich met het grootste gemak over een glasoppervlak in alle richtingen voortbewegen. Zij consumeren het blad in de vorm van 'skelet'- en 'gat'-vraat, aanvankelijk de nerven niet en de hoofdnerf in het geheel niet. Ook afgestorven wortels (in mindere mate) en mycelium worden geconsumeerd (zie ook Kühnelt, 1961, pag. 275). Het blad wordt waarschijnlijk hoofdzakelijk gefragmenteerd tot deeltjes van $\pm$ 80 $\times$ 160 mu, met vaak nog een duidelijke weefselstructuur en cellulose. Deze deeltjes worden in dit artikel als primaire deeltjes aangeduid.

Om voldoende stoffen voor de lichaamsopbouw te verkrijgen, moet dus veel van dit materiaal door de larve geconsumeerd worden. Retentie-waar-

[1]) Eigenlijk een mengeling van donkerbruin en veel inktzwart materiaal.

[2]) In de indeling naar voedingsgewoonten volgens Kühnelt (1957) worden dieren, die leven van dood plantenmateriaal dat nog niet eerder geconsumeerd werd, 'primaire consumenten' genoemd.

[3]) Kubiëna (1953) verstaat onder vermodering de afbraak van organische stof door bodemdieren, waarbij de excrementen door de dieren niet in de minerale bodem worden geïncorporeerd. De zuiver organische excrementen blijven dus in het organische profiel. Dit in tegenstelling tot mullvorming, waarbij door een actieve biologische homogenisatie de excrementen bestaan uit een mengsel van organisch en mineraal materiaal.

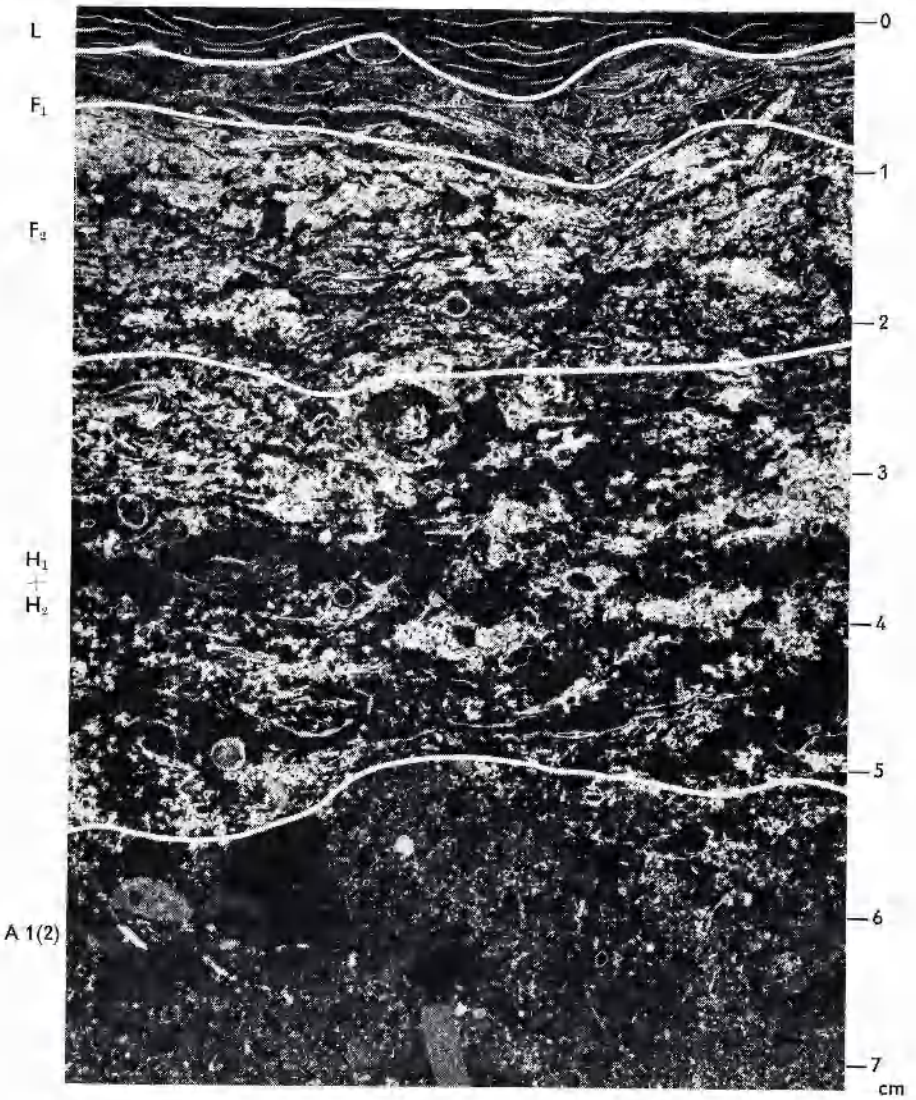
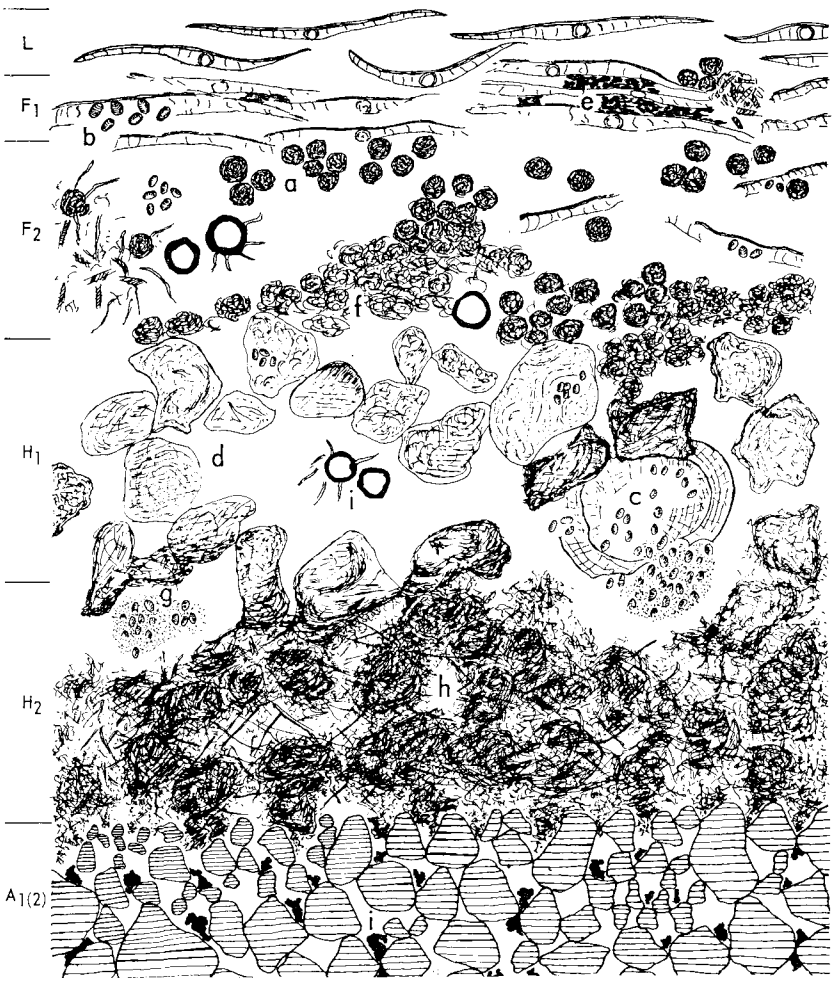



Fig. 2. Foto van een mammoetslijpplaat van het humusprofiel onder Amerikaanse eik (vergrotingsfactor 2)

*Fig. 2. Photo of a mammoth-sized thin section of the humus profile below Red oak (2 × natural size)*

Foto's: Stiboka; Afd. Micropedologie




Excrementen van:
*Excrements of:*

a. Mycetophilidae-larven

b. Northrus silvestris

c. Northrus silvestris en Rhysotritia minima na exo- en endogene wortelvraat
*c. Northrus silvestris and Rhysotritia minima after exogenous and endogenous root glutting*

d. Dendrobaena rubida

e. Enchytraeën en Onychiurus 4-oc.

Verouderende excrementen van:
*Ageing excrements of:*

f. Mycetophilidae-larven

Verouderende excrementen van:
*Ageing excrements of:*

g. Oribatei

h. Dendrobaena rubida

i. Vanuit de H-horizont in de A1(2)-horizont ingespoelde faecale delen
*i. Faecal parts from the H-horizon illuviated into the A1(2)-horizon*

j. Wortelrestant (periderm), waarin door schimmelaantasting zwarte humine stoffen
*j. Root remnant (periderm) filled by fungi with black humin substances*

Fig. 3. Micromorfologisch beeld van het in figuur 2 weergegeven moder-humusprofiel onder Amerikaanse eik. De genese van het profiel is in deze figuur duidelijk af te lezen.
*Fig. 3. Micromorphological pattern of the moder humus profile below Red oak shown in figure 2. The genesis of the profile is clearly seen in this figure*

TABEL 1. Analyse van de droge stof in het humusprofiel onder Amerikaanse eik (fig. 2). De gevonden hoeveelheden zijn uitgedrukt in volumeprocenten

TABLE *1. Analysis of the dry matter in the humus profile below Red oak (fig. 2). The amounts are expressed in percentages of the soil volume*

| Diepte in cm *Depth in cm* | Horizont *Horizon* | Percentages van de onderscheiden grootheden (zie voor verklaring der nummers 1–18 de voet van de tabel) *Percentages of the different quantities (for explanation of the numerals 1–18 see the legend below the table)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | Percentage minerale delen % *organic-free soil* | Percentage holten > 30 mu % *cavities > 30 micron* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | | |
| 0,5–1 | F1 | 12,5 | 12,5 | 2,5 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 3,0 | 3,5 | 0,5 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | 2,5 | 58,0 |
| 1 –2 | F2 | 0,5 | 7,5 | 5,5 | 3,0 | 3,0 | 11,0 | 1,5 | 3,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 5,0 | 0,5 | 1,5 | 3,0 | 0,0 | 3,0 | 48,0 |
| 2 –3 | F2 | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 4,0 | 0,5 | 1,5 | 4,5 | 3,5 | 1,3 | 2,0 | 0,0 | 1,5 | 0,5 | 10,0 | 2,0 | 2,0 | 5,0 | 0,0 | 1,2 | 55,5 |
| 3 –4 | H | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 3,0 | 2,0 | 1,5 | 3,0 | 2,0 | 11,5 | 0,0 | 7,5 | 3,0 | 3,0 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 56,5 |
| 4 –5 | H | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 4,0 | 4,0 | 1,0 | 2,0 | 1,5 | 5,0 | 0,0 | 6,5 | 2,5 | 3,0 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 66,5 |
| 5 –6 | H | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | 2,0 | 0,0 | 1,5 | 1,0 | 7,5 | 0,0 | 7,5 | 1,5 | 1,0 | 4,5 | 0,0 | 6,5 | 62,7 |
| 6 –7 | A1 (2) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 6,5 | 45,0 | 44,0 |

1. Microbiologisch aangetaste bladeren
*1. Microbiologically affected foliage*
2. Door fauna aangevreten blad
*2. Leaf attacked by fauna*
3. Gave excrementen van kleine Diptera-larven, voornamelijk Mycetophilidae
*3. Intact excrements of small Diptera larvae, mainly Mycetophilidae*
4. Verouderende excrementen van Mycetophilidae-larven
*4. Ageing excrements of Mycetophilidae larvae*
5. Al dan niet verouderende excrementen van Tipulidae-larven
*5. Ageing and non-ageing excrements of Tipulidae larvae*
6. Verouderende faecale massa's van Mycetophilidae- en Tipulidae-larven (soms als gevolg van hevige schimmelaantasting)
*6. Ageing faecal masses of Mycetophilidae and Tipulidae larvae (sometimes as a result of severe fungal attack)*
7. Ongedifferentieerde faecale massa's, waarin geen weefselresten. Niet onwaarschijnlijk is, dat zij afkomstig zijn van Dendrobaena rubida
*7. Non-differentiated faecal masses without tissue remnants. Quite possibly derived from Dendrobaena rubida*
8. Veroudering van de onder 7 genoemde massa's vindt plaats door doorwoekering met schimmels
*8. Ageing of the masses mentioned in no. 7 by fungal infestation*
9. Vrijliggende excrementen van Oribateï (waarschijnlijk van Nothrus silvestris)
*9. Exposed Oribatei excrements (probably from Nothrus silvestris)*
10. Verouderende, uiteengevallen excrementen van Oribateï
*10. Ageing, broken down Oribatei excrements*
11. Gave excrementen van Oligochaeten (Dendrobaena rubida)
*11. Intact Oligochaeta excrements (Dendrobaena rubida)*
12. Verouderende faecale massa's van Dendrobaena rubida
*12. Ageing faecal masses of Dendrobaena rubida*
13. Faecale massa van Enchytraeën en Onychiurus quadri ocellatus
*13. Faecal mass of Enchytraeidae and Onychiurus quadri ocellatus*
14. Door fauna aangevreten wortel of tak
*14. Root or branch attacked by fauna*
15. Door Oribateï aangevreten wortel of tak
*15. Root or branch attacked by Oribatei*
16. Niet aangevreten, vaak levende wortels
*16. Roots not attacked, often living*
17. Door schimmels met zwarte humine stoffen opgevulde wortelperiderm
*17. Root periderm filled by fungi with black humic substances*
18. In de minerale bodem ingespoelde faecale delen
*18. Faecal parts illuviated in the mineral soil*

den zijn echter niet bekend. Het materiaal wordt in het darmkanaal met slijmstoffen verkit en als bolvormige excrementen met een diameter van 75 tot 150 mu ter plaatse gedeponeerd. Deze larven zijn voornamelijk actief juist aan de onderzijde van de F1-horizont en verplaatsen zich nauwelijks. Hierdoor ontstaan bovenin de F2-horizont opeenstapelingen van excrementen, die na verloop van tijd door een verdergaande microbiologische aantasting en doorsijpelend regenwater vrij snel hun individuele karakter verliezen en overgaan in een min of meer, gemakkelijk te vervormen, versmeerde massa. Lokaal worden deze excrementen in hevige mate aangetast door schimmels, waardoor zij volledig uiteenvallen.

De grotere emelten verwerken het blad (gatvraat) ook en vormen ronde tot min of meer spoelvormige excrementen van 250 × 350 mu tot 500 × 600 mu.

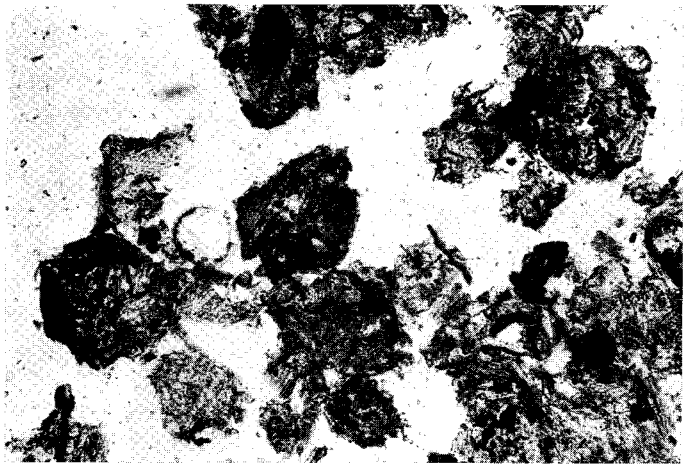
De verspreid en in nesten liggende eivormige excrementen van *Oribateï* (50 × 90 mu tot 120 × 260 mu) van zuiver macrofytisch materiaal en van een mengsel van macro- en microfytisch materiaal worden toegeschreven aan *Nothrus silvestris*, een 'niet-specialist', (Schuster, 1956, en eigen kweekresultaten). Zij consumeren het blad in de vorm van 'skeletvraat' of de gehele morfologische onderzijde hiervan en deponeren ter plaatse, dan wel elders hun excrementen. Hoewel in de kweek een verspreide ligging van de excrementen werd waargenomen (zij zijn mobiel), wordt toch ook een deel van in 'nesten' liggende excrementen aan deze *Oribateï* toegeschreven vanwege de grote populatiedichtheid van deze mijten (2 per $cm^3$) en omdat zekere soorten van mijten, indien zij niet door de nood gedwongen zijn te vluchten (bijv. door droogte of vorst), alle nymfe-stadia en waarschijnlijk ook een deel van het adultstadium doorbrengen op dezelfde plaats, bijv. in een wortel of tak (Schuster, 1956; Zachariae, 1965). De sterke fragmentatie blijkt uit de grootte van de primaire deeltjes: gemiddeld 12 × 20 mu, met extremen van < 4 × 4 tot 100 × 100 mu. Het zijn celwandresten, een enkel huidmondje, houtvatfragmenten en fragmenten van schimmelhyfen.

De gemineerde takjes, wortels en bladnerven, opgevuld met excrementen van 30 × 20 mu van zuiver, sterk verkleind macrofytisch materiaal (celwandresten en houtfragmenten), worden toegeschreven aan de activiteit van de Oribatide *Rhysotritia minima*, een uitgesproken consument van macrofytisch materiaal (Schuster, 1956).

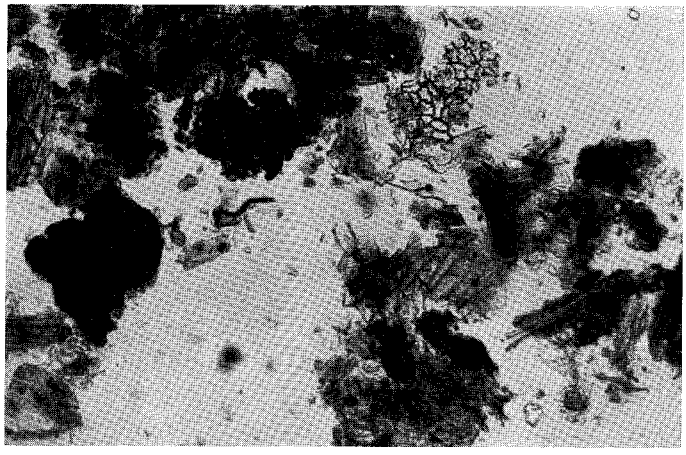
Excrementen van *Oribateï* zijn bijzonder stabiel, zoals ook elders zal blijken, en getuige ook het feit dat ze passage door een regenwormdarm ongeschonden kunnen doorstaan.

Opvallend is het afbraakproces van de *Oribateï*-excrementen. Ze blijven lang hun vorm behouden en worden slechts langzaam door bacteriën aangetast, waarbij dan zwarte humine stoffen kunnen worden gevormd. Omdat ze slechts uiterst moeilijk door schimmels kunnen worden afgebroken, liggen ze veelal duidelijk herkenbaar tussen ander, wel door schimmels aangetast faecaal materiaal. Men kan zich afvragen of de *Oribateï* persistente antibiotica aan hun excrementen meegeven. Na verloop van tijd vallen de excrementen spontaan uiteen; Jongerius (1963) zocht de verklaring onder

4



5



6

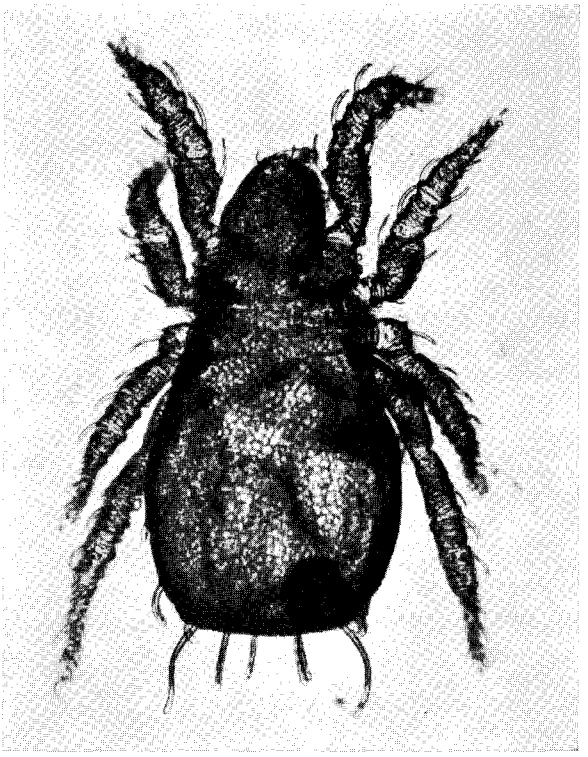


Fig. 7. De Oribatide Nothrus silvestris (Vergrotingsfactor 83)
*Fig. 7. The Oribatid Nothrus silvestris (83 × natural size)*

andere in een gasontwikkeling in de vaste excrementen. Deze veronderstelling is aanvaardbaar wanneer de excrementen omhuld zijn door een zgn. peritroof membraan. Dit is een semi-permeabel membraan, dat gevormd wordt in het darmkanaal (pag. 101). Het is niet onmogelijk, dat dit membraan impermeabel is voor zuurstof en andere gassen. Hierdoor kunnen anaerobe bacteriën, afkomstig uit het darmkanaal, in het excrement gassen ontwikkelen, waardoor het tenslotte explodeert. Men moet dit uiteraard wel in de juiste dimensies zien. Waarschijnlijk worden ze pas in dit stadium, te zamen met de faecale massa's van de *Diptera*-larven en enkele bladfragmenten, geconsumeerd door de regenworm *Dendrobaena rubida.*

---

◀ Fig. 4, 5 en 6. Mycetophilidae-larven consumeren het in de F1- en F2-horizont microbiologisch aangetaste blad in de vorm van 'skelet'- en 'gat'-vraat (bovenste foto). De larven deponeren hun bolvormige excrementen ter plaatse: vorming van F2-horizont (middelste foto). De bolvormige excrementen bestaan uit afgebeten deeltjes (primaire deeltjes) met een nog duidelijke weefselstructuur (onderste foto)
(Vergrotingsfactor van fig. 4: 2,1, fig. 5: 105, fig. 6: 115)
*Fig. 4, 5 and 6. The microbiologically attacked leaf in the F1 and F2 horizon is consumed by Mycetophilidae larvae to form a 'skeleton' or 'hole' pattern (top photo). The larvae deposit their spherical excrements in situ, forming the F2 horizon (centre photo). The spherical excrements consist of bitten-off particles (primary particles) with a tissue structure which is still well defined (lower photo)*
*(Fig. 4: 2.1 × natural size, fig. 5: 105 × natural size, fig. 6: 115 × natural size)*

*Vorming H1-horizont*

De zojuist genoemde regenworm houdt zich hoofdzakelijk op aan de basis van de F2-horizont, gezien het feit dat direct hieronder een accumulatie van zijn excrementen plaatsvindt (vorming H1-horizont). Zijn excrementen zijn al of niet karakteristiek: onregelmatig, afgerond hoekig begrensd; $\pm$ 300 $\times$ 300 mu in grootte. Soms worden niet-gemodelleerde excrementen aangetroffen van wel 2000 $\times$ 2000 mu, waarin een karakteristiek stromingspatroon. Dit patroon wordt onder andere veroorzaakt doordat het excrement, dat als een waterrijke massa door de worm geloosd wordt, sterk aangetaste, maar toch nog in hun oorspronkelijke vorm zijnde, geconsumeerde bladfragmenten bevat. De waterrijke massa stroomt langs de bladfragmenten en brengt daarin een bepaald patroon teweeg, dat tenslotte door indrogen wordt gefixeerd. Deze worm verkleint het materiaal verder tot deeltjes $<$ 15 $\times$ 15 mu en zelfs $<$ 4 $\times$ 4 mu, hoewel er in de excrementen toch ook gave Oribateï-excrementen en enkele bladfragmenten van 430 mu kunnen voorkomen. Na verloop van tijd zullen de wormen hun eigen faeces, na verdere microbiologische aantasting weer kunnen consumeren. Door het steeds relatief rijker worden aan moeilijk aantastbaar materiaal (lignine, cellulose, harsen, wassen) zal echter iedere volgende 'herconsumptie' steeds minder effect hebben en steeds langer op zich laten wachten. Bovenstaande verklaart dan ook waarom de H-horizont bestaat uit een accumulatie van steeds ouder wordende regenwormexcrementen, waardoor tenslotte de reeks van faunistische processen wordt afgesloten.

*Vorming H2-horizont*

Aan de basis van de H-horizont, in de H2-horizont, zijn het alleen nog schimmels die de afbraak voortzetten, het materiaal zwart doen kleuren en het uiteen doen vallen.

De afbraak van wortels in de gehele H-horizont komt praktisch geheel voor rekening van *Oribateï*, zowel door het mineren van *Rhysotritia minima* als ook door exogene vraat van *Nothrus silvestris* (en mogelijk *Rhysotritia minima*). De wortels bevinden zich op plaatsen waar deze *Oribateï* de minste concurrentie ondervinden van de zich snel ontwikkelende en veel meer etende *Diptera*-larven. De laatste ontbreken in de H-horizont praktisch geheel.

Interessant is het lokaal optreden van aantasting van (vooral kleinere) wortels door schimmels, zowel in de F- als H-horizont. Het xyleem verschrompelt tot een kleine kern en verdwijnt tenslotte geheel. De periderm blijft echter intact en wordt opgevuld met door de schimmels gevormde donkere humine stoffen. Waarschijnlijk worden deze stoffen (melanine? Scheffer en Ulrich, 1960, pag. 173) pas gevormd na autolyse. Tenslotte verdwijnen ook de schimmels, waarna een zwarte koker achterblijft. De schimmelaantasting – vermoed wordt dat het schimmels uit de rhizosfeer zijn, die na afsterven van de wortel actief worden – en de produktie van humine stoffen kunnen zo hevig zijn, dat zelfs omringend faecaal materiaal door deze kleurstof wordt zwartgekleurd. Van grotere wortels en takken blijven de delen

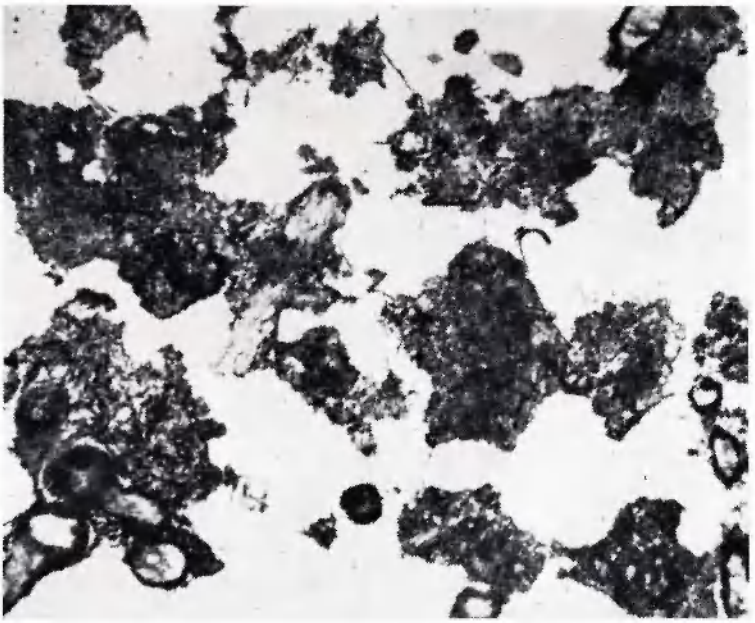


Fig. 8. Excrementen van de regenworm Dendrobaena rubida in de H1-horizont. (Vergrotingsfactor 35)
*Fig. 8. Excrements of the Dendrobaena rubida earthworm in the H1 horizon (35 × natural size)*

Fig. 9. Veroudering van excrementen van Dendrobaena rubida in de H2-horizont. Door hevige schimmelaantasting vallen de excrementen uiteen en kleuren naar zwart. De zwartkleuring staat in verband met de vorming van huminezuren door schimmels na autolyse (Vergrotingsfactor 435)
*Fig. 9. Ageing of Dendrobaena rubida excrements in the H2 horizon. As a result of severe fungal attack the excrements are broken down and turn black. The black coloration is associated with the formation of humic acids by fungi after autolysis (435 × natural size)*

waarin nog cellulose (xyleem) is aan te tonen, kleurloos. Van de andere cellen, bijv. van de schors en in het wortelcentrum, kleurt de inhoud geel tot bruin door vorming van humine stoffen (Kononova, 1961, pag. 139–150; Babel, 1964). In dit stadium kan dierlijke vraat optreden. Blijft deze achterwege, dan worden de cellen verder bacteriologisch aangetast, waardoor een aantal de neiging heeft samen te klappen. Andere blijven hun vorm lang behouden. Pas wanneer zij in een 'rand-positie' komen, of ook wel eerder, vloeien zij uiteen tot een vormloze, gladde massa. In geval van schimmelaantasting kan deze zo hevig zijn, dat de wortel van 'macrofytisch' als het ware verandert in 'microfytisch'-weefsel, waarbij de schimmels in een patroon zitten dat bepaald wordt door de anatomische bouw van de wortel, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van pectine, cellulose, lignine etc.

Bovenbeschreven organisch profiel kan volgens Kubiëna (1953) worden geclassificeerd als 'Feinmoder' (Fijne moder).

*Vorming van de A1(2)-horizont en herkomst van de humusaggregaatjes*

Hoe komen nu de humusaggregaatjes tussen de zandkorrels? Een mengende fauna ontbreekt en de mengende werking van omvallende bomen wordt, zeker voor de relatief jonge gronden in Nederland waar veel meer bomen gekapt worden dan omvallen, niet waarschijnlijk geacht. Hoewel vermodering van wortels in de minerale grond inderdaad plaatsvindt, wordt een zeer groot gedeelte afkomstig gedacht vanuit het op de minerale bodem liggende organische profiel. Het is verplaatst met het doorzakkende regenwater (Jongerius, 1957, 1961). Deze onderzoeker dacht echter aan inspoeling van excrementen, waarmee slechts ten dele kan worden ingestemd. Bezien we namelijk de aggregaten van 100 tot 500 mu, dan blijken deze te zijn opgebouwd uit aggregaten van 20 tot 30 mu. Deze zijn op hun beurt weer samengesteld uit deeltjes van $< 12 \times 12$ mu. De aggregaatjes van 20 tot 30 mu zouden volgens Jongerius sterk verdichte excrementen zijn. Uit het onderzoek is echter gebleken dat de kleine *Oribateï*-excrementen al relatief vast zijn. De grotere, van andere dieren afkomstige excrementen van bijv. $500 \times 500$ mu zouden dus wel zeer sterk moeten verdichten om die afmetingen te krijgen, dat transport mogelijk is. Bovendien blijkt dat in de H-horizont de faecale massa's uiteenvallen. Het ligt dus meer voor de hand om aan te nemen dat de primaire deeltjes of grotere onderdelen (20–30 mu) van de excrementen de minerale grond in spoelen. Op een punt waar de zandkorrels elkaar raken, zal, afhankelijk van de kracht van de waterstroom, het deeltje worden afgeremd en blijven zitten. Op dit punt zullen later meer deeltjes arriveren, waardoor, bij voortgaande humificatie, ter plaatse een groter aggregaat ontstaat.

*Vorming initiële podzol-B-horizont*

Tenslotte ontkleuren de aggregaatjes op een diepte van circa 17 cm plotseling naar geel, vallen uiteen en vormen een gele coating van maximaal 20 mu dik om de zandkorrels en zelfs zwakke brugstructuren. Dieper in het profiel zijn de coatings weer verdwenen. Het gehele ontkleuringsproces en het proces

van vorming en verdwijning van de coating voltrekken zich over een afstand van enkele centimeters. Jongerius (1961) komt tot de slotsom, dat de stroom van mechanisch ingespoelde deeltjes wordt geneutraliseerd door afbraak (vorming van gele coating) en zelfs volledige mineralisatie van de organische stof (verdwijning van de coating), waarmee het afbraakproces voltooid is.

Het lijkt zeer waarschijnlijk dat in de vorming en verdwijning van de gele coating het ijzer een belangrijke rol speelt. Daarbij wordt aangenomen dat er transport van ijzer plaatsvindt tot op een diepte waar coating optreedt. Zo gezien wordt er dan een initiële podzol-B-horizont gevormd. Dan kan dus het deel tussen de initiële B-horizont en de H-horizont worden aangeduid als A1(2)-horizont.

Voor bovengenoemde theorie is een aantal argumenten aan te voeren:
1. De humusaggregaatjes liggen zeer regelmatig verspreid in het minerale profiel (Jongerius, 1957). Alleen afbraak van lokale wortels zou niet een dergelijke verdeling ten gevolge hebben.
2. Bij vergelijking van de primaire deeltjes in de H-horizont met de deeltjes in de aggregaatjes van de minerale bodem blijkt, dat deze even groot zijn ($<12 \times 12$ mu). Als nu de deeltjes uit de minerale bodem worden geëxtraheerd met KOH 0,1 n, blijken deze een duidelijke plantaardige weefselstructuur te hebben en een sterke gelijkenis met de primaire deeltjes in de H-horizont. In de verdunde loog lossen nl. de aan het oppervlak van het deeltje gevormde zwarte humine stoffen op, waardoor het skelet hiervan vrijkomt. De deeltjes in de minerale bodem blijken dus verder gehumificeerde primaire deeltjes, afkomstig uit de H-horizont, te zijn.
3. Zou er uitsluitend van vermodering ter plaatse sprake zijn, dan zouden (gezien de deeltjes $<12 \times 12$ mu) alleen de sterk verkleinend werkende dieren als *Oribateï* daarvoor in aanmerking komen. Uit de fauna-analyse blijkt echter, dat op deze diepte ook *Diptera*-larven kunnen voorkomen, die ook aan de hout-(dus wortel-)afbraak kunnen deelnemen (pag. 83).
4. Hoe zou er een zone van gele coatings gevormd kunnen zijn, indien er geen transport had plaatsgevonden? Als vermodering alleen ter plaatse optreedt, kan de aanwezigheid van deze zone niet worden verklaard.

In het profiel onder Douglas-spar met de zone van gele coatings op 22 cm diepte werd op 30 cm vermodering van een wortel waargenomen door *Phtiracaridae* en larven. Op deze diepte ontbreken gele coatings.

## GENESE VAN HET HUMUSPROFIEL ONDER DOUGLAS-SPAR

### *L-laag*

Accumulatie van naalden in de L-laag is mogelijk door twee oorzaken. In de eerste plaats door moeilijke aantastbaarheid van de naalden als gevolg van het hoge C/N-quotiënt[1]) en mogelijk ook door aanwezigheid van microbiciden, die de activiteit van micro-organismen en de bodemfauna remmen (Gisin, 1949; Winter en Willeke, 1952, Winter, 1955; Kubiëna, 1953).

In de tweede plaats zal door de losse ligging der stugge stijve naalden het

[1]) De naalden hebben een C/N-quotiënt van circa 77. Ter vergelijking: het blad van de Amerikaanse eik heeft een C/N-quotiënt van circa 47 (Kühnelt, 1950).

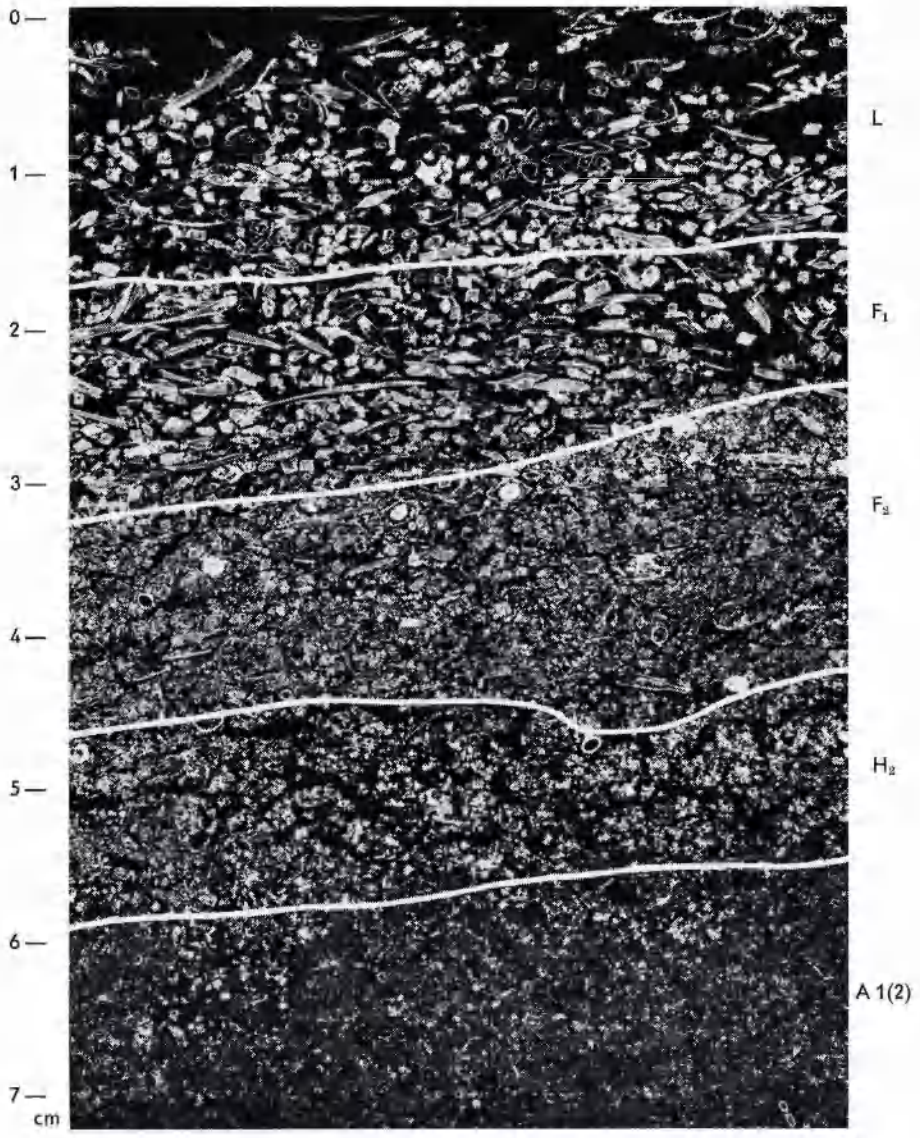



Fig. 10. Foto van een mammoetslijpplaat van het humusprofiel onder Douglas-spar (vergrotingsfactor 2). De naalden zijn door indrogen tijdens de vervaardiging van de slijpplaat sterk gekrompen.

*Fig. 10. Photo of a mammoth-sized thin section of the humus profile below Douglas fir (2 × natural size). The fir needles have shrunk greatly owing to drying during preparation of the thin section*

Excrementen van:
*Excrements of:*

a. Tipulidae-larven
*a. Tipulidae larvae*

b. Adela-larven
*b. Adela larvae*

c. Mycetophilidae-larven
*c. Mycetophilidae larvae*

d. Door Phtiracaridae gemineerde en met excrementen opgevulde naald
*d. Needle mined by Phtiracaridae and filled with excrements*

e. Veroudering van Phtiracaridae-excrementen; buiten de naald verkleven deze onderling
*e. Ageing of Phtiracaridae-excrements; outside the needles adhering of the excrements*

Verouderende excrementen van:
*Ageing excrements of:*

f. Adela-larven
*f. Adela larvae*

g. Mycetophilidae-larven
*g. Mycetophilidae larvae*

h. Phtiracaridae

i. Vanuit de H-horizont in de A1(2)-horizont ingespoelde faecale delen
*i. Faecal parts from the H-horizon illuviated into the A 1 (2)-horizon*

j. Zwarte humine stoffen in de sparrenaald
*j. Black humin substances in the needle*

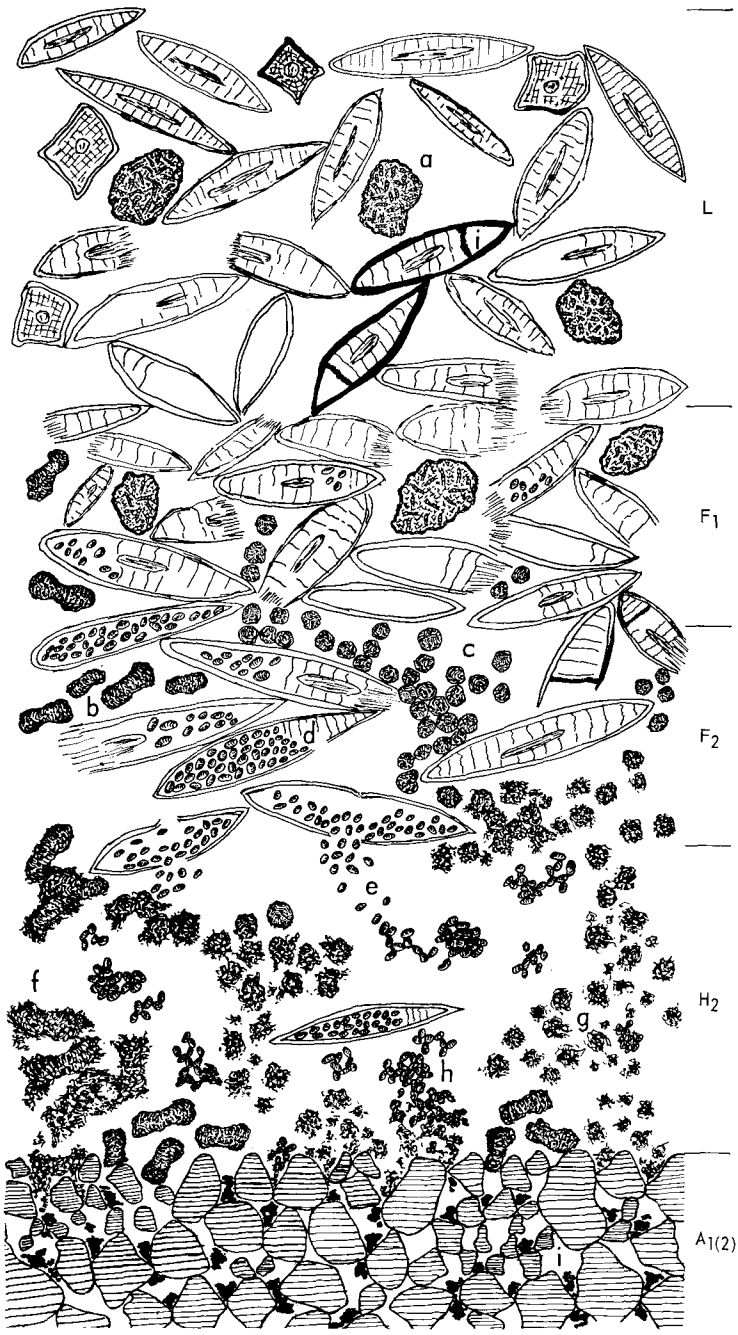



Fig. 11. Micromorfologisch beeld van het in figuur 10 weergegeven moder-humusprofiel onder Douglas-spar. De genese van het profiel is in deze figuur duidelijk af te lezen
*Fig. 11. Micromorphological pattern of the moder humus profile below Douglas fir shown in figure 10. The genesis of the profile can be clearly seen in this figure*

watervasthoudend vermogen van de L-laag en daardoor de biologische activiteit gering zijn (fig. 1). Het mesofyl der naalden zal het water als een spons vasthouden.

In deze laag hebben vele naalden nog een gave weefselstructuur, waarin de geelbruine celinhoud of alleen bruine celwanden wijzen op microbiologische activiteit. Schimmels zijn in dit sparreprofiel veel minder opvallend dan in het profiel onder Amerikaanse eik. Slechts in een enkele naald penetreren bruine schimmelhyfen de celwanden. Het moeilijkst aantastbaar is de epidermis (cellulose) en de centrale vaatbundel. In een aantal naalden is door microbiologische activiteit de epidermis en/of een (dwars)vlak in de naald zwartgekleurd door ophoping van humine stoffen. Dit vlak correspondeert met het eerder genoemde zwarte streepje op de naald (pag. 82). Op deze plaats zijn de naalden zo sterk verzwakt, dat slechts een geringe mechanische kracht nodig is om ze te doen breken (naaldfragmenten in de F1-horizont). Uit enkele naalden is het mesofyl door microbiologische activiteit geheel verdwenen. In de L-laag komen op een aantal naalden dunne zwarte faecale koeken voor. Zij zijn afkomstig van *Enchytraeën*, die het op de naalden aanwezige stof, pollenkorrels, algen, micro-organismen etc. consumeren. Voorts vindt men er een enkel excrement van *Oribateï*.

Opvallend is de weliswaar geringe activiteit van emelten. Deze bijten van de naalden stukjes af ter grootte van 85 × 50 mu tot 170 × 280 mu en vormen deze in hun darmkanaal tot vaste, ronde of spoelvormige excrementen van 500 × 500 mu tot 1450 × 870 mu, die ze verspreid afzetten. De primaire deeltjes hebben nog een duidelijke weefselstructuur. Deze dieren stellen kennelijk geringe eisen aan de voorafgaande microbiologische aantasting van het strooiselmateriaal.

De verspreide ligging van de excrementen wijst op de mobiliteit van deze emelten. Hierdoor en door hun grootte zullen ze de L-laag loshouden en dus een dichte pakking der naalden voorkomen. Wij laten de vraag onbeantwoord of dit al dan niet gunstig is. Opvallend is voorts de gave toestand van deze excrementen. Zij zijn bijzonder stabiel en gemakkelijk uit het profiel te isoleren.

*Vorming F1-horizont*

De F1-horizont bestaat voor het merendeel uit naaldfragmenten, die, afgezien van de fragmentatie, morfologisch weinig verandering ten opzichte van de L-laag hebben ondergaan. Men mag daaruit echter niet concluderen, dat ze chemisch eveneens weinig veranderd zijn. Wittich (1939) heeft namelijk aangetoond dat morfologische en microbiologische (dus chemische) aantasting niet altijd parallel behoeven te gaan. Aan het bodemoppervlak achtergebleven sparrenaalden vertoonden na 26 maanden nog geen anatomische veranderingen, hoewel reeds 33,6% van de droge stof verloren was gegaan.

Fragmentatie zal het mesofyl snel toegankelijk maken voor aantasting door micro-organismen. Dat dit ook werkelijk het geval is, kan worden afgeleid uit het feit dat er naast vraat door emelten ook reeds enige vraat door *Mycetophilidae*-larven en *Phtiracaridae* plaatsvindt.

TABEL 2. Analyse van de droge stof in het humusprofiel onder Douglas-spar (fig. 10). De gevonden hoeveelheden zijn uitgedrukt in volumeprocenten

TABLE 2. *Analysis of the dry matter in the humus profile below Douglas fir (fig. 10). The amounts are expressed in percentages of the soil volume*

| Diepte in cm *Depth in cm* | Horizont *Horizon* | Percentages van de onderscheiden grootheden (zie voor verklaring der nummers 1–21 de voet van de tabel) *Percentages of the different quantities (for explanation of the numerals 1–21 see the legend below the tabel)* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | Percentage minerale delen % *organic-free soil* | Percentage holten > 30 mu % *cavities > 30 micron* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | |
| 0 –1 | L | 16,0 | 10,5 | 3,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 64,0 |
| 1 –2 | L | 15,0 | 6,5 | 10,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 4,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 61,5 |
| 2 –3 | F1 | 15,5 | 4,5 | 16,5 | 4,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 2,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 48,0 |
| 3 –3,5 | F2 | 10,0 | 2,5 | 7,0 | 8,0 | 2,0 | 2,0 | 1,5 | 7,0 | 4,0 | 0,0 | 2,5 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 2,0 | 8,0 | 0,0 | 0,0 | 2,5 | 1,0 | 0,0 | 0,5 | 38,0 |
| 3,5–4,5 | F2 | 4,0 | 1,0 | 3,0 | 5,0 | 5,0 | 4,0 | 4,0 | 5,5 | 5,0 | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 4,5 | 0,5 | 4,0 | 1,5 | 3,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 1,0 | 44,5 |
| 4,5–5,0 | H | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 2,0 | 6,5 | 7,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 8,0 | 8,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 0,0 | 5,0 | 5,5 | 0,0 | 0,0 | 46,0 |
| 5,0–5,5 | H | 0,5 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 2,5 | 3,0 | 3,0 | 1,5 | 4,5 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 12,5 | 8,5 | 0,0 | 3,5 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | 0,0 | 8,5 | 46,0 |
| 5,5–6,5 | A1 (2) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,5 | 12,5 | 60,0 | 24,5 |

1. Naalden anatomisch intact
*1. Anatomically intact needles*
2. Parenchym door microbiologische aantasting bijna geheel verdwenen
*2. The parenchyma has almost entirely disappeared as a result of microbiological attack*
3. Gefragmenteerde naalden
*3. Fragmented needles*
4. Door Phtiracaridae ten dele gemineerde naalden
*4. Needles partly mined by Phtiracaridae*
5. Door Phtiracaridae geheel gemineerde en met excrementen opgevulde naalden
*5. Needles entirely mined by Phtiracaridae and filled with excrements*
6. Vrijliggende excrementen van Phtiracaridae
*6. Exposed Phtiracaridae excrements*
7. Verouderende, onderling verklevende excrementen van Phtiracaridae
*7. Ageing Phtiracaridae excrements, adhering to each other*
8. Gave excrementen van Mycetophilidae-larven
*8. Intact Mycetophilidae larvae excrements*
9. Verouderende excrementen van Mycetophilidae-larven
*9. Ageing Mycetophilidae larvae excrements*
10. Gave excrementen van Tipulidae-larven
*10. Intact Tipulidae larvae excrements*
11. Verouderende excrementen van Tipulidae-larven
*11. Ageing Tipulidae larvae excrements*
12. Gave excrementen van Adela-larven
*12. Intact Adela larvae excrements*
13. Verouderende excrementen van Adela-larven
*13. Ageing Adela larvae excrements*
14. Mengsel van verouderende excrementen
*14. Mixture of ageing excrements*
15. Faecale massa van Enchytraeën
*15. Faecal mass of Enchytraeidae*
16. Door fauna aangevreten wortels
*16. Roots attacked by fauna*
17. Door Phtiracaridae geheel gemineerde en met excrementen opgevulde wortel of tak
*17. Root or branch entirely mined by Phtiracaridae and filled with excrements*
18. Door Phtiracaridae aangevreten wortel of tak
*18. Root or branch attacked by Phtiracaridae*
19. Niet aangevreten, vaak levende wortels
*19. Roots not attacked, often living*
20. Door schimmels met zwarte humine stoffen opgevulde wortelperiderm
*20. Root periderm filled by fungi with black humic substances*
21. In de minerale bodem ingespoelde faecale delen
*21. Faecal parts illuviated in the mineral soil*

*Vorming F2-horizont*

De vermodering zet echter pas actief in, hoewel niet zo abrupt als in het profiel onder Amerikaanse eik, op de overgang naar de F2-horizont, waar het materiaal de grootste dichtheid heeft (tabel 2). Met name *Mycetophilidae*-larven en *Phtiracaridae* zijn hier actief; in mindere mate de *Adela*-larven. De activiteit van emelten is er mogelijk nihil.

De *Phtiracaridae (Steganacarus striculus, Rhysotritia duplicata, Rhysotritia minima)* zijn consumenten van macrofytisch materiaal. Het zijn bovendien de houtvreters onder de *Oribatei* (Schuster, 1956). Zij mineren de sparrenaalden en wortel- en houtresten door zich in dit materiaal te vreten en vervolgens het inwendige te consumeren. De zo ontstane ruimte wordt opgevuld met hun karakteristieke, eivormige, vaste excrementen, die sterk in grootte variëren van 12 × 17 mu tot 200 × 140 mu. De grootte wordt bepaald door soort en ontwikkelingsstadium van het individu. Door de grote onderlinge gelijkenis der excrementen is het moeilijk de producent ervan exact te identificeren. Het kweken van de zojuist genoemde dieren leverde voor adulte of bijna adulte exemplaren de excrementgrootte op, die in de hieronder afgedrukte tabel is vermeld.

| *Phtiracaridae* | Excrementgrootte in mu<br>*Size of excrements in microns* |
|---|---|
| *Rhysotritia minima* | 12 × 7 |
| *Steganacarus striculus* | 57 × 34 tot 100 × 75 |
| *Rhysotritia duplicata* | 220 × 140 |

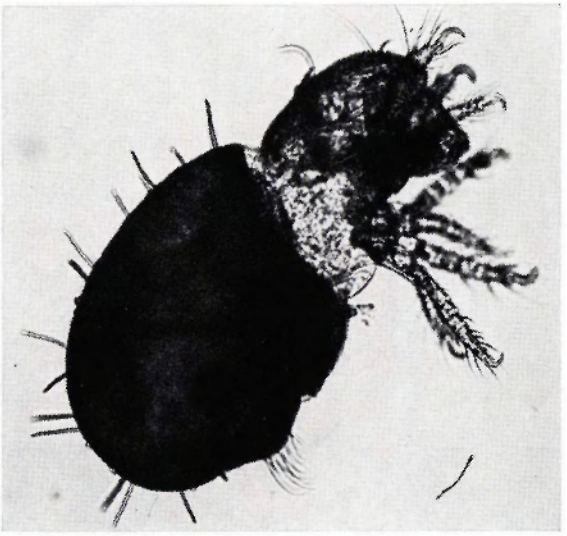


Fig. 12. Phtiracaride Steganacarus striculus (vergrotingsfactor 131)
*Fig. 12. Phtiracarid Steganacarus striculus (131 × natural size)*

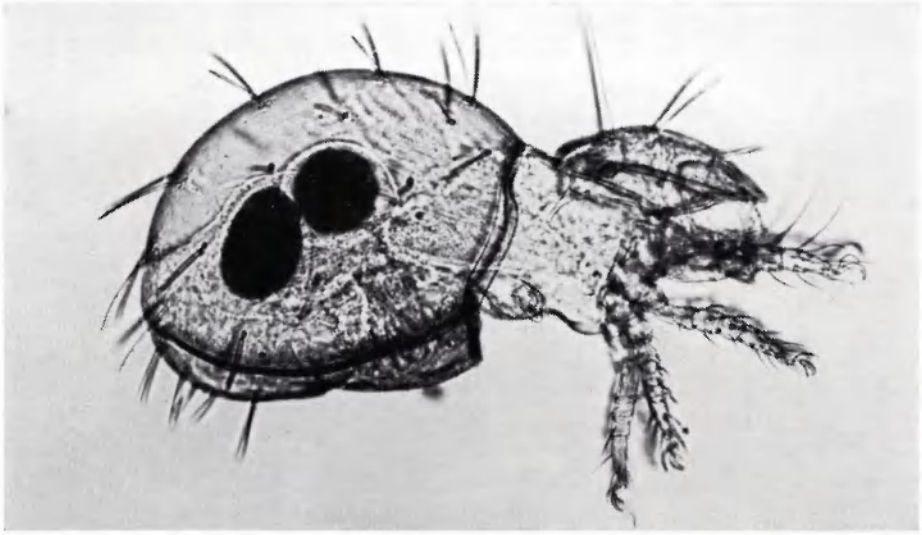


Fig. 13. Phtiracaride Rhysotritia duplicata. Duidelijk zijn de karakteristieke eivormige excrementen in het lichaam (abdomen) te zien (Vergrotingsfactor 102)
*Fig. 13. Phtiracarid Rhysotritia duplicata. The characteristic ovoid excrements in the body (abdomen) can be clearly seen (102 × natural size)*

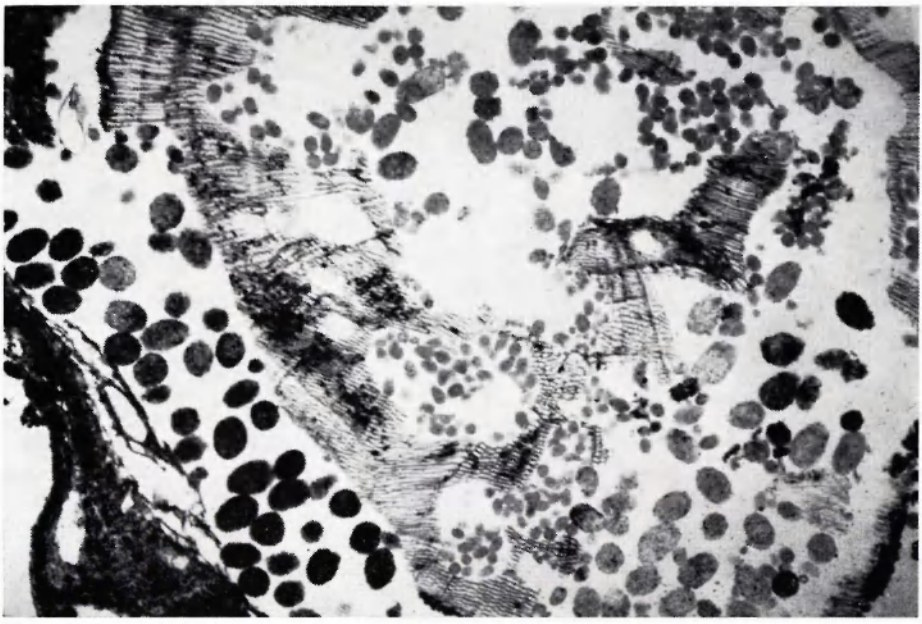


Fig. 14. Door de in fig. 12 en 13 genoemde Phtiracaridae gemineerde en met excrementen opgevulde dode wortel of tak in de F2-horizont. Duidelijk blijkt dat de excrementen dezelfde kleur hebben als het substraat (vergrotingsfactor 35)
*Fig. 14. Dead root or branch in the F2 horizon mined by the said Phtiracaridae (fig. 12 and 13) and filled with excrements. It can be clearly seen that the excrements are of the same colour as the substratum (35 × natural size)*

Vaak ziet men in een naald of wortel abrupte overgangen in grootte van de excrementen. Deze zouden samenhangen met de grootte-toename van het individu, nadat het is verveld (Zachariae, 1965). De excrementen zijn bijzonder stabiel en blijven lang hun individuele karakter behouden.

De humusbiologische functie van *Oribateï* bestaat in hoofdzaak uit een zeer sterke fragmentatie van het strooisel tot deeltjes van merendeels $< 12 \times 12$ mu ($<< 4 \times 4$ mu tot $45 \times 28$ mu). Gedurende de darmpassage wordt het materiaal biochemisch slechts weinig veranderd (Schuster, 1956), hetgeen ook blijkt uit het feit dat de excrementen dezelfde kleur hebben als het substraat. Zo is cellulose en volgens Schuster ook lignine nog aan te tonen.

De *Mycetophilidae*-larven (en evenzo de andere larven) consumeren de naalden door er stukjes af te bijten. Slechts in een enkel geval (jeugdstadium) mineren zij de naald. De primaire deeltjes hebben, evenals die van *Phtiracaridae*, een harsachtig uiterlijk, zijn merendeels $< 12 \times 12$ mu[1]), missen vrijwel alle weefselstructuur, worden in het darmkanaal stevig samengebald en worden tenslotte uitgescheiden in de vorm van vaste, karakteristieke bolvormige excrementen van 45 mu tot 100 mu, of cilindrische excrementen van circa $85 \times 170$ mu. De larven verplaatsen zich praktisch niet, maar blijven op de overgang van de F1- naar de F2-horizont, waar zij ook hun excrementen deponeren. Deze excrementen behouden heel lang hun individuele karakter en vormen dus niet zoals onder Amerikaanse eik een versmeerde massa.

De *Adela*-larve produceert karakteristieke cilindrische, vaak halverwege ingesnoerde, vaste excrementen van $510 \times 260$ mu, waarin vaak nog duidelijk cellulose is aan te tonen. Zij worden groepsgewijs afgezet. Ook deze excrementen blijven hun individuele karakter behouden.

*Vorming H2-horizont*

Door het hoge gehalte aan cellulose, dat moeilijk aantastbaar is, kan de epidermis van de naalden tot diep in het profiel (H-horizont) voorkomen. Zij blijft dan de *Phtiracaridae*-excrementen als een beschermende mantel omhullen. Door microbiologische aantasting verweekt de epidermis tenslotte echter zo sterk, dat een geringe mechanische kracht al voldoende is om haar te breken. Dan vallen de *Phtiracaridae*-excrementen uit het omhulsel en kan een mengsel ontstaan van excrementen van *Phtiracaridae* en van die der eerder genoemde larven (H2-horizont). De excrementen van *Phtiracaridae* zijn hierin gemakkelijk te herkennen door het totaal ontbreken van schimmel (antibioticaproduktie door *Phtiracaridae?*).

Aangezien een coprofage fauna in de vorm van regenwormen ontbreekt en de activiteit van *Enchytraeën* te verwaarlozen is, is in de F2-horizont de reeks van faunistische processen reeds afgesloten. Dientengevolge ontbreekt een H1-horizont. De F2-horizont gaat dus direct over in een H2-horizont.

De verdere afbraak van het strooisel in de H-horizont geschiedt nu uitsluitend door micro-organismen, met name door bacteriën. Door de moeilijke aantastbaarheid van het sparrematériaal verloopt ook dit proces langzaam.

[1]) Er komen echter ook deeltjes voor tot een grootte van 120 mu.

De excrementen blijven dus heel lang hun vorm behouden en veranderen maar weinig, ze 'verouderen'.[1])

*Veroudering*

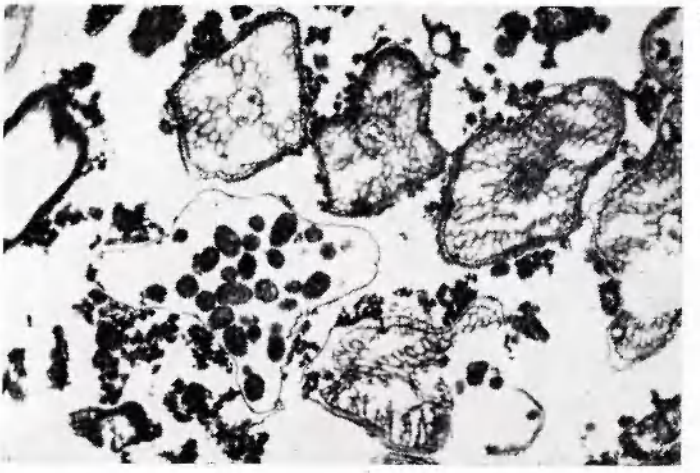
Onder veroudering wordt verstaan: De morfologische veranderingen die zich aan de excrementen voltrekken, uitsluitend en alleen als gevolg van microbiologische, fysische en chemische processen, tot op het moment dat de excrementen in brokstukken uiteenvallen.

Hoe verloopt nu dit verouderingsproces? Reeds in de F2-horizont is gebleken dat de excrementen van alle genoemde dieren een hoge stabiliteit en vastheid bezitten. Zij behouden hun vorm en individuele karakter. De vaste pakking is mogelijk te verklaren door de aanwezigheid van een 'peritroof membraan' om de excrementen. Dit membraan wordt in het darmkanaal gevormd om het te beschermen tegen beschadiging door het geconsumeerde strooisel. Het sparrematériaal is inderdaad nogal stug. Vorming van een dergelijk membraan is door Mason en Gilbert (1954) waargenomen bij verscheidene klassen der *Arthropoda*. Ook in dit onderzoek zijn er aanwijzingen voor het aanwezig zijn van een dergelijk membraan. Door de geringe microbiologische activiteit wordt ook dit membraan slechts langzaam aangetast.

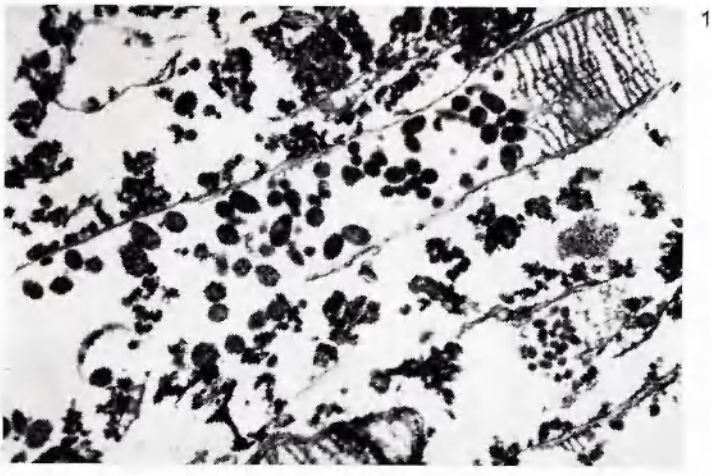
Naarmate de aantasting door bacteriën voortschrijdt, treedt een 'interne vervloeiing' in het excrement op. Daaronder wordt verstaan een proces, waarvan de verschijnselen het best vergeleken kunnen worden met de langzame vorming van een sterk visceuze stof uit een vaste stof. Deze interne vervloeiing is nauw gecorreleerd met de ontwikkeling van bacteriënkolonies, afbraakprodukten van het peritrofe membraan en vorming van bacteriënslijm en humine stoffen. In hoeverre de primaire deeltjes hierin zijn betrokken (bijv. harsen) kan slechts geraden worden. Door het bovenbeschreven proces worden de primaire deeltjes in de excrementen minder goed zichtbaar. Tenslotte verliezen de excrementen hun vorm en individuele karakter. De larve-excrementen vallen nu min of meer uiteen in vervloeide onderdelen.

Het meest karakteristiek is de veroudering van *Phtiracaridae*-excrementen. Zolang de excrementen nog in de naald zitten, zijn de morfologische veranderingen nog gering. Na het eerder beschreven breken van de omhulling en het daarop volgende vrijkomen van excrementen, worden de primaire deeltjes daarin steeds minder duidelijk zichtbaar. Na verloop van tijd verkrijgen de excrementen zelfs een geheel glad oppervlak en zien ze eruit alsof ze massief zijn. Dit alles nog steeds onder behoud van vorm en individueel karakter. Vervolgens verkleven ze onderling, waardoor dus grotere aggregaten worden gevormd. Tenslotte vloeien ze samen tot een grotere, gladde, massief uitziende massa. Het is duidelijk dat door deze agglomeratie de ruimtever-

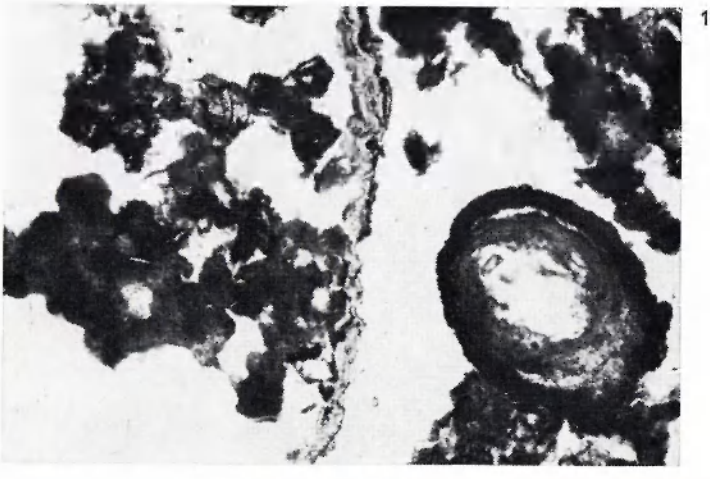
[1]) Minderman (1961) meldt, dat de excrementen van *Cephalcia alpina* in Drentse lariksbossen wel 10 à 15 jaren herkenbaar blijven.
De term veroudering werd, zonder deze te definiëren, reeds gebruikt door Jongerius (Landbouwk. Tijdschr., dec. 1962).



15



16



17

deling anders wordt. In de H-horizont ontstaan daardoor dan ook meer grote holten. Een en ander wordt duidelijk aangetoond met de figuren 10, 11, 15-17 en tabel 2.

Hoewel hiervóór niet genoemd, treedt ook in het profiel onder Amerikaanse eik veroudering op, echter geheel anders. Hier vallen de *Oribateï*-excrementen na verloop van tijd spontaan uiteen. Bovendien spelen in dit profiel schimmels een belangrijke rol, onder meer in de H2-horizont (zie aldaar).

Opvallend is dat de basis van de H-horizont voor een groot deel bestaat uit excrementen van de *Adela*-larve, zowel verse als verouderende. De verse excrementen zijn hier vaak losser van opbouw en bevatten ook materiaal van geconsumeerde kleine wortels. Deze horizont doet sterk denken aan hetgeen Zachariae (1965) heeft geschreven over accumulatie van excrementen van emelten, die materiaal uit de F1-horizont consumeerden, doch door hun lengte tot aan de minerale ondergrond reikend daar hun excrementen zouden deponeren. In de H2-horizont kan nog een enkel naaldfragment met weefselstructuur voorkomen. Gezien dit feit alsook de nog, hoewel weinig, plaatsvindende vermodering, zou het juister zijn bovengenoemde horizont aan te duiden als een H2(F2)-horizont.[1])

Bovenstaand organisch profiel kan volgens Kubiëna (1953) worden geclassificeerd als 'Grobmoder' (Ruwe moder).

*Vorming van A1(2)-horizont en herkomst van de humusaggregaatjes, alsmede vorming van een initiële podzol-B-horizont*

Voor de herkomst van de humusaggregaatjes in de minerale bodem wordt men verwezen naar hetgeen hierover gezegd werd van het profiel onder

[1]) Hiermee wordt bedoeld een H2-horizont met F2-kenmerken.

Fig. 15, 16 en 17. Verouderingsproces van Phtiracaridae-excrementen
*Fig. 15, 16 and 17. Ageing process of Phtiracaridae excrements*
Stadium 1. Tussen microbiologisch aangetaste naalden in het midden van de F2-horizont ligt een naald, die volledig gemineerd en opgevuld is met excrementen. De moeilijk aantastbare epidermis blijft de excrementen als een beschermende mantel omhullen (vergrotingsfactor 26)
*Stage 1. A needle entirely mined and filled with excrements rests between microbiologically attacked needles in the middle of the F2 horizon. The epidermis which resists attack continues to form a protective coating around the excrements (26 × natural size)*
Stadium 2. Aan de basis van de F2-horizont is de epidermis van de naalden vaak zo sterk verweekt, dat deze tenslotte breekt en de excrementen eruit vallen. In dit stadium bezitten de excrementen nog steeds hun individuele karakter (vergrotingsfactor 26)
*Stage 2. At the foot of the F2 horizon the epidermis of the needles is often so softened that it finally breaks and the excrements roll out. At this stage the latter still retain their individual character (26 × natural size)*
Stadium 3. In de H2-horizont treedt 'interne vervloeiing' op. Vervolgens verkleven de vrijgekomen excrementen onderling tot grotere aggregaten en vloeien tenslotte tot één massa ineen, waarin nog vaag de contouren van de individuen zijn te onderscheiden (links op de foto). Vergrotingsfactor 105
*Stage 3. 'Internal deliquescence' occurs in the H2 horizon. The exposed excrements then adhere to each other to form larger aggregates and finally deliquesce to a single mass in which the outlines of the individuals can still be faintly distinguished (left of photo). 105 × natural size*

Amerikaanse eik. Daarbij moet dan wel worden opgemerkt dat de aggregaatjes in het profiel onder Douglas-spar beter gevormd en in droge toestand hard zijn en dat gele coatings pas op ca. 22 cm diepte worden gevormd.

## DISCUSSIE

*Invloed van strooisel op morfologie van humusprofiel*

Het verschil in aantastbaarheid tussen strooisel van Douglas-spar en van Amerikaanse eik heeft voor de morfologie van het humusprofiel een aantal interessante consequenties:

1. *Verschillen in fauna.* Het strooisel van Amerikaanse eik wordt voornamelijk vermoderd door *Diptera*-larven en secundair verwerkt door regenwormen. *Oribatei* verwerken voornamelijk de moeilijkste delen (grotere wortels, takken, bladnerven).

Het moeilijker aantastbare strooisel van Douglas-spar wordt voor een zeer groot deel vermoderd door *Phtiracaridae*, juist omdat deze dieren zich uitstekend kunnen voeden met moeilijker verwerkbaar materiaal. Doordat deze dieren een minerende leefwijze volgen, zijn ze uitstekend geschikt voor verwerking der naalden, waarin ze bovendien beter beschermd worden tegen uitdrogen. Zo kon *Steganacarus striculus* zich hier wel, maar op eikeblad niet handhaven. *Diptera*-larven voelen zich in sparrematerіaal veel minder thuis en voor regenwormen is het sparrematerіaal volkomen ongeschikt, waardoor ze dan ook volledig ontbreken.

2. *De verwerking van de strooisels geschiedt verschillend*, ook door een zelfde diersoort. Dit laatste is duidelijk aangetoond voor de *Mycetophilidae*-larven. Strooisel van Amerikaanse eik wordt snel, van Douglas-spar langzaam vermoderd. Het gevolg hiervan is een verschil in horizontdikte tussen de beide profielen. Onder Douglas-spar is daardoor de L-laag relatief dik (2 cm) en de H-horizont juist relatief dun (1,5 cm). Onder Amerikaanse eik is het juist andersom: een relatief dunne L-laag (0,5 cm) en een relatief dikke H-horizont (3 cm) (zie pag. 81 en 82 en ook de figuren 2 en 10). Het zal een algemeen geldende regel zijn, dat hoe moeilijker het strooisel te verwerken is, door welke oorzaak dan ook, de L-laag relatief dikker en de H-horizont relatief dunner is.

Ook is de fragmentatie van de sparrenaalden door de primaire consumenten, ongeacht welke dat nu wel zijn, veel sterker dan die van het eikeblad. Bovendien gaat bij primaire consumptie de structuur van de sparrenaalden al direct geheel verloren, uitgezonderd bij consumptie door grote emelten, en hebben de afgebeten deeltjes veelal een harsachtig uiterlijk.

De afgebeten deeltjes van eikeblad zijn groter en hebben vaak nog weefselstructuur. Een mogelijke verklaring hiervoor is, dat het gemakkelijk te vervormen, weke, eikeblad door de dieren gemakkelijker in grote stukken wordt opgenomen dan het stugge materiaal van de sparrenaalden, dat slechts door systematisch afknabbelen kan worden geconsumeerd.

3. *De kwaliteit van de excrementen verschilt.* Juist het stugge sparrematerіaal wordt in het darmkanaal van alle betrokken dieren stevig samengebald tot vaste excrementen. De gevolgen hiervan, en van de slechte aantastbaarheid van het materiaal zijn, dat de excrementen duurzaam zijn en dat een karakteristiek verouderingsbeeld ontstaat.

Na consumptie van eikeblad worden weliswaar goedgevormde, doch geen stevige, excrementen geproduceerd, die reeds na korte tijd hun vorm verliezen. De veroudering is onder Amerikaanse eik dan ook minder spectaculair.

Uit bovenstaande punten volgt, dat hoewel de bodemfauna dus een belangrijke rol speelt bij de vorming van het humusprofiel, het toch de vegetatie is, die het afbraakpatroon vastlegt. Door haar eigenschappen bepaalt de vegetatie welke dieren aanwezig zijn en op welke wijze de afbraak geschieden zal; m.a.w. de aanwezige fauna is een functie van de vegetatie: *Steganacarus striculus* kon zich op eikeblad niet handhaven, *Nothrus silvestris* kon zich op sparrematerіaal moeilijk handhaven.

*Invloed van de fauna op de morfologie van het humusprofiel*

Uit het onderzoek is voorts gebleken dat een profiel wat milieu-omstandigheden betreft weliswaar gekarakteriseerd wordt door de totale levensgemeenschap, maar dat voor de morfologie van het humusprofiel slechts enkele saprofage leden van die gemeenschap direct verantwoordelijk zijn. Het is dan ook doeltreffender de humusprofielen te karakteriseren met deze direct verantwoordelijke fauna (karakterisering op functionele basis). Gezien de bepalende invloed van deze dieren op de morfologie van het humusprofiel kunnen zij kortweg worden aangeduid als 'bodemmorfologisch karakteristieke fauna'. Hierbij dient te worden opgemerkt dat het bodemmorfologisch karakteristiek zijn niet per se gecorreleerd behoeft te zijn met de aantallen, waarin deze dieren voorkomen. Doorslaggevend zijn hun verrichtingen, ten gevolge waarvan het humusprofiel ontstaat.

Hiervan uitgaande komen we tenslotte voor de bestudeerde profielen tot de volgende rangschikking van de fauna, die gebaseerd is op de kwantitatief verwerkte hoeveelheid (tabellen 1 en 2):

| Amerikaanse eik | Douglas-spar |
|---|---|
| *Mycetophilidae*-larven | *Phtiracaridae:* |
| *Dendrobaena rubida* | *Steganacarus striculus* |
| *Nothrus silvestris* | *Rhysotritia duplicata* |
| *(+ Rhysotritia minima)* | *Rhysotritia minima* |
| *Tipulidae*-larven | *Mycetophilidae*-larven |
| *Enchytraeën* (vnl. *Marionina Clavata)* | *Adela*-larven |
| *Onychiurus quadri ocellatus* | *Tipulidae*-larven |
| | *Enchytraeën* (vnl. *Cognettia sphagnetorum)* |

Morfologie en genese van het humusprofiel zullen, oppervlakkig gezien, parallel lopen. Het is echter denkbaar dat voor de genese ook nog, morfolo-

gisch niet waarneembare, zoögene activiteit moet plaats vinden. Men zou dus ook kunnen spreken van een 'pedogenetisch karakteristieke fauna', die dan bestaat uit de 'bodemmorfologisch karakteristieke fauna', mogelijk uitgebreid met nog een aantal andere soorten.


## SAMENVATTING

Bestudeerd werd de genese van het humusprofiel, opgebouwd uit materiaal afkomstig van twee verschillende vegetaties (Douglas-spar en Amerikaanse eik) op droge zandgrond.

Van de genetische processen zijn de faunistische wel zeer belangrijk en tevens spectaculair.

Het onderzoek was speciaal gericht op de vragen:

a. welke is de rol van de fauna in de verwerking van het strooiselmateriaal?

b. indien er verschillen tussen beide humusprofielen worden aangetroffen, waardoor zijn deze verschillen dan veroorzaakt en in hoeverre is de fauna wellicht hiervoor verantwoordelijk?

Twee variabelen werden dus bestudeerd: het uitgangsmateriaal (strooisel) en fauna. Om andere invloeden zoveel mogelijk uit te sluiten werden de profielen op korte afstand van elkaar gekozen (20 m), bovendien ontbrak een onkruid- en struikvegetatie (homogeen strooisel).

Ter bestudering van het gestelde werden beide profielen beschreven, zowel macro- als micromorfologisch, het laatste met behulp van mammoetslijpplaten. Daarnaast werd de fauna geanaliseerd, de waarschijnlijk humusbiologisch belangrijke leden geïsoleerd en gekweekt. Door de vraatbeelden, excrementen en het gedrag van de gekweekte dieren te bestuderen werd het mogelijk hun sporen in het profiel te identificeren en zelfs te kwantificeren.

Aan de hand van deze analyses kwam vast te staan, dat van alle aanwezige diersoorten er slechts enkele direct verantwoordelijk zijn voor de verwerking van het strooiselmateriaal. Gezien de invloed van deze direct verantwoordelijke dieren op de morfologie van het profiel worden deze aangeduid met 'bodemmorfologisch karakteristieke fauna'.

Hoewel de direct verantwoordelijke fauna in beide profielen verschilt, waardoor het morfologisch beeld ook anders is, moeten de verschillen tussen de humusprofielen toch in eerste instantie geweten worden aan de verschillen in het strooisel.

Het blijkt namelijk dat verwerking van het strooisel afkomstig van Douglas-spar aanmerkelijk moeilijker is dan van de Amerikaanse eik, m.a.w. de samenstelling van de fauna wordt voor een groot deel bepaald door de samenstelling van het strooisel. Door dezelfde oorzaak verloopt ook het verouderingsproces van de excrementen verschillend.

De eigenschappen van de minerale bodem (chemisch arm en grofzandig) te zamen met de ongunstige samenstelling van het strooisel (met name van Douglas-spar) zijn er de oorzaak van dat er geen biologische homogenisatie plaatsvindt, maar wel accumulatie van organische stof in een organisch profiel, dat scherp begrensd is ten opzichte van het onderliggende minerale profiel (Auflage humus).

Het humusmateriaal in de minerale bodem bestaat voor een groot deel uit mechanisch ingespoelde faecale delen vanuit het organische profiel. In de minerale bodem vindt tenslotte de voltooiing van de afbraak van de organische stof plaats in een horizont, waar het ingespoelde materiaal verkleurt naar geel, uitéénvalt, om de zandkorrels een coating vormt en mineraliseert. Hierin speelt waarschijnlijk ijzer een belangrijke rol (initiële podzol-B-horizont).

Het op de minerale bodem liggende organische profiel vormt dus één geheel met de humus in de minerale bodem. Het gehele afbraakpatroon van de organische stof, beginnend in de L-laag en eindigend in de minerale bodem, dat zich uit in de vorm van een profiel, waarin genetische horizonten, werd genoemd het 'humusprofiel'.

Er werd ook uiteengezet waarom benamingen als humusvorm en humustype werden vermeden en waarom gesproken kan worden van horizonten in het humusprofiel.

NASCHRIFT

Dit onderzoek was mogelijk dank zij de medewerking en de gastvrijheid van Dr. Ir. A. Jongerius (hoofd afdeling Micropedologie van de Stichting voor Bodemkartering te Wageningen) en Dr. J. van der Drift (hoofd afdeling Bodembiologie van het ITBON te Arnhem. Aan beide heren wil ik op deze plaats mijn dank betuigen.

Januari 1968

SUMMARY

A study was made on the genesis of the humus profile built up of material from two different vegetations (Douglas fir and Red oak) on dry sandy soil.

Of the genetic processes, the faunistic are extremely important as well as being spectacular.

The investigation dealt with the following questions in particular:–

1. what is the part played by the fauna in the conversion of the litter to humus?
2. if differences are found between two humus profiles, what is their cause and to what extent could the fauna be responsible for such differences?

Thus two different variables were studied, the starting material (litter) and fauna. To exclude undesirable effects as far as possible and to ensure that conditions were as similar as possible, two profiles were selected a short distance (20 metres) apart. Weed and brushwood vegetation was also absent (homogeneous litter).

In order to study this subject two profiles were macro- en micromorphologically described with the aid of mammoth-sized thin sections. The fauna was also analysed and members presumably important for humus biology were isolated and cultured. By studying the feeding patterns, excrements and behaviour of the fauna cultured it was found possible to identify and even to quantify their traces in the profile.

These analyses established that of all the species present only a few were

directly responsible for converting the litter into humus. In view of the influence of these directly responsible fauna on the morphology of the profile they are designated 'soil-morphologically characteristic fauna'.

Although the fauna directly responsible differ in the two profiles, the result being a different morphological pattern, the differences between the humus profiles must be primarily due to differences in the litter, since the digestion of litter originating from Douglas fir is a considerably more difficult process than the digestion of Red oak litter; in other words the composition of the fauna is largely determined by that of the litter.

This also explains differences in the ageing process of excrements.

Owing to the properties of the mineral soil (chemically deficient and coarse sandy) and the unfavourable composition of the litter (especially the Douglas fir litter) there is no biological homogenisation but an accumulation of organic matter in an organic profile which is clearly marked off from the subjacent mineral profile (overlying humus).

Much of the humus material in the mineral soil consists of faecal parts mechanically illuviated from the organic profile. The organic material is finally broken down in the mineral soil in a horizon where the illuviated material turns yellow, falls apart, coats the sand grains and becomes mineral. Iron is probably an important factor in this process (initial podzol-B horizon). In this way the organic profile overlying the mineral soil is integrated with the humus in the latter.

The entire decomposition pattern of the organic material, starting in the L layer and ending in the mineral soil, and shown in the form of a profile with genetic horizons, is termed the 'humus profile'.

It is also explained why such expressions as 'humus form' and 'humus type' are avoided and why it is possible to speak of horizons in the humus profile.

## LITERATUUR


*Babel, U.*, 1964: Dünnschnittuntersuchungen über den Abbau lignifizierten Gewebe im Boden. (In 'Soil Micromorphology', 15–22; A. Jongerius, editor. Amsterdam).

*Bakker, H. de en J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Wageningen.

*Doeksen, J. and J. van der Drift (editors)*, 1963: Soil Organisms. North-Holland Publishing Company, Amsterdam.

*Drift, J. van der*, 1949: De bodemfauna in onze bossen. Nederlands Bosbouw Tijdschrift, nr. 2, 31–43; nr. 3, 67–76.

*Drift, J. van der*, 1965: De effecten van dierlijke activiteit in de strooisellaag. Vakblad voor Biologen, nr. 2.

*Elton, E. T. G. and H. C. Holleman*, 1965: Fluon barriers for confining non-flying insects in open containers. Entomologische berichten, deel 25, 1. IX.

*Gisin, H.*, 1949: Example du developpement d'une biocenose dans un tas de feuilles en decomposition. Mitt. Schweiz. ent. Ges., *22*, 422.

*Hartmann, F.*, 1951: Der Waldboden. Österreichisches Produktivitäts-Zentrum, Wien.

*Hartmann, F.*, 1965: Waldhumusdiagnose auf biomorphologischer Grundlage. Springer-Verlag, Wien. New-York.

*Jongerius, A.*, 1957: Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur (dissertatie); Bodemkundige studies, nr. 2. Wageningen.

*Jongerius, A.*, 1961: De micromorfologie van de organische stof. (in 'Bodemkunde', 43–58; Ministerie van Landbouw en Visserij).

*Jongerius, A.*, 1963: Optic-volumetric measurements on humusforms. (in 'Soil Organisms', 137–148; Doeksen, J. and J. van der Drift, editors).
*Jongerius, A. (editor)*, 1964: Soil Micromorphology; Elsevier Publishing Company, Amsterdam/London/New York.
*Jongerius, A. and G. Heintzberger*, 1963: The preparation of mammoth-sized thin sections. Soil Survey papers no. 1, Wageningen.
*Jongerius, A. and J. Schelling*, 1960: Micromorphology of organic matter formed under the influence of soil organisms, especially soil fauna. Trans. 7th. Intern. Cong. Soil Sci., Madison, U.S.A. II, 702–710.
*Kevan, D. Keith Mc E. (editor)*, 1955: Soil Zoology. Proceedings of the University of Nottingham Second Easter School in Agricultural Science, London.
*Kononova, M. M.*, 1961: Soil organic matter. Oxford/London/New York/Paris.
*Kubiëna, W. L.*, 1953: Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas. Stuttgart.
*Kubiëna, W. L.*, 1955: Die Bedeutung des Begriffes 'Humusform' für die Bodenkunde und Humusforschung. Zeitschr. für Pflanzenern. Düng. Bodenk., *69*, 3–7.
*Kühnelt, W.*, 1950: Bodenbiologie mit besonderer Berücksichtigung der Tierwelt. Wien.
*Kühnelt, W.*, 1957: Die Tierwelt der Landböden in ökologischer Betrachtung; Verh. Dtsch. Zool. Ges., Graz, 39–103.
*Kühnelt, W.*, 1961: Engelse uitgave van 'Bodenbiologie', 1950.
*Mason, B. and O. Gilbert*, 1954: Presence of a Peritrophic Membrane in Diplopods. Nature, *174*, 1022.
*Meyer, F. H.*, 1959: Untersuchungen über die Aktivität der Mikroorganismen in Mull, Moder und Rohhumus. Archiv. für Mikrobiologie, *33*, 149–169.
*Meyer, F. H.*, 1962: Vergleichende Mikrobiologie und Mikromorphologie der Humusbildung eines Buchen – und Fichtenbestandes auf Basaltbraunerde; Zeitschr. für Pflanzenern. Düng. Bodenk., *97*, 234–243.
*Minderman, G.*, 1961: Enige facetten van het Bodemleven. (in 'Bodemkunde', 7–15; Ministerie van Landbouw en Visserij).
*Murphy, P. W. (editor)*, 1962: Progress in Soil Zoology. London.
*Ramann, E.*, 1911: Bodenkunde. Berlin.
*Richtzenhain, H.*, 1955: Über die Frage der Lignin-Kohlenhydrat-Bindung im Holz. Zeitschr. für Pflanzenern. Düng. Bodenk., *69*, 25–32.
*Schaller, F.*, 1962: Die Unterwelt des Tierreiches. Berlin/Göttingen/Heidelberg.
*Scheffer, F. und B. Ulrich*, 1960: Humus und Humusdüngung. Band I. Stuttgart.
*Schmidt, E. L. and R. L. Starkey*, 1951: Soil microorganisms and plant growth substances; II. Transformations of certain B-vitamins in soil. Soil Science, *71*, 1951, 221–231.
*Schuster, R.*, 1956: Der Anteil der Oribatiden an den Zersetzungsvorgängen im Boden. Z. Morph. und Ökol. Tiere, Bd. 45, 1–33.
*Winter, A. G.*, 1955: Untersuchungen über Vorkommen und Bedeutung von antimikrobiellen und antiphytotischen Substanzen in natürlichen Böden. Zeitschr. für Pflanzenern. Düng. Bodenk., *69*, 224–233.
*Winter, A. G. und L. Willeke*, 1952: Naturwissenschaften 39, 45 (1952a, c) en 39, 190 (1952d) en 39, 236 (1952f).
*Wittich, W.*, 1939: Untersuchungen über den Verlauf der Streuzersetzung auf einem Boden mit Mullzustand. Forstarchiv, *15*, 96.
*Zachariae, G.*, 1965: Spuren tierischer Tätigkeit im Boden des Buchenwaldes. Forstwissenschaftliche Forschungen, *20*, Hamburg/Berlin.

# DRENTSE VELDNAMEN[1])

*The field-names of Drente*

**J. Wieringa**[2])

## INLEIDING

Vergeleken met de ons omringende landen is Nederland lange tijd zeer ten achter geweest bij de verzameling en bestudering van veldnamen. In 1897 werd in de Zaanstreek een begin gemaakt. Wat Drente betreft was Ir. K. B. Kluiving één der eersten. Hij verzamelde veel namen van Eext. Later is de zogenoemde Es-commissie van het Drents Genootschap opgericht onder voorzitterschap van Dr. J. Naarding. Deze commissie kreeg na enige tijd de naam Historische Commissie, omdat het niet alleen om de esnamen, maar ook om andere toponiemen gaat en omdat zij zich ook bezig wil houden met de geschiedenis van Drente in het algemeen.

In dit artikel zal in het bijzonder worden ingegaan op de betekenis van de veldnaamkunde voor de geschiedenis van Drente. Bij de samenstelling is een dankbaar gebruik gemaakt van gegevens, die door de Historische Commissie zijn verzameld.

## LANDSCHAPSELEMENTEN EN TYPERENDE VELDNAMEN

De belangrijkste elementen waaruit het landschap op het Drents plateau sedert eeuwen bestaat, zijn: es (bouwland), made (groenland) en veld (heide, schapenweide). Deze namen en die van een aantal details van dat landschap komen, zij het soms in wat andere vorm, ook voor in Overijssel en Oost-Gelderland en in het gehele Nedersaksische gebied van Noordwest Duitsland, alsmede in het oosten van Engeland. Dit wijst op een verwantschap, die teruggaat tot de N.W.-Germaanse taal. Enkele van die namen zijn:

Holt – oud eikenbos
Hees – bosje, beuk en eik } kreupelhout
Dikt – eikenhakhout, dicht }
Loo – bos of open plek, meestal in eikenbos
Woert – aangeland, erf, hofakker, hofkamp
Darp – dorp, oorspronkelijk hoeve, iets omheinds
Brink – dorpsplein, oorspr. rand, weide
Es(k) – oud bouwlandcomplex
Aa – water
Broek – moerasbos
Maode – maailand, d.w.z. hooiland
Wis(k) – weide
Din(k)ge – nieuwgewonnen land
Voord – doorwaadbare plaats
Ham – omheind stuk

[1]) Lezing gehouden voor de studiegroep van het Drenthe College op 7 december 1966.
[2]) Rayon noord, Stichting voor Bodemkartering.

Mars – moeras, meer kleiig dan venig
Wuust – woestenij
Hörst – met bos begroeide hoogte, 'nest'
Stroet – moerassige grond met struikgewas begroeid
Mude – monding
Riene – loopje, sloot
Spek – brug van slieten, twijgen en plaggen
Veld – heideveld
Marke – grens(teken), gebied binnen grens
Haor – hoge schrale rug
Ha, Ho – hoogte
Hereweg – legerweg
Knolle – steile hoogte
Deen – steil dal

De schrijfwijze is overeenkomstig de uitspraak in de streek, waar de namen thuishoren, in een aantal gevallen overeenkomstig de spelling in oude oorkonden. Aldus wordt de taal waarin de namen zijn ontstaan, zo dicht mogelijk benaderd. Dit is belangrijk, wanneer men door vergelijking van de woordvormen relaties met de taal van andere streken zoekt. Vertaling in de officiële landstaal, die zijn oorsprong buiten het betreffende gebied heeft, is een operatie die vaak tot verminkingen leidt.

## BETEKENIS VAN DE VELDNAAMKUNDE VOOR ENKELE TERREINEN VAN ONDERZOEK

Het ligt voor de hand, dat de betekenis van de studie van de Drentse veldnamen verder reikt dan het gebied van de taalverwantschap. Zij draagt onder meer ook bij tot de kennis van de historie en van de bodemgesteldheid van Drente.

*Landbouwgeschiedenis.* Aan bepaalde namen kan soms worden nagegaan waar de oudste ontginningen binnen een marke liggen en hoe een es zich heeft ontwikkeld tot de huidige vorm. Als het enigszins kan, moet men echter ook de perceelsvormen en de bodemgesteldheid van het betreffende gebied in het onderzoek betrekken. Dit spreekt eigenlijk vanzelf. Louter en alleen op namen afgaan is zeer riskant; men heeft steeds weer andere takken van wetenschap nodig ter toetsing.

De namen in de es kunnen iets vertellen over de gewassen, die vroeger werden verbouwd: *Boonakker*, *Weitakker* (tarwe), *Lienakker* (vlas). Uit sommige namen blijkt, dat behalve de agrarische bevolking ook anderen een deel in de es bezaten. Namen als *Domineesakker* of ouder *Pastoorsakker* of nog ouder *Papenakker*, wijzen op eigendom van de kerk en gebruik door de predikant. Ook de volgende namen bevatten bijzonderheden over de desbetreffende gronden. *Deursen* wijst op de aanwezigheid van een dorsveld in de tijd, toen nog gezamenlijk te velde gedorst werd, *'t Rot* duidt op het roten van vlas, meestal in het madeland; *plakmao* op plaggen steken aan een hogere rand

van het madeland. De jongere naam *stukken* wijst op verdeling na de markescheiding in de vorige eeuw. Nog niet gescheiden groenlanden noemde men de *mandelanden*. Het waren meestal gemeenschappelijke weiden. *Gloep* is een eendekooi of een smalle doorgang.

*Geschiedenis van de bewoning*. In Drente is deze uiteraard moeilijk van de landbouwgeschiedenis te scheiden. *De Hof* of de *Olde Hof* wijst meestal op een bisschoppelijke hof. Nauw verbonden met de geschiedenis van Drente zijn de grote wegen.

Er zijn nogal wat percelen, die de naam *Grönnegerweg* of *Grönnegerakker* dragen. Tussen Coevorden en Groningen, en waarschijnlijk ook tussen Steenwijk en Groningen, lagen verschillende wegen met deze naam. Binnen Coevorden draagt het begin van de Groninger weg de naam *Friesestraat*. De weg naar Groningen was meteen ook een weg naar de Friese landen, in dit geval die tussen Eems en Lauwers. Aan de oude Grönnegerweg, tussen Zuid- en Noordsleen liggen de *Grönnegerakkers* en een complex akkers met de naam Friezen Pad. Misschien is dit een andere naam voor *Grönnegerweg*. Een aantal akkers aan de oude Zuidlaarder (Groninger) Weg bij Rolde, die in iets holle ligging tussen twee essen loopt, draagt de naam *Friezenhool*.

Men vindt de naam *Kruusakkers* nogal eens op de es aan een oude weg en niet te ver van het dorp. Wellicht heeft hier een gewijd kruis gestaan.

Aan het eind van de es op enkele honderden meters van een grotere weg placht de galg te staan. Hierop duiden namen als *Galgenwand* te Eext, *Galgenakkers* te Gasselte, *Galgenbarg* te Grollo en Emmen en *'t Galgien* te Zuidsleen.

Op oude burchten duiden de *Börgstukken* bij Eelde en *Börg Voort* bij Zuidlaren. Van de eerste, een ronde burcht, is de plaats bekend. De naam *Schanslanden* bij Valthe zegt iets over een voormalige schans. Vlak bij de *kleikoelen*, ten zuidwesten van Erm, ontdekte Prof. Van Giffen een steenbakkerij. Hier moeten volgens de overlevering de stenen voor de kerk van Sleen gebakken zijn.

*Bodemgesteldheid*. Bij bepaalde namen horen vaak bepaalde bodemprofielen. De *maden* hebben een dikkere darglaag dan de *broeken*. *Made* betekent maailand; het is hooiland dat 's winters geregeld onder water liep. Daardoor werd het wel vruchtbaar, maar het is te slap voor beweiding. Slechte beweidbaarheid geldt ook voor de *broeken*. De *marsen* hebben in het algemeen zeer weinig of geen dargveen. Het zijn sterk lemige en soms kleiige gronden. Als ze niet al te kleiig zijn, zijn ze vrij goed te beweiden. Een interessante naam in dit verband is *vledder*, *vleer* of *vlier*. Meestal is het groenland met een dikke laag veen, dat een overgang vormt tussen dargveen en hoogveen (mosveen) (De Vries, 1946). De *vledders* liggen dan ook vaak in wat afgelegen hoeken van de beekdalen of in de bovenlopen ervan en grenzen vaak aan een hoogveengebied. Ze komen dus voor op de overgang van voedselrijk beekwater naar arm en zuur veenwater. Spreekt men in Drente van 'veen', dan bedoelt men mosveen en geen dargveen.

Het kaartje van Westdorp (gem. Borger) en omgeving (fig. 1) geeft een

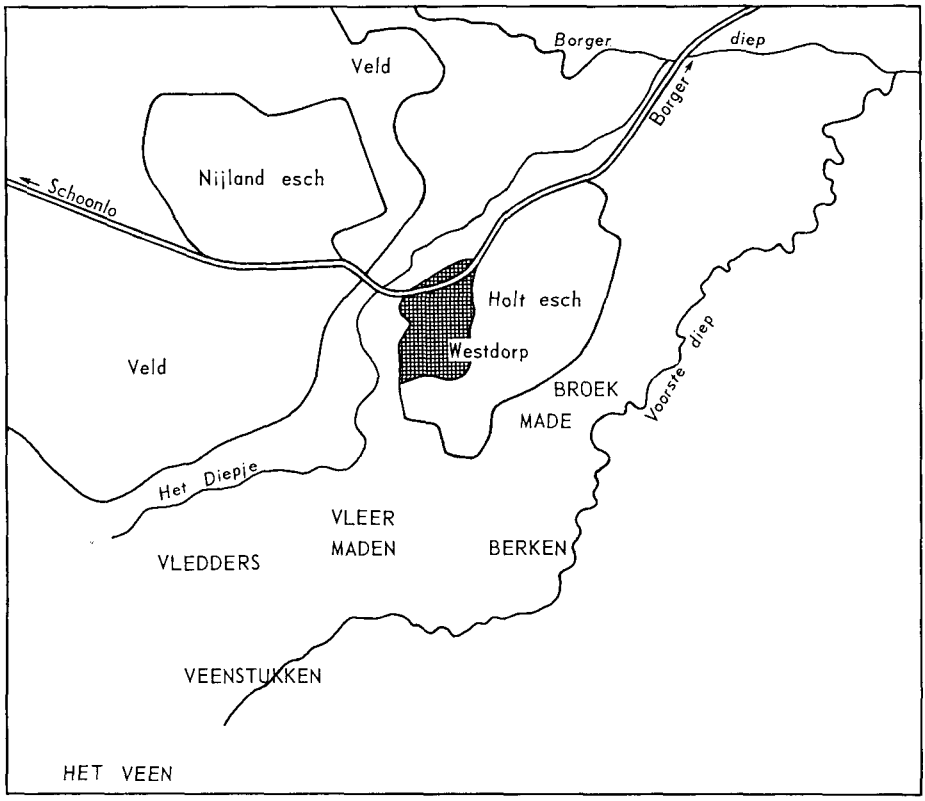



Fig. 1. Veldnamen die voorkomen bij Westdorp, een plaats in het overgangsgebied van voedselrijk zeggebroekveen naar voedselarm mosveen
*Fig. 1. Field-names occurring at Westdorp, a hamlet in the transition area between eutrophic alnus and carex peat and oligotrophic sphagnum peat*

goed voorbeeld van veensoort- en veenontginningsnamen langs het in het hoogveengebied ontspringende Voorste Diep. Men kan uit deze namen afleiden dat stroomopwaarts het milieu armer wordt en de ontginning jonger. De naam Westdorp heeft mogelijk de betekenis woest dorp. In het oudsaksisch en het oud-engels was woest: *west* (De Vries, 1945). De plaats ligt met zijn es midden in een broek – dus in moerasbosgebied. Het landschap doet denken aan dat bij Zwinderen, waar men vanaf het dorp achtereenvolgens *maoden*, *broeken*, *vliers*, *wuusten* en *veen* onderscheidt.

Toen men bij de Stichting voor Bodemkartering enige jaren geleden ten behoeve van het systeem van bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker en Schelling, 1966) zocht naar aansprekende namen voor verschillende bodemtypen, heeft men hiervoor onder meer een aantal veldnamen gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn *holtpodzol-*, *loopodzol-*, *haarpodzol-* en *veldpodzolgronden*. De beide eerste vertonen aan het bovenste deel van het profiel duidelijk de invloed van een langdurige bosbegroeiing, de beide laatste

van een heidebegroeiing. *Broekeerdgronden* hebben een dunne dargveenbovengrond (veen van bosresten en zegge).

*Geschiedenis van de flora en fauna.* Sommige namen verschaffen inlichtingen over vroegere begroeiingen.
*Eekharst* (Emmermade) betekent zandkop met eikenbosje,
*Bokharst* (Coevordermade) betekent zandkop met beukenbosje,
*Eldersloo* (Rolde) betekent elzenbos,
*IJhorst*, beter *Yhörst* (net in Overijssel) duidt op de aanwezigheid van de Yw of taxisboom,
*Sprakelhörst* bij Oosterhesselen duidt op vuilboom,
*Askharst* bij Dalen op essenboom,
*Danakker* op de Emmer Es op denneboom.
*Ellert en Brammert* zijn mogelijk twee bosjes geweest op het *Ellertsveld*, respectievelijk een elzen- en brembosje, misschien ter plaatse van de *Brammertshoop* en de *Ellertshaar*. De naam *Heselakkers* op verschillende essen duidt op de aanwezigheid van de hazelaar.

Ook zijn er namen, die op de aanwezigheid van bepaalde diersoorten in vroegere tijden wijzen.
Bever: *Beverloo* betekent beverbos aan het Schoonebekerdiep bij Coevorden.
Eland (oude naam 'elg'): mogelijk in de namen *Elveen* bij Langelo en *Elandsveen* bij Aalden.
Wolf: *Wolfsbargen* bij Emmen, *Wolf Es* bij Sleen, *Wolfskoelen* bij Gees.
De das heet in de provincies Groningen en Drente 'greven'. De naam *Grevenakker*, o.a. bij Sleen, kan ermee in verband staan, maar kan ook op graven duiden.
Ever of wildzwijn: *Everend* bij Den Hool.
Kraanvogel: *Kraanlanden* aan de Peizerweg bij Groningen. *Kraanhals* is een smal, krom perceel bij Noord-Barge. De kraanvogel broedt nu alleen nog in Midden- en Noord-Europa.
*Scheethaar* is de fraaie naam van een zandkop in het madeland ten zuiden van Erm. Hij duidt op de vele uitwerpselen van vogels, vooral van ganzen, die zich daar 's winters bij opwellend, nog open water ophielden. *Ganzenplat* in het madeland onder Dalen wijst ook op een verzamelplaats van vogels bij open water in de winter. *Aolmaod* en *Stalmaod* wijzen op paling en palingvangst, onder meer bij Wachtum.

*Archeologie en mythologie.* Een hunebed – het kan ook een verdwenen hunebed zijn – vindt men vaak vermeld in de naam *Stienbarg*, soms ook in *Stienakker*. De laatste kan ook een stenige akker zijn. *Bargakkers* bij Borger en *Negenbarg* bij Sleen wijzen op voormalige grafheuvels. Op oude graven, d.w.z. een urnenveld of een rijengrafveld, kunnen de namen *Grevenakker* en *Kistgraven* betrekking hebben.

Een hoge akker aan het Loneridep bij Ballo heet *Boze Geesten*. Hierin zijn veel urnscherven gevonden; mogelijk ligt hier een urnenveld. Volgens het Drents Sagenboek (Sinninghe, 1944) waart hier een geest genaamd Oelerik

rond. Oelerik durft echter het kruispunt bij de *Vuurbargen* niet over te steken. Ook komt hier de naam *Brandbargen* voor. Beide namen duiden op grafheuvels, die gebouwd zijn over crematie-brandstapels uit de ijzertijd (omstreeks het begin van de jaartelling). Eén der grootste grafheuvels uit deze omgeving heet *Witte Mariabarg*. Het is een neolithische grafheuvel. Mogelijk is het een gechristianiseerde Witte Wievenbarg.

Uit het jaar 1950 dateert de volgende mededeling van een oude scheper uit Grollo over het *Heilige Bos*, gelegen aan het Amerdiepje, een brontak van de Drentse Aa. Vroeger heette dit bos *'t Hillige Wold*. 'En daor', aldus de scheper, 'wuren ze geheiligd'. Bij het scheuren van dit perceel in de oorlog vond men er grote ronde asplekken, die kennelijk afkomstig waren van brandstapels. Werden hier lichamen gecremeerd en wierp men, net als in India, de as in de heilige rivier (hier de Aa) of vond hier de inwijding der jonge mannen plaats?

Bij Hees in de gemeente Ruinen ligt de *Hunnenkloosterberg*, althans zo staat het op de kaart. Maar volgens Poortman (Poortman, 1951) spreekt men van de *Hunnegloobarg*. Een eigenaardige naam. Prof. Waterbolk vond hier een standvoetbeker uit het late Neolithicum (ca. 2000 v. Chr.). Hier zouden de reuzen of 'hunnen' vergaderd hebben. Eén hunner zou er begraven liggen in een gouden kist. Ook spookt er een oude wijze vrouw, een wikkerse of wikwief, die daar spreekuur hield. En zo zijn er waarschijnlijk nog veel meer verhalen, gekoppeld aan oude namen en oudheidkundige vondsten.

*Taalgeschiedenis*. Dr. Buning (1965) wijst in zijn 'Geschiedenis van Drenthe' op de theorie van Prof. Heeroma, volgens welke in Nederland benoorden de grote rivieren en in N.W.-Duitsland ongeveer vanaf het begin der jaartelling het 'Ingweoons', het 'N.W.-Germaans', oftewel de 'Noordtaal' werd gesproken. De Angelen en Saksen, afkomstig uit Sleeswijk en Holstein, trokken omstreeks 350 na Chr. westwaarts. Een deel vestigde zich in het terpengebied langs onze noordkust en een klein deel ook in Drente. Later, omstreeks 450 na Chr., veroverden ze een groot deel van het Britse eiland, het huidige Engeland. Door hun invloed werd na omstreeks 500 na Chr. ook in het zuidoostelijke deel van het Britse eiland, het Ingweoons gesproken.

In Oost-Nederland werd deze Noordtaal vanaf de Karolingische periode – omstreeks 800 na Chr. – geleidelijk aan overspoeld door Frankische invloeden. Dit duurde volgens Prof. Heeroma tot ca. 1200 na Chr. In de tussenliggende periode voltrok zich dus een belangrijke taalverandering, die de sterk op het tegenwoordige Fries en Engels lijkende taal omboog tot een taal, die veel meer op het tegenwoordige Drents lijkt en die volgens Prof. Heeroma meer Frankisch dan Ingweoons is. Prof. Heeroma zegt, dat hij deze taalverandering niet nader kan dateren dan tussen 800 en 1200, maar dat archeologen en historici misschien nauwere tijdgrenzen kunnen aangeven (Heeroma, 1964).

Nu zijn er in Drente een aantal namen, die nogal sterk afwijken, speciaal in de klinkers, van het tegenwoordige Drents, bijvoorbeeld enkele met *haan: Haanharst* (Dalen) = 'hoge horst' en *Hanekamp* (Beilen) = 'hoge kamp'.

Ook in Engeland en N.W.-Duitsland is *ha* en *ho* bekend voor hoogte in perceelsnamen. Het Engelse 'Hanley' betekent hetzelfde als Hoge Loo. Hannover betekent hoge oever. Uit de verbreiding van de ha-namen mag men wellicht afleiden, dat ze voortgekomen zijn uit typisch Ingweoonse woorden. Interessant is ook, dat de Es ten noorden van Hyken *Nastering Es* heet. Er is een tijd geweest, dat men eerder iets in oost en west uitdrukte dan in noord en zuid. Betekent Nastering den Aster Eng = de Ooster Es? Het is een nogal gewaagde veronderstelling. Als zij juist is, zou de naam een ingweonisme kunnen zijn.

Merkwaardig zijn ook de vele *Zwarte Waters* in Drente. Ze liggen meestal op een markegrens, bijvoorbeeld tussen Assen en Peeloo, Gieten en Eext, Borger en Gasselte, Pesse en Drijber. Verder is er tussen Linde en Kerkenbos het *Zwarte Gat*. De bekende *Zwartendijkster Schans* bij Een is waarschijnlijk genoemd naar de *Zwarte Dijk*, een grensweg tussen Friesland en Drente. Ook lag in die buurt een grensstroompje, de *Swarte Rydt*. Waarschijnlijk is in al deze gevallen 'zwart' een verbastering van *swat*, een zeer oud woord dat evenals het Friese *swette* grens betekent.

Het signaleren van een Ingweoonse vorm, zoals *Haanakker* i.p.v. *Hoonakker kan* er op duiden dat het bewuste perceel vóór 800 à 1200 zijn naam gekregen heeft. Het moet in ieder geval in die periode of al eerder zijn ontgonnen. Men moet echter zeer voorzichtig zijn en een voldoende aantal andere aanwijzingen hebben, alvorens men conclusies mag trekken.

Een voorbeeld van aanwijzingen uit bodemkundig onderzoek betreft de plaats Ter Aard, die met twee esjes op een kleine hoogte midden in een groot, wat moerassig gebied ligt. Dr. De Vries (1945) schreef in zijn 'Drentse Plaatsnamen' over Ter Aard (gem. Vries), dat het in een oorkonde van 1335 *Arth* genoemd wordt. Iets later *Aerd*. Volgens De Vries betekent art of aerd bebouwd land, geakkerd land. Hij voegt er aan toe: 'Het kan dus zijn, maar blijft onbewijsbaar, dat onze streek eerder dan de omgeving als bouwland in gebruik werd genomen. Over andere plaatsnamen met aard hoop ik, dat elders beter licht zal schijnen'. Nu is bij een bodemkartering een complex zgn. Celtic Fields of raatakkers tussen de twee essen gevonden. Misschien zijn deze in de vroege Middeleeuwen nog in gebruik geweest en is men later van deze perceelsvormen overgegaan naar meer langwerpige esakkers. In ieder geval werd in deze omgeving al vroeg landbouw bedreven.

Merkwaardig genoeg is arth of ard ook de Oudgermaanse naam voor de nog niet kerende ploeg, waarmee de raatakkers worden bewerkt. Het komt namelijk meer voor, dat bouwland de naam krijgt van een soort ploeg of van een bepaalde bewerking met de ploeg.

Volgens Prof. Heeroma (1964) is Oost-Nederland en dus ook Drente onder Westfaalse taalinvloed gekomen in de periode van ca. 1200 tot 1400. In Friesland en de Ommelanden (Westerkwartier, Hunsingo, Fivelingo en Oldambt) alsmede in Oost-Friesland kon het Ingweoons zich in het Fries handhaven. Friese invloed vindt men dan ook voornamelijk in Noord-Drente. De naam *Jarden* bij Roden, Vries en Zuidlaren is de Friese vorm van *goorn*, d.w.z. tuin. Ook de *Bitse* (= beek) bij Roden wijst op Friese invloed

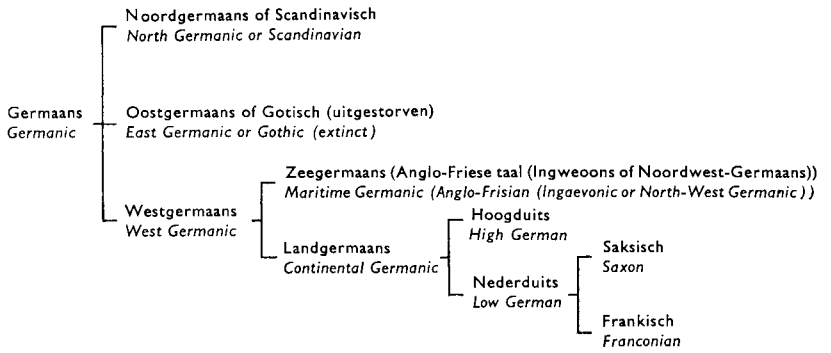



Fig. 2. De onderlinge samenhang van enkele Germaanse talen
*Fig. 2. Relationship of some Germanic languages to each other*

(Naarding, 1948). Volgens deze auteur werd de taal der Ommelanden in de periode tussen 1300 en 1600 door Westfaalse invloeden voor een groot deel 'ontfriest' en ontstond het Gronings met zijn ou's en ai's. Vele Ommelander toponiemen wijzen echter nog duidelijk op de Friese, tevens Ingweoonse, periode (Heeroma en Naarding, 1961).

## TENSLOTTE

De duizenden veldnamen van Drente vormen samen een boek, waarin veel van het Drentse verleden staat opgetekend. Ik ben mij er terdege van bewust, dat ik mij met de verklaring van die geschiedenis op glad ijs heb begeven. Moge ter verontschuldiging worden aangevoerd, dat het slechts de bedoeling was de lezer een blik in dit interessante boek te gunnen.


## SUMMARY

The chief elements of the Drenthe landscape are the 'essen' (arable land), the 'maden' (meadows) and the 'velden' (heaths). The meaning of these and other names is defined in the present article. The writer also stresses the value of field-name study for various branches of science.


## LITERATUUR


*De Bakker, H. en J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Wageningen.

*Buning, L.*, 1965: Land en volk van Drente in het verleden. Deel I, tot ± 1600; Deel II, ± 1600 tot heden. Lezing gehouden voor de studiegroepen van het Drente College. Drents Genootschap, Assen.

*Bückmann, L.*, 1914: Orts und Flurnamen. Lüneburger-Heimatbuch, Band II, Bremen.

*Heeroma, K. en J. Naarding*, 1961: De ontfriesing van Groningen. Zuidlaren.

*Heeroma, K., e.a.*, 1964: Oostnederlands. Den Bosch.

*Heuveln, B. van en J. Wieringa*, 1958: Veldnamen in het Zuidenveld (Dr.) Nieuwe Drentse Volksalmanak, Assen.

*Naarding, J.*, 1948: De Drenten en hun taal. Diss. Assen.

*Poortman, J.*, 1951: Drentse sagen, legenden en volksverhalen. In Drente; een handboek voor het kennen van het Drentse leven in voorbije eeuwen. Tweede boek. Meppel.

*Schönfeld, M.*, 1949: Veldnamen in Nederland. Amsterdam.
*Sinninghe, J. R. W.*, 1944: Drents Sagenboek. Bussum.
*Vries, W. de*, 1945: Drentse plaatsnamen. Assen.
*Vries, W. de*, 1946: Groninger plaatsnamen. Groningen.
*Wieringa, J.*, 1963: Bodemkundige en toponymische verkenning in de marke van Wachtum (Dr.). Driemaandelijkse bladen no. 2/3. Zuidlaren.
*Wijngaarden, A. van en J. van de Peppel*, 1964: The Badger, Meles meles (L.) in the Netherlands. Lutra, orgaan van de vereniging voor Zoogdierkunde en zoogdierbescherming. Volume 6, no. 1 en 2.

# GRAFTEN IN ZUID-LIMBURG

*Escarpments in South Limburg*

**H. G. M. Breteler en J. M. M. van den Broek**[1])

Zuid-Limburg heeft een opvallend heuvelachtig karakter. Het landschap is sterk golvend door de lange, diep ingesneden dalen in het van origine vrij vlak schiervlakte- en terrassenlandschap (Hol, 1959; Van den Broek en Van der Waals, 1967). In het zuidoosten is de versnijding het sterkst; daar zijn maar weinig, slechts kleine plateaus bewaard gebleven. In het noordwestelijk deel van Zuid-Limburg liggen meer en grotere, hoofdzakelijk met löss bedekte plateaus (Van den Broek, 1966).

De Zuidlimburgse dalen zijn voor een zeer groot deel asymmetrisch. Omdat in de meeste ervan een beek of een andere waterstroom ontbreekt, behoren zij praktisch alle tot de zgn. 'droogdalen'. Waar deze droogdalen grenzen aan plateaus, zijn het vaak ondiepe, vlakke erosiegeulen met een symmetrische vorm. Deze geulen worden 'dellen' genoemd.

Zowel langs de steile zijde als langs de glooiende helling van de asymmetrische dalen en ook in vele dellen treft men verticale taluds aan, soms enige meters hoog, die met de naam graft worden aangeduid. De term graft is volgens Beckers (1927) bedoeld voor 'richel- of ribbelvormige verhogingen in het veld'; voor de in Zuid-Limburg voorkomende 'terrein-verheffingen in de dalwanden' vindt hij deze benaming verkeerd. In het algemene spraakgebruik echter is het een algemeen aanvaard woord geworden voor deze taluds.

De Zuidlimburgse graften zijn ontstaan door geomorfologische processen, die sterk beïnvloed zijn door activiteit van de mens. Zij lopen overwegend evenwijdig aan de dalhelling en vormen steeds een niveauverschil tussen de percelen die zij scheiden. Naarmate de helling steiler is, zijn de graften hoger.

## HET ONTSTAAN VAN GRAFTEN

De processen die bijdragen tot de vorming van graften zijn oppervlakte-erosie (sheet-erosion) en sedimentatie tegen een overwegend rechte rand van een vegetatiestrook op de helling.

Het ontstaan van graften in gebieden waar diepe lösslagen (of andere losse materialen) op de helling voorkomen, is schematisch voorgesteld in figuur 1. Het betreft hier een asymmetrisch dal met een begroeiing op de graften. Die begroeiing kan een natuurlijke vegetatie zijn, maar meestal is het een door de mens geplante perceelsscheiding. Door erosie van oppervlaktelagen en afzetting van de verspoelde grond tegen de vegetatie (fig. 2) ontstaat op den duur een 'terras' met een steile rand. De dalzijde van een dergelijk terras bestaat uit gesedimenteerd erosiemateriaal (colluvium); op het hoger tegen de helling gelegen deel bevinden zich geërodeerde gronden. Bij zeer gedetailleerde en nauwkeurige bodemkundige opname is het mogelijk deze ran-

[1]) Rayon zuid, Stichting voor Bodemkartering.

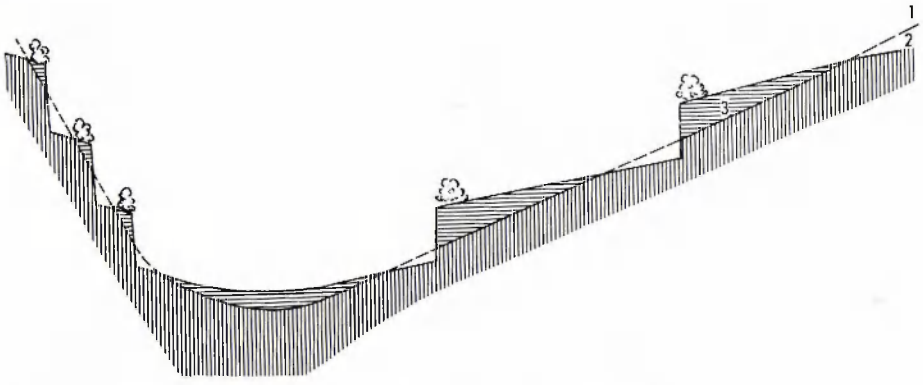



Fig. 1. Schematische voorstelling van het ontstaan van een graft
*Fig. 1. Schematic representation of the formation of an escarpment*

1. oorspronkelijke helling
*1. original slope*

2. door erosie aangetaste helling
*2. slope affected by erosion*

3. begroeide graft; sedimentatie (colluvium) aan de dalzijde van de helling
*3. overgrown escarpment; sedimentation (colluvium) on the valley side of the slope*

Foto: Stiboka 12709

Fig. 2. Sedimentatie van erosiemateriaal (lössleem) aan de rand van een tarweveld
*Fig. 2. Sedimentation of eroded material (löss) on the border of a wheatfield*

den van colluvium te karteren en de breedte van de colluviale strook vast te stellen.

Naarmate het proces van erosie en sedimentatie sterker is, wordt het verticale talud, de graft, hoger. De mens beïnvloedt de vorming van hoge graften sterk door grondbewerkingen en cultuurmaatregelen. Met elke ploegbewerking wordt het proces van erosie aan de hoge zijde van de terrasjes en van sedimentatie aan de lage zijde in de hand gewerkt.

Is eenmaal een graft ontstaan, dan is het aantrekkelijk de helling van het terras zoveel mogelijk te verkleinen. Vermindering van de helling is dan ook soms wel actief bevorderd. Op hellingen met dikke lösspakketten wordt het verschil in bodemopbouw tussen de bovenzijde van het terras (geërodeerde lössgronden) en de benedenzijde ervan (een dik colluviaal dek) in de regel niet als een nadeel ervaren.

Bij dalwaarts ploegen en zaaien wordt de grond vooral door erosie naar beneden getransporteerd, doordat de voren als erosiegeulen gaan werken. Op zeer steile hellingen en smalle terrasjes is bewerking in deze richting echter niet mogelijk; ook zou er dan een te sterke erosie optreden, waarvan de nadelen (schade aan de gewassen) niet zouden opwegen tegen de voordelen van een snelle vorming van een min of meer horizontaal terras.

In het weinig met löss bedekte krijtgebied ten zuiden van de Geul is een deel van de graften vermoedelijk op een andere wijze ontstaan. Waarschijnlijk heeft het water zich tijdens het Pleistoceen in enkele opeenvolgende fasen diep in het krijt ingesneden. Daarbij zijn er geen glooiende hellingen gevormd, zoals in zachtere en lossere gesteenten het geval is, maar een aantal boven elkaar gelegen steile wanden of taluds. Verschillende graften worden in dit gebied dan ook wel aangetroffen als geologisch gevormde steilranden van het krijt. Een dunne laag lössleem of solifluctiegruis maakt herkenning van deze oorspronkelijke steilranden soms moeilijk (fig. 3).

## LIGGING EN VORM VAN DE GRAFTEN

Naar hun ligging en vorm kunnen worden onderscheiden:

1. graften langs pleistocene dalen en langs dellen,
2. graften dwars op dellen,
3. graften als begrenzing van oorspronkelijk meerstrepige verkavelingsblokken,
4. graften langs holle wegen.

*ad 1.* Langs de asymmetrische pleistocene dalen in de lössgronden zijn de graften 100 tot 500 m lang; ze zijn 1 tot 5 meter hoog; de hellingshoek varieert van 15–80°.

Langs de steile wand van deze dalen dagzoomt onder de graften vaak het onder de löss liggende geologische materiaal van pleistoceen zand en grind of tertiair zand (fig. 4). Op de terrasjes tussen de graften komen deze materialen op veel plaatsen aan de oppervlakte voor of onder een dunne ($< 120$ cm) laag löss.

Langs de glooiende helling van de asymmetrische dalen liggen de graften vaak meer verspreid dan op de steile dalwand. Plaatselijk liggen ze traps-

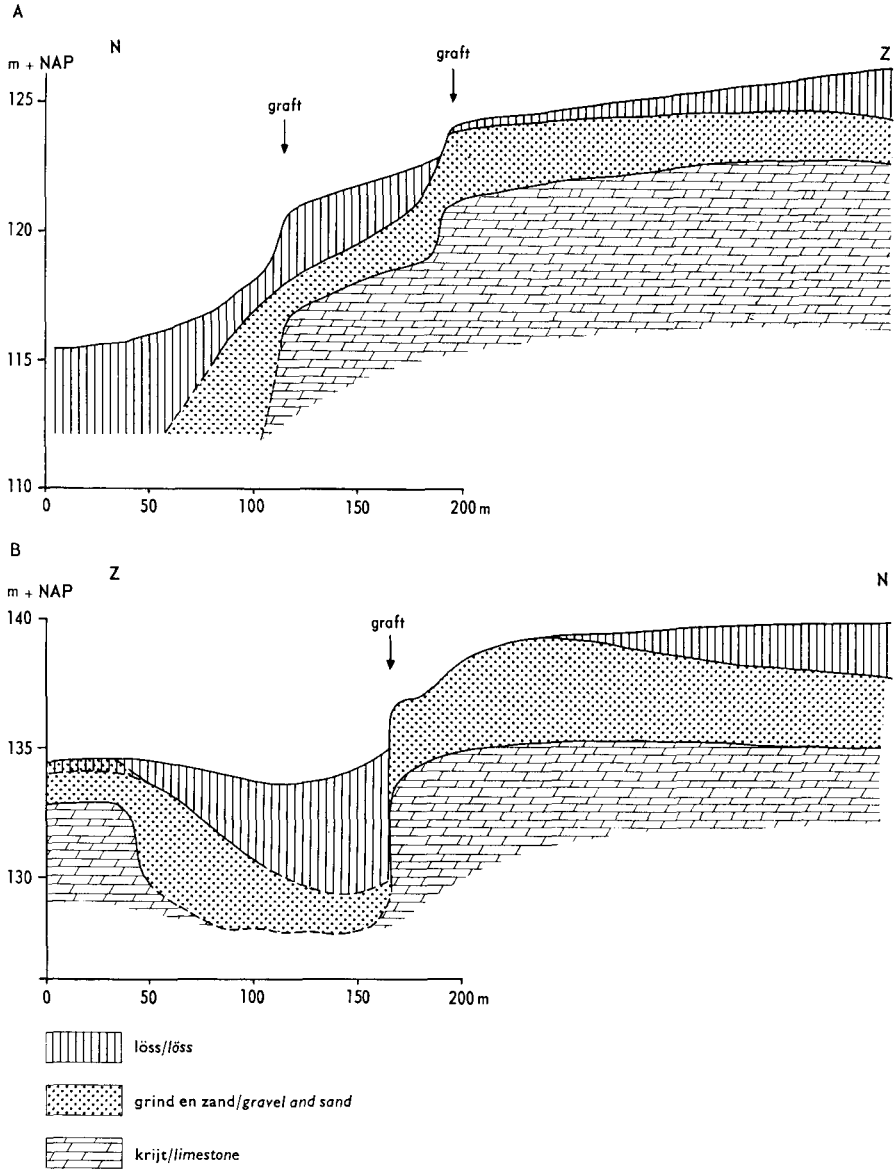



Fig. 3. Dwarsdoorsnede van een dal in het krijtgebied; graften op plaatsen met steile insnijdingen in het krijtgesteente

*Fig. 3. Cross-section of a valley in the limestone area; escarpments at points with steep incisions in the limestone*

A. helling met twee steile treden in het krijt, zuidelijk van Valkenburg

*A. slope with two steep steps in the limestone, south of Valkenburg*

B. asymmetrische opvulling in een dal met steil ingesneden krijtwand, ten zuiden van Honthem, in de gemeente Cadier en Keer

*B. asymmetric fill-up in a valley with a steeply incised limestone wall, south of Honthem in the municipality of Cadier and Keer*

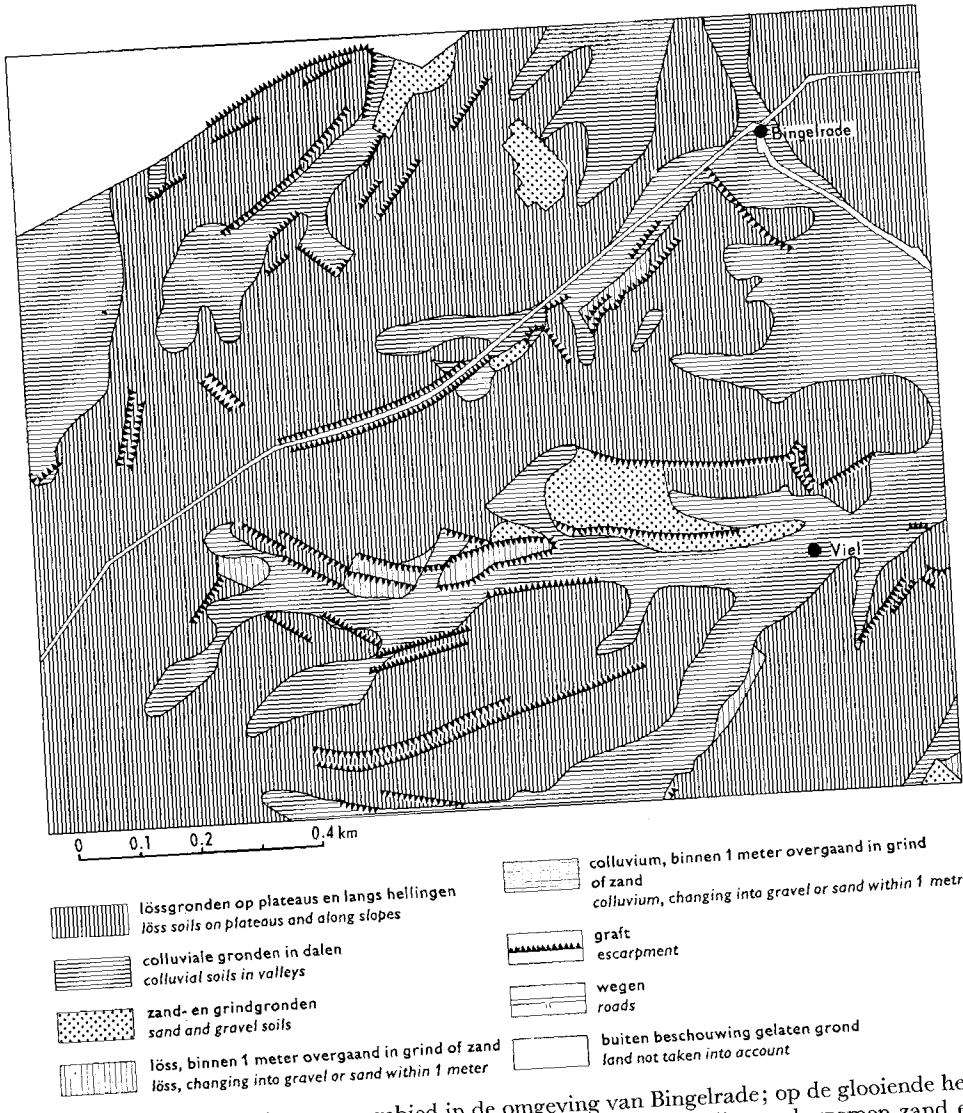



Fig. 4. Bodemkaartje van een gebied in de omgeving van Bingelrade; op de glooiende helling geërodeerde lössgronden tussen de graften; op de steile hellingen dagzomen zand en grind tussen de graften

*Fig. 4. Soil map of an area in the neighbourhood of Bingelrade; on the gentle slope eroded löss soils between the escarpments; on the steep slopes sand and gravel strata outcrop between the escarpments*

gewijs boven elkaar, maar in het algemeen liggen ze vrij willekeurig en verschillen ze sterk in lengte. Het profiel kan geheel uit löss bestaan, maar ook kan onder het lösspakket op geringe diepte een afwijkende ondergrond voorkomen (fig. 4 en 5). Van het terrein op deze hellingen heeft alleen het smalle deel boven de graft, waar het colluvium zich heeft afgezet, een min of meer horizontale ligging.

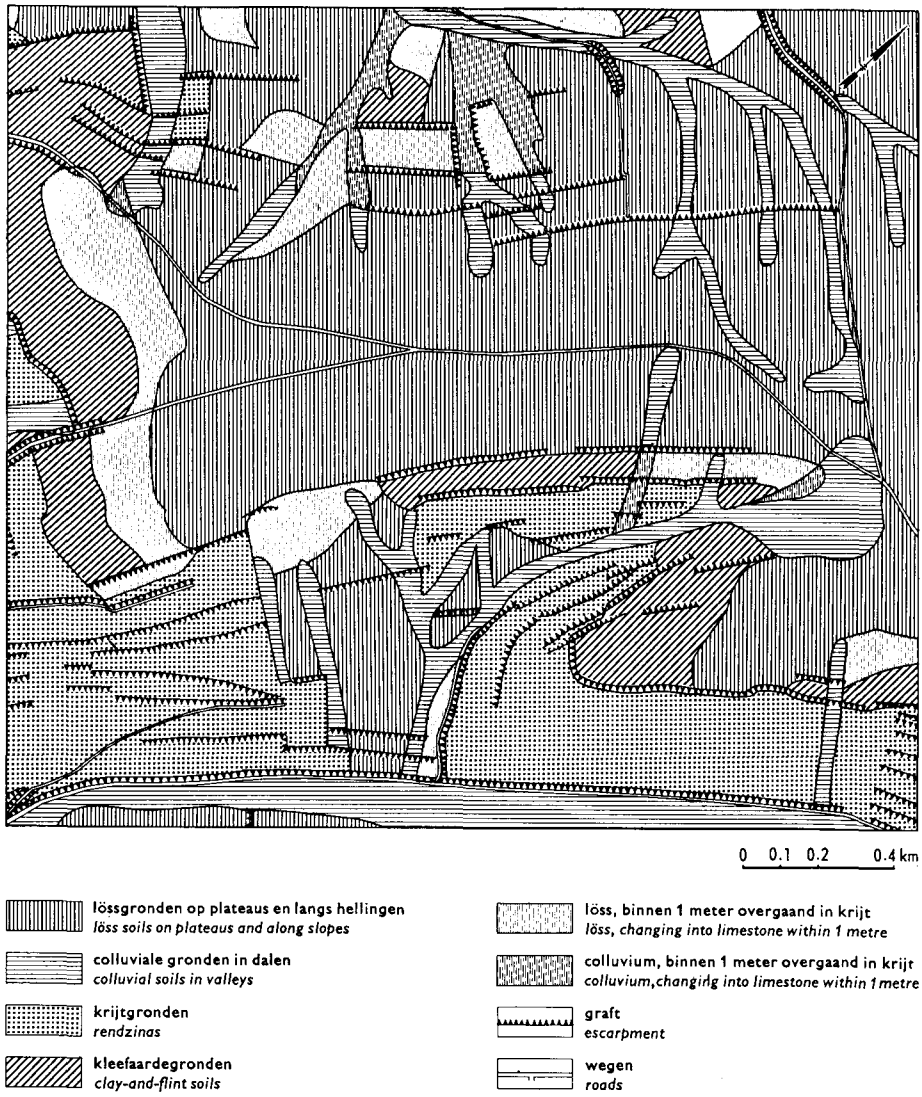



Fig. 5. Bodemkaartje van een gebied in de omgeving van Fromberg (gemeente Wijlre) met een groot aantal graften, waartussen geërodeerde lössleemgronden; verschillende graften zijn dwars door dellen aangelegd

*Fig. 5. Soil map of an area in the neighbourhood of Fromberg (municipality of Wijlre) with a large number of escarpments, interspersed with eroded löss soils; several escarpments cut across erosion gulleys*

In het krijtlandschap komen langs de asymmetrische dalen graften voor, zowel langs de steile als langs de glooiende helling of langs één van beide. Langs de steile helling liggen ze meestal op geringe onderlinge afstand boven en naast elkaar (fig. 6). De gronden, grenzend aan de bovenzijde van de hoogst gelegen graft hebben veelal nog een lössdek, soms op pleistoceen

Foto: Stiboka 65-10

Fig. 6. Smalle terrasjes met graften langs een steile krijthelling
*Fig. 6. Narrow terraces with escarpments along a steep limestone slope*

grind. De gronden van de lagere terrassen bestaan uit krijtgronden (fig. 5). Op veel plaatsen is het colluvium tegen de graft dunner dan 1 meter. De vlakke hellingen van asymmetrische dalen in het krijtgebied bestaan uit löss en komen overeen met de vlakke hellingen van het lössgebied.

In het uiterste zuiden van Limburg wordt op veel plaatsen een zeer ingewikkeld graftenpatroon aangetroffen. Het oude sterk verweerde aardoppervlak uit het Tertiair is daar ten dele bedekt met oud-pleistocene sedimenten en vervolgens versneden tot sterk vertakte, diepe dalen. Grote verschillen in de geologische sedimenten aan het oppervlak en een daarmee samengaande sterke afwisseling van convexe en concave dalhellingen bepalen het beeld van dit landschap en zijn bodemkundige toestand. Het grillige graftenpatroon hangt sterk samen met deze sterke wisselingen in geologisch-bodemkundige opbouw van het terrein (fig. 7).

Langs de dellen zijn de lössgronden dikker dan 120 cm. Hier zijn de graften zelden hoger dan 2 meter. Hun lengte is minder dan 200 meter, de hellingshoek is ca. 90°. Slechts incidenteel komen hier twee graften evenwijdig boven elkaar voor.

Gewoonlijk bevindt zich langs de bovenzijde van de graft een smalle strook colluviale löss. Aan de voet van de graft liggen geërodeerde gronden.

*ad 2.* Graften dwars op de dellen en dwars op bovendelen van pleistocene dalen zijn door de mens aangelegd. Zij zijn ontstaan bij de aanleg van wegen dwars door een dergelijk dal of bij het aanbrengen van een pad naar hoger liggend bouwland. In enkele gevallen zijn zij aangebracht om de sterke afstroming van water door het dal te remmen. In deze gevallen hebben zij duidelijk een functie in de erosiebestrijding.

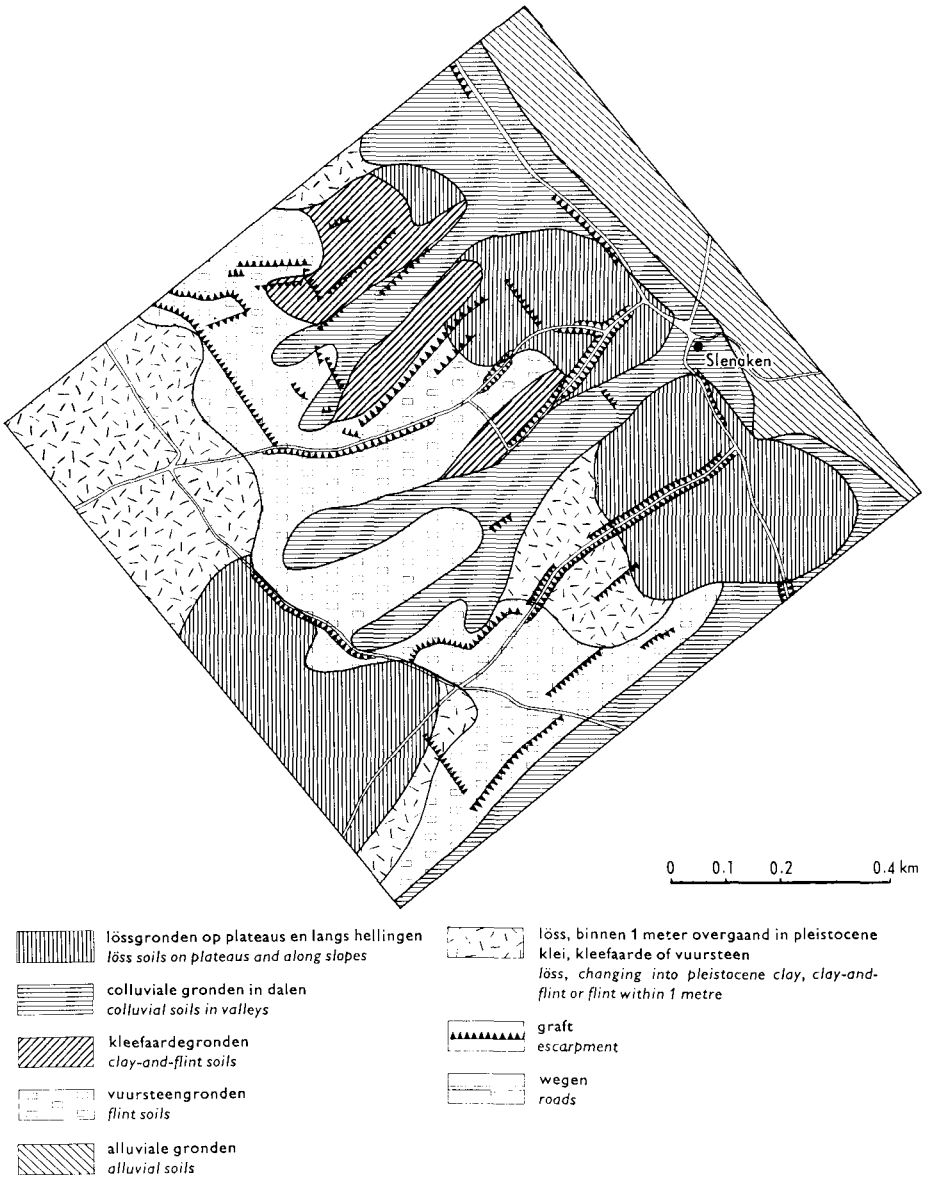



Fig. 7. Bodemkaartje van een gebied in de omgeving van Schilberg (gemeente Slenaken); zeer grillig graftenpatroon, samenhangend met de ingewikkelde geologische en bodemkundige opbouw van het gebied

*Fig. 7. Soil map of an area in the neighbourhood of Schilberg (municipality of Slenaken); extremely erratic escarpment pattern associated with the geological and pedological complexity of the area*

*ad 3.* Graften als begrenzing van oorspronkelijk meerstrepige verkavelingsblokken komen voor in lössgebieden met weinig reliëf (fig. 8). De wijze van ontginning van dergelijke blokken is o.a. beschreven door Hofstee en Vlam (1952) en door Edelman en Edelman-Vlam (1960). De oudste nederzettingen in Limburg liggen in de dalen; vanaf hier had de ontginning plaats. Stroken langs hellingen met een vrij geringe hellingsgraad werden ontbost en in cultuur gebracht. Door erosie aan de bovenzijde van het ontginningsblok ontstond er een niveauverschil tussen het wel en het niet ontgonnen land. Met andere woorden: er vormde zich een kleine, steile rand op de grens van beide gebieden. Bij een volgende ontginningsfase werd de daarboven liggende strook van de helling bewerkt. De reeds gevormde steile rand aan de onderzijde van dit nieuwe blok bleef daarbij behouden. Door verdere sedimentatie boven deze rand en door erosie aan de voet ervan werd het topografisch verschil geleidelijk groter en vormde zich een graft van soms 1 à 2 meter hoogte. De lengte van deze graften is afhankelijk van de grootte van de in ontginning genomen stroken en van de oorspronkelijke topografische gesteldheid van het terrein. Zij kan soms 500 meter bedragen. Op sommige plaatsen is van deze graften een groot deel geslecht. Opruimen van graften geschiedt vooral ten behoeve van perceelsvergroting.

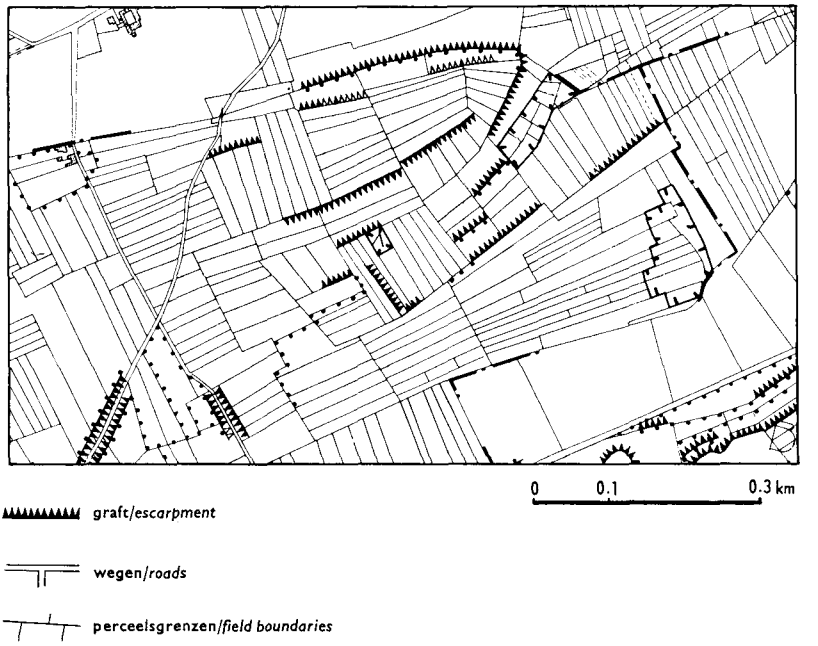



Fig. 8. Enkele meerstrepige verkavelingsblokken, aan elkaar grenzend met een graft. Veel richtingsveranderingen van de percelen in een verkavelingsblok vallen samen met een graft (fragment van de fysiognomische kaart van Munstergeleen-Schinveld)
*Fig. 8. A number of striped parcelation blocks that adjoin with an escarpment. Many changes of direction of the fields in a parcelation block coincide with an escarpment (fragment of the physiognomic map of Munstergeleen-Schinveld)*

Foto: Stiboka 12711

Fig. 9. Recente erosie in een holle weg
*Fig. 9. Recent erosion in a hollow road*

*ad 4.* Het bestaan van talrijke holle wegen in het löss- en krijtlandschap van Zuid-Limburg is bekend. Zij zijn steeds loodrecht op de voet van de helling gericht. Doordat ze ook als afvoerbanen van regenwater fungeren, snijden ze zich nog steeds in wanneer zij geen beschermend wegdek hebben (fig. 9). Er zijn holle wegen met een graft aan één zijde of aan beide zijden van de weg. Ze kunnen zeer lang zijn, tot ruim 1500 meter. Sommige holle wegen zijn niet dieper dan 50 cm, maar er zijn er ook waarvan het wegdek meer dan 5 m diep ligt. De graften begrenzen de holle wegen nagenoeg verticaal. Voor percelen langs de helling zijn dan ook opritten vanuit de holle weg nodig (fig. 10).

Afhankelijk van het landschap waarin deze wegen liggen, kan in de graften verschillend geologisch materiaal dagzomen. De steile wand kan geheel uit löss bestaan. Waar het lösspakket dunner is dan de diepte van de holle weg, kan onder de löss pleistoceen terrasmateriaal te voorschijn komen. In enkele gevallen dagzoomt onder het kwartaire terrasmateriaal nog tertiair zand. In het krijtlandschap is het lössdek overwegend dun en wordt vrijwel steeds krijt aangetroffen in de steile wegranden van de holle wegen. Dichtbij het plateau snijden de holle wegen soms nog een dunne laag terrasmateriaal aan. Ook aan de bovenzijde van graften langs holle wegen is veelal colluvium afgezet. Soms echter liggen er geërodeerde gronden. Dit is afhankelijk van de topografische situatie van het terrein, waarin de weg is ingesneden.

Foto: Stiboka R25-168

Fig. 10. Oprit vanuit een holle weg naar een langs de helling gelegen perceel
*Fig. 10. Approach from a hollow road to a field situated by the side of a slope*


## SAMENVATTING

In Zuid-Limburg treft men op de hellingen van de vele dalen en ook wel dwars door ondiepe erosiegeulen ('dellen') min of meer verticale taluds van uiteenlopende lengte en hoogte aan. Zij worden met de naam graften aangeduid.

Naar hun ligging en vorm worden in dit artikel vier soorten onderscheiden:

1. graften langs pleistocene dalen en langs dellen
2. graften dwars op dellen,
3. graften als begrenzing van oorspronkelijk meerstrepige verkavelingsblokken en
4. graften langs holle wegen.

De belangrijkste processen die bij de vorming van graften optreden, zijn de oppervlakte-erosie en de colluviatie. De mens beïnvloedt met zijn grondbewerkingen en cultuurmaatregelen in niet geringe mate het ontstaan van graften.

Voorjaar 1967


## SUMMARY

On the slopes of many valleys in South Limburg and also across some shallow erosion gullies more or less vertical banks of varying length and height are present. They are known as graften (escarpments).

Four types of escarpments are distinguished in the present article, depending on their situation and shape, viz.:

1. escarpments along pleistocene valleys and erosion gullies,
2. escarpments running across erosion gullies,
3. escarpments forming the boundaries of parcelation blocks originally containing numerous strips, and
4. escarpments along hollow roads.

The main processes that occur in the formation of escarpments are surface erosion and colluviation. The formation of escarpments is substantially affected by man, especially through cultivation and other cultural practices.


## LITERATUUR


*Beckers, J.*, 1927: De Zuid-Limburgse graven of graften. Nat. Hist. maandbl. 16.10: 137–138.

*Broek, J. M. M. van den*, 1966: De bodem van Limburg. Toelichting bij blad 9 van de Bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000. Wageningen.

*Broek, J. M. M. van den* and *L. van der Waals*, 1967: The Late Tertiary Peneplain of South Limburg (The Netherlands). Silicifications and fossil soils; a geological and pedological investigation. Geologie en Mijnbouw *45*, 318–332. Soil Survey Papers No. 4, Wageningen.

*Edelman, C. H.* en *A. W. Edelman-Vlam*, 1960: Een bijdrage tot de ontginningsgeschiedenis van de zuidelijke zandgronden. In: Kultuurhistorische verkenningen in de Kempen. I. Uitg. Stichting Brabants Heem, 21–42.

*Hofstee, E. W.* en *A. W. Vlam*, 1952: Opmerkingen over de ontwikkeling van de perceelsvormen in Nederland. Boor en Spade *V*, 195–235.

*Hol, J. B. L.*, 1959: De geomorfologische landschappen van Nederland. In: Handboek der geografie van Nederland, *VI*, 342–372. Zwolle.

# ENKELE RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK NAAR DE GENESE VAN DE GRONDEN IN MIDDEN-WESTFRIESLAND

*Some results of a study of the genesis of soils in central Westfriesland (province of Noordholland)*

**P. du Burck en L. W. Dekker**[1])

## INLEIDING

Sinds enkele jaren is in het centrale deel van Westfriesland – het waterschap de Vier Noorder Koggen – een bodemkartering in uitvoering. Het doel van de kartering van dit gebied, dat een oppervlakte beslaat van ca. 13 000 ha, is een bodemkaart samen te stellen op schaal 1:10 000, die onder meer als hulpmiddel kan dienen bij de voorlichting in land- en tuinbouw. Vooral met het oog op uitbreiding van de tuinbouw in Westfriesland bestaat behoefte aan grotere regionale kennis.

De tuinbouw is voornamelijk in enkele gedeelten van het gebied geconcentreerd: groente- en bloembollenteelt vooral te Nibbixwoud, in de omgeving van Wervershoof en bij Opperdoes; fruitteelt voornamelijk in de omgeving van Wognum/Nibbixwoud. Bij Wervershoof liggen veel tuinbouwpercelen, die alleen per boot bereikbaar zijn (vaargebied). Veel tuinbouw is de laatste decennia ontstaan op gescheurd grasland. Overigens is het grootste deel van het gebied nog als grasland in gebruik.

Het gebied sluit in het oosten aan op het Grootslag, dat reeds eerder in kaart werd gebracht (Ente, 1963). Enige regionale kennis van de Vier Noorder Koggen werd reeds vroeger verkregen, onder andere door een verkenning (schaal 1:50000) van het middengedeelte van Noordholland (Pons e.a., 1957).

Het artikel bevat een beschouwing over de stratigrafie en genese van de afzettingen en enkele bijzonderheden over de vroegere bewoning en over de vorming van humeuze bovengronden.

## TOPOGRAFIE EN WATERSTAATKUNDIGE TOESTAND

Het afzettingspatroon van de Westfriese zeeklei, waaruit dit gebied grotendeels bestaat, wordt in belangrijke mate gekenmerkt door een ruggen- en kommensysteem. Er kunnen twee hoofdruggen worden onderscheiden. Een ervan loopt van Hoogwoud/Aartswoud in het westen naar Medemblik in het oosten. De andere loopt van Hoogwoud/Aartswoud naar het zuidoosten en wel via Spanbroek/Wadwaaij naar Wognum. De grote ruggen hebben een uitgebreid stelsel van vertakkingen.

De hoogteverschillen zijn tamelijk groot. De hoogste delen van de ruggen liggen ruim een halve meter beneden NAP. Laaggelegen (ca. 2,25 m –NAP) zijn de gronden in het noordoosten, tussen Oostwoud en Wervershoof/Onderdijk. Het tuinbouwvaargebied ligt voor een groot deel eveneens laag.

[1]) Afd. Regionaal onderzoek west, Stichting voor Bodemkartering.

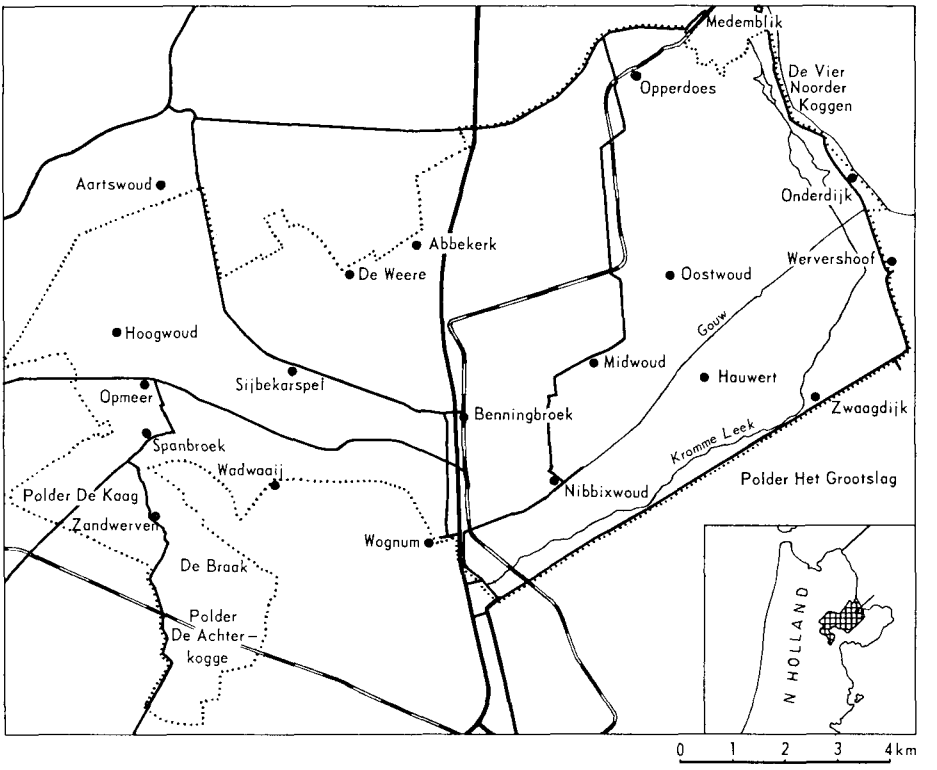



Fig. 1. Het onderzochte gebied
*Fig. 1. The area investigated*

Enkele gedeelten zijn sterk geaccidenteerd. Zo zijn er ten noorden van Benningbroek op korte afstand hoogteverschillen van 1 meter of meer.

Het grootste deel van de Vier Noorder Koggen heeft één bemalingspeil (Koggepeil = 2,13 m –NAP). In het lage oostelijke deel echter worden veel gronden onderbemalen. De in het zuidwesten gelegen Kaagpolder en Achterkogge hebben eveneens een lager peil. Er komen enkele drooggemaakte meertjes voor (onder andere de Bennemeer). Enkele gedeelten hebben in verband met hun hoge ligging een hoger peil (onder andere de hoge kreekruggronden bij Opmeer, Spanbroek, Wadwaay en De Weere).

## VROEGER ONDERZOEK VAN DE GENESE DER WESTFRIESE ZEEKLEIAFZETTINGEN

Over het ontstaan van de Westfriese zeekleiafzettingen zijn al verschillende theorieën gepubliceerd (du Burck, 1959 en 1960; du Burck, Ente en Pons, 1956; Pons en Wiggers, 1959/1960). Naar onze mening vond aanvoer van materiaal plaats tot in het Subboreaal vanuit een in het westen, tussen Alkmaar en Schagen gelegen brede zeeboezem. De boezem stond via een ope-

ning in de strandwallenkust in verbinding met de zee. Deze veronderstelling is gegrond op stratigrafische verschillen in de ondergrond tussen het westelijk en oostelijk deel van Westfriesland. In het westen is de opbouw van de bij een kartering aangetroffen pre-Romeinse kwelder aflopend; het bovenste deel is vaak kleirijk, naar onder neemt het kleigehalte af en ten slotte wordt alleen slibhoudend wadzand aangetroffen. Dit wadzand wordt naar onder iets grover. De opbouw is vrijwel continu. In het midden- en oostelijk deel van Westfriesland daarentegen komen dikkere kleiafzettingen voor, die op sommige plaatsen zijn onderbroken door veenlagen. Aangenomen werd dat in het westen, dus in de boezem, een gelijkmatige opslibbing heeft plaatsgevonden en dat in het oosten de directe invloed van de zee minder sterk is geweest.

De sedimenten in midden- en oostelijk Westfriesland zijn vanaf het westen aangevoerd via enkele grote geulen, die thans als de reeds genoemde ruggen in het terrein zijn terug te vinden (du Burck, Ente en Pons, 1956). Verder is bekend dat de Westfriese zeeklei in fasen is afgezet (du Burck en Ente, 1954; du Burck, Ente en Pons, 1956; Pons, 1957; Kwaad, 1961). De vaststelling van hun ouderdom was mogelijk door onderzoek van organische lagen in een profiel bij Hauwert volgens de $C^{14}$-methode (Pons, 1956). Er konden in de eerste plaats twee fasen in de Oude zeeklei worden onderscheiden. De oudste werd aangeduid als Beemsterklei, de jongere als Wieringermeerklei. Deze namen werden gegeven omdat deze fasen in de respectieve polders aan het oppervlak zouden liggen (zie: Pons en Wiggers, 1959/1960). Beide fasen komen in een groot deel van Westfriesland in de ondergrond voor (zie onder meer: Kwaad, 1961, en Ente, 1963).

Boven de Wieringermeerafzetting heeft zich tijdens een regressie van de zee een dunne veenlaag ontwikkeld. De basis van het veen werd in het profiel-Hauwert op ca. 2134 v. Chr. gedateerd. Deze veenlaag is op te vatten als een deel van het zogenaamde Oppervlakteveen, dat buiten Westfriesland in dikkere pakketten wordt aangetroffen. In een later door Kwaad bemonsterd profiel bij Wadwaaij werd van een als analoog te beschouwen veenlaag de basis op ongeveer dezelfde ouderdom (ca. 2125 v. Chr.) en de top op ca. 1955 v. Chr. gesteld, zodat mag worden aangenomen dat deze regressieperiode in Westfriesland circa twee eeuwen heeft geduurd.

Door du Burck (1960) is erop gewezen dat de groei van het Oppervlakteveen niet overal op hetzelfde tijdstip is begonnen. In de Anna Paulownapolder begon de veenvorming vrij laat (ca. 1900 v. Chr.), toen er in Westfriesland al sprake was van afzetting van de Westfriese zeeklei. Buiten Westfriesland is de veengroei gedurende lange tijd zonder onderbrekingen doorgegaan.

In de Westfriese zeeklei (profiel-Hauwert) werden twee fasen onderscheiden. Fase I begon kort na 2130 v. Chr. en duurde tot ca. 1790 v. Chr. Fase II begon hier – na een stilstandperiode van ca. 500 jaar – ca. 1280 v. Chr. Het einde van deze fase is afgeleid uit een $C^{14}$-datering van veen, dat in het Grootslag op het minerale pakket van een profiel lag; de ouderdom was ca. 1200 v. Chr. (Ente, 1963).

Behalve van de twee genoemde Westfriese fasen wordt in de literatuur ook nog melding gemaakt van een jongere (Kwaad, 1961).

Wat de verbreiding van de fasen van de Westfriese zeeklei betreft, was reeds bekend dat in een deel van Westfriesland (omgeving Oostwoud) fase I aan het oppervlak ligt.

Een punt dat reeds de aandacht van vele onderzoekers heeft getrokken, is de bewoonbaarheid van delen van het gebied in de prehistorische tijd. Deze blijkt uit tal van grafheuvels die aan het oppervlak voorkomen. In de Vier Noorder Koggen is dat het geval bij Wervershoof en Oostwoud. De zool van de tumuli ligt op ca. 1,50–1,75 m –NAP. Bewoning op dit lage niveau zou mogelijk geweest zijn door de vroeger aanzienlijk lagere zeespiegelstand (Bennema, 1954).

Een belangwekkende vraag is ook, waarom dit gebied, ondanks de relatief lage ligging, tot de middeleeuwen slechts in geringe mate mariene invloed heeft ondergaan over een periode van ten minste 2000 jaar. Met deze toestand van het gebied wordt een vroegere woudbegroeiing in verband gebracht. Deze zou in de 'woud'-namen van verschillende plaatsen (Westwoud, Oostwoud, Nibbixwoud e.a.) en ook in perceelsnamen tot uitdrukking zijn gebracht (Edelman en Van Liere, 1949; Edelman, 1954; Edelman-Vlam en Edelman, 1956).

## GENESE VAN DE WESTFRIESE EN OUDE ZEEKLEIAFZETTINGEN IN MIDDEN-WESTFRIESLAND

### *Fasen van afzetting*

Een van de doelstellingen bij de opname was een beeld te verkrijgen van het voorkomen van de fasen van de Westfriese zeeklei en van de verbreiding. Maar doordat de humeuze tussenlaagjes op vele plaatsen ontbraken, was het niet altijd mogelijk de verschillende fasen nauwkeurig vast te stellen. Dit gold vooral voor de lichte facies van afzetting (kreekafzettingen). Toch konden door het van plaats tot plaats nauwkeurig vervolgen van de relatief veel humus bevattende zones het verloop en het voorkomen van de afzonderlijke fasen met een grote mate van zekerheid worden vastgesteld. De mogelijkheid tot het uitkarteren van de fasen bracht mee, dat hiervan bij de indeling van de gronden gebruik kon worden gemaakt.

Het onderzoek heeft onder meer een duidelijk beeld opgeleverd van de derde fase van afzetting (Westfriese III). Kwaad (1961) heeft deze afzetting omschreven als een vaak stugge kleilaag. Hij heeft haar op zijn doorsneden van het gebied plaatselijk ingetekend. De bodemkartering van het gebied heeft duidelijk aangetoond dat deze fase in het midden- en westelijk deel van de Vier Noorder Koggen een grote verbreiding heeft. De afzetting komt niet slechts in zware vorm voor. Evenals bij de oudere fasen is zij ook in lichte kreekafzettingen en verder van de oorspronkelijke stroomtracés in kleirijker sedimenten te onderscheiden. In vergelijking met het tijdens de regressieperiode tussen Westfriese I en II gevormde veen- of venige laagje is de scheiding tussen Westfriese II en III veelal aanmerkelijk minder uitgesproken.

In en nabij de kreekruggen ontbreekt een humeuze band. Aan deze feiten kan worden toegeschreven dat de betekenis van deze fase van afzetting tot dusverre niet in het oog is gesprongen.

In het gebied waar Westfriese III wordt aangetroffen, bestaat het bovenste deel van de grotere kreekruggen uit deze fase, maar moet het onderste deel aan Westfriese II worden toegeschreven. Dit kon vaak met een voldoende mate van zekerheid worden vastgesteld door het vegetatiebandje, dat buiten de ruggen tussen de twee fasen voorkomt, in de richting van de ruggen te vervolgen. Het blijkt dat in grotere ruggen fase III als 'verjonging' van de voorafgaande fase dient te worden gezien (bijvoorbeeld in de rug Spanbroek-Wognum). In de kleinere vertakkingen is dit niet het geval (zie blz. 137).

Het door de kartering verkregen beeld van het voorkomen van de Westfriese afzettingen is in figuur 2 globaal weergegeven. Een groot gebied is aangegeven met een horizontale arcering, hetgeen op deze kaart betekent dat de aan of nabij het oppervlak liggende Westfriese III al of niet op II rust.

In het zuidoosten, tussen Hauwert en Zwaagdijk, is vastgesteld dat fase II nabij het oppervlak voorkomt, en wel onder een dun jong dek. Noordwaarts neemt de dikte van fase II af en komt fase I, ten dele onder jonge vormingen, aan of nabij het oppervlak. Verder laat de kaart zien dat er veel plekken zijn waar Westfriese III of II in een pakket van minder dan 80 cm dikte op Westfriese I rust.

Over de perioden van afzetting van de Westfriese fasen moeten nog enkele opmerkingen worden gemaakt. Reeds werd vermeld dat de afzetting van fase II bij Hauwert ca. 1280 v. Chr. begon en dat zij in het Grootslag ca. 1200 v. Chr. eindigde. Gezien de korte duur van deze periode is het waarschijnlijk dat in het Grootslag de transgressie vroeger is begonnen dan meer naar het westen.

Het is merkwaardig dat de bovenkant van de grote rug tussen Hoogwoud en Medemblik, die uit Westfriese I bestaat, voor een deel, en wel in de omgeving van Abbekerk, op vrijwel hetzelfde niveau (ca. $\frac{1}{2}$ m –NAP) ligt als de jongere III- of III op II-rug, die van Hoogwoud in de richting Wognum loopt. Uit het onderzoek van Bennema (1954) is namelijk gebleken dat de zeespiegel in de desbetreffende periode (ca. 6 eeuwen) duidelijk is gestegen. Men zou dus het oudere sediment op een lager niveau verwachten. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn, dat zich in het profiel Hauwert al een veenlaag vormde, toen elders nog steeds Westfriese I werd afgezet. Dit kan betekenen dat de ouderdom van de grote kreekruggen niet zoveel behoeft te verschillen.

Beide hier genoemde feiten, evenals enkele die hierna nog ter sprake komen (blz. 142), stemmen overeen met een reeds vroeger gegeven voorstelling (du Burck, 1960), dat de transgressiefasen op verschillende plaatsen niet synchroon waren of anders uitgedrukt, dat deze van lokale betekenis waren.

Het is nog niet mogelijk geweest de periode van afzetting van Westfriese

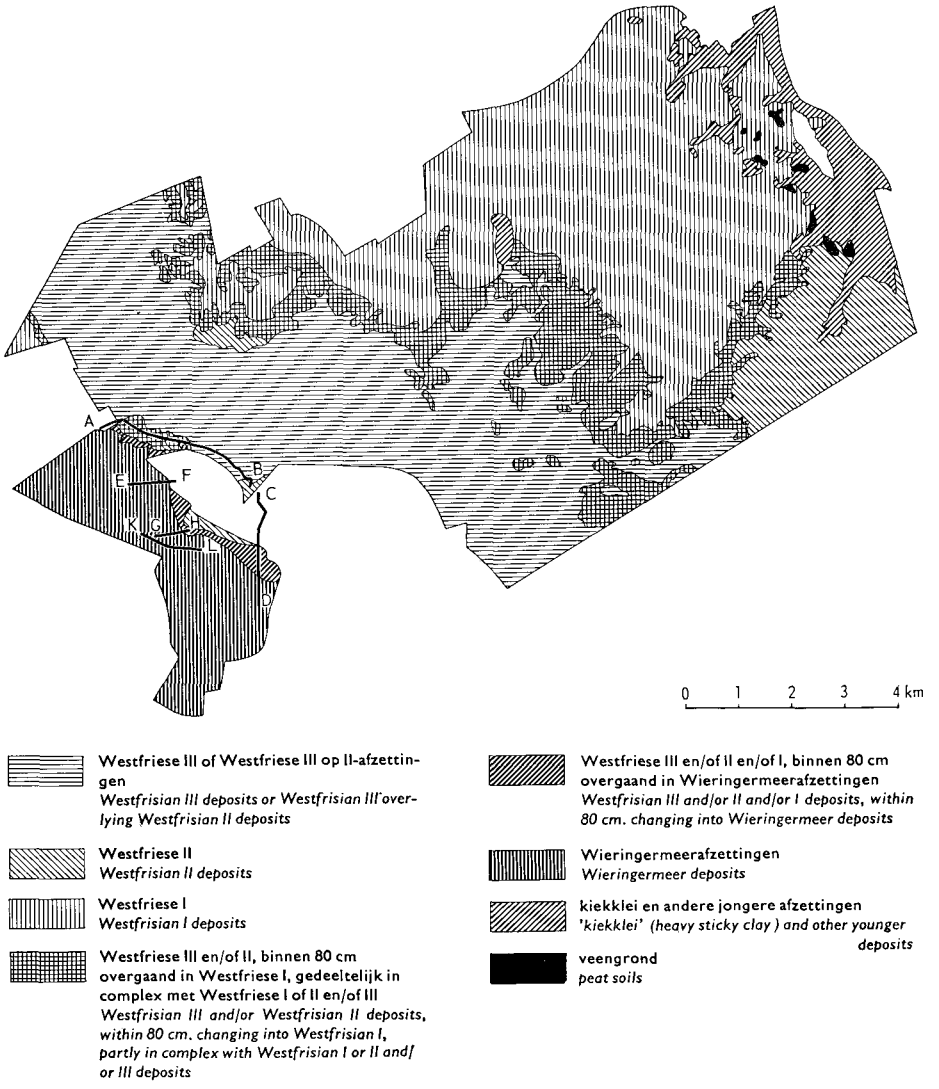



Fig. 2. Globaal overzicht van de gronden in een deel van de Vier Noorder Koggen
*Fig. 2. General survey of the soils in a part of the Vier Noorder Koggen area*

III aan te geven, omdat, waar deze te onderscheiden is, geen voor het dateringsonderzoek geschikte vegetatielaag is te vinden (de bovenkant van de afzetting reikt namelijk tot in de humeuze bovengrond). Het enige gegeven dat ter beschikking staat, is een $C^{14}$-datering (GRO nr. 823) van een organisch laagje op het mariene pakket bij Warmenhuizen in het westelijk deel van Westfriesland. Dit laagje is ontstaan ca. 990 v. Chr., zodat mag worden aangenomen dat de opslibbing hier kort te voren is geëindigd. Het is moge-

lijk dat deze opslibbing te maken heeft met de Westfriese III in midden-Westfriesland, maar zekerheid hierover is niet te verkrijgen, omdat beide afzettingen te ver uiteenliggen om ze stratigrafisch met elkaar in verband te brengen.

*Afzettingspatronen en sedimentatievormen*

Kenmerkend voor de Westfriese afzettingen zijn de zeer fijn vertakte krekensystemen. Reeds is vermeld dat in de grotere kreken een verjonging van de tweede naar de derde fase heeft plaats gevonden. In de kleinere vertakkingen daarentegen liggen de krekensystemen uit de verschillende transgressiefasen onafhankelijk van elkaar, hetgeen wil zeggen, dat daar aanzienlijke variaties in het afzettingspatroon kunnen voorkomen.

Verder is gebleken dat sterkere accidentatie voornamelijk aan Westfriese III moet worden toegeschreven. Dit is vastgesteld op plaatsen, waar deze afzetting Westfriese II overdekt, maar indirect ook in het zuidoosten, waar Westfriese II nabij het oppervlak ligt. In het laatste gebied komen namelijk in hoofdzaak zwakke ruggetjes voor en ontbreken de zware kleilagen die bij Westfriese III veel optreden.

De grilligheid van het afzettingspatroon is het grootst in gedeelten waar Westfriese III of II in een dunne laag over Westfriese I uitloopt. In een dergelijk overgangsgebied worden zowel ruggetjes van de Westfriese III of II als van de Westfriese I aangetroffen.

In deze overgangsgebieden is aan het uitwiggen van jongere afzettingen tegen de Westfriese I ook duidelijk vast te stellen, dat na afzetting van Westfriese I een zekere inversie van het reliëf heeft plaats gevonden tijdens de daarop volgende regressieperiode. Soms ook heeft een kreek van Westfriese II een zwaarder gedeelte van de Westfriese I opgezocht dat door klink lager was komen te liggen.

Een gebied met een bijzonder karakter ligt noordelijk van Benningbroek. Het valt op door de duidelijke kreekruggen (tot ca. 1 à 1½ m hoogteverschil op vrij korte afstanden). De ruggen behoren tot Westfriese III en bestaan voornamelijk uit zand; in de kommen ligt kleirijker materiaal van deze afzetting. De Westfriese III heeft zich hier in hoofdzaak direct op de Westfriese I afgezet. De grote hoogteverschillen zijn voornamelijk toe te schrijven aan klinkverschil tussen de ruggen en de kommen met hun kleirijke Westfriese I.

De opbouw van de Westfriese afzettingen vertoont enkele kenmerkende trekken. Een buiten de ruggen veel voorkomende profielopbouw van Westfriese III, en in mindere mate ook van II, heeft de volgende kenmerken: bovenin is het profiel relatief kleirijk, daaronder bevindt zich een min of meer aflopend gedeelte en vervolgens weer een relatief kleirijker deel. Men kan uit die opbouw in chronologische volgorde een zwakke, een tamelijk krachtige en tenslotte een afnemende stroombeweging afleiden. Het onderste deel van de Westfriese III vormt vaak samen met het bovenste deel van de Westfriese II een zware stugge laag, waarin soms een vegetatielaagje aanwe-

zig is. Dichter bij de ruggen wordt weliswaar het geheel van de Westfriese III lichter, maar dat is in het bijzonder het geval bij de aflopende tussenlaag. In de kommen ontbreekt die tussenlaag geheel of nagenoeg geheel, zodat daar de beide kleirijke gedeelten 'gecomprimeerd' zijn tot een enkele zware laag.

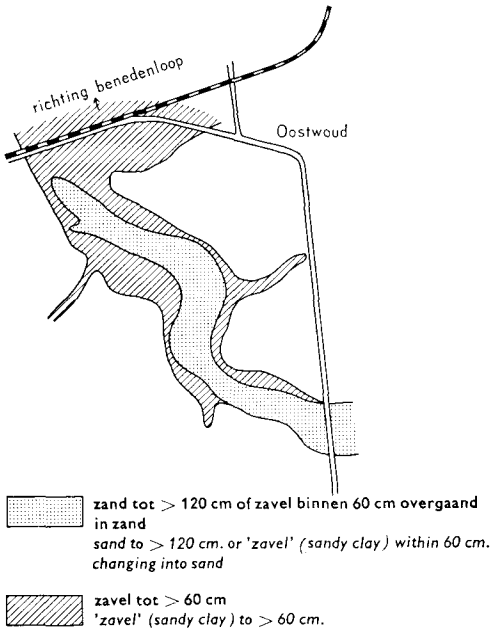
Een dergelijke profielopbouw in een sedimentatiepatroon van ruggen en kommen wordt niet overal gevonden. Een afwijkende vorm komt voor in een gebied ten zuiden van Hauwert, waar de Westfriese III oostwaarts uitwigt. Hier ligt over een breed vlak een afzetting van een tamelijk uniforme, vrij lichte samenstelling.

Een afwijkende profielopbouw is ook te vinden tussen Sijbekarspel (westelijk deel) en de Provinciale weg. Op betrekkelijk geringe diepte (binnen 80 cm) gaat de bovenste klei- of zware zavellaag over in zeer lichte zavel en zand; de ondergrond blijft zeer licht. Gebleken is dat de lichte ondergrond (binnen 120 cm) tot de Westfriese II behoort en dat deze naar boven ongemerkt overgaat in Westfriese III. Ondanks de geleidelijke overgang van Westfriese II naar Westfriese III betreft het hier geen kreekrug, maar een vlak gebied, dat mogelijk oorspronkelijk (tijdens de Westfriese II-fase) deel heeft uitgemaakt van een brede kreek. Ten tijde van Westfriese III is aanvankelijk nog licht materiaal afgezet, maar tenslotte is een 'verkweldering' opgetreden, waaraan het klei- of zaveldek is toe te schrijven. Ook in dit geval zijn het de hier en daar aangetroffen profielen met een Westfriese III-II overgangslaag (zware klei of humeuze band) geweest, die het mogelijk hebben gemaakt de aanwezigheid van twee fasen van afzetting in het lichtere profielgedeelte aan te nemen.

De opbouw van de Westfriese I wijkt enigszins af van die van de jongere Westfriese afzettingen. Er is relatief veel kleirijk materiaal afgezet naast lichte sedimenten. De laatste bleven voornamelijk beperkt tot de kreekbeddingen. Daarna is het krekensysteem wat meer actief geworden en werd plaatselijk licht materiaal op de klei gesedimenteerd. Anders dan bij de Westfriese II en III is het daarna bij de Westfriese I veelal niet meer gekomen tot afzetting van een kleilaag van betekenis op de lichte sedimenten.

Een verschijnsel dat bij alle fasen van de Westfriese zeeklei is waargenomen, is dat het bovenste deel van de kreekafzettingen in de richting van de benedenloop van de vroegere kreek vaak kleirijker is dan in omgekeerde richting. Hierdoor kunnen lichte kreekafzettingen geïsoleerd voorkomen. Nader onderzoek wees uit, dat het lichte sediment in de ondergrond is te vervolgen. In een latere fase van de verlanding van de kreken is in de 'benedenloop' kleirijker materiaal afgezet. Er kan dus worden gesproken van een verzanding van de kreken in een eerste fase en van een soort 'verkweldering' in een latere fase. Een voorbeeld hiervan is te vinden in figuur 3. Een lichte kreekafzetting, behorende tot de Westfriese I, die een brede, flauwe rug vormt, was op een bepaald punt vanwege de kleirijker bovenste laag (deze kan meer dan 1,20 m dik zijn) niet verder als lichte afzetting in de richting van de benedenloop te vervolgen en uit te karteren.

Fig. 3. Opbouw van de bodem in een kreekrug uit het landschap van de Westfriese
*Fig. 3. Soil structure in a creek ridge in the landscape of the Westfrisian I deposits*




*Herkomst van de afzettingen*

Een vraagpunt betreffende het ontstaan van de Westfriese zeeklei is, welke tracés de achtereenvolgende fasen hebben gevolgd. Reeds werd in het voorgaande melding gemaakt van de theorie, dat vanuit een boezemgebied, gelegen tussen Alkmaar en Schagen achter een kuststrook, de Westfriese zeeklei is aangevoerd (du Burck, 1959 en 1960). Uit de voorstelling die door Pons en Wiggers (1959/1960) is gegeven, kan worden afgeleid, dat zij voor een deel dezelfde zienswijze huldigen. De Westfriese I is echter volgens hen uit het noorden (langs de westelijke grens van de Wieringermeerpolder) aangevoerd.

Thans is het mogelijk een juister beeld van de oorsprong van de Westfriese afzettingen te geven, waarbij dan het principe van verlanding van kreken, zoals zojuist werd beschreven, een rol speelt. Wanneer de grote kreekrug Wognum-Hoogwoud verder naar de oorsprong wordt vervolgd, blijkt dat deze tak ten westen van Hoogwoud onduidelijker wordt, omdat daar de bovenste lagen slibrijker zijn en omdat de kreek ook niet meer aan hoogteverschillen te herkennen is. Het is echter duidelijk dat deze kreek naar het westen doorloopt en hier zijn oorsprong vindt. De ondergrond ten westen van Hoogwoud is namelijk over een groot gebied zeer licht en kan worden beschouwd als deel uit te maken van de brede zeeboezem tussen Alkmaar en Schagen.

Wat de grote kreekrug Hoogwoud-Medemblik betreft, is het opvallend dat deze in het westen (oostelijk van Hoogwoud) smaller wordt en daarna niet goed meer te vervolgen is. Nader onderzoek wees uit, dat ook deze geul in hetzelfde boezemgebied, dus in het westen tot noordwesten haar oorsprong had.

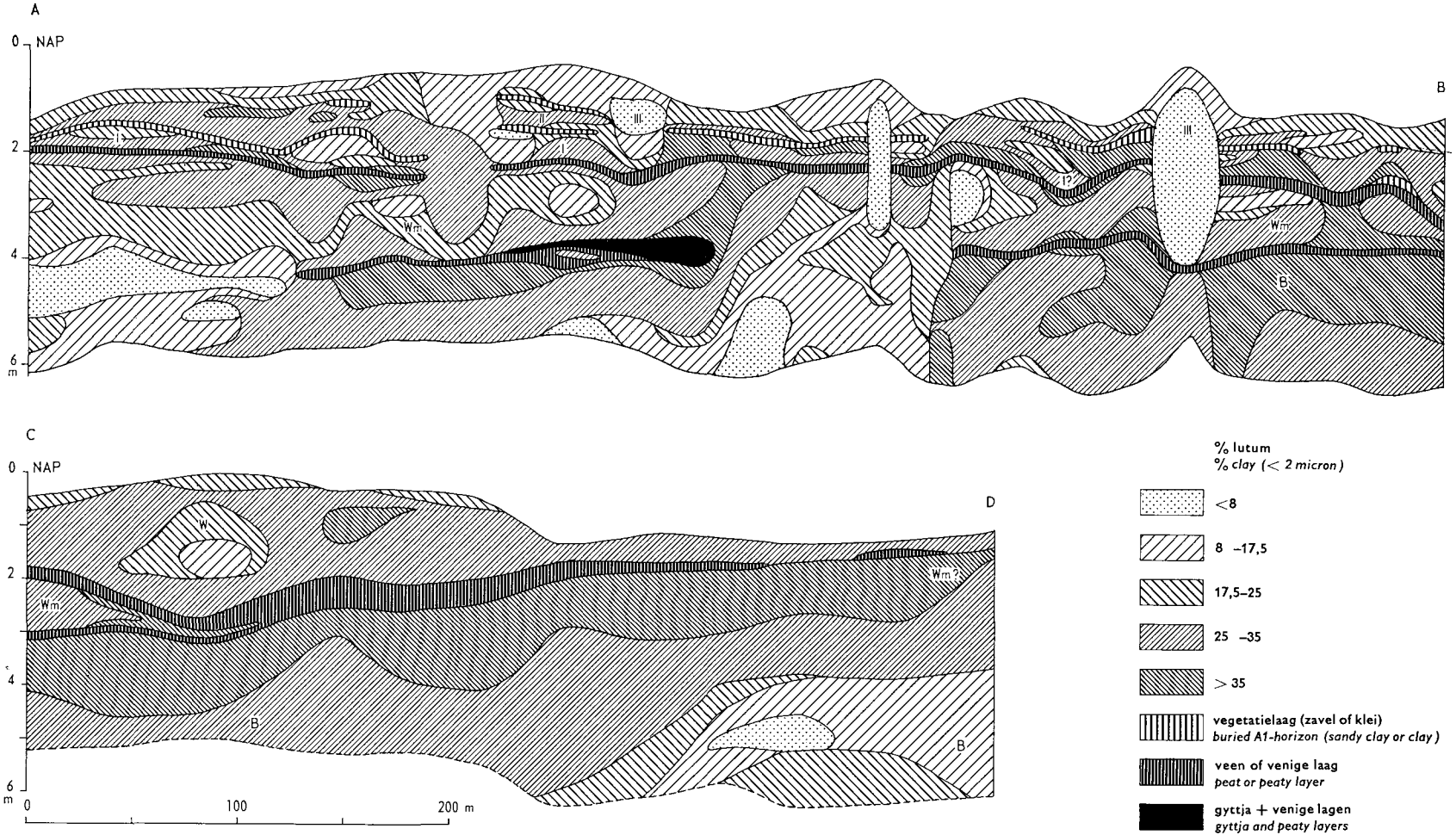



Fig. 4. (boven) en 5 (onder). A-B: doorsnede van de bodem, zuidwestelijk van de kreekrug Hoogwoud-Wognum; C-D: doorsnede van de bodem tussen Wadwaaij en Zuidermeer (zie voor de ligging van A-B en C-D fig. 2)

*Fig. 4 (top) and 5 (below). A-B: cross section of the soil, southwest of the Hoogwoud-Wognum creek ridge; C-D: cross section of the soil between Wadwaaij and Zuidermeer (see for the location of A-B and C-D fig. 2)*

III = Westfriese III  II = Westfriese II  I = Westfriese I  Wm = Wieringermeerafzettingen  B = Beemster afzettingen

*De stratigrafie rondom Zandwerven*

De in het zuidwesten gelegen oude strandwal van Zandwerven met naaste omgeving is al meermalen voor andere onderzoekers onderwerp van studie geweest, onder andere in verband met het voorkomen van resten van neolitische bewoning (zie onder andere Van Regteren Altena e.a., 1962). Door Pons en Wiggers (1959/1960) werd op grond van een $C^{14}$-datering van een in het zuidelijk deel van de strandwal voorkomende schelpenlaag geconcludeerd, dat de strandwal van Wieringermeer-ouderdom is. Kwaad (1961) kwam op grond van een stratigrafisch onderzoek van het noordelijk deel van de strandwal tot de gevolgtrekking, dat het zand jonger is dan de Westfriese I. Hij ging hierbij uit van een $C^{14}$-datering in een profiel nabij Wadwaaij, waarbij ten onrechte (zie Van Regteren Altena e.a., 1962) een correctie van 300 jaar voor het ter vergelijking dienende profiel te Hauwert[1]) werd toegepast. Wanneer deze correctie niet wordt toegepast, zou de strandwal als van Westfriese I-ouderdom kunnen worden gekwalificeerd.

Een nader onderzoek door middel van enkele raaien heeft de stratigrafie en de plaats van de strandwal in het geheel verduidelijkt. Verder is van een profiel nabij Opmeer, voorkomende in één van de raaien, volgens de $C^{14}$-methode de ouderdom bepaald van beide aanwezige vegetatielaagjes. In een raai zuidwestelijk langs de grote kreekrug Hoogwoud-Wognum zijn de verschillende afzettingen goed te vervolgen (fig. 4). Van een profiel bij Wadwaaij kon op grond van $C^{14}$-onderzoek (Kwaad, 1961) worden vastgesteld dat het minerale pakket, dat op circa 3–4 m NAP tussen twee veenlagen ligt, als Wieringermeerklei is te beschouwen en dat de afzetting onder de onderste veenlaag vermoedelijk Beemsterafzetting is. In het westen kon uit eigen $C^{14}$-onderzoek (GRN nrs. 4620 en 4621) aan een profiel bij Opmeer worden afgeleid, dat het daar tussen twee vegetatielaagjes aanwezige hoger gelegen minerale pakket tot de Westfriese I behoort. In de raai is verder nog de aanwezigheid van Westfriese II en III aan te nemen, maar omdat de vegetatielaagjes slechts plaatselijk worden aangetroffen, is het niet mogelijk deze fasen steeds afzonderlijk met zekerheid vast te stellen. Wel blijkt dat hier de Westfriese III voor de hoogste punten verantwoordelijk is, dat wil zeggen dat de kreekruggen tot deze fase van de Westfriese zeeklei behoren.

Uit de raai is verder af te leiden dat de Westfriese afzettingen in zuidwestelijke richting uitlopen en dat de Wieringermeerafzetting (in de Kaagpolder) aan het oppervlak treedt. De bovengrond in het laatste gebied is humusrijk, wat samenhangt met het nagenoeg ontbreken van de jongere afzettingen. Buiten de grens van het gebied waar de basis van de Wieringermeerafzetting nog door een veenlaagje wordt gemarkeerd, is de opbouw typisch aflopend, wat karakteristiek is voor de opbouw van de bodem in het boezemgebied (zie blz. 133).

In de richting van de grote kreekrug (niet afgebeeld) neemt de zwaarte van de Wieringermeerafzetting toe, wat uitdrukking geeft aan een kwelderachtige vorming, die onafhankelijk van de kreekrug is.

[1]) Aan de lagen in dit profiel zijn voor het eerst de benamingen Beemster-klei, Wieringermeer-klei, Westfriese zeeklei fase I en Westfriese zeeklei fase II gegeven.

Uit een raai vanaf Wadwaaij in zuidelijke richting (fig. 5) is af te leiden dat de twee vegetatielagen, die de Wieringermeerafzetting begrenzen, in zuidelijke richting samenvloeien. Ook blijkt dat de Westfriese zeeklei in deze richting uitwigt. Ogenschijnlijk komt de Beemsterafzetting daar aan het oppervlak te liggen. Maar het valt op dat de bovenkant van het minerale pakket en de basis van het dekkende veen in het zuiden (polder Achterkogge) relatief hoog ligt (± 2,50 m –NAP). Omdat een relatief hoge ligging onzes inziens een aanwijzing kan zijn dat de afzetting jonger is, werd de basis van een veenlaag bemonsterd voor $C^{14}$-datering (GRN nr. 4619). Daartoe werd een plaats gekozen, die wat zuidelijker is gelegen dan de Achterkogge, en wel in de polder Mijzen die aan de Beemster grenst. Het doel hiervan was om tevens een indruk te krijgen van de ouderdom van de klei in de Beemster. Deze is namelijk identiek aan de klei onder het veen buiten deze polder. De basis van het Oppervlakteveen ligt op de bemonsterde plek op circa 2,90 m –NAP. Het onderzoek wees uit dat dit materiaal ca. 2525 v. Chr. is ontstaan; dat wil zeggen dat het in ouderdom overeenkomt met de Wieringermeerafzetting in het profiel-Hauwert (blz. 133). Op een niet ver verwijderde plaats werd door Kwaad e.a. (1965) een nog jongere veenbasis gevonden, eveneens van Wieringermeer-ouderdom.

De conclusie kan worden getrokken dat vóór de eerste veenvorming het opslibbingsproces in het zuiden (Achterkogge en een gebied verder zuidwaarts) langer is doorgegaan dan op de noordelijker gelegen plaatsen. De indruk bestaat dat die opslibbing in een breed baaigebied plaats vond en dat het traject van de in figuur 5 genoemde raai, waarin een dikkere veenlaag voorkomt, deel uitmaakt van de (noordelijke) rand van dat gebied. Een andere gevolgtrekking is dat de minerale laag tussen de twee veenlagen in het noorden, die als Wieringermeerklei moet worden aangemerkt, is afgezet langs een andere weg dan de Wieringermeerafzetting in het zuiden.

Deze opvatting dat de opslibbing in het zuiden langer doorging dan in het noorden, wijkt af van die, welke Pons en Wiggers (1959/1960) van de stratigrafie van dit gebied hebben gegeven. Zij veronderstellen dat de bovenzijde van een marien pakket, dat afgesloten wordt door een doorlopende veenlaag, overal dezelfde leeftijd heeft. Gebleken is echter dat dit niet overal het geval behoeft te zijn en dat daarom in de polder Beemster niet van Beemster-, maar van Wieringermeerafzetting zou moeten worden gesproken. Tevens zien we hier weer (zie ook blz. 133) dat de basis van het Oppervlakteveen in ouderdom afwijkt van die op andere plaatsen.

Onderzoek van de stratigrafie rondom de strandwal van Zandwerven heeft uitgewezen, dat zowel westelijk als oostelijk van de strandwal (onder andere in de omgeving van De Braak) de Wieringermeerafzetting aan het oppervlak voorkomt. Een onderzoek van de strandwal zelf heeft uitgewezen dat deze in twee fasen is opgebouwd (fig. 6). Deze fasen zijn in een groot deel van de strandwal duidelijk van elkaar gescheiden door een venig of humeus bandje. Aan de vorming hiervan is na de afzetting van het eerste zand gedeeltelijk nog kleiafzetting voorafgegaan. Het organische laagje ligt in het noorden op ca. 3,60 m –NAP en in de middenraai op ca. 3 m –NAP; in de zuide-

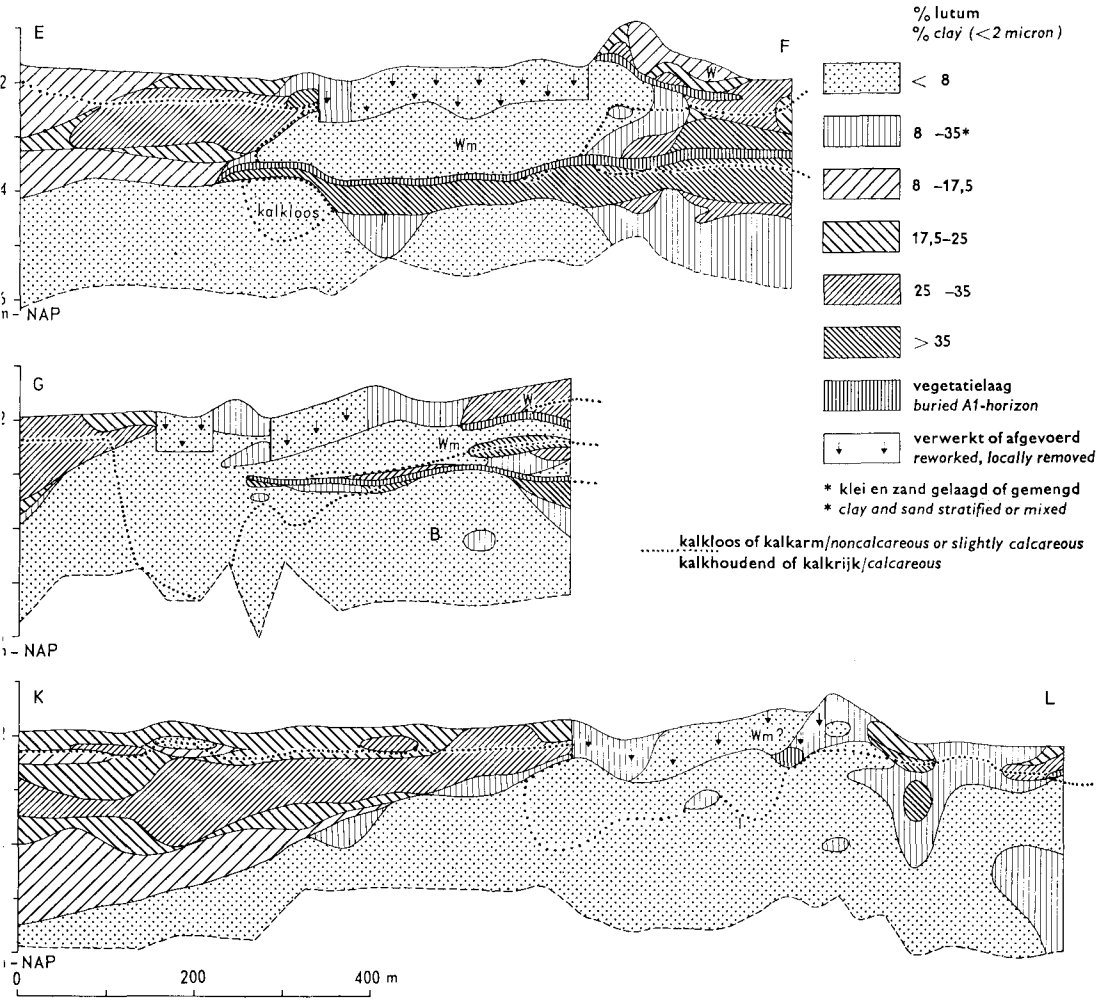



Fig. 6. Doorsneden van een strandwal uit de omgeving van Zandwerven (zie voor de ligging van E-F, G-H en K-L fig. 2)
*Fig. 6. Cross sections of a beach ridge near Zandwerven (see for the location of E-F, G-H and K-L fig. 2)*
W = Westfriese afzettingen / *Westfrisian deposits*, Wm = Wieringermeerafzettingen / *Wieringermeer deposits*, B = Beemsterafzettingen / *Beemster deposits*

lijke raai heeft het vermoedelijk op ca. 2,60 m –NAP gelegen. In het zuidelijk deel van de strandwal gaan de fasen aan de westzijde grotendeels zonder onderbreking in elkaar over.

Het bovenste zand kan in verband worden gebracht met kleiige afzettingen oostelijk en westelijk van de strandwal, die tot de Wieringermeerafzettingen behoren. Het zand onder het organische laagje kan als Beemster-

afzetting worden opgevat. Deze afzetting vormt het grote zandlichaam dat in de rug en ten westen ervan in de ondergrond voorkomt.

In figuur 6 is ook te zien dat boven de Wieringermeerafzettingen naast en ten dele boven het zand een tweede venig laagje voorkomt. Het pakket daarboven is als Westfriese afzetting te beschouwen.

Opgemerkt moet worden, dat het niet mogelijk is gebleken, op grond van visuele kenmerken beide soorten zand te onderscheiden. Wel is het Wieringermeerzand steeds kalkloos. Het Beemsterzand is grotendeels kalkhoudend, maar er komen 'zakken' kalkloos zand in voor.

Het zand is in het zuiden overal tot een zeker niveau weggegraven, zodat eventuele stratigrafische kenmerken niet meer aanwezig zijn. Op grond van het gehele stratigrafische beeld is echter aan te nemen, dat de grens tussen Beemster- en Wieringermeerzand hier op een niveau van ca. 2,60 m –NAP ligt. In afwijking van Pons en Wiggers (1959/1960) en Kwaad (1961) moet de strandwal van Zandwerven dus worden opgevat als voornamelijk bestaande uit Beemsterzand. Boven deze afzetting komt een dunner pakket zand van Wieringermeer-ouderdom voor. De ouderdom van de bewoningsresten in dit zand stemt goed met deze conclusie overeen; zij zijn afkomstig uit ca. 2500–2200 v. Chr. (Van Regteren Altena e.a., 1962).

## LANDSCHAP EN SEDIMENTATIE NA AFZETTING VAN DE WESTFRIESE ZEEKLEI

Toen de zee zich uit dit gebied terugtrok, ontstond de mogelijkheid tot begroeiing van de wad- en kweldergronden. Deze begroeiing is in het gebied waar de Westfriese I aan het oppervlak ligt praktisch ononderbroken mogelijk geweest, op andere plaatsen werd zij eerst nog onderbroken door afzetting van de Westfriese II en III.

De topografische verschillen – mede veroorzaakt door klink – waren oorzaak van een uiteenlopende begroeiing. Op de laagste, vaak kleiige gedeelten waren de omstandigheden gunstig voor een moeras-(broek-)vegetatie en kwamen veen- of venige lagen tot ontwikkeling. Op de wat hoger gelegen afzettingen, die het grootste deel van het gebied beslaan, zijn de veen- of venige lagen zwak ontwikkeld of ontbreken ze geheel.

Een gebied dat gunstig was voor veenvorming, is gelegen bij Wervershoof/Onderdijk. In het gebied waar de Westfriese zeeklei II dun uitwigt over de Westfriese I, is het veen tussen beide afzettingen aanmerkelijk dunner dan boven fase II. De sterkste veengroei is dus opgetreden na fase II.

Er komt in het oosten een geleidelijke overgang naar het westen voor van dikkere veenlagen (Onderdijk) naar dunnere veenlagen en vervolgens naar venige en moerige lagen, die ten slotte afnemen in duidelijkheid. Bij Wervershoof kan in zuidelijke richting een zelfde opeenvolging worden waargenomen. De overgang van uitgesproken vegetatielagen naar zwakkere gaat samen met toenemende hoogteligging en duidt op geleidelijk veranderende hydrologische omstandigheden tijdens de begroeiingsperiode.

Voor de wat hoger gelegen gronden wordt reeds geruime tijd aangenomen dat bosbegroeiing aanwezig is geweest. De aanwezigheid van de diep hu-

meuze profielen, die aan deze vegetatievorm worden toegeschreven, en de woudnamen voor sommige dorpen hebben tot deze opvatting geleid (Edelman en Van Liere, 1949; Edelman, 1954).

Het voorkomen van meer of minder ontwikkelde organische lagen in samenhang met de hoogteligging en verder de afwezigheid van tekenen van abrasie waar het veen ontbreekt, geven steun aan de theorie van een vroegere woudbegroeiing van de Westfriese afzettingen. We vermoeden dat de dunne moerige laagjes of relicten ervan, die feitelijk in het gehele gebied, dus ook op de hogere gedeelten, worden aangetroffen, aan deze begroeiing kunnen worden toegeschreven. De aard van de laagjes wijst onzes inziens op een wat vochtig karakter van het bos.

In het midden- en oostelijk deel van Westfriesland is de begroeiing waarschijnlijk kort na het eind van de afzetting van Westfriese II (circa 1200 v. Chr.) begonnen en doorgegaan tot de vroege middeleeuwen. In de laatstgenoemde periode werd de invloed van de zee groter en breidde het Flevomeer zich uit. Hiermee gingen nieuwe sedimentaties gepaard. Wat deze afzettingen betreft, moet eerst de veendetritus (gyttja volgens Ente) worden genoemd. Deze komt in een dik pakket voor in de omgeving van Wervershoof. Waar de veendetritus eindigt, begint na een vrij scherpe overgang het veen. De veendetritus is ontstaan door afslag van het veenland, dat in de vroege middeleeuwen grote oppervlakten rond het Flevomeer in beslag nam. Blijkens paleontologisch onderzoek had het milieu van afzetting nog een sterk zoete inslag (Ente, 1963).

Aan de toegenomen invloed van de zee en de sterker wordende getijwerking moet onder meer het ontstaan van de Kromme Leek en andere waterlopen worden toegeschreven. De richting van deze stroompjes (van oost naar west/zuidwest) wijst erop, dat de overstroming uit het oosten kwam.

Bij de kartering van de Vier Noorder Koggen kon de Kromme Leek (zie fig. 1) als onderdeel van het landschappelijk geheel worden onderzocht. Vastgesteld werd dat het watertje af en toe het verloop van het ruggenkommenstelsel van de Westfriese afzettingen volgt, maar op sommige plaatsen ook de ruggen doorsnijdt. Dit laatste houdt in, dat de Kromme Leek van oorsprong een erosiestroompje is en niet gebonden is aan de Westfriese afzettingen. Ook is vastgesteld dat een diepere erosie ten zuidwesten van Wervershoof veelal slechts van plaatselijke betekenis is geweest en dat deze vrijwel nergens buiten de huidige waterloop voorkomt.

Artefacten uit de tiende tot twaalfde eeuw die op veel plaatsen in het gebied zijn gevonden, vormen een aanwijzing dat er toen al een tamelijk verbreide bewoning is geweest (zie ook blz. 149). Aangezien waterkeringen van betekenis nog niet aanwezig waren, betekent dit dat in die periode de invloed van de zee betrekkelijk gering is geweest.

Er zijn tekenen dat daarna de invloed van de zee opnieuw is toegenomen. In de eerste plaats mag genoemd worden de kiekklei, een kalkarme, stugge klei, die voorkomt in het noordoostelijke deel van het gebied (omgeving van Wervershoof en Onderdijk). De afzetting, die plaats vond in een verzilt milieu, kan qua tijd in het midden van de twaalfde eeuw worden gesteld

(Ente, 1963). De kiekklei ligt onder andere langs de benedenloop van de Kromme Leek, hetgeen erop wijst dat dit watertje een rol bij de afzetting heeft gespeeld.

Er zijn duidelijke aanwijzingen voor een periode van sterkere mariene invloed, die vermoedelijk direct aansluit op die van de afzetting van de kiekklei. In het noordoosten ligt namelijk een stelsel van geulen (kromme sloten) en ondiepe meertjes, die toen bij inbraken in het noorden (bij Medemblik) moeten zijn ontstaan. Tot de geulen behoren onder andere Mare, Soppediep, Braak (?) en Vlietstroom. Op veel plaatsen werd het kiekkleidek weer opgeruimd en hier en daar langs de oevers van de meertjes werden meerwallen gevormd, bestaande uit betrekkelijk licht materiaal. De kiekklei werd vaak ook door wat lichter sediment overdekt. De kreekruggen van de Westfriese I werden op sommige plaatsen aangetast en afgevlakt. In dit verband verdienen ook de aandacht duidelijke sporen van oppervlakkige aantasting van het bodemoppervlak, die in andere delen van het gebied zijn waargenomen, onder meer bij Midwoud. Hier bevinden zich erosiegeultjes in een grote kreekrug van de Westfriese III.

De invloedssfeer van de zee breidde zich in het onderzochte gebied wat later uit (circa twaalfde eeuw) dan in het noorden bij Anna Paulownapolder. In het laatste gebied eindigde de bewoning in de elfde, uiterlijk in het begin van de twaalfde eeuw.

Kort na de tijd waarin het land werd beveiligd door waterkeringen (twaalfde/dertiende eeuw), zijn opnieuw overstromingen opgetreden. Hiervan getuigen in de eerste plaats verschillende wielen en meertjes, die bij dijkdoorbraken zijn gevormd (Haseweel, Pijpenweel; ook de Brakepolder zou zijn naam kunnen ontlenen aan de doorbraak van een waterkering). Andere aanwijzingen voor overstromingen na het aanleggen van dijken worden gevonden in gedeeltelijk dichtgeslibde slootjes die bij de opstrekkende verkaveling behoren. Deze slootjes, die smalle akkertjes (8 à 10 m) begrenzen, zijn voor een groot deel – vaak tot een diepte van circa 1 m – gevuld met humeus materiaal. Het onderste deel van het materiaal in de slootjes is vaak slibrijker en humusrijker (donkerder) dan het bovenste; het heeft een wat baggerachtig karakter. Ook is het materiaal vaak duidelijk slibrijker dan de afzetting in de directe omgeving (bijvoorbeeld van de kreekruggen). Op relatief lage plaatsen buiten de slootjes komt hier en daar een jonger dek voor, dat aan dezelfde oorzaak moet worden toegeschreven. Het materiaal is vaak lichter dan de kiekklei, om welke reden dan ook gedacht wordt aan een andere afzetting. De indruk werd verkregen dat de opvullingen van de slootjes en de aanwezigheid van het jongere dek het gevolg zijn van een toestand, waarin dit gebied heeft 'gedreven'. Slib bezonk op de rustigste, laagste plaatsen. Dat een oppervlakkige aantasting van het oude oppervlak heeft plaatsgehad, lijkt mogelijk, gezien het humusrijke onderste deel van de slootopvullingen.

Het bodemprofiel van de akkertjes heeft een dikke A1-horizont (circa 40 cm dik of iets meer). Deze dikte is voor een deel een gevolg van het opbrengen van materiaal uit de slootjes; bij een akkerbreedte van 10 m en een

slootprofiel van 2 m² kan dan een laag van ongeveer 20 cm op de oorspronkelijke A1 zijn gebracht. Een deel hiervan kan echter weer in de slootjes terechtgekomen zijn.

Slechts een deel van de opgevulde slootjes is blijven bestaan als vrij ondiepe, brede greppels. Een ander deel werd weer opengemaakt en vormt de afscheiding tussen de huidige, relatief brede kavels. Dat er bredere kavels konden worden geformeerd, moet worden toegeschreven aan een op dat tijdstip bestaande mogelijkheid tot betere ontwatering.

De slootjes komen op veel plaatsen in het westelijk deel van de Vier Noorder Koggen voor, onder meer in de omgeving van Wognum, Wadwaaij en Nibbixwoud.

## ENIGE AANTEKENINGEN OVER DE OUDE BEWONING EN ONTGINNINGSGESCHIEDENIS

De vindplaatsen van bewoning, ouder dan het begin van de jaartelling, liggen in het gebied van de Vier Noorder Koggen in hoofdzaak in het oostelijke deel. Het meest bekend zijn de grafheuvels. Enkele zijn aangetroffen bij Oostwoud, een groter aantal tussen Wervershoof en de Zwaagdijk. In het midden- en westelijk deel van de Vier Noorder Koggen zijn tijdens de kartering geen grafheuvels gevonden. Over de ouderdom is maar weinig bekend. Slechts van een grafheuvel bij Oostwoud en enkele tumuli buiten het gebied van de Vier Noorder Koggen weten we zeker dat ze dateren uit de 14e–11e eeuw v. Chr. De ouderdomsbepaling vond plaats aan de hand van in de tumuli gevonden houtskoolresten volgens de $C^{14}$-methode.

Verder kunnen nog de volgende archeologische vondsten vermeld worden. Bij Oostwoud zijn door Van Giffen (1962) resten van de (maritieme) klokbekercultuur en vuursteenartefacten gevonden; de voorwerpen kwamen voor in een zwak humeuze horizont, direct onder de eigenlijke zool van een hier onderzochte grafheuvel. De artefacten zijn afkomstig uit ca. 1800 v. Chr.; dat is ongeveer tegen het einde van de afzetting van de Westfriese I[1]).

Een andere plaats van zeer oude bewoning komt voor bij het oostelijk einde van de Zwaagdijk. Onderzoek door Modderman (1964) bracht de aanwezigheid van prehistorische graven (vlakgraven) aan het licht en verschafte aanwijzingen van oud grondgebruik (landbouw en veeteelt) in de Midden-Bronstijd. Een houtskoolmonster, onderzocht volgens de $C^{14}$-methode, was afkomstig uit circa 1350 v. Chr.[2]) Een steekvoorwerp bleek uit de elfde eeuw v. Chr. te dateren.

Tijdens de kartering is slechts één plaats met resten van zeer oude bewoning gevonden, namelijk dichtbij Spanbroek, en wel in een vegetatielaag die zich bevindt tussen de Westfriese I- en II- of III-afzettingen. Het materiaal, voornamelijk bestaande uit scherven van aardewerk (sterk verweerd) en botten, moet jonger zijn dan de Westfriese I en ouder dan de Westfriese II

[1]) Datering van een houtskoolmonster uit een tumulus met radioactieve koolstof leverde een ouderdom op van 1065 ± 80 j. v. Chr. (G.R.O.797), dat wil zeggen dat de grafheuvel enkele eeuwen jonger is dan de eronder gevonden artefacten.

[2]) Deze datering is moeilijk in overeenstemming te brengen met het feit dat de daar aan het oppervlak liggende Westfriese II later is afgezet.

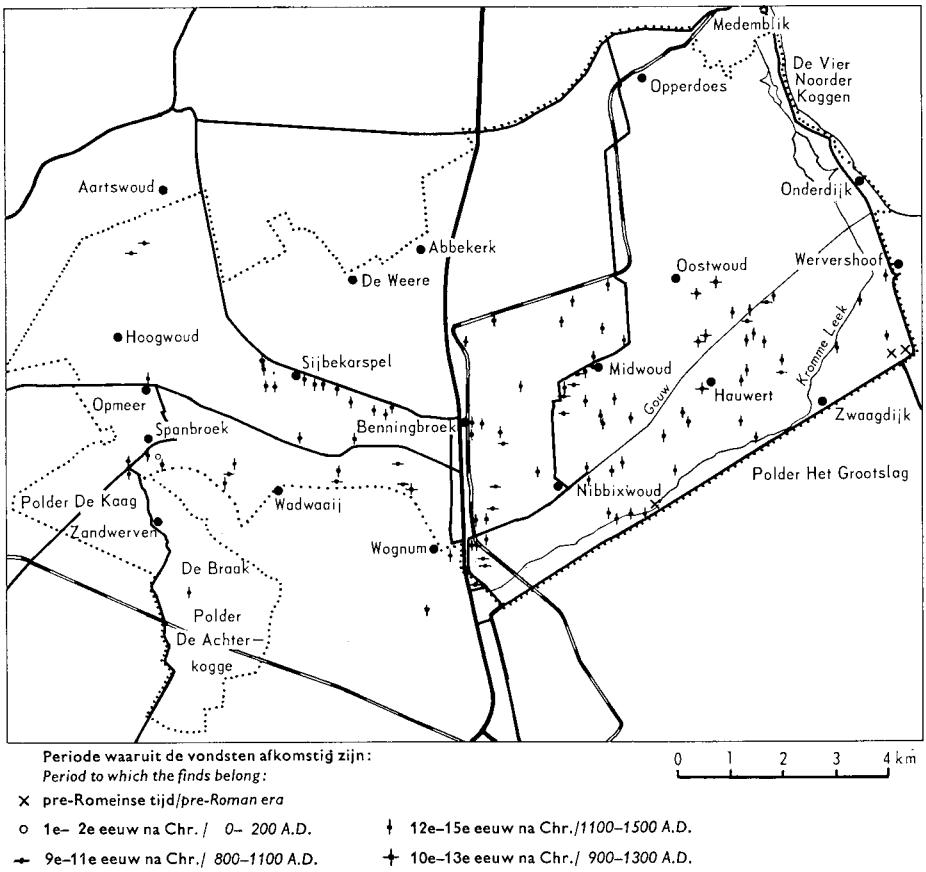



Fig. 7. Plaatsen waar sporen van oude bewoning zijn gevonden
*Fig. 7. Location of the areas where traces of former habitation were found*

of III. Het is mogelijk vergelijkbaar met de artefacten, die bij Oostwoud op de Westfriese I zijn gevonden. Er blijkt uit dat de Westfriese I ook in het westen bewoonbaar was.

Een andere categorie artefacten dateert uit de Romeinse tijd (1ste–2de eeuw n. Chr.). De meeste zijn gevonden in oude cultuurlagen, in het oosten bij de Zwaagdijk. Dat is ook het gebied waar de tumuli worden aangetroffen (fig. 7)[1]. Ook in de polder Grootslag zijn, onder andere direct ten oosten van het oostelijke einde van de Zwaagdijk, tumuli gevonden, maar deze hadden betrekking op woonplaatsen uit de IJzertijd of Vroege Terpentijd. Dat ze zo dicht bij elkaar voorkomen, heeft wel aanleiding gegeven tot de ge-

[1]) De ons bekende oude woonplekken worden onder andere gekenmerkt door de tamelijk diepe en sterk humeuze bovengrond (A1) en een wat hogere ligging van het terrein dan de omgeving. De verhogingen hebben niet de ronde vorm van de tumuli waar ze soms zeer dicht bij liggen.

dachte dat er verband tussen beide zou bestaan. Maar omdat al het materiaal dat in een tumulus uit dit gebied gevonden is, volgens $C^{14}$-onderzoek afkomstig is uit de periode van voor circa 1165 v. Chr.[1]), kan dit verband uiteraard nog niet gelegd worden.

Het feit dat geen tumuli zijn aangetroffen in het midden- en westelijk deel van de Vier Noorder Koggen is niet zonder meer te verklaren. De overweging dat vele grafheuvels door egalisaties en het ingebruiknemen van de grond voor tuinbouw kunnen zijn verdwenen, gaat wel op voor het Grootslag, maar niet voor de Vier Noorder Koggen. Hier bestaan nog grote delen uit grasland en heeft het terrein grotendeels zijn oorspronkelijke ligging behouden.

Verder dient in aanmerking te worden genomen dat bijvoorbeeld de omgeving van Hoogwoud en Spanbroek, waar een hoofdtak van het kreekruggenstelsel loopt, voor grafheuvelbouw zeer geschikt geweest zou zijn. De ligging is hoog, namelijk tot ca. $\frac{1}{2}$ m –NAP. Dit niveau wijkt wellicht weinig af van het oorspronkelijke, omdat hier een diepzandige ondergrond voorkomt.[2]) Klink van betekenis zal hier dus niet voorgekomen zijn.

Er zijn diverse veronderstellingen over het ontbreken van grafheuvels in het midden- en westelijk deel van het gebied te maken. Eén ervan gaat uit van de toestand van dit gebied ten tijde van de grafheuvelbouw. Zoals beschreven, komt Westfriese III, waarvan de afzetting na circa 1200 jaar v. Chr. moet worden gesteld, in het midden- en westelijk deel van de Vier Noorder Koggen op uitgebreide schaal voor. Op de plaatsen in het oosten van het gebied, dus daar waar de grafheuvels voorkomen, ontbreekt deze fase. Er bestaat daarom aanleiding om aan te nemen dat tijdens en misschien ook nog na deze sedimentatie de omstandigheden voor bewoning in het midden en westen van het gebied minder gunstig geweest zijn. Dit geldt ook voor het noorden van het gebied, waar onder andere de grote Westfriese I-kreekrug aan de oppervlakte ligt.

Volgens een andere veronderstelling behoorden de grafheuvelbouwers tot een stam of stammen met een beperkt verspreidingsgebied, onafhankelijk van de bodemtoestand. In dit verband dient te worden vermeld, dat bewoningsresten van vóór de IJzertijd ook buiten het verspreidingsgebied van de tumuli voorkomen. Het zijn onder andere stenen gebruiksvoorwerpen, zoals vuurstenen sikkels en stenen bijlen, die gevonden zijn in de omgeving van Venhuizen, Sijbekarspel en ook wel op sommige andere plaatsen. In het eerstgenoemde gebied zijn tijdens een kartering veel vuursteenresten gevonden. Hieruit zou de conclusie kunnen worden getrokken, dat bewoning in de desbetreffende periode over een aanzienlijk groter gebied mogelijk was dan alleen daar, waar de grafheuvels zijn aangetroffen.

De scherfvondsten van na de Romeinse tijd (fig. 7) zijn voor een zeer groot deel afkomstig uit de tiende tot dertiende eeuw. Dit betekent dat er

[1]) Het betreft een tumulus iets ten oosten van het oostelijk einde van de Zwaagdijk (Van der Waals, 1961).

[2]) Afgeleid uit diepboringen, verricht door de Provinciale Waterstaat, ter plaatse van de Provinciale weg tussen Hoogwoud en Wognum.

gedurende eeuwen geen bewoning geweest moet zijn, een conclusie die ook voor het Grootslag werd getrokken (Ente, 1963). Het lijkt waarschijnlijk dat de transgressies, die in het westen duidelijke sporen hebben nagelaten (du Burck, 1957), in die tijd ook het overige deel van Westfriesland minder goed bewoonbaar maakten. Na de natte periode zijn de omstandigheden blijkbaar gunstig geworden voor bewoning.

Voor het Grootslag wordt aangenomen dat met de vroegste bewoning een onregelmatige of blokverkaveling samenging. Daar deze is terug te vinden bij de laagst gelegen gronden (veengronden), moet worden geconcludeerd, dat deze het eerst in cultuur genomen zijn. De hoger gelegen moeraswouden zouden in verband met hun moeilijke toegankelijkheid later in gebruik zijn genomen. Zij zijn gekenmerkt door een regelmatige (opstrekkende) landindeling (Ente, 1963).

In de Vier Noorder Koggen zijn voor deze theorie geen bewijzen gevonden. Veel artefacten, gedateerd als 10–12e eeuw, gedeeltelijk als 10–11e eeuw na Chr., zijn gevonden op de hogere, regelmatig verkavelde zavel- en kleigronden (omgeving Midwoud, Wognum enz.)[1]), terwijl incidenteel scherven zijn gevonden op onregelmatig verkavelde lagere gronden (o.a. bij Oostwoud). Oude scherven (10e–12e eeuw) komen ook voor langs de huidige verhoogde woonstroken.

Slechts een enkele maal is buiten de woonstroken opgehoogd terrein met middeleeuwse artefacten aangetroffen. Men zou hieruit kunnen afleiden dat de opstrekkende verkaveling en de streekbewoning behoren tot een zeer oude ontginning, die wellicht vóór de aanleg van dijken reeds een aanvang nam, tenzij wordt aangenomen dat de artefacten behoren bij een blokverkaveling die aan de opstrekkende voorafging. Duidelijke aanwijzingen voor de laatste verkavelingsvorm zijn echter niet gevonden.

Het ontstaan van de streekbewoning moet men zich als volgt voorstellen. Vermoedelijk zijn in den beginne hier en daar woonkernen aangelegd op wat verhoogde grond. Vanuit deze kernen is een opstrekkende kavelindeling toegepast. In een wat later stadium, toen de invloed van de zee sterker werd, zijn deze woonkernen of delen ervan verbonden tot een doorlopende vaak min of meer verhoogde weg. Vanuit deze wegen werd de opstrekkende verkaveling uitgebreid. De verhoogde erven en wegen deden dienst als plaats om te wonen en als beveiliging tegen hoog water.

Opmerkelijk is dat niet steeds de hogere ruggen als weg en woonplaats zijn gekozen. Dit moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan het feit dat de hoogteverschillen nog niet groot waren, maar ongetwijfeld houdt dit ook verband met het streven om de bestaande woonkernen direct met elkaar te verbinden en aldus ononderbroken waterkeringen tot stand te brengen. Zo is verklaarbaar waarom ruggen vaak bestaande streekdorpen of rechte woonstroken snijden.

Een opvallend kenmerk van de opstrekkende verkaveling is, dat de woonstroken de kavelrichting vaak schuins snijden en meer haaks staan op be-

[1]) Een scherf, gedateerd als 10–11e eeuw na Chr., is gevonden op de bodem van een oud dichtgeslibd slootje, dat deel uitmaakte van een opstrekkende verkaveling.

paalde ontwateringssloten, zoals de Kromme Leek en de Gouw. Behalve bij grote sloten ziet men dit ook bij kleine dwarssloten. Dit is verklaarbaar als men bedenkt, dat het beste effect voor de ontwatering wordt verkregen, als de kavels zoveel mogelijk haaks op de ontwateringssloten en -slootjes worden getrokken. Wanneer deze sloten niet evenwijdig aan de woonstroken liepen, ontstond dus de bovenbeschreven situatie.

Zoals beschreven (blz. 146), is bij de kartering van het gebied gebleken, dat na het geheel tot stand komen van de opstrekkende verkaveling het gebied opnieuw aan de invloed van de zee heeft blootgestaan. Na het opnieuw in cultuur nemen van het gebied werd een deel van de dichtgeslibde oude sloten weer opengemaakt. In veel gevallen werden bovendien lengtesloten door middel van dwarssloten met elkaar verbonden. Als gevolg hiervan is het zigzag-patroon van de huidige kavelsloten ontstaan.

Opmerkelijk is dat in het lage vaargebied (in het noordoosten) de verkaveling gedeeltelijk onregelmatig is. We beschouwen deze vorm als een gevolg van versnijding door geulen bij overstromingen zowel vóór als na de dijkenaanleg, en niet in de eerste plaats als een gevolg van oudere ontginning (vgl. Ente, 1963). De lage gronden van het vaargebied van de Vier Noorder Koggen zijn vermoedelijk ten gevolge van de slechte ontwateringstoestand (in de middeleeuwen en ook nog daarna) later in cultuur genomen dan de hogere gronden. De opstrekkende verkaveling is hier niet toegepast en daardoor is de natuurlijke, tot de middeleeuwen teruggaande toestand, er gedeeltelijk bewaard gebleven.

## ENKELE WAARNEMINGEN BETREFFENDE HET ONTSTAAN VAN DE HUMEUZE BOVENGROND

Voor het oostelijke deel van Westfriesland is door Ente (1963) aandacht besteed aan de invloed van de woudbegroeiing op de vorming van de humeuze bovengrond. Matig humeuze tot humeuze begroeiingslagen (o.a. zwarte pikkleilagen) zijn van woudbegroeiing afkomstig; bij hogere ligging wordt een tamelijk dikke, bij lagere ligging een minder dikke humushoudende laag gevonden. Nog lager gelegen gronden vertonen moerige, venige en veenlagen die ontstaan zijn uit een moerasvegetatie. Behalve een invloed van woudgroei wordt echter ook die van grasbegroeiing aangenomen, omdat er al vroeg (ook in vóórhistorische tijd) beweiding moet zijn geweest.

Volgens Pons en Wiggers (1959/1960, blz. 32) is de woudgrond hier ontstaan onder grasland sinds de ontginning.

De kartering van de Vier Noorder Koggen maakte het mogelijk in bepaalde gevallen een beter begrip te verkrijgen van het ontstaan en het voorkomen van teelaardelagen met uiteenlopende humositeit en dikte. Gebleken is onder meer dat verschillen in humusgehalte van de bovengrond verband houden met de mate van ontwikkeling van de organische lagen die oorspronkelijk aan of nabij het oppervlak lagen. Donkere (moerige) bovengronden liggen voornamelijk in het oostelijk deel van het gebied (omgeving Hauwert-Onderdijk), waar de veenontwikkeling het sterkst was. Ze komen voor bij Westfriese I, maar ook bij bepaalde gedeelten van het Westfriese II-gebied

en zijn niet aan de afzetting, maar aan de ligging (plaats, hoogteligging) gebonden. Ze hebben alleen daar een donkere kleur, waar het kiekkleidek ontbreekt of dun is. Bij aanwezigheid van een dun kiekkleidek treden vaak zeer plaatselijk verschillen in humusgehalte op. Er zijn plekken waar het minerale dek door de fauna (mollen, wormen) – die bij aanwezigheid van een organische laag nabij het oppervlak rijkelijk voorkomt – sterk verwerkt is en vermengd is met de organische laag. Is dit homogenisatieproces ver gevorderd, dan komen van de venige of moerige laag nog slechts resten voor en is het kiekkleimateriaal als zodanig niet goed meer te onderscheiden. Er is een min of meer homogene, sterk humeuze A1 ontstaan. In grasland zijn deze gehomogeniseerde gedeelten te onderscheiden door een lichter groen gekleurde fijnere grasmat; de niet gehomogeniseerde hebben een ruigere grasgroei.

Op plaatsen in dit gebied waar een kiekkleidek ontbreekt en de ondergrond betrekkelijk licht is (bijvoorbeeld in een kreekafzetting), komt boven de vegetatielaag een zeer humeuze tot humusrijke A1 voor. Het is gebleken dat deze horizont in belangrijke mate is toe te schrijven aan het omhoogbrengen van de minerale ondergrond door mollen. De activiteit van deze bodemdieren is groot, hetgeen blijkt uit de talrijke molshopen en de vele gangen die in profielwanden zichtbaar zijn.

De sterk humeuze bovengronden die in het oosten veel voorkomen, zijn dus te beschouwen als een direct gevolg van een oorspronkelijk aan of nabij het oppervlak voorkomende organische laag en een daarna opgetreden homogenisatieproces.

In het hogere midden- en westelijk deel van het gebied zijn de organische lagen in hoofdzaak slechts zwak ontwikkeld geweest. Een opvallend kenmerk van veel gronden in dit gebied, die voor een groot deel tot de Westfriese III behoren, is een relatief bleek getinte horizont (A11) boven een iets donkerder deel van de teelaarde (A12), dat niet zelden als een min of meer moerig laagje kan worden aangeduid. Vaak is deze A12-horizont slechts bij nauwkeurige waarneming te onderscheiden en zijn alleen de breukvlakken tussen de bodemaggregaten iets donkerder. Deze zwak ontwikkelde vegetatielaag kan onzes inziens ook aan de oorspronkelijke moeraswoudbegroeiing worden toegeschreven, waarvan hiervóór sprake was.

Bij lichte kreekruggen is dit laagje veelal niet aanwezig. De lichtere kleur van het bovenste deel van de A1 is te verklaren door: 1. homogenisatie of 2. afzetting van een jonger dek.

*ad 1.* Homogenisatie blijkt uit een tweetal dikwijls opgemerkte verschijnselen, namelijk uit een relatief lichte samenstelling van het bovenste deel van de A1 en uit de aanwezigheid van een kalkhoudende bovengrond (op een kalkloze laag). Beide verschijnselen kunnen het resultaat zijn van het opwerken van lichte kalkhoudende ondergrond door de bodemfauna. De omzetting is het sterkst bij de hoger gelegen (kreekrug-)gronden, waar ook de sterkste mollenactiviteit voorkomt. Als gevolg hiervan vertonen laagten vaak nog duidelijke A12's, naar de hoogte worden deze geleidelijk zwakker

en op de hoogste plaatsen ontbreken ze ten slotte. Als gevolg van de sterkere omzetting op hogere plaatsen komen hier vaak ook dikkere A1's voor. De dikte van de A1 van de kreekruggen is dikwijls circa 40 (35–50) cm. Verder is bij deze gronden het humusgehalte betrekkelijk gering (veel gronden hebben een value die ligt op de grens van vaag en duidelijk), omdat de oorspronkelijke vegetatielaag slechts zwak ontwikkeld was. Een (hogere) woudgrond zou dan ook kunnen worden aangegeven als een grond met een matig dikke (ca. 40 cm), matig humeuze A1.

Aangenomen kan worden dat voornamelijk na de bedijking en ontwatering van het gebied in de middeleeuwen het proces van 'verdieping' van de oude A1 is begonnen. De humus is voor een deel oorspronkelijk, voor een ander deel toe te schrijven aan verrijking van de bodem met organische stof door grasbegroeiing sedert de middeleeuwse ontginningen en mogelijk zelfs daarvoor.

*ad 2.* Een tweede oorzaak van een zwakker humeus dekje boven een donkerder getint A1-gedeelte moet worden gezocht in de aanwezigheid van een dun dek jonger materiaal. Een dergelijk dek houdt in het oostelijk deel van het gebied verband met de reeds genoemde, dun uitlopende kiekklei-afzetting. Op andere plaatsen zijn er aanwijzingen dat er geen verband bestaat met deze afzetting. Daar is het jonge dunne dek onder andere minder kleirijk. De afzetting is vermoedelijk toe te schrijven aan overstromingen in de middeleeuwen. Het sediment ligt vaak op relatief lage plaatsen, waarschijnlijk omdat hier bezinking in een rustig milieu kon plaatsvinden. Een andere mogelijkheid is, dat soms tamelijk lokale materiaalverplaatsingen hebben plaatsgevonden. Door het tenietgaan van de begroeiing bij inundatie met zout water kan materiaal van kreekruggen verplaatst zijn naar lagere delen.

Oorzaak van het voorkomen van een zwakker humeus bovenste deel van de A1 kan ook zijn de aanwezigheid van een dun dek Westfriese III op een oudere fase van de Westfriese zeeklei, die werd afgesloten door een meer of minder ontwikkeld vegetatielaagje.

Een factor van betekenis voor het ontstaan van vrij diep humeuze bovengronden (ca. 50 cm en meer) is van antropogene aard. Dikker opgebrachte bovengronden komen regelmatig voor op plaatsen waar aanwijzingen bestaan voor oude bewoning. Het zijn veelal percelen die langs de huidige, uit de middeleeuwen daterende woonstroken liggen. Begeleidende kenmerken zijn de intensief donkere kleur van de humeuze bovengrond, artefacten, vergravingen in het terrein ('bulterig' oppervlak) en soms slootjes of greppels die dwars of schuin op de huidige verkavelingsrichting liggen. De dikke teelaardelagen zijn waarschijnlijk voornamelijk aan ophoging toe te schrijven.

Dergelijke dikke A1's worden ook aangetroffen – hoewel minder regelmatig – bij (hogere) kreekruggronden, die gekenmerkt zijn door een smalle akkervorm en ten dele dichtgeslibde slootjes (zie blz. 146). De dikke humeuze bovengrond kan ook hier voor een deel aan ophoging worden toegeschreven, waarbij dan specie uit de slootjes is gebruikt.

Waargenomen is dat graslandgronden met een dikke A1 een duidelijke vermindering in dikte van de teelaardelaag vertonen, wanneer ze worden omgezet in bouwland. Klaarblijkelijk treedt bij dit laatste gebruik compactie van het humusdek op.


## SAMENVATTING

Bodemkartering in het centrale deel van Westfriesland (Vier Noorder Koggen) heeft een duidelijk beeld opgeleverd van het voorkomen van 3 transgressiefasen (I, II, III) in de Westfriese afzettingen. In alle fasen is het patroon van sterk vertakte kreeksystemen te herkennen. De verlande kreekbeddingen zijn door inversie van het reliëf als ruggen in het landschap zichtbaar. De derde fase is verantwoordelijk voor de sterkste accidentatie. De kreeksystemen zijn grotendeels onafhankelijk van elkaar. In de grote kreken kan de derde fase als een verjonging van de tweede worden beschouwd. Behalve verzanding is in de richting van de benedenloop van de kreken ook verkweldering opgetreden, waardoor de tracés niet goed meer zijn te vervolgen. Door inversie na afzetting van Westfriese I wiggen jongere Westfriese afzettingen gedeeltelijk tegen hoger gelegen Westfriese I-afzettingen uit.

Er bestaan aanwijzingen dat per transgressiefase het materiaal niet overal geheel gelijktijdig is afgezet.

Stratigrafische studie in het zuidwestelijk deel van het gebied wees uit dat de Westfriese afzettingen hier uitwiggen over Oude zeeklei (Wieringermeerafzettingen). De strandwal van Zandwerven heeft grotendeels de ouderdom van Beemsterklei.

Na afzetting van de Westfriese zeeklei zijn vermoedelijk grote delen van het gebied met een vochtig bos begroeid geweest. In de middeleeuwen volgde een periode van sterke zeeïnvloed waardoor, met name in het noordoosten, het landoppervlak vanuit het oosten sterk werd aangetast en enkele geulen werden gevormd (Kromme Leek). Eerst kwam het tot afzetting van detritus en na een rustige periode (van ongeveer de 10e tot de 12e eeuw) tot afzetting van een kiekkleidek. Hierna volgden nieuwe overstromingen vanuit het noorden, waardoor geulen en meertjes werden gevormd, het kiekkleidek werd aangetast en hier en daar nieuw (lichter) materiaal werd afgezet.

Opmerkelijk is dat in het midden en westelijk deel van Westfriesland geen sporen van grafheuvels uit de Bronstijd zijn gevonden. Gedacht wordt aan een sterkere invloed van de zee die mede verantwoordelijk is voor de afzetting van Westfriese III.

Mei 1966



## SUMMARY

A soil survey of the central part of Westfriesland (Vier Noorder Koggen) provided a clear picture of the occurrence of three transgression phases (I, II, III) in the Westfrisian deposits. The pattern of highly ramified creek systems can be recognized in all phases. As a result of relief inversion the

silted-up creek beds can be seen in the landscape in the form of ridges. The third phase is responsible for the marked undulation.

The creek systems are largely independent of each other. In the large creeks the third phase may be regarded as a rejuvenation of the second. In the direction of the lower part of the creeks the sandy material has been covered with clay; as a result it is difficult to trace the line of the creeks. Owing to inversion after the Westfrisian I deposits were laid down, the later Westfrisian deposits partially wedge out towards more elevated Westfrisian I deposits.

A stratigraphic study in the south-western part of the area showed that here the Westfrisian deposits wedge out over Old Marine Clay (Wieringermeer deposits).

After the Westfrisian marine clay was deposited large parts of the area were probably covered with a humid forest. In the Middle Ages there followed a period of marked marine influence, particularly in the north-east, as a result of which the land surface suffered severe encroachments from the east and some gullies were formed (Kromme Leek). During the first stage detritus was deposited and after a quiescent period (from about the 10th to the 12th century) a cover of sticky, heavy clay. Afterwards floods from the north caused new gullies and small lakes, the clay cover was encroached upon and here and there fresh, lighter material was deposited.

It is noticeable that no traces of Bronze Age tumuli were found in the central and western parts of Westfriesland. It is assumed that in that period the sea had a greater influence in these areas, which resulted in the laying down of the Westfrisian III deposits.

## LITERATUUR


*Bennema, J.*, 1954: Bodem- en Zeespiegelbewegingen in het Nederlandse kustgebied. Boor en Spade *VII*, 1–96.

*Burck, P. du*, 1957: Een bodemkartering van het tuinbouwdistrict Geestmerambacht. Versl. Landbk. Onderz. 62.3. Serie: De bodemkartering van Nederland, deel XVII, Wageningen.

*Burck, P. du*, 1959: Over de opbouw en vorming van het Laagterras en de oudere holocene afzettingen in de kop van Noord-Holland. Boor en Spade *X*, 58–73.

*Burck, P. du*, 1960: Enige beschouwingen over het ontstaan van de oudere zeeklei-afzettingen en het oppervlakteveen in het noordelijk deel van Noord-Holland (uitgaande van stratigrafische gegevens en met behulp van enkele 14C-bepalingen en palynologische analysen). Voorlopige Wetenschappelijke Mededeling van de Stichting voor Bodemkartering no. 10. Wageningen.

*Burck, P. du en P. J. Ente*, 1954: De bodemgesteldheid in het tuinbouwgebied van oostelijk West-Friesland. Boor en Spade *VII*, 150–158.

*Burck, P. du, P. J. Ente en L. J. Pons*, 1956: Het zeekleigebied van Westfriesland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *73*, 2, 140–151.

*Edelman, C. H.*, 1954: Over de plaatsnamen met het bestanddeel 'woud' en hun betrekking tot de bodemgesteldheid. Boor en Spade *VII*, 197–216.

*Edelman, C. H. en W. J. van Liere*, 1949: Over woudgronden op de zeeklei van westelijk en noordelijk Nederland. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *66*, 3, 257–263.

*Edelman-Vlam, A. W. en C. H. Edelman*, 1956: Over woud- en broeknamen in West-Friesland. West-Frieslands Oud en Nieuw *XXIII*, 6 blz.

*Ente, P. J.*, 1963: Een bodemkartering van het tuinbouwcentrum 'De Streek'. Diss. Wageningen. 193 blz.

*Giffen, A. E. van*, 1962: Grafheuvels uit de midden-Bronstijd met nederzettingssporen van de Klokbekercultuur bij Oostwoud. West-Friesland Oud en Nieuw *XXIX*.

*Kwaad, F. J. P. M.*, 1961: Een onderzoek naar de morfogenese van midden West-Friesland. Westfriese Oudheden *IV*. Overdruk uit: West-Frieslands Oud en Nieuw *XXVIII*.

*Kwaad, F. J. P. M., P. A. Riezebos en R. T. Slotboom*, 1965: Een bijdrage tot de datering van het oppervlakteveen in Noord-Holland. Westfriese Oudheden *VIII*. Overdruk uit: West-Frieslands Oud en Nieuw *XXXII*, 141–172.

*Modderman, P. J. R.*, 1964: Bijzettingen en bewoningssporen uit de Bronstijd te Zwaagdijk, gemeente Wervershoof. Westfriese Oudheden *VII*. Overdruk uit: West-Frieslands Oud en Nieuw *XXXI*.

*Pons, L. J.*, 1957: De ouderdomsbepaling van een profiel met verschillende veenlagen in Westfriesland volgens de 14C-methode. Boor en Spade *VIII*, 178–182.

*Pons, L. J., J. L. Kloosterhuis en J. A. Hulshof*, 1957: Rapport van de verkenning van de bodemgesteldheid van het middengedeelte van de provincie Noord-Holland. Rapport nr. 468.

*Pons, L. J. en A. J. Wiggers*, 1959/1960: De holocene wordingsgeschiedenis van Noord-Holland en het Zuiderzeegebied. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *76*, 2, 104–152 en *77*, 1, 3–57.

*Regteren Altena, J. F. van, e.a.*, 1962, 1963: The Vlaardingen Culture. Helinium *II*, 3–35, 97–103, 215–243 and *III*, 39–54, 97–120.

*Waals, J. D. van der*, 1961: De zool van tumulus XIII bij 'de Ark', gemeente Wervershoof. Westfriese Oudheden *IV*. Overdruk uit: West-Frieslands Oud en Nieuw *XXVIII*.

# ENIGE VOORLOPIGE RESULTATEN VAN EEN FOSFAATONDERZOEK OP ZANDGRONDEN

*Some provisional results of a study of phosphates in sandy soils*

**L. A. Ceelen en D. van Diepen**[1])

## INLEIDING

Aan een aantal Brabantse zandgronden met uiteenlopende profielsamenstelling en verschillende hoogteligging werd een onderzoek uitgevoerd, waarbij het gehalte en de oplosbaarheid van het bodemfosfaat in de verschillende lagen en de fosfaatbinding door de organische en anorganische bodembestanddelen onderwerp van studie waren.

De methodiek van het onderzoek bestond uit fractionering van het bodemfosfaat met behulp van verschillende extractiemiddelen. De bedoeling hiervan was de fosfaatbinding aan de verschillende bestanddelen van de grond kwantitatief te benaderen. Er werd een organisch fosfaat onderscheiden, waaronder dan werd verstaan de hoeveelheid fosfaat die is vastgelegd in de bodemorganismen en aan de humus. Het resterende gedeelte wordt aangemerkt als anorganisch fosfaat. Het wordt in de zandgronden voornamelijk aangetroffen als fosfaatverbindingen van ijzer en aluminium en als vrij Ca-fosfaat afkomstig van de bemesting.

In deze verhandeling zijn een aantal voorlopige resultaten van dit onderzoek neergelegd. Zij hebben betrekking op het fosfaatgehalte, op het voorkomen van organische en anorganische fosfaatverbindingen en op de beschikbaarheid van het bodemfosfaat voor de gewassen. Te zijner tijd zullen in een aparte verhandeling de resultaten worden besproken, die betrekking hebben op de relatie tussen de verschillende fosfaatgehalten en andere bestanddelen van de gronden.

## DOEL VAN HET ONDERZOEK

Het onderzoek naar de fosfaathuishouding in boven- en ondergrond had een algemeen oriënterend doel. Een karakterisering van de gronden naar hun fosfaatgehalte en naar de verdeling van het fosfaat over gemakkelijk en minder gemakkelijke oplosbare componenten heeft, behalve in het onderzoek van de bovengrond voor praktijkdoeleinden, nog maar weinig toepassing gevonden. Van de Paauw en De la Lande Cremer (1951) typeerden de fosfaathuishouding van de bovengrond van verschillende Nederlandse gronden naar het P-getal en het P-citr.-getal. Door Vermeulen en Fey (1957) werd een inventariserend onderzoek ingesteld naar de fosfaatbehoefte van de Nederlandse cultuurgronden aan de hand van de vroeger onderzochte praktijkmonsters. De resultaten van dit onderzoek werden neergelegd in een tweetal kaarten, die betrekking hebben op de fosfaatrijkdom van de bovengrond bij bouw- en grasland. Ook in Noordbrabant is tot nu toe het fosfaatonderzoek beperkt gebleven tot de bovengrond van de cultuurgronden.

[1]) Afd. Regionaal onderzoek zuid, Stichting voor Bodemkartering.

Enige vruchtbaarheidsonderzoekingen van regionale aard worden hierna nog vermeld.

Van het merendeel van de zandgronden is het verloop van het fosfaatgehalte in de ondergrond niet bekend. Nog minder is dit het geval met de verdeling van het fosfaat over de organische en de verschillende anorganische bestanddelen van de gronden. Deze binding verdient niet alleen de aandacht voor het kennen van de fosfaatreserve in de bodem. Ook kunnen hieruit informaties voortkomen omtrent de chemische eigenschappen van het bodemmateriaal dat het fosfaat vastlegt en omtrent de mate waarin het bodemfosfaat in verschillende vormen beschikbaar is voor de gewassen. Met het oog hierop is een poging ondernomen tot nadere karakterisering van de humus, hetgeen dan als tweede doelstelling van dit onderzoek kan worden aangemerkt.

In zandgronden wordt de fosfaathuishouding grotendeels bepaald door de humus. Door de ontwikkeling onder wisselende bodemgenetische omstandigheden komt de humus in deze gronden in zeer gevariëerde kleuren en op uiteenlopende plaatsen in het bodemprofiel voor. In het algemeen wordt aangenomen dat de kleur van de humus bepaald wordt door de biologische omstandigheden bij de humificatie van de organische stof (Jongerius, 1957), ten dele ook door de herkomst van de organische stof en verder door de aanwezigheid van ijzer en aluminium. Een vaak gebruikt criterium voor het karakteriseren van humus is de C/N-verhouding in het organische materiaal. Bij de zwarte humusvormen variëert deze grootheid ongeveer van 10 tot 20, bij de bruine ongeveer van 10 tot 50 en meer.

## ENIGE RESULTATEN VAN VOORGAAND ONDERZOEK

Het fosfaatonderzoek is tot nu toe vooral gericht geweest op de bodemvruchtbaarheid en de mestbehoefte van de bouwvoor. In het onderzoek van de dieper liggende horizonten, waarover dit artikel handelt, is gebruik gemaakt van een aantal gedachtengangen, die bij het fosfaatonderzoek van de bovengrond zijn ontwikkeld. De in deze paragraaf aangehaalde literatuur heeft dan ook voornamelijk hierop betrekking. Het betreft met name de bepaling van het fosfaatgehalte door middel van diverse oplosmiddelen, waarmee een indruk wordt verkregen van de hoeveelheid mineraal en organisch gebonden fosfaat en van de mobiliteit of oplosbaarheid van het fosfaat.

Van der Paauw en de la Lande Cremer hanteerden bij hun onderzoek aan een uitgebreide reeks gronden de oplosbaarheid van het bodemfosfaat in water (P-getal) en in een 3-procentige citroenzuuroplossing (P-citr.) als normen voor de beoordeling van de fosfaattoestand van de grond in de landbouw. Deze grootheden werden enerzijds vergeleken met het fosfaat-gehalte van de gronden en met de fosfaatopname door de gewassen, anderzijds werden zij in relatie gebracht met een aantal bodemcomponenten die bij de vastlegging van het fosfaat een rol spelen. Beide onderzoekers vonden dat in het algemeen het P-citr.-cijfer voor het karakteriseren van de fosfaathuishouding een betere maatstaf was dan het P-getal. In hun slotbeschouwing stelden zij, dat ook aan P-citr.-cijfers geen absolute waarde mag worden toegekend,

maar dat zij voor de verschillende grondsoorten verschillend moeten worden geïnterpreteerd. Zij wezen op diverse nevenfactoren die dit noodzakelijk maken en kenden in dit verband betekenis toe aan de pH van de gronden, het humusgehalte, de fosfaatrijkdom van de ondergrond, de fundamentele verschillen tussen de grondsoorten en aan de variaties in bodemtypen binnen bepaalde grondsoorten.

Classificatie van de cultuurgronden naar fosfaatbehoefte door Vermeulen en Fey resulteerde voor de zuidelijke zandgronden in drie klassen voor bouwland en vier voor grasland. De gronden van de verschillende fosfaatklassen blijken een zodanige spreiding te hebben, dat men geneigd is deze voor een deel in verband te brengen met sedimentologische verschillen van de zandgebieden.

Domingo (1960) stelde de fosfaatleverantie aan de gewassen afhankelijk van een reeks factoren en hechtte daarbij veel waarde aan de variaties in de verdeling van het fosfaat over de organische en anorganische bestanddelen van de grond. Behalve door de aard van het voorhanden zijnde materiaal, wordt deze verdeling bepaald door de zuurgraad van het milieu. Bij mineraalrijke gronden kan volgens hem ongeveer 90% van het fosfaat anorganisch gebonden zijn, bij humusrijke zandgronden ongeveer 25%.

Ook in het buitenland is het gefractioneerde fosfaatonderzoek toegepast om een beter inzicht in de fosfaathuishouding te krijgen. Chang en Jackson (1957) en Sommer (1966) in navolging van hen, gingen de verdeling na van het anorganisch gebonden fosfaat door het met behulp van extractiemiddelen in vijf verschillende componenten (fosfaatfracties) te scheiden. Haas c.s. (1961) bestudeerde voor de Great Plains in Noord-Amerika de invloed van de cultuurgewassen en van de verschillende methoden van bemesting op de fosfaathuishouding van de gronden. Hierbij werd het bodemfosfaat in drie gedeelten gefractioneerd. Als maatstaf voor het door de gewassen opneembare gedeelte van het fosfaat diende de extractie met $NaHCO_3$. Deze fractie *P-$NaHCO_3$* bleek veel nauwer te zijn gecorreleerd met het anorganisch bestanddeel van de fosfaatreserve dan met het organische gedeelte. In een soortgelijk onderzoek bestudeerden ook Patel en Metha (1961) de relatie tussen verschillende fosfaatcomponenten en de fosfaatopname. Een statistische bewerking van de analyseresultaten wees uit, dat de correlatie tussen een speciaal gedeelte van het anorganisch fosfaat – namelijk dat wat in geadsorbeerde vorm aanwezig is aan andere minerale bestanddelen van de gronden – en de fosfaatopname het grootst was. Tussen het organisch gebonden fosfaat en de fosfaatopname was de correlatie het geringst.

Aan de fosfaathuishouding van de ondergrond is minder aandacht besteed. Incidenteel is studie gemaakt van het fosfaatgehalte en van het gemakkelijk oplosbare fosfaat in de verschillende horizonten. Onderzoek van een aantal zand- en riverkleigronden van de Maaskant (Koornneef, 1944) en van heideontginningsgronden van het landgoed De Utrecht onder Eschbeek (De Vries en Van Vliet, 1945) had een globale verkenning van de bodemvruchtbaarheid van de ondergrond tot doel. De Vries en Van de Spek (1941) stel-

den onder meer een onderzoek in naar het fosfaatverloop bij een aantal humuspodzolgronden onder heide in Zuidoost-Groningen en Noord-Drente ter bestudering van het podzoleringsproces in deze gronden. Pape (1966) heeft van een aantal oude bouwlandgronden het verloop van het fosfaatgehalte vergeleken met dat van podzolgronden om enige bodemgenetische eigenschappen van deze eerste gronden te kunnen belichten. Zo blijkt uit zijn beschrijving dat de fosfaatophoping in podzolgronden wisselt met de diepte en de aard van de bodemhorizonten, dat in het opgehoogde dek van de oude bouwlanden veel fosfaat is opgehoopt en dat het fosfaatgehalte met de diepte afneemt.

## METHODIEK VAN HET ONDERZOEK

Alle voor dit fosfaatonderzoek benodigde bepalingen zijn uitgevoerd door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek. In het raam van deze voorlopige verhandeling worden van dit onderzoek die bepalingen toegelicht, die betrekking hebben op de hieronder te bespreken resultaten.

Ten aanzien van de uitkomsten van een gefractioneerd fosfaatonderzoek dient te worden opgemerkt, dat daaraan geen absolute waarde mag worden toegekend, gezien de vormen waarin het fosfaat in het bodemmateriaal voorkomt. Al naar gelang van de chemische behandeling van het monstermateriaal, wordt het gedeelte van het fosfaat dat op een bepaalde wijze gebonden is, meer of minder volledig vrijgemaakt. Zekerheid over de mate van vrijmaking is moeilijk te verkrijgen. Ook kan een gedeelte van het vrijgemaakte fosfaat via het filtraat van de bodemoplossing door andere bodembestanddelen worden vastgelegd en bijgevolg buiten de bepaling vallen. Voorts dient men er rekening mee te houden, dat onder bepaalde omstandigheden de oplosmiddelen een beperkte selectiviteit kunnen hebben en dat sommige vormen van bodemfosfaat een nalevering te zien geven.

### *Het P-AL-getal*[1])

Het P-AL-getal wordt bepaald door eenmalige extractie van de grond met een oplossing van ammonia-melkzuur-azijnzuur (Egner, c.s., 1960). De hoeveelheid fosfaat die door deze zwakzure oplossing wordt vrijgemaakt, vormt een maatstaf voor het gehalte aan gemakkelijk door de plant opneembaar fosfaat. Om deze reden is het P-AL-getal door het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek in 1959 als norm gekozen voor het opstellen van een bemestingsadviesbasis voor praktijkdoeleinden. Het P-AL-getal verschaft geen inzicht in de herkomst van het fosfaat. Aangenomen wordt dat het in hoofdzaak afkomstig is van geadsorbeerde fosfaationen, die aan organische en anorganische bodembestanddelen voorkomen.

[1]) Bij het afsluiten van dit artikel (zomer 1968) is voor het vaststellen van de fosfaatbehoefte van bouwland de P-AL-methode verlaten. Bij de nieuwe methode, die niet meer in deze beschouwing kon worden betrokken, wordt het in water oplosbare fosfaat bepaald. De gevonden hoeveelheid wordt opgegeven in mg $P_2O_5$ per liter droge, opgeklopte grond; dit wordt het Pw-getal genoemd.

*Het P-HCl-getal*

Dit wordt bepaald door eenmalige extractie van de grond met een HCl-oplossing van 5 gewichtsprocenten. Door deze extractie wordt het organisch gebonden fosfaat weinig aangetast. Er wordt dan ook met deze bepaling beoogd inzicht te krijgen in de totale hoeveelheid fosfaat, die als vrije fosfaten en als fosfaten gebonden aan de minerale delen in de grond voorkomt. Het P-HCl-getal werd daarom als maatstaf voor de totale hoeveelheid mineraal fosfaat in de grond gehanteerd; hierbij zij echter aangetekend, dat de P-HCl niet meer dan een ruwe benadering van deze hoeveelheid geeft.

*P-totaal*

Het gehalte aan bodemfosfaat wordt aangegeven als P-tot. Bij deze bepaling wordt de grond behandeld met Fleischmannzuur, een sterk oxyderend mengsel van gelijke delen geconcentreerd zwavelzuur en geconcentreerd salpeterzuur. Hiermede wordt, zo veronderstelt men, al het fosfaat van de organische en anorganische reserve in oplossing gebracht. Het bij de oxydatie vrijgekomen organisch gebonden fosfaat is dus bij benadering te vinden in het verschil tussen P-tot. en P-HCl. In het volgende wordt dit verschil gemakshalve het organisch fosfaat genoemd (P-org.), hoewel het in verband met het gestelde aan het begin van deze paragraaf duidelijk is, dat P-org. niet zonder meer te vereenzelvigen is met de hoeveelheid fosfaat die in de grond aan de organische stof voorkomt.

## DE VERWERKING VAN DE ANALYSECIJFERS

Van de onderzochte profielen werden diagrammen samengesteld (zie als voorbeeld fig. 1). Op halve diepte van de bemonsterde horizonten staan naast elkaar de gevonden gehalten P-AL, P-HCl en P-tot. met een punt aangegeven. Voor een duidelijke weergave van het fosfaatverloop zijn door de punten curven getrokken. De afstanden tussen de curven geven de grootte van de verschillende componenten van het bodemfosfaat aan. De P-AL-fractie is uitgezet als een onderdeel van de fractie P-HCl, overeenkomstig de voorstelling dat deze fractie voor het merendeel afkomstig is uit de minerale fosfaatreserve.

Tenslotte zijn nog twee andere karakteristieken in het diagram aangegeven. Naast de profielschets staat het humusgehalte van de horizonten vermeld en is per onderzochte bodemlaag het percentage P-AL van P-tot. opgegeven. Dit laatste is gedaan om een indruk te geven van de mobiliteit (oplosbaarheid) van de totale hoeveelheid fosfaat die in de grond aanwezig is.

De diagrammen (fig. 2 t/m 8) geven de gemiddelden van de profielen die tot een zelfde groep gronden behoren. De cijfers van het fosfaatverloop zijn voor ieder profiel afzonderlijk geïnterpoleerd voor lagen van 10 cm dikte aan de hand van de getrokken curven en vervolgens per laag van 10 cm gemiddeld. Op dezelfde wijze zijn ook het humusgehalte en de cijfers voor de fosfaatmobiliteit bewerkt. Voor de constructie van een gemiddeld profieldiagram is de gemiddelde dikte van de overeenkomstige horizonten berekend.

In een aparte tabel wordt voor elke onderzochte groep gronden een beeld

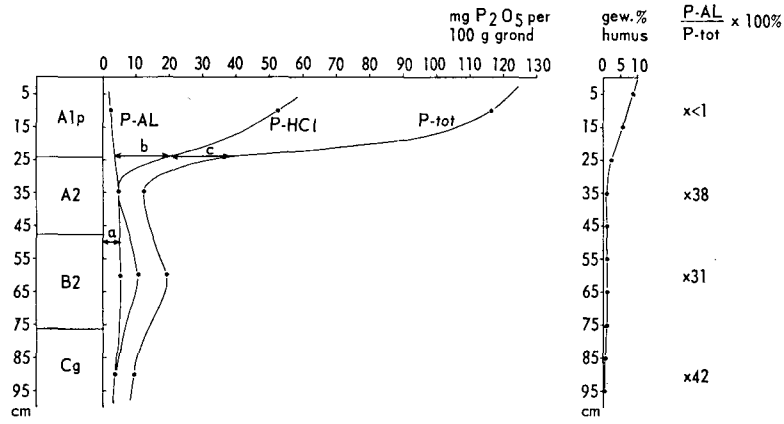



Fig. 1. De fracties P-AL, P-HCl en P-org., het humusgehalte en het percentage P-AL van P-tot in een kleihoudende vaaggrond, die in de ondergrond een humuspodzol bevat. a = P-AL, a + b = P-HCl, c = P-org, a + b + c = P-tot.
Profielnummer volgens de legger van de topografische kaart, schaal 1:50000, 82/45W
*Fig. 1. The P-AL, P-HCl and P-org fractions, the humus content and the P-AL percentage of P-tot in a clayey 'vague' (not strikingly developed) soil containing a humus podzol in the subsoil.*
*Number of the profile investigated after the index of the topographical map of the Netherlands, scale 1:50000, 82/45W*

gegeven van de spreidingsbreedte van de bewerkte analyseresultaten. Bij de beoordeling dient men rekening te houden met de ongelijke profielbouw van de gronden die met elkaar zijn vergeleken. De variaties in spreidingsbreedte zijn namelijk voor een deel het gevolg van het feit, dat niet alle karakteristieken op een bepaalde diepte tot een zelfde profielhorizont behoorden.

## ANALYSERESULTATEN

### ENKEERDGRONDEN

Dit zijn de gronden met een dikke minerale A1. Deze A1 is het dek van de oude cultuurzandgronden dat door ophoging met een mengsel van mest en plaggen is ontstaan. Het dek ligt op een ondergrond van humusarm zand, waarin op wisselende diepte gleyverschijnselen voorkomen.

In deze enkeerden werden drie groepen van gronden onderscheiden. Op grond van de kleur van de A1 werd een onderscheid gemaakt in zwarte en bruine enkeerden. De zwarte werden naar de plaats van de gleyhorizont onder het humeuze dek nog onderverdeeld in hydrologisch droger en vochtiger varianten.

*Droge zwarte enkeerdgronden*

De A1 van deze gronden rust op een ondergrond van bruingeel humusarm zand. Eerst op enige diepte in dit zand treden gleyverschijnselen op in de vorm van grijze reductievlekken. Dit betekent dat de geelgekleurde horizont en het mestdek erboven buiten het grondwaterregime liggen. De geelge-

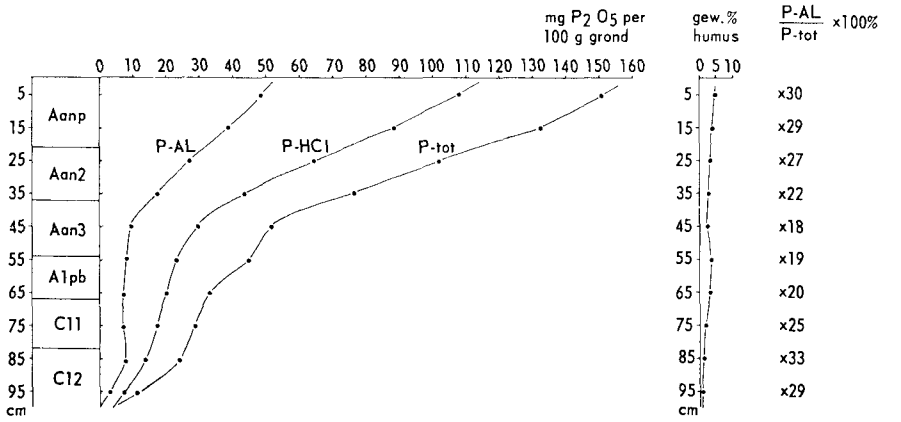



Fig. 2. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van droge zwarte enkeerdgronden, berekend uit de analysegegevens van vier profielen (Profielnummers: 75/45W, 81/45W, 81/52W en 82/52W)

*Fig. 2. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of dry black 'enk'earth soils, calculated from the analytical data of four profiles (Numbers of the profiles 75/45W, 81/45W, 81/52W and 82/52W)*

kleurde horizont tussen het humeuze dek en de gleyondergrond kenschetst deze gronden duidelijk als zogenaamde hangwaterprofielen (Van Diepen, 1954).

In figuur 2 zijn van een viertal profielen de bewerkte analysecijfers als gemiddelde uitkomsten weergegeven. De curven wijzen uit dat er een duidelijke afname is van het mineraal fosfaat met de diepte. Vanaf 45 cm is deze afname minder sterk. Pas 20 cm lager, dus op 65 cm diepte, ligt het gemiddelde niveau van de oorspronkelijke bouwvoor. Uit het verloop van de curven kan worden afgeleid, dat het onderste gedeelte van het plaggendek in een fosfaatarmere periode is ontstaan. De geleidelijke toename van het gehalte aan mineraal fosfaat naar boven wijst er op dat reeds vóór de invoering van de kunstmest een aanrijking van fosfaat door bemesting mogelijk is geweest (Aan3). Deze aanvankelijk nog lichte aanrijking tot 45 cm ging echter niet gepaard met een toename van het P-AL-gehalte.

Het niveau waarop de ruimere fosfaatvoorziening begon, is ook aan het verloop van een tweetal andere karakteristieken van de gronden te herkennen, en wel aan het P-AL-gehalte, dat onder dit niveau constant is, en aan de toename van de fosfaatmobiliteit in de diepere ondergrond. Deze toename blijkt niet gecorreleerd te zijn met het humusgehalte, dat over enige diepte eveneens toeneemt. De humusarmste profiellagen hebben namelijk relatief het hoogste gehalte aan gemakkelijk oplosbaar fosfaat.

Onder de Aan3 ligt de oorspronkelijke bouwvoor, die bij de ontginning is ontstaan (A1bp). In deze bouwvoor en in het oudste gedeelte van de opgebrachte eerdlaag is de mobiliteit van het fosfaat het kleinst. De A1bp vormt geen onderdeel van het opgebrachte mestdek, maar wordt op grond van

humositeit en kleur van de humus wel tot de eerdlaag gerekend. Door ophoging met humusarmer materiaal is de oorspronkelijke bouwvoor geleidelijk verschraald.

Als gevolg van het gebruik van humeuzere aardmest naderhand, treffen we in de eerdlaag van de enkeerdgronden drie zones aan; daarvan is de middelste de humusarmste. Het bovenste gedeelte van de eerdlaag blijkt de humusrijkste zone te zijn.

Vanaf 45 cm diepte tot het maaiveld stijgt het fosfaatgehalte tot het drievoudige. Dit is grotendeels te danken aan de toename van het gehalte aan mineraal fosfaat. Het gehalte aan organisch fosfaat stijgt echter maar met enkele miligrammen; ogenschijnlijk in de orde van grootte die overeenkomt met de toename van het humusgehalte. Uit het verloop van de P-AL-curve valt dus af te leiden, dat deze fosfaatcomponent nauw gecorreleerd is aan het mineraal fosfaat. Aangezien echter ook de cijfers voor de fosfaatoplosbaarheid naar boven in waarde toenemen, kan gezegd worden dat het P-AL-gehalte ook nog van een andere factor (of meer factoren) afhankelijk is. Omdat dit aspect niet verder te belichten is zonder een statistische bewerking van het analysemateriaal, wordt het hier niet verder aangeroerd.

*Vochtige zwarte enkeerdgronden*

De gronden van deze groep worden gekenmerkt door een lagere ligging van het plaggendek ten opzichte van het grondwater. Daardoor komen in een deel van dit dek roest- en reductieverschijnselen voor. Het humeuze dek heeft door het contact met de grondwaterzone een ruimere vochtvoorziening dan het overeenkomstige dek van de vorige groep gronden.

Bij sommige van deze zwarte enkeerdgronden blijven de gleyverschijnselen beperkt tot de humusarme ondergrond. Zij worden nog tot deze groep vochtige gronden gerekend als de gleyzone aansluit aan het humeuze dek. Van de vochtige enkeerdgronden werden vier profielen onderzocht. Deze bevatten behalve de restanten van een oorspronkelijke bouwvoor onderin het mestdek, ongeroerde licht humeuze horizonten van begraven bodemprofielen.

Zoals uit figuur 3 blijkt, vertoont het gemiddelde beeld van deze gronden aanmerkelijke verschillen met dat van de voorgaande groep, hoewel de verschillen in humusgehalte en humusverloop opvallend klein zijn. De schraalste delen van het mestdek hebben humusgehalten die ongeveer 1% lager liggen. De diepte waarop de oorspronkelijke bouwvoor bij deze vier profielen lag, varieerde sterker dan bij de onderzochte droge enkeerdgronden. Daardoor valt deze horizont in het humusverloop in het diagram vrijwel niet op. In de tabel is deze ongelijke ligging terug te vinden in de grotere spreiding van de humus- en fosfaatcijfers van de ondergrond.

Er zijn drie grote verschillen in fosfaathuishouding ten opzichte van de droge enkeerdgronden. De vochtige gronden hebben in drievierde van het Aan-profiel ongeveer 30 mg mineraal fosfaat meer. Op de overgang naar de zandondergrond komt een top voor in deze fosfaatophoping. De zone met grondwaterinvloed bevat bij gelijke humusgehalten als de ondergrond van de droge gronden ongeveer driemaal zoveel mineraal fosfaat.

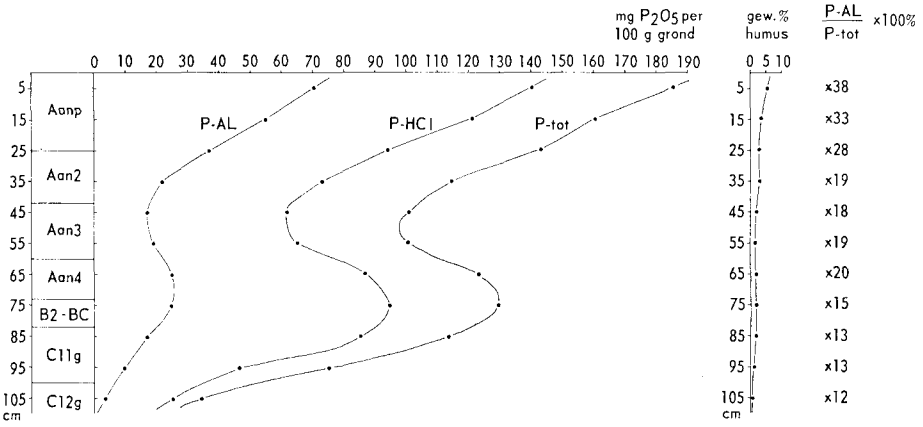



Fig. 3. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van vochtige zwarte enkeerdgronden, berekend uit de analysegegevens van vier profielen (Profielnummers: 64/45W, 66/45W, 74/45W en 82/52W)

*Fig. 3. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of moist black 'enk' earth soils, calculated from the analytical data of four profiles (Numbers of the profiles 64/45W, 66/45W, 74/45W and 82/52W)*

Ook in het verloop van de fosfaatoplosbaarheid vertonen deze gronden een afwijkend beeld. In het opgebrachte dek van de vochtige gronden lopen de waarden van deze karakteristiek hoger op dan bij de droge gronden, misschien doordat twee van de onderzochte gronden, die in grasland lagen, een relatief hoger gehalte aan gemakkelijk oplosbaar fosfaat te zien gaven. In de humusarme ondergrond komen gleyhorizonten voor. In deze horizonten is de verhouding P-AL/P-tot. het laagst, en wel ongeveer de helft kleiner dan in de gleyloze zandondergrond van de droge enkeerdgronden.
Er zijn in de grafiek duidelijke aanwijzingen dat ook in deze gronden het mineraal fosfaat verantwoordelijk is voor de uitkomsten van de P-AL-analyses; waar het gehalte van P-HCl toeneemt, neemt ook dat van P-Al toe. Vanwege de lage oplosbaarheidscijfers moet men wel aannemen, dat in gleyhorizonten het mineraal fosfaat anders gebonden is dan in de Fe-houdende ondergrond van de droge enkeerdgronden.

*Vochtige bruine enkeerdgronden*

Het onderscheid van deze cultuurgronden ten opzichte van zwarte enkeerdgronden berust op een kleurverschil, dat zich over een aantal humeuze horizonten van het profiel uitstrekt. De bruinere kleur gaat gepaard met een hoger Fe-gehalte en een lichte bijmenging van kleidelen in matig fijn zand. Het $Fe_2O_3$-gehalte in het mestdek beloopt ongeveer 1 gewichtsprocent. Dit is ongeveer tweemaal zoveel als in de zwarte enkeerdgronden.

Van deze bruine gronden werden drie profielen onderzocht. Zij behoren tot de groep vochtige gronden, naar het voorkomen van gleyverschijnselen in de onderste helft van het humeuze dek.

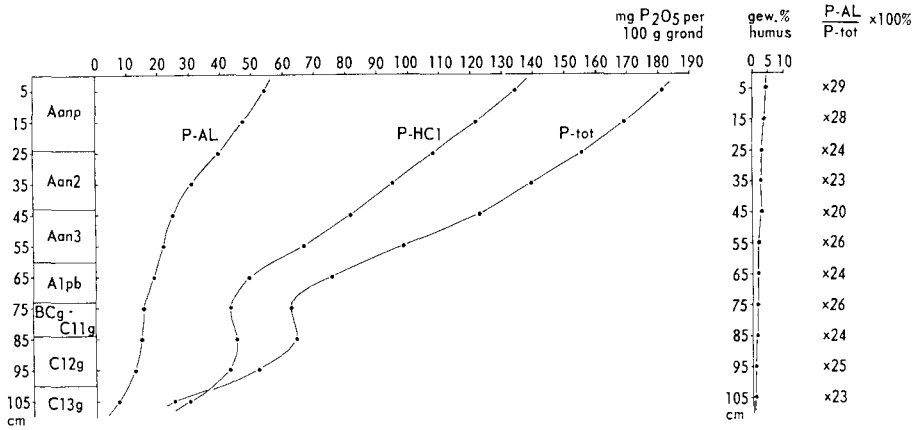



Fig. 4. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van vochtige bruine enkeerdgronden, berekend uit de analysegegevens van drie profielen (Profielnummers 73/45W, 79/45W en 88/45W)

*Fig. 4. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of moist brown 'enk' earth soils, calculated from the analytical data of three profiles (Numbers of the profiles 73/45W, 79/45W and 88/45W)*

De gemiddelden van de analyses geven een beeld te zien (fig. 4), dat het meest overeenkomt met dat van de hoge zwarte enkeerdgronden. Dit zou ogenschijnlijk kunnen betekenen dat zij hydrologisch gezien in deze groep hoge gronden thuishoren. Aangenomen wordt echter dat deze overeenkomst op een toevalligheid berust. Bij twee van de drie profielen ontbrak namelijk de accumulatie van mineraal fosfaat in het onderste deel van het humeuze dek en bovendien bleken de gemiddelde cijfers voor het fosfaatgehalte van dezelfde orde van grootte te zijn als die van de vochtige zwarte enkeerdgronden. De cijfers voor P-HCl in de tabel laten echter wel zien dat de variaties in fosfaathuishouding van de bovengrond bij de vochtige bruine minder groot zijn dan bij de vochtige zwarte enkeerdgronden. Wel is er in de ondergrond van de bruine gronden een grotere variatie in het gehalte aan organisch fosfaat. Tenslotte kan er nog op gewezen worden, dat de cijfers voor het gehalte aan gemakkelijk oplosbaar fosfaat in de ondergrond meer overeenkomen met die van de droge zwarte enkeerdgronden dan met die van de vochtige zwarte.

Op grond van deze variaties is het niet mogelijk algemeen geldende conclusies uit de afwijkingen van deze gronden te trekken. Reden waarom zij niet verder besproken worden.

*Eerdgronden met een dunne donkere bovengrond*

Tot deze groep gronden behoren twee profielen van beekeerdgronden en een profiel van een gooreerdgrond. Het kenmerk van hun profielbouw is een dunne humeuze Al op een humusarme zandondergrond waarin gleyverschijnselen voorkomen. In principe is er een onderscheid tussen beekeerd- en

TABEL 1. Spreidingsbreedte van de per 10 cm bodemlaag geïnterpoleerde analysecijfers
TABLE 1. *Scatter of the analytical figures interpolated per 10 cm of soil stratum*

| Profieldiepte in cm *Depth of sampling in cm* | Spreidingsbreedte van *Scatter of* P-AL | P-HCl | P-tot in mg $P_2O_5$ per 100 g grond *in mg $P_2O_5$ per 100 g soil* | Spreidingsbreedte v. h. humusgehalte *Scatter of the humus content* | Spreidingsbreedte van *Scatter of* $\frac{\text{P-AL}}{\text{P-tot}} \times 100\%$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Droge Zwarte Enkeerdgronden (4 profielen) *Dry black 'enk'earth soils (4 profiles)* | | | | | |
| 5 | 31 | 36 | 24 | 3,0 | 27 |
| 15 | 29 | 44 | 19 | 3,0 | 23 |
| 25 | 28 | 40 | 24 | 1,5 | 34 |
| 35 | 28 | 29 | 12 | 0,5 | 27 |
| 45 | 9 | 21 | 11 | 1,5 | 21 |
| 55 | 10 | 20 | 16 | 1,0 | 17 |
| 65 | 9 | 18 | 9 | 0,2 | 15 |
| 75 | 10 | 19 | 6 | 0,5 | 13 |
| 85 | 8 | 20 | 8 | 0,2 | 8 |
| 95 | 8 | 25 | 11 | 0,2 | 8 |
| Vochtige zwarte enkeerdgronden (4 profielen) *Moist black 'enk'earth soils (4 profiles)* | | | | | |
| 5 | 28 | 29 | 32 | 3,5 | 20 |
| 15 | 39 | 65 | 33 | 3,0 | 13 |
| 25 | 29 | 70 | 37 | 1,5 | 14 |
| 35 | 21 | 60 | 40 | 0,5 | 13 |
| 45 | 21 | 43 | 48 | 0,5 | 20 |
| 55 | 23 | 46 | 60 | 0,5 | 25 |
| 65 | 30 | 92 | 92 | 1,5 | 30 |
| 75 | 36 | 80 | 52 | 3,0 | 33 |
| 85 | 21 | 65 | 48 | 3,0 | 25 |
| 95 | 6 | 27 | 27 | 1,0 | 14 |
| 105 | 4 | 21 | 37 | 1,5 | 25 |
| Vochtige bruine enkeerdgronden (3 profielen) *Moist brown 'enk' earth soils (3 profiles)* | | | | | |
| 5 | 35 | 45 | 35 | 2,5 | 15 |
| 15 | 36 | 30 | 30 | 2,0 | 16 |
| 25 | 37 | 24 | 29 | 2,5 | 18 |
| 35 | 32 | 18 | 17 | 0,5 | 18 |
| 45 | 26 | 19 | 18 | 0,2 | 17 |
| 55 | 27 | 27 | 30 | 0,3 | 17 |
| 65 | 28 | 48 | 65 | 1,0 | 24 |
| 75 | 32 | 78 | 112 | 1,5 | 28 |
| 85 | 33 | 98 | 113 | 2,0 | 28 |
| 95 | 25 | 88 | 75 | 1,5 | 26 |
| 105 | 7 | 45 | 7 | 1,0 | 26 |

(vervolg Tabel 1)

| Profieldiepte in cm *Depth of sampling in cm* | Spreidingsbreedte van *Scatter of* P-AL | P-HCl | P-tot | Spreidingsbreedte v. h. humusgehalte *Scatter of the humus content* | Spreidingsbreedte van *Scatter of* $\frac{\text{P-AL}}{\text{P-tot}} \times 100\%$ |
|---|---|---|---|---|---|
| | in mg $P_2O_5$ per 100 g grond *in mg $P_2O_5$ per 100 g soil* | | | | |
| Dunne eerdgronden (3 profielen) *Earth soils with a thin A1 horizon (3 profiles)* | | | | | |
| 5 | 25 | 23 | 37 | 3,0 | 11 |
| 15 | 18 | 15 | 12 | 2,0 | 11 |
| 25 | 8 | 4 | 26 | 1,0 | 14 |
| 35 | 6 | 16 | 24 | 1,5 | 14 |
| 45 | 5 | 14 | 15 | 1,2 | 11 |
| 55 | 5 | 17 | 23 | 1,5 | 7 |
| 65 | 6 | 29 | 33 | 1,0 | 8 |
| 75 | 8 | 36 | 41 | 0,5 | 14 |
| 85 | 9 | 41 | 46 | 0,2 | 18 |
| 95 | 9 | 44 | 48 | 0,2 | 19 |
| Veldpodzolgronden, woest (6 profielen) *Uncultivated 'veld' podzol soils (6 profiles)* | | | | | |
| 5 | 5 | 7 | 37 | 8,0 | 13[1]) |
| 15 | 4 | 7 | 39 | 5,0 | 10 |
| 25 | 3 | 5 | 52 | 11,0 | 9 |
| 35 | 2 | 4 | 8 | 3,0 | 16 |
| 45 | 3 | 6 | 11 | 1,5 | 12 |
| 55 | 5 | 9 | 19 | 0,5 | 9 |
| Veldpodzolgronden met een Alp (6 profielen) *'Veld' podzol soils with an A1p horizon (6 profiles)* | | | | | |
| 5 | 75 | 114 | 115 | 8,0 | 21 |
| 15 | 38 | 98 | 104 | 4,0 | 25 |
| 25 | 14 | 40 | 34 | 2,0 | 29 |
| 35 | 7 | 11 | 15 | 2,0 | 29 |
| 45 | 3 | 12 | 12 | 1,5 | 27 |
| 55 | 4 | 11 | 10 | 0,5 | 28 |
| 65 | 5 | 9 | 10 | 1,5 | 30 |
| 75 | 7 | 10 | 15 | 1,5 | 35 |
| 85 | 8 | 11 | 13 | 1,0 | 37 |
| 95 | 6 | 11 | 12 | 1,5 | 40 |
| Haarpodzolgronden, woest (3 profielen) *Uncultivated 'haar' podzol soils (3 profiles)* | | | | | |
| 5 | 1 | 13 | 9 | 4,0 | 12[1]) |
| 15 | 2 | 7 | 10 | 2,0 | 3 |
| 25 | 3 | 4 | 2 | 2,0 | 8 |
| 35 | 2 | 24 | 31 | 1,2 | 3 |
| 45 | 1 | 13 | 16 | 1,5 | 4 |
| 55 | 0 | 1 | 10 | 0,8 | 1 |
| 65 | 0 | 7 | 6 | 0,5 | 0 |
| 75 | 0 | 7 | 5 | 0,2 | 1 |
| 85 | 1 | 4 | 7 | 0,2 | 6 |
| 95 | 2 | 6 | 9 | 0,0 | 7 |
| 105 | 1 | 8 | 10 | 0,0 | 6 |

[1]) Voor de vier middelhoge- en lage gronden
[1]) *Only refers to the four medium-high and low soils*

gooreerdgronden naar de roestverschijnselen in de profielen. Veelal gaat dit samen met een verschil in landschappelijke ligging. Tot de beekeerdgronden behoren de gronden die hoog in het profiel roestverschijnselen hebben, doorgaans tot in de Al. Deze gronden worden veelal in de beekdalen aangetroffen. De ontwikkeling van de humeuze bovengrond heeft onder invloed gestaan van een vegetatie in een voedselrijk milieu.

Het profiel van de gooreerdgronden is ijzerloos of het ijzer ontbreekt over een belangrijk gedeelte van het profiel tussen de Al en de diepere ondergrond. Deze gronden komen vooral voor in laag gelegen gebieden met geringe mogelijkheden van afwatering. In het algemeen is het milieu voor de natuurlijke vegetatie minder gunstig geweest. De grond is daardoor in de bovengrond zuurder ontwikkeld en dit is de oorzaak, dat hierin geen roestverschijnselen konden optreden.

De onderzochte profielen zijn afkomstig van percelen die buiten de beekdalen liggen. Het gemaakte onderscheid is een gevolg van de morfometrie van het toegepaste indelingssysteem. De mogelijkheid bestaat dat we hier met nauw verwante grensgevallen te doen hebben. Zo blijkt ook uit de tabel dat de verschillen in fosfaathuishouding in deze profielen gering zijn.

Figuur 5 geeft een overzicht van de analyseresultaten van deze profielen. Wat hierin het meest opvalt, is wel de relatief grote rijkdom aan mineraal fosfaat in de humusarme ondergrond. De toename van dit fosfaatbestanddeel begint op ongeveer 15 à 20 cm onder het humeuze dek en strekt zich uit over een paar horizonten van de gleyondergrond, die een gemiddeld humusgehalte van 0,5% hebben. De grootste accumulatie van mineraal fosfaat schijnt beneden het bemonsterde deel van de profielen te liggen.

De fosfaathuishouding van de bovengrond vertoont bij deze gronden on-

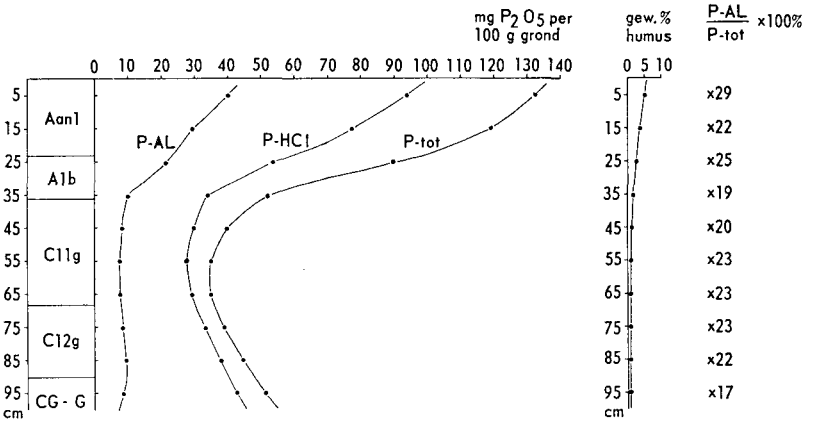



Fig. 5. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van dunne eerdgronden, berekend uit de analysegegevens van drie profielen (Profielnummers 65/45W, 77/45W en 80/45W)

*Fig. 5. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of earth soils having an A1 horizon thinner than 50 cm. The averages were calculated from the analytical data of three profiles (Numbers of the profiles 65/45W, 77/45W and 80/45W)*

geveer hetzelfde beeld als dat van de voorgaande gronden. De uitkomsten van de verschillende fosfaatanalyses zijn echter bij deze gronden wat minder hoog. De mobiliteit van het fosfaat in dit gedeelte van de profielen ligt ca. 10% lager; althans ten opzichte van de vochtige zwarte enkeerdgronden. Zij is ongeveer gelijk aan die van de bruine enkeerdgronden.

In de ondergrond vertoont de P-AL-fractie geen relatie tot P-HCl. Wel lijkt het erop, gezien de constante hoeveelheid organisch fosfaat, dat P-AL afhankelijk is van deze organische component. De reden waarom in de ondergrond van deze gronden de P-AL-fractie niet afhankelijk is van P-HCl en in die van de vochtige zwarte enkeerdgronden wel, moet misschien gezocht worden in een verschillend ijzergehalte. Dit was in de dunne eerdgronden drie maal zo hoog, namelijk 1,5 à 2%.

PODZOLGRONDEN

Het onderzoek strekte zich uit over een drietal typen van gronden die behoren tot de humuspodzolgronden. Het gemeenschappelijke kenmerk van deze gronden is het ABC-profiel met zwarte en bruine humus.

*Veldpodzolgronden*

In het Peelgebied werden zes profielen van ongestoorde heidegronden onder een natuurlijke vegetatie onderzocht. Als ijzerarme gronden met disperse humus in de B- en C-horizonten vallen ze in de subgroep veldpodzolgronden. Naar hoogteligging konden de onderzochte gronden worden onderscheiden in twee hoge, twee middelhoge en twee lage gronden. Door verschil in hoogteligging variëerden ze als volgt in profielbouw.

De hoge podzolgronden die in Gt VI vallen (GHG $>$ 80 cm en GLG $>$140 cm) hebben als A-horizonten een humeuze A1 en een licht humeuze A2, als B-horizonten een zwarte sterk humeuze B2h en een bruine humeuze B2.

De middelhoge gronden vallen in Gt V/VI (GHG $<$ 40 cm, GLG $>$ 120 cm of GHG 40–80 cm, GLG $>$ 120 cm). De belangrijkste verschillen met de hoge gronden zijn dat de A2 dunner en humeuzer is en dat het bovenste deel van de inspoelingshorizonten bestaat uit een sterk humeuze AB-horizont van zwarte en bruine humus.

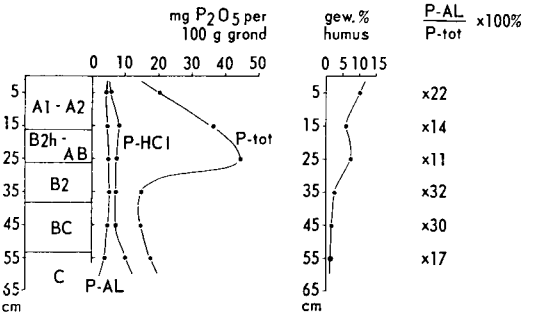
De lage veldpodzolgronden komen voor bij Gt III (GHG $<$ 40 cm, GLG $<$ 120 cm). Deze gronden zijn in de A1 venig ontwikkeld, onder deze horizont gaan ze over in een sterk humeuze tot venige AB-horizont.

De analyses van deze gronden bleken ondanks hun verschillende profielbouw niet ver uiteen te lopen. Daarom zijn zij in één groep ondergebracht.

De gemiddelde uitkomsten van de drie fosfaatbepalingen, afgebeeld in figuur 6, zijn zeer laag. In het bijzonder geldt dit voor P-HCl en P-AL. Deze gehalten zijn bijna gelijk en vertonen geen noemenswaardige variatie met de diepte. In de curve voor P-tot. tekent zich de ophoping af van organisch fosfaat in de B-horizonten. Bij de hoge veldpodzolgronden was een uitgesproken accumulatie aanwezig in de B2h-horizont, bij de middelhoge gronden in de AB en bij de lage gronden in de A1- en AB-horizont. Aange-

Fig. 6. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van niet-ontgonnen veldpodzolgronden, berekend uit de analysegegevens van zes profielen (Profielnummers 49/52W, 50/52W, 51/52W, 52/52W, 53/52W en 54/52W)

*Fig. 6. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of uncultivated 'veld' podzol soils, calculated from the analytical data of six profiles (Number of the profiles 49/52, 50/52W, 51/52W, 52/52W, 53/52W and 54/52W)*




zien deze horizonten in de verschillende gronden niet op dezelfde diepte liggen, is de spreiding van de fosfaatgehalten en die van de humus ten opzichte van de gemiddelden in het diagram tamelijk groot (zie de tabel).

De fosfaatoplosbaarheid in deze gronden variëert sterk met de diepte. Dit komt voornamelijk door het wisselende gehalte aan organisch fosfaat. De horizonten met zwarte humus hebben een veel geringere oplosbaarheid dan de bruine. De zwarte horizonten hebben de grootste hoeveelheid van de inmobiele fosfaatcomponent.

*Veldpodzolgronden onder een cultuurdek*

De analyseresultaten van een zestal ontginningsprofielen op veldpodzolgronden zijn afgebeeld in figuur 7. De A1p van deze gronden varieerde in dikte van 20 tot 30 cm. Naar hoogteligging vormden deze gronden een homogener groep dan de ongestoorde gronden. Twee onderzochte middel-

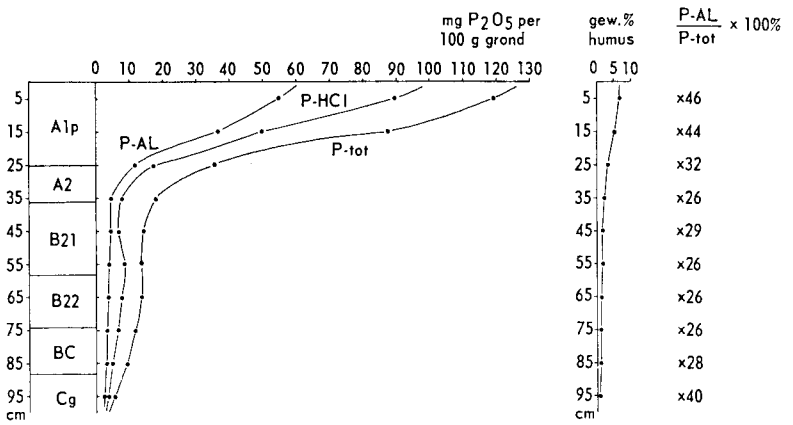



Fig. 7. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van veldpodzolgronden met een A1p, berekend uit de analysegegevens van zes profielen (Profielnummers 68/45W, 69/45W, 76/45W, 83/45W, 66/52W en 90/45O)

*Fig. 7. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of 'veld' podzol soils with an A1p horizon. The averages were calculated from the analytical data of six profiles (Numbers of the profiles 68/45W, 69/45W, 76/45W, 83/45W, 66/52W and 90/45O)*

hoge gronden met Gt V/VI liggen in het Peelgebied. De overige vier profielen zijn uit de omgeving van Den Bosch en hebben als grondwatertrap Gt V.

Onder het cultuurdek blijken deze gronden lagere humusgehalten te hebben dan de ongestoorde gronden. De lagere humusgehalten van de ondergrond gaan gepaard met een geringere verdichting en een grijzere kleur van de horizonten. Deze gronden zijn ontstaan onder invloed van een bosvegetatie, zodat de schralere B2- en BC-horizonten niet vergelijkbaar zijn met de overeenkomstige in de ongestoorde profielen.

Het fosfaatonderzoek van deze cultuurgronden leverde de volgende gegevens op. Zij bevatten een voornamelijk met mineraal fosfaat aangerijkte bouwvoor. Het gehalte aan organisch fosfaat is in dit deel van de profielen ongeveer even groot als in de humeuze horizonten van de ongestoorde veldpodzolgronden. Ook de gemiddelde humusgehalten in de bovengrond van beide groepen gronden ontlopen elkaar niet veel, zodat men kan stellen dat er in de ontginningsgronden door de bemesting weinig organisch fosfaat is bij gekomen. In gehalte aan mineraal fosfaat in de bouwvoor blijven deze gronden duidelijk achter bij de enkeerdgronden; ook is er een aanmerkelijk verschil in mobiliteit van het bodemfosfaat. Bij de ontginningsgronden ligt deze 15–20% hoger. Mogelijk moet dit verschil met de oude zandbouwlandgronden gezocht worden in een ongelijke vastlegging van het mineraal fosfaat in de organische reserve. Weliswaar komen er bij de ontginningsgronden grotere verschillen voor in gehalte aan mineraal fosfaat (zie de tabel), maar deze schijnen niet van invloed te zijn op de gemiddelde fosfaatmobiliteit in de bouwvoor. De spreiding van de oplosbaarheidsgetallen is bij de ontginningsgronden ongeveer even groot als bij de enkeerdgronden.

In de ondergrond van de ontginningsgronden komen fosfaatgehalten voor die van dezelfde orde van grootte zijn als die van de niet-ontgonnen veldpodzolgronden. De diepte waarover de profielen van beide groepen van gronden met elkaar vergelijkbaar zijn, is het traject van 35 tot 65 cm. Binnen dit traject doen zich enkele kleine verschillen voor tussen beide soorten van gronden ten aanzien van het verloop van de fosfaatcomponenten. Er is naar beneden een lichte toename van het fosfaatgehalte waar te nemen bij de niet-ontgonnen gronden. Deze is toe te schrijven aan een groter wordende component mineraal fosfaat. Over hetzelfde traject neemt het gehalte aan gemakkelijk oplosbaar fosfaat af bij deze gronden. Dit gedrag van P-HCl en van P-AL komt ook tot uiting in een teruglopen van de fosfaatmobiliteit tot 17% aan de onderkant van dit traject. Bij de ontginningsgronden geven de fosfaatcomponenten over deze diepte vrij constante waarden te zien en vertoont ook het cijfer voor de fosfaatmobiliteit een geringere variatie.

Deze verschillen in fosfaathuishouding van de ondergrond lijken, hoe bescheiden ook wat de fosfaatgehaltes betreft, van morfogenetische aard te zijn. Naar het zich laat aanzien, houden deze verband met de natuurlijke vegetatie waaronder de gronden zijn gevormd.

*Haarpodzolgronden*

Uit de heidegronden van het Peelgebied zijn voor het fosfaatonderzoek ook een drietal haarpodzolgronden uitgezocht. Deze gronden lagen woest. Het karakteristieke kenmerk van deze humuspodzolgronden is, dat zij een accumulatie van ijzer bevatten in de B-horizonten van bruine humus (B2). Deze bruine ijzerrijkere horizont komt in de regel voor onder een humeuze inspoelingshorizont van zwarte humus (B2h) die ijzerloos is. Ook het ijzergehalte van de ondergrond is bij de haardpodzolgronden doorgaans hoger dan bij de veldpodzolgronden. Hier bedraagt het verschil in ijzergehalte meestal nog enige tienden van gewichtsprocenten.

Ten opzichte van de veldpodzolgronden doen zich verschillen voor in de structuur van de humus in de horizonten die ijzer bevatten. Volgens Jongerius (1957) komt in de ijzerrijkere horizonten van de haarpodzolgronden naast humus in disperse vorm op de zandkorrels ook modervormige humus voor, die uit het oogpunt van bodemvruchtbaarheid hoger gewaardeerd wordt.

Figuur 8 geeft een overzicht van het gemiddelde fosfaatverloop in deze drie gronden. Omdat deze gronden alleen maar hoog boven het grondwater liggen (Gt VI en VII), zijn de uitkomsten niet volledig vergelijkbaar met die van de veldpodzolgronden. Qua humusgehalte en humusverdeling in het profiel komen zij overeen met de hoge veldpodzolgronden.

De haarpodzolgronden onderscheiden zich voornamelijk van de veldpodzolgronden door een hoger gehalte aan mineraal fosfaat, een zeer geringe fosfaatoplosbaarheid en een gelijkmatiger voorkomen van P in de fracties organisch en anorganisch fosfaat. Zowel in de B-horizonten als in die van de A1 en de A2 is geen duidelijke accumulatie aanwezig van organisch fosfaat, hetgeen voor de veldpodzolgronden juist zeer karakteristiek is. In deze horizonten verschilde zelfs het gehalte aan organisch fosfaat heel weinig van die van de C-ondergrond. Alleen in de B2h-horizont van de profielen is van een lichte aanrijking van organisch fosfaat sprake, wat evenwel in het diagramgemiddelde maar heel zwak tot uiting komt.

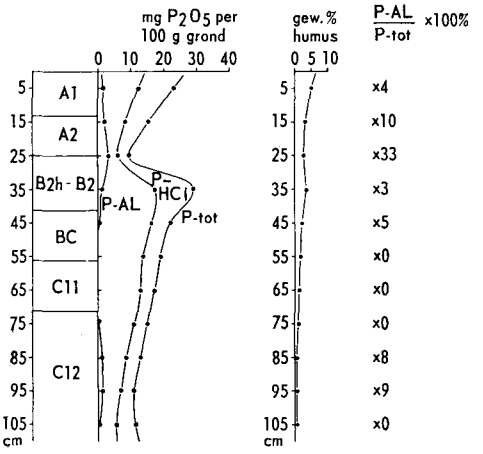



Fig. 8. Gemiddelden van enkele fosfaatfracties en van het humusgehalte van niet-ontgonnen haarpodzolgronden, berekend uit de analysegegevens van drie profielen (Profielnummers 18/52W, 19/52W en 21/52W)

*Fig. 8. Averages of some phosphate fractions and of the humus content of uncultivated 'haar'podzol soils, calculated from the analytical data of three profiles (Numbers of the profiles 18/52W, 19/52W and 21/52W)*

De gronden zijn relatief rijk aan mineraal fosfaat. In de A-horizonten bestaat ongeveer de helft van het bodemfosfaat uit dit bestanddeel, in de B-horizonten bedraagt het drievierde. Uit het curveverloop van P-HCl volgt dat dit fosfaatbestanddeel duidelijk aan podzolering onderhevig is geweest. De A-horizonten bevatten aanmerkelijk minder P-HCl dan de B-horizonten. Van de A-horizonten vertoont de A2 het laagste gehalte. Ook in de B2h-horizont is het gehalte aan P-HCl nog laag. Uit het diagram valt ogenschijnlijk op te maken, dat de ophoping van mineraal fosfaat zich over grotere diepte voortzet dan de B-horizonten met bruine humus, omdat deze fosfaatcomponent in de C-horizont geleidelijk afneemt. Het hogere fosfaatgehalte bovenin kan een gevolg zijn van een vroegere podzolering, maar kan ook door verwering zijn ontstaan. In verband met dit laatste kan er op gewezen worden, dat het gehalte aan P-HCl in de ondergrond nauw gecorreleerd is met het gehalte aan $Fe_2O_3$, zoals een aantal ijzeranalyses hebben uitgewezen.

Opmerkelijk is voorts de zeer geringe mobiliteit van het bodemfosfaat in deze gronden. Slechts in de A-horizonten en in de B2h is een zeer klein percentage gemakkelijk oplosbaar fosfaat aanwezig. Ook dit wijst in de richting van fosfaatfixatie tot Fe-fosfaten, waarvan bekend is dat zij weinig oplosbaar zijn bij de lage zuurgraad van deze gronden.

## SAMENVATTING

In het voorgaande werden de resultaten van een fosfaatonderzoek besproken. De fractionering van het bodemfosfaat, dat met gebruikmaking van drie verschillende oplosmiddelen werd uitgevoerd, leverde de volgende resultaten op.

Naar het al of niet voorkomen van grondwaterinvloed in het plaggendek werden zwarte vochtige en zwarte droge enkeerdgronden onderscheiden. De eerste bevatten fosfaatrijkere horizonten ter hoogte van de oorspronkelijke bouwvoor. Deze fosfaattoename is in hoofdzaak toe te schrijven aan een accumulatie van mineraal fosfaat. Tussen beide groepen van gronden doen zich in verband hiermede in de ondergrond verschillen voor in de mobiliteit van het bodemfosfaat.

De fosfaathuishouding van de vochtige bruine enkeerdgronden verschilde van de voorgaande door een gelijkmatiger verloop van de fosfaatoplosbaarheid over de hele diepte van de profielen. De variaties in oplosbaarheid tussen de profielen onderling zijn in de Aan-horizonten aanmerkelijk kleiner dan in de humusarme ondergrond. De grotere variaties in de ondergrond bleken niet gecorreleerd te zijn met de grotere verschillen in fosfaatgehalte die hier werden gevonden.

De dunne enkeerdgronden vielen op door een betrekkelijk hoog gehalte aan mineraal fosfaat in de humusarme ondergrond en zeer kleine verschillen in de fosfaatmobiliteit tussen de humeuze en humusarme horizonten onderling.

De niet-ontgonnen veldpodzolgronden waren uitgesproken arm aan mineraal fosfaat in alle horizonten van de profielen. In het humeuze gedeelte van

de profielen was het gehalte aan organisch fosfaat van dezelfde orde van grootte als bij de vorige gronden of plaatselijk hoger (zwarte B2h-horizont bij de hoge gronden). In de inspoelingshorizonten met zwarte humus is een sterke accumulatie aanwezig van organisch fosfaat. De oplosbaarheid van dit fosfaat was in de zwarte horizonten zeer gering, zij vertoonde een maximum in de bruine humeuze horizonten.

Het fosfaatgehalte van de bovengrond van ontginningen op veldpodzolgronden bleek aanmerkelijk lager te liggen dan dat van de vorige cultuurgronden. De oplosbaarheid van het fosfaat was in dit gedeelte van de ontginningsprofielen het hoogst van alle gronden.

De profielen van de haarpodzolgronden hadden in de humeuze horizonten gemiddeld een lager fosfaatgehalte dan de niet-ontgonnen veldpodzolgronden. In de humusarme ondergrond was het verschil met de ijzerarme veldpodzolgronden kleiner. Er deed zich bij de haarpodzolgronden geen noemenswaardige accumulatie voor van organisch fosfaat in de inspoelingshorizonten B2h en B2. Wel vertoonden deze horizonten een ophoping van mineraal fosfaat, dat pas geleidelijk afnam in de diepere ondergrond. Verder werden deze gronden gekenmerkt door een zeer geringe mobiliteit van het bodemfosfaat.

De resultaten van dit onderzoek hebben uitgewezen dat met deze methode van onderzoek reeds belangrijke verschillen in de fosfaathuishouding van de gronden zijn aan te tonen. Ondanks de cultuurmaatregelen die de fosfaathuishouding van de bovengrond beheersen, zijn er verschillen in mobiliteit van het fosfaat. In de ondergrond is er een duidelijk verband tussen de bodemkundige ontwikkeling van de horizonten en hun natuurlijke fosfaatvruchtbaarheid.


## SUMMARY

The article surveys the results of a study of the phosphates in a number of sandy soils in North Brabant. The study consisted in determining the three phosphate fractions in the various soil profile horizons. The content of readily soluble soil phosphate was approximately determined by means of a P-AL extraction of the soil material (P-AL). The amount of mineral phosphate was estimated by extracting with a 5 percent hydrochloric acid solution (P-HCl). The total soil phosphate content was determined by extraction with Fleischmann acid (P-tot.). The difference between P-tot. and P-HCl was approximately to the amount of organically bound phosphate in the soil (P-org.).

29 soil profiles were investigated, belonging to 6 types of soil. The results for each of these types were averaged per soil layer of 10 cm, the averages being plotted in Figures 2–8. A marked variation was found in the size of the phosphate characteristics in the various profile types.

In this study a distinction was drawn between black dry and black moist 'enk' earth soils. Black moist 'enk' earth soils contain horizons richer in phosphates at the level of the original tilth.

The phosphate economy of moist brown 'enk' earth soils differed from the

former by the absence of horizons richer in phosphates at the transition from the manure cover to the humuspoor subsoil. Furthermore, these soils have a practically constant phosphate solubility in the profile.

Earth soils with a thin A1 horizon were notable in having a relatively high mineral phosphate content in the humuspoor subsoil and a constant, very low phosphate solubility in the entire profile.

The uncultivated 'veld' podzol soils are extremely poor in mineral phosphate. The organic phosphate content in these iron-deficient soils reaches a maximum in the illuviation horizons of black humus.

It was found that cultivated 'veld' podzol soils had a lower phosphate content in the tilth than the other cultivated soils, but the phosphate solubility was noticeably higher.

'Haar' podzol soils (soils not deprived of iron) also have an accumulation of mineral phosphate in the illuvation horizons of brown humus. The phosphate in these soils is very poorly soluble.

The conclusion drawn from this phosphate study is that it brought to light considerable differences in phosphate economy.

## LITERATUUR


*Bakker, H. de en J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland; de hogere niveaus. Wageningen.

*Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek*, 1959: Landelijke adviesbasis grondonderzoek landbouw. Oosterbeek.

*Diepen, D. van*, 1954: Profielkenmerken van droge cultuurgronden. Landbouwk. Tijdschr. *66*, 590–597.

*Diepen, D. van*, 1967: De Noordbrabantse zandgronden. In: De geschiktheid van de bodem van Nederland voor akker- en weidebouw. Wageningen. 40–43.

*Domingo, W. R.*, 1960: Enige onderwerpen uit de scheikunde van de grond. Cursus Bemestingsleer 1960. Oosterbeek, Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek.

*Egner, H., H. Riehm und W. R. Domingo*, 1960: Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Kungl. Landbrukshögskolans Annaler 26, 199–215.

*Haas, H. J., D. L. Grunes and G. A. Reichman*, 1961: Phosphorus changes in Great Plains Soils as influenced by cropping and manure applications. Proc. Soil Science Soc. of America 25, 214–218.

*Chang, S. C. and M. L. Jackson*, 1957: Fractionation of soil phosphorus. Soil Science *84*, 133–144.

*Jongerius, A.*, 1957: Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 63.12. Bodemkundige Studies 2. Diss. Wageningen.

*Paauw, F. van der*, 1950: Invloed van de kalktoestand op de beschikbaarheid van fosfaat op zandgrond. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 56.8.

*Paauw, F. van der en L. Ch. N. de la Lande Cremer*, 1951: Toetsing van grondonderzoek naar fosfaattoestand op Nederlands grasland. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 57.15.

*Pape, J. C.*, 1966: Enige gegevens over oude bouwlanden. Boor en Spade *XV*, 86–93.

*Patel, J. M. and B. V. Mehta*, 1961: Soil phosphorus fractionation studies. Proc. Soil Science Soc. of America 25, 190–192.

*Sommer, G.*, 1966: Untersuchungen zur Fraktionierung des anorganischen Phosphats im Boden. Zeitschr. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde *113*, 215–226.

*Vermeulen, F. H. B. en P. J. Fey*, 1957: De fosfaattoestand van bouwland en grasland in Nederland. 's-Gravenhage. Versl. Landbouwk. Onderz. 637.

*Vries, O. de, H. Koornneef en F. J. A. Dechering*, 1944: Een onderzoek naar de bodemgesteldheid in den Huizenbeemd nabij Oss (Nbr.). Tijdschr. Ned. Aardrijksk. Gen. *61*, 221–262.
*Vries, O. de en J. v. d. Spek*, 1941: Resultaten van het onderzoek van enkele Nederlandsche heidepodsolprofielen. In: Besprekingen over het heidepodsolprofiel, 118–130. Arnhem.
*Vries, O. de en A. M. van Vliet*, 1945: Onderzoek naar de bodemgesteldheid van het landgoed de Utrecht nabij Esbeek (N.B.). Groningen, Versl. Landbouwk. Onderz. 50(9)A.

# DE TWISKEPOLDER ALS CULTUURGROND

*The Twiske Polder as cultivable land*

**W. van der Knaap**[1])

## INLEIDING

In westelijk Nederland is eeuwenlang veen gebaggerd voor de turfbereiding. Daardoor nam aanvankelijk de oppervlakte cultuurland geleidelijk af en werden de sloten en gaten – pet- of trekgaten genoemd – steeds talrijker en breder. Veel verveningsgebieden zijn later omdijkt en drooggelegd. De grond kon dan, veelal na ingrijpende cultuurtechnische maatregelen, weer voor land- en tuinbouw worden gebruikt.

Een der jongste van deze droogmakerijen is de Twiskepolder, die ten noorden van Amsterdam ligt en begrensd wordt door de dorpen Oostzaan in het westen en Den Ilp en Landsmeer in het oosten. De polder is in 1947 drooggemalen. Er was toen nog heel wat voor turf bruikbaar veen aanwezig. Nadat een flink aantal percelen in cultuurland herschapen was, is in 1956 een onderzoek ingesteld naar de gebruiksmogelijkheden voor land- en tuinbouw. Hiervoor is onder andere op enkele percelen een groot aantal boringen tot 1,5 meter diepte verricht.

Bij dit geschiktheidsonderzoek is vooral aandacht besteed aan de klinkverschillen. Alvorens hierop nader in te gaan, zullen eerst de omstandigheden worden genoemd, die tot deze verschillen hebben geleid.

## DE OUDE TOESTAND

### *Oorspronkelijke bodemgesteldheid*

Vóór de vervening was het veenpakket 3,5 à 4 meter dik. Het rustte op een kleiige ondergrond, die naar beneden snel zandiger werd. De veenlaag, althans de bovenste meters, bestond voornamelijk uit veenmosveen met veel resten van heide en wollegras, zelfs langs de Twiske.

Reeds in de middeleeuwen is dit gebied in cultuur genomen, waarbij een dicht net van sloten en greppels is gegraven. Daardoor werd een zodanige waterafvoer mogelijk, dat een veraarde bovenlaag kon ontstaan.

### *Vervening*

Het veenmosveen, dat kleiarm is en zich onder de veraarde, vaak meer of minder kleiige bovenlaag bevond, was zeer geschikt voor brandstof. Veel veenmosveen is dan ook geleidelijk tot turf verwerkt. Ten slotte bleven vaak maar smalle stroken land over – de (veen)ribben, hier ekkerland genoemd, – om er de specie op te laten drogen.

Naarmate de watervlakten groter werden, werd de golfslag sterker. Dit werkte de afslag van oevers en het wegslaan van ribben in de hand, wat dan weer bijdroeg tot vergroting van de plas. De afslag, voornamelijk veen, verzamelde zich met de resten van water- en oeverplanten en dieren op de bo-

[1]) Afdeling Tuinbouw, Stichting voor Bodemkartering

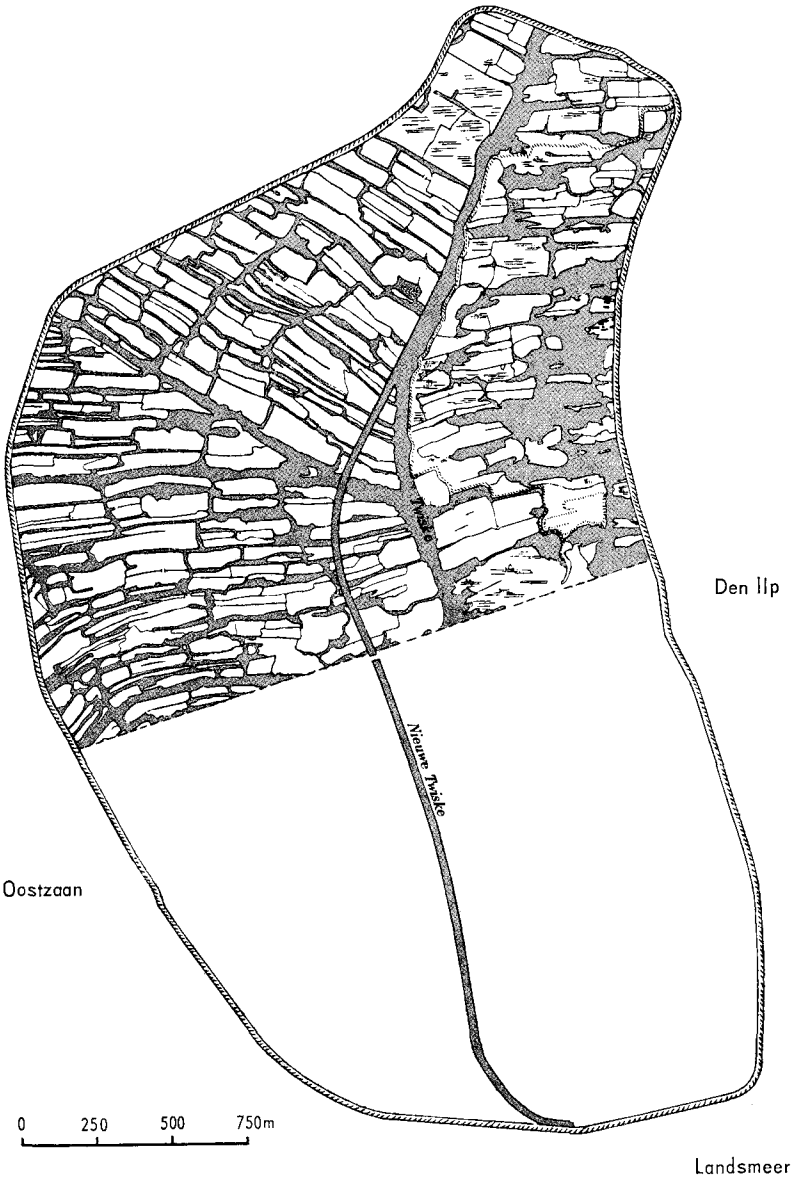



Fig. 1. De Twiskepolder in 1946. De ringdijk omsluit een petgatengebied, waarvan het zuidelijke gedeelte in ontginning is (Naar de topografische kaart 25 E, schaal 1:25000, van 1950)

*Fig. 1. The Twiske Polder in 1946. The circular dyke encloses an area of peat dredgings of which the southern part is being reclaimed (As shown on the topographical map 25 E, scale 1:25000, published 1950)*

dem van de plas. Dit bezinksel kan vrijwel geheel uit verslagen veen bestaan, maar het is vaak een tamelijk homogeen mengsel van plantaardige en dierlijke oorsprong, met zeer fijn verslagen veen en voormalige bovengrond. Naarmate de bovengrond kleiiger was, is nu ook het mengsel kleiiger. Dit bezinksel wordt verder in dit verhaal met bagger aangeduid. Het is een zwarte, slappe massa, die ook wel meermolm, veenslik of gyttja wordt genoemd. De bagger rust veelal op een veenbodem, restveen genoemd, die onaangeroerd gebleven is, omdat dit veen minder geschikt was voor turf.

In ondiepe petgaten ontstond geleidelijk een vegetatie van riet, lisdodde en andere planten, waarvan de wortels en wortelstokken zich tot een dicht netwerk verweefden (Havinga, 1957). Deze drijvende massa wordt zudde of kragge genoemd. Aldus begon de veenvorming opnieuw. Het jonge veen heeft echter een heel andere samenstelling dan het oorspronkelijke veenmosveen.

## DE INPOLDERING

Toen in 1941 met de aanleg van de ringdijk werd begonnen, waren nog veel onverveende grotere en kleinere eilanden en ribben aanwezig. Hoe destijds de situatie in het gehele gebied was, is te zien in het bovenste deel van figuur 1.

Voordat de dijk werd aangelegd, werd een cunet (sleuf) gebaggerd tot in de zandige ondergrond. Buiten de ringdijk heeft men op de plaatsen waar het benodigde zand werd gewonnen, eveneens de niet-zandige bovenlaag weggebaggerd. Dit gebaggerde zandige, kleiige, doch voornamelijk venige materiaal werd binnen het te omdijken gebied gespoten. Ten dele werd het in depots verzameld en ten dele zijn de plassen binnen de ringdijk ermee opgevuld. Dit materiaal is meestal nog herkenbaar aan de fijnheid van het verslagen veen en de dunne bandjes van kalkloos zand, die zich er in bevinden.

Zo kwam in 1943 een gedeelte droog te liggen, waarin grillig gevormde, niet verveende stroken (ribben) veenmosveen afgewisseld lagen met voormalige plassen en sloten, die opgevuld waren met bagger, verslagen veen, kraggen en opgespoten venig materiaal. Getracht is met behulp van vele grondboringen dit grillige patroon in kaart te brengen. Een detail hiervan geeft figuur 2.

## DE ONTGINNING

Na de droogmaking van het zuidelijk deel werd met de ontginning begonnen. Bij de aanleg van een net van afwateringssloten, veelal schuin op het oude verkavelingspatroon, kwam opnieuw veel venig materiaal van uiteenlopende aard beschikbaar. Dit werd op de nieuw te vormen percelen gebracht. In verband met de ontginning werd het slootwaterpeil zeer laag gehouden. Figuur 3 laat de toestand zien na het graven van de verkavelingssloten. Vervolgens werd de grond geëgaliseerd en diep gespit. Men streefde daarbij naar een bewerkingsdiepte van 80 cm en bestemde het volgende materiaal voor de bovengrond.

– de meer of minder veraarde bovenlaag van de onverveende ribben,

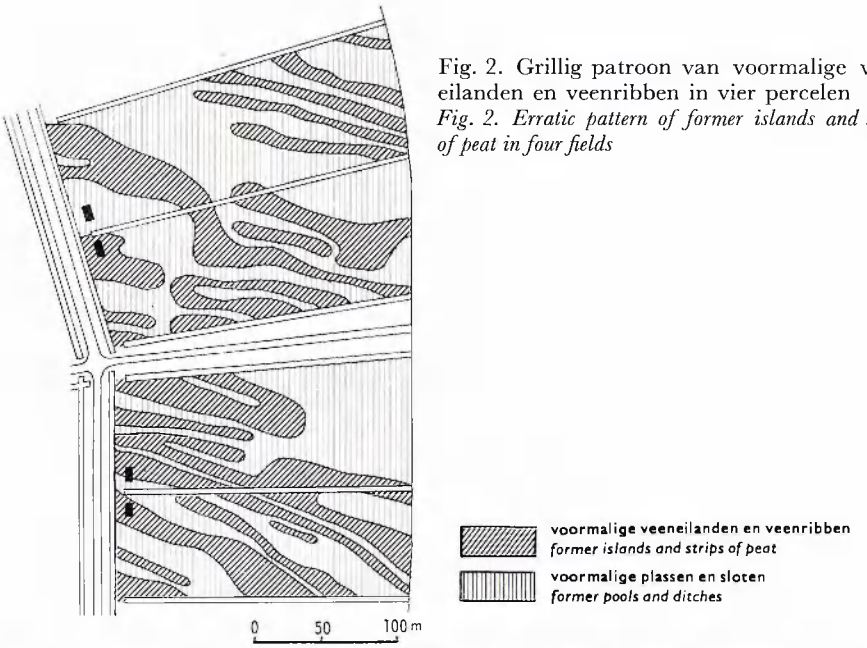



Fig. 2. Grillig patroon van voormalige veeneilanden en veenribben in vier percelen
*Fig. 2. Erratic pattern of former islands and strips of peat in four fields*

Fig. 3. Enkele nog niet geëgaliseerde percelen in het zuidelijke gedeelte van de Twiskepolder. De nieuwe sloot (A) loopt schuin door het oude verkavelingspatroon. Smalle stroken veenmosveen (B) worden afgewisseld door gedeeltelijk met bagger en andere veensoorten opgevulde sloten (C)
*Fig. 3. Some still unlevelled fields in the southern part of the Twiske Polder. The new ditch (A) cuts across the pattern of the former field. Narrow strips of peat-moss peat (B) alternate with ditches (C) partly filled up with gyttja and other types of peat*
Foto: Stiboka R 31-139

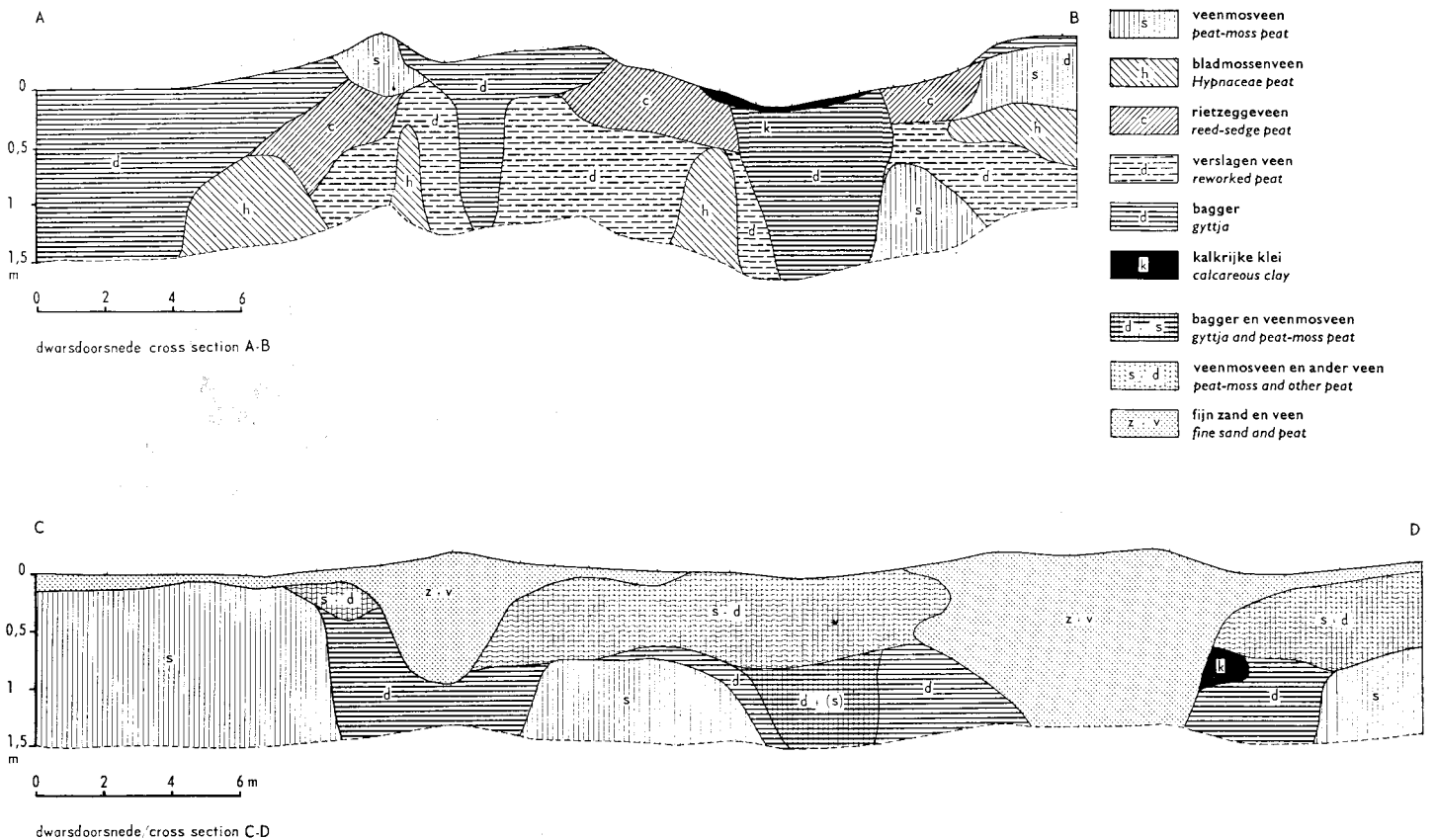



Fig. 4. Twee doorsneden van de bodem in het zuidelijke gedeelte van de Twiskepolder
*Fig. 4. Two cross sections of the soil in the southern part of the Twiskepolder*

- de schelpjesrijke bagger uit de plassen,
- het opgespoten, voornamelijk venige materiaal,
- het grove bladmossenveen.

Doordat het weer in cultuur brengen van deze gronden grotendeels met ongeschoolde krachten moest worden uitgevoerd, is het niet steeds gelukt het beste materiaal boven te houden of te brengen.

Toen de ontgonnen percelen enkele jaren in cultuur waren, is na-egalisatie toegepast. Daarna zijn ze met een circa 5 cm dikke laag bezand. Dit overwegend kalkrijke zand werd vlak buiten de polder uit de ondergrond gewonnen.

## HUIDIGE BODEMGESTELDHEID

*Sterk wisselende samenstelling van boven- en ondergrond*

Door het veelvuldig ingrijpen van de mens in de loop der eeuwen is het uniforme veenmosveengebied veranderd in een gebied met vele veensoorten op en naast elkaar.

Om een indruk te geven van de wisselende profielopbouw van de gronden in dit gebied, zijn enkele doorsneden vervaardigd (fig. 4). De gegevens voor deze doorsneden werden verkregen door ongeveer loodrecht op de strekking van de voormalige veenribben (ekkerland) op onderlinge afstanden van 1 à 2 meter boringen te verrichten tot een diepte van 1,5 meter.

Doorsnede A-B is van een nog niet ontgonnen perceel. In de ondergrond komen enkele strookjes bladmossenveen en veenmosveen voor. Ertussen en erop wordt vooral verslagen veen en bagger aangetroffen met voornamelijk bovenin rietzeggeveen.

Doorsnede C-D laat over een lengte van ruim 40 meter de bodemopbouw zien van een diep bewerkt en geëgaliseerd graslandperceel, dat 5 cm dik bezand is. Er komen drie veenribben in voor met veenmosveen. Bij het diepspitten is een gedeelte vermengd met ander veen. De tussenliggende stroken zijn of waren grotendeels opgevuld met baggerachtig materiaal. Later is fijn kalkrijk zand, soms met kleilensjes, op de laagst gelegen plaatsen ingevloeid vanuit een naburig depot. Een voorbeeld van de verschillen in bovengrond op een perceel van $\pm 1\frac{1}{2}$ ha geeft figuur 5, waarop ruim veertig boringen zijn verricht.

De cultuurgewassen, die de eerste jaren op deze percelen werden verbouwd, vertoonden een grillig patroon van groeiverschillen. Zo was in mei 1956 de stand van het in figuur 6 afgebeelde jonge graangewas overwegend matig tot slecht. Slechts enkele smalle strookjes vertoonden een normale stand. Op de slechte plekken bleek de bovenlaag overwegend uit zeggerietveen te bestaan. Op de plekken met een goede stand bestond de bovenlaag meestal uit voormalige teelaarde, veenmosveen of bladmossenveen of opgespoten venig materiaal. Op de plaatsen met een matige stand was de bovenlaag meestal een mengsel van bovengenoemde soorten.

Vermoed werd dat de verschillen in de stand van het gewas voornamelijk berustten op chemische verschillen in de bovenlaag. Van een aantal veensoorten zijn daarom de pH en de gehalten aan ijzer en aluminium bepaald (zie tabel 1).

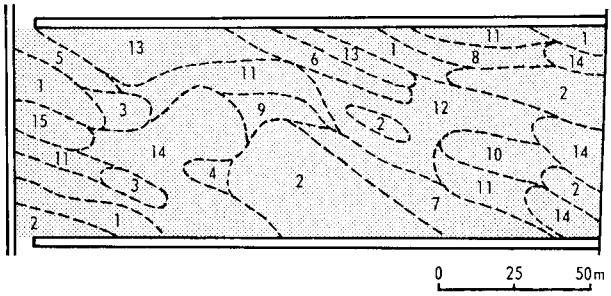



Fig. 5. De bovengrond van een perceel na diepe grondbewerking en egalisatie
*Fig. 5. The topsoil of a field after deep ploughing and levelling*

1. Veenmosveen / *Peat-moss peat*
2. Veenmosveen met wat zeggeveen / *Peat-moss peat with some sedge peat*
3. Veenmosveen en zeggeveen / *Peat-moss peat and sedge peat*
4. Zeggeveen met wat veenmosveen / *Sedge peat with some peat-moss peat*
5. Veenmosveen, zeggeveen en/of zeggerietveen / *Peat-moss peat, sedge peat and/or sedge-reed peat*
6. Veenmosveen, zeggeveen en bagger / *Peat-moss peat, sedge peat and gyttja*
7. Veenmosveen en bagger / *Peat-moss peat and gyttja*
8. Zeggeveen (rietzeggeveen) / *Sedge peat (reed-sedge peat)*
9. Zeggeveen en rietzeggeveen / *Sedge peat and reed-sedge peat*
10. Zeggeveen en bagger / *Sedge peat and gyttja*
11. Rietveen/zeggerietveen / *Reed peat/sedge-reed peat*
12. Zeggerietveen en ander veen / *Sedge-reed peat and other peat*
13. Bagger, verslagen veen / *Gyttja, reworked peat*
14. Veen en zand / *Peat and sand*
15. Veen, zand en klei / *Peat, sand and clay*

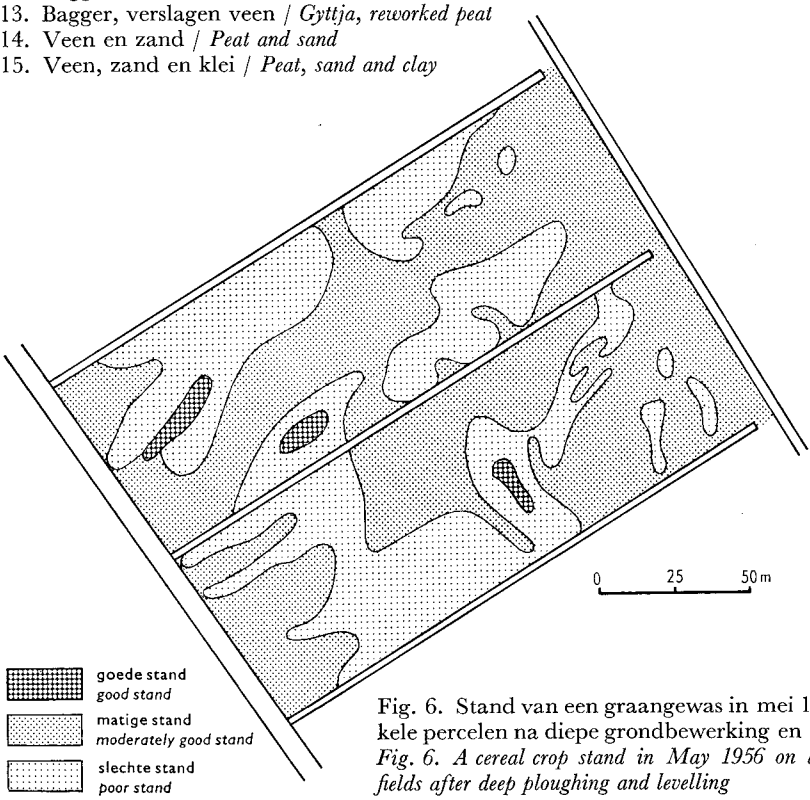



Fig. 6. Stand van een graangewas in mei 1956 op enkele percelen na diepe grondbewerking en egalisatie
*Fig. 6. A cereal crop stand in May 1956 on a number of fields after deep ploughing and levelling*

TABEL 1. Analysecijfers van veensoorten (Laboratorium voor grondonderzoek te Naaldwijk)
TABLE 1. *Analysis figures of types of peat (Laboratory for Soil Research at Naaldwijk)*

| Veensoorten / *Types of peat* | pH ($H_2O$) | Fe[1]) | Al[1]) |
|---|---|---|---|
| Zwak kleiig zeggerietveen<br>*Some clay containing sedge-reed peat* | 2,8 | >50 | >>50 |
| Zwak kleiig zeggerietveen<br>*Some clay containing sedge-reed peat* | 4,5 | >50 | >50 |
| Opgespoten veen<br>*Peat pumped on soil* | 5,8 | 4,8 | 5,2 |
| Bagger met schelpjes<br>*Shells containing gyttja* | 7,3 | 11,2 | 0,0 |

[1]) Uitgedrukt in delen per miljoen (dpm) in het extract van azijnzuur.
[1]) *Expressed in ppm in the acetic acid extract.*

Uit deze cijfers bleek dat de pH ($H_2O$) van het vaak aanvankelijk sulfiderijke zeggerietveen (Bennema, 1953) laag was en van het opgespoten veen en de bagger hoger. De ijzer- en aluminiumcijfers geven veelal een goede indruk omtrent de kwaliteit. Zijn deze cijfers voor veen hoger dan 6, dan is er gevaar voor fosfaatfixatie en (irreversibele) indroging. Het gehalte aan ijzer en aluminium van het zeggerietveen blijkt veel te hoog en van de overige veensoorten gunstiger te zijn.

Op de bezande percelen vertoonden de gewassen een minder onregelmatige en betere stand dan op de onbezande. Ook vertoonden de analysecijfers van enkele veensoorten op bezande percelen minder variaties (tabel 2).

Het kalkrijke zand heeft de milieu-omstandigheden in de bovenlaag wat gelijkmatiger gemaakt, niet alleen in chemisch, doch ook in fysisch opzicht.

TABEL 2. Analysecijfers van veensoorten onder een bezandingsdek (Laboratorium voor Grondonderzoek te Naaldwijk)
TABLE 2. *Analysis figures of types of peat underlying a sand cover (Laboratory for Soil Research at Naaldwijk)*

| Veensoorten<br>*Types of peat* | pH ($H_2O$) | Fe[1]) | Al[1]) |
|---|---|---|---|
| Zeggerietveen<br>*Sedge-reed peat* | 5,1 | 22 | 18 |
| Bagger<br>*Gyttja* | 6,2 | 1,6 | 1,8 |
| Veenmosveen<br>*Peat-moss peat* | 6,6 | 7,0 | 0,5 |

[1]) Uitgedrukt in delen per miljoen (dpm) in het extract van azijnzuur.
[1]) *Expressed in ppm in the acetic acid extract.*

Door het zwaardere zand ligt de bovengrond meer gesloten, zodat de capillaire opstijging beter is. Het zaaizaad ontkiemt hierdoor gemakkelijker en gelijkmatiger. Op het desbetreffende grasland is het vertrappingsgevaar afgenomen.

*Klinkverschillen en hun gevolgen*

Het belangrijkste probleem op de cultuurgronden in de Twiskepolder vormt de ongelijke klink van de voormalige veenribben en petgaten. Door de grotere dikte van de restveenlaag zal dit probleem in deze polder groter zijn dan in andere ontgonnen, uitgeveende polders. In die andere polders bevindt zich reeds op geringe diepte klei of zand, dat niet verwerkt is en minder en/of gelijkmatiger klinkt.

Behalve verschillen in klink tussen wel en niet verveende stroken spelen ook klinkverschillen tussen veensoorten een rol. Het veenmosveen dat tijdens de vorming periodiek droog kwam, klinkt veel trager dan het grotendeels onder water gevormde zeggerietveen. De bagger klinkt minder naarmate het kleigehalte hoger is.

Door klinkverschillen waren in het jaar van onderzoek op de geëgaliseerde percelen onder gras al weer hoogteverschillen ontstaan van soms 50 cm. Verder werd in vochtige perioden in de lage delen ondanks de laaggehouden, tamelijk constante slootwaterstand toch wateroverlast en schade door vertrapping geconstateerd. De hoogste delen vertoonden weinig schade door vertrapping, doch soms wel structuurverval (poederstructuur door een te lage waterstand). De marge tussen te hoge en te lage waterstanden is op veengronden nogal smal.

Mede omdat de percelen nogal breed zijn, zou drainage gewenst zijn om wateroverlast in laagten te voorkomen. Maar door de ongelijke klink zouden vele drainreeksen ongelijk verzakken. Toepassing van buizen zou dus tot nog grotere moeilijkheden leiden. Drainage met takkenbossen zou betere resultaten geven, doch is waarschijnlijk om andere redenen niet uitvoerbaar.

*Herhaalde egalisatie en de gevolgen*

De voortdurend toenemende hoogteverschillen op de graslandpercelen maken het maaien steeds moeilijker. Ook ondervindt men in laagten steeds meer wateroverlast en neemt op de hoge delen de kans op verdroging toe. Deze moeilijkheden zullen de grondgebruiker periodiek doen besluiten het grasland te scheuren en tot egalisatie over te gaan.

Bij deze egalisatie kan men ondergrond van de hoge delen onder de zandige bovengrond van de laagten aanbrengen. Dit verplaatste, weinig veraarde venige materiaal zal door de gewijzigde grond-water-luchtverhouding sneller interen dan de niet verwerkte ondergrond in de hoge delen.

Wordt alleen met bovengrond geëgaliseerd, dan zullen de toekomstige klinkverschillen kleiner zijn. Blijft echter de egalisatie beperkt tot gelijkschuiven van het perceel, dan zal de vruchtbare bovengrond op de ene plaats steeds dikker worden en op de andere plaats dunner of zelfs geheel verdwijnen. Het bezandingsdek komt dan voornamelijk terecht op de lage

plaatsen met de grootste inklinking. Ter plaatse van de voormalige veenribben, die veel minder klinken, komt dan de weinig veraarde, venige ondergrond aan de oppervlakte. Aldus ontstaat een grillig patroon van zandige, chemisch vruchtbare stroken naast venige, minder vruchtbare. Het bovengekomen veen zal van wisselende, vaak matige kwaliteit zijn.

Op graslandpercelen zullen deze verschillen schoksgewijze optreden, omdat de egalisaties periodiek uitgevoerd worden. Op percelen die voor akkerbouw of tuinbouw in gebruik zijn, verloopt het proces geleidelijker, omdat bij praktisch iedere grondbewerking wel enige verplaatsing van de bovengrond van hogere naar lagere delen plaats heeft.

Doordat het patroon van chemisch vruchtbaarder en minder vruchtbare gronden zo grillig is, is het praktisch niet uitvoerbaar om er bij de bemesting rekening mee te houden. Het gevolg is dat sommige plaatsen te veel, andere te weinig meststoffen ontvangen. In hoeverre deze verschillen in chemische vruchtbaarheid samenhangen met verschillen in pH, is niet bekend. De verschillen in pH tussen veensoorten van onbezande en bezande percelen doen vermoeden, dat het doorsijpelende regenwater, dat via het kalkrijke bezandingsdek de venige ondergrond bereikt, de pH hiervan enigszins opvoert.

## SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De droogmakerij 'De Twiskepolder' onderscheidt zich van vele andere droogmakerijen door een grotere hoeveelheid achtergebleven restveen en door de bezanding met kalkrijk zand.

Bij de droogmaking waren nog vele grotere of kleinere onverveende stroken aanwezig. Na de egalisatie bleken deze vaak smalle, grillige stroken veenmosveen minder te klinken dan de omliggende petgaten. De petgaten zijn voornamelijk met verslagen veen, bagger en kragge opgevuld.

Door de klinkverschillen ontstaan hoogteverschillen in het maaiveld, die diverse bewerkingen bemoeilijken, wateroverlast in de laagten veroorzaken en verdrogingsgevaar en structuurverval op de hoge delen meebrengen. Drainreeksen zullen eveneens ongelijk verzakken.

Periodiek egaliseren is noodzakelijk maar lost het probleem van de klink niet op. Afschuiven van de bovenlaag van de hoge delen leidt tot grote vruchtbaarheidsverschillen in de bovengrond. Op plaatsen met sterke klink wordt namelijk de bovengrond, die voor een belangrijk deel bestaat uit het kalkrijke bezandingsdek, steeds dikker. Op de hogere delen blijft steeds minder van dit bezandingsdek achter, zodat steeds meer veen uit de ondergrond in de bovengrond wordt opgenomen.

De verschillen in klink en zandigheid en de grote variatie in chemische vruchtbaarheid op de percelen maken deze gronden weinig aantrekkelijk als cultuurland, vooral voor de toepassing van intensieve teelten.

Voorjaar 1968

## SUMMARY

The Twiske Polder in the Province of North Holland differs from many other reclaimed areas by containing more peat remnants and by being covered

with calcareous sand. At the time of the reclamation there were still a considerable number of strips of various sizes from which no peat had been cut. After levelling it was found that these often narrow and erratic strips of peat-moss peat were subject to less compaction than the surrounding peat dredgings, the latter being mostly filled up with reworked peat, gyttja and quaking bog.

The differences in compaction lead to differences in height at the surface which create difficulties when the land is mown, cause flooding in the hollows and drying up and structural decay in the elevated parts. Drains are also subject to non-uniform subsidence. Periodical levelling is required, but this does not solve the compaction problem.

Owing to the differences in compaction and sandiness, together with the great variation in chemical fertility of the fields, this type of land is not very suitable for cultivating crops, especially intensive crops.

## LITERATUUR

*Bennema, J.*, 1953: Pyriet en koolzure kalk in de droogmakerij Groot Mijdrecht. Boor en Spade *VI*, 142.

*Edelman, C. H.*, 1950: Inleiding tot de bodemkunde van Nederland. Amsterdam.

*Havinga, A. J.*, 1957: Bijdrage tot de kennis van het rietland van noordwest Overijssel. Boor en Spade *VIII*, 131–140.

*Pons, L. J.*, 1965: In: De bodem van Nederland. Wageningen.

*Visser, A. de*, 1958: Kunstmatige gronden in Nederland. Boor en Spade *IX*, 135–141.

# DRAAGKRACHT VAN DE BOVENLAAG IN HET RUILVERKAVELINGSGEBIED OLDELAMER

*Bearing capacity of the top soil in the Oldelamer land consolidation area*

**A. M. van den Akker**[1]) **en H. J. M. Zegers**[2])

## INLEIDING

Ter voorbereiding van een ruilverkaveling is een deel van de Friese gemeente Weststellingwerf bodemkundig onderzocht. Het onderzochte gebied ligt ten westen en ten zuidwesten van Wolvega. De totale oppervlakte bedraagt 4250 ha. Circa 350 ha petgaten en rietlanden zijn niet in het onderzoek betrokken. Binnen het gebied ligt een aantal woonkernen, waarvan Nijelamer, Oldelamer, Oldetrijne, Sonnega en Wolvega de voornaamste zijn (fig. 1).

Ongeveer tweederde deel van het gebied heeft een bodem van moerige gronden en veengronden. De vertrappingsverschijnselen op deze in grasland liggende gronden waren aanleiding om tevens een onderzoek naar de stevigheid of draagkracht van de bovenlaag in te stellen.

In dit artikel zal na een summiere beschrijving van de bodemgesteldheid worden ingegaan op de samenstelling en eigenschappen van de bovenlaag, en wel in het bijzonder op de weerstand die de diverse gronden aan de druk van de hoeven van het vee en van de wielen van landbouwwerktuigen kunnen bieden.

[1]) Rayon noord, Stichting voor Bodemkartering.
[2]) Afdeling Opdrachten, Stichting voor Bodemkartering.

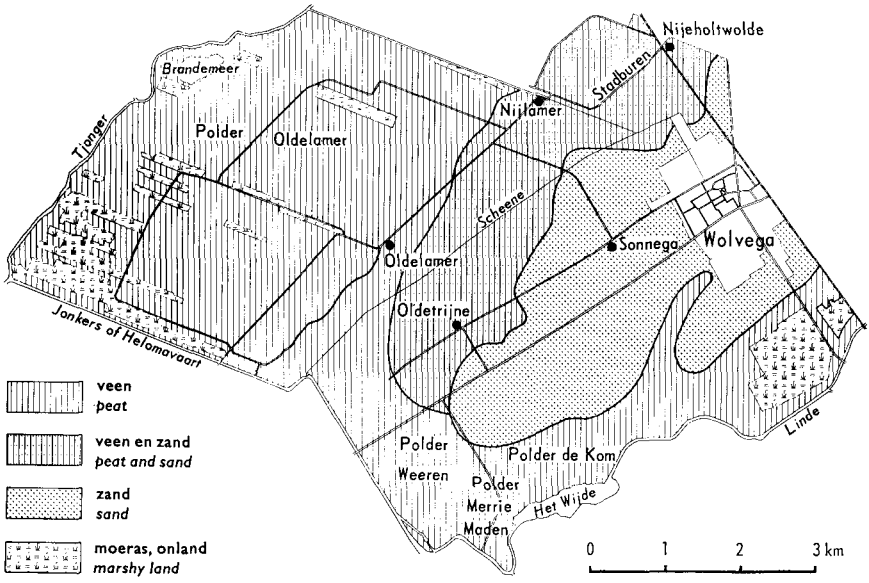



Fig. 1. Situatiekaart met indeling in bodemlandschappen
*Fig. 1. Location plan divided into soil landscapes*

## DE BODEMGESTELDHEID

*Algemeen*

Het onderzochte gebied heeft de volgende stratigrafische opbouw: keileem - dekzand - veen - klei (fig. 2). Naar gelang van het materiaal en de dikte van de bovenste lagen kunnen drie landschappen worden onderscheiden:

- het dekzandlandschap bij Wolvega-Sonnega,
- het veenlandschap bij Nijelamer-Oldelamer en langs de Linde,
- het landschap langs de Scheene, dat een overgangsvorm is tussen het zand- en veenlandschap (fig. 1).

*Bodemkundige indeling*

Delen we de bodem behalve naar het moedermateriaal en de gelaagdheid ook in naar de kenmerken, die het gevolg zijn van fysische en chemische veranderingen – al dan niet onder invloed van het grondwater –, dan blijkt dat in het dekzandlandschap humuspodzolgronden, eerdgronden en vaaggronden[1]) voorkomen. De eerdgronden en een deel der humuspodzolgronden worden tot de hoge en middelhoge zandgronden gerekend. Hierin stijgt het grondwater zelden of nooit tot in de bovengrond. De overige humuspodzolgronden en de vaaggronden zijn lage of zeer lage zandgronden met gemiddeld hogere grondwaterstanden.

De gronden in het veenlandschap worden naar de dikte van het veenpakket onderscheiden in veengronden met zand ondieper dan 120 cm –m.v. en diepe veengronden (zand dieper dan 120 cm –m.v.). Het veenpakket bestaat uit zeggeveen, dat grotendeels is afgedekt met een dunne laag (40–60 cm) veenmosveen. Over een kleine oppervlakte – langs de Kerkeweg in Oldelamer – is het veenmosveen ingedroogd tot schalter.

In het overgangsgebied tussen het dekzandlandschap en het veenlandschap liggen moerige gronden. Ze komen ook voor als laagten tussen de zandgronden en als zandopduikingen tussen de veengronden. Het zijn zandgronden met een moerige bovengrond van 10 à 20 cm dik of met een moerige tussenlaag van 10 à 15 cm.

Behalve zandgronden (totale oppervlakte circa 765 ha), veengronden (circa 2 785 ha) en moerige gronden (circa 620 ha) ligt in het onderzochte gebied ook een zeer kleine oppervlakte kleigronden (circa 2 ha), en wel in de polder De Merriemaden. Hierin kunnen nog worden onderscheiden gronden met een 40 à 80 cm dikke laag van zware zeeklei, die op een ondergrond van veen rust, en de oude klei- of keileemgronden met een zanddek van 30 à 40 cm.

*De waterhuishouding*

Doordat in Nederland gedurende een deel van het jaar de neerslag de verdamping overtreft, worden in de periode augustus tot en met april gemid-

[1]) Indeling volgens Systeem van bodemclassificatie voor Nederland (De Bakker en Schelling, 1966)

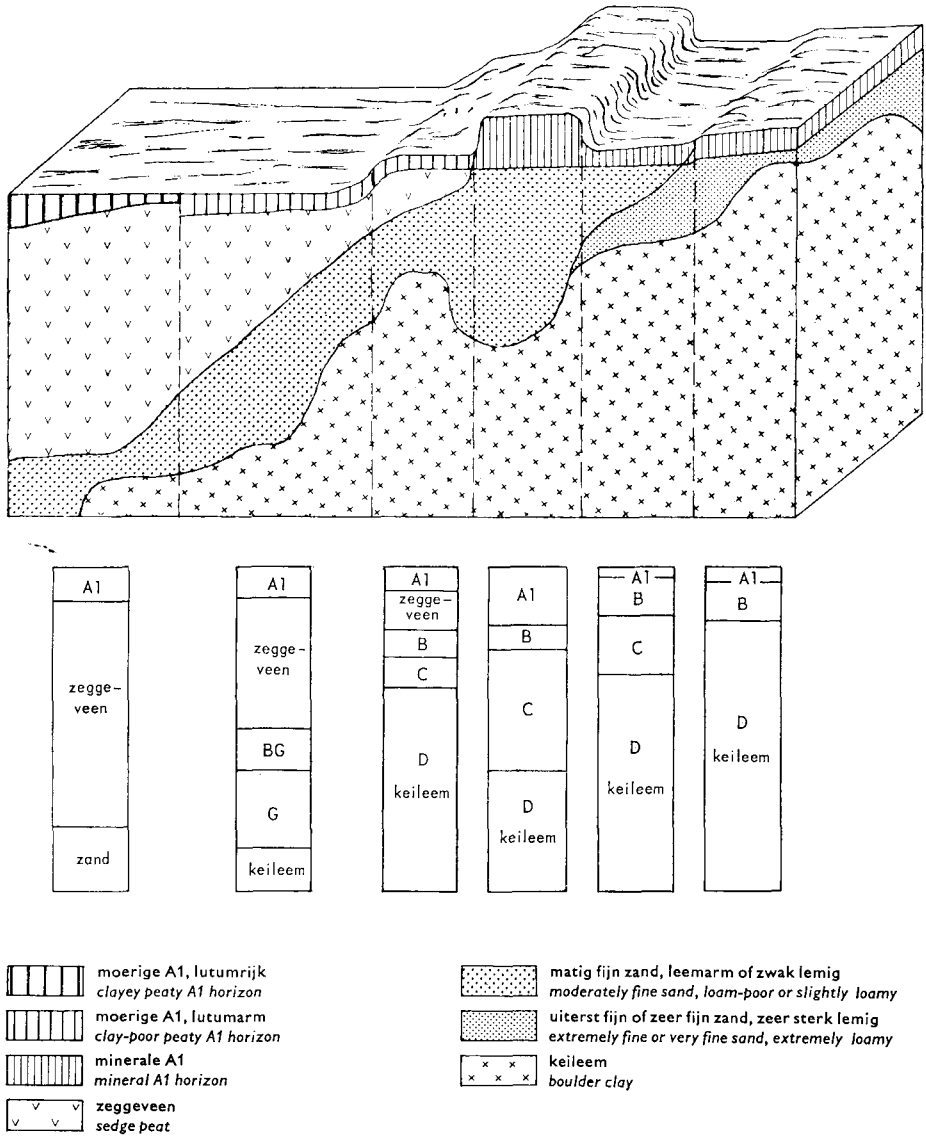
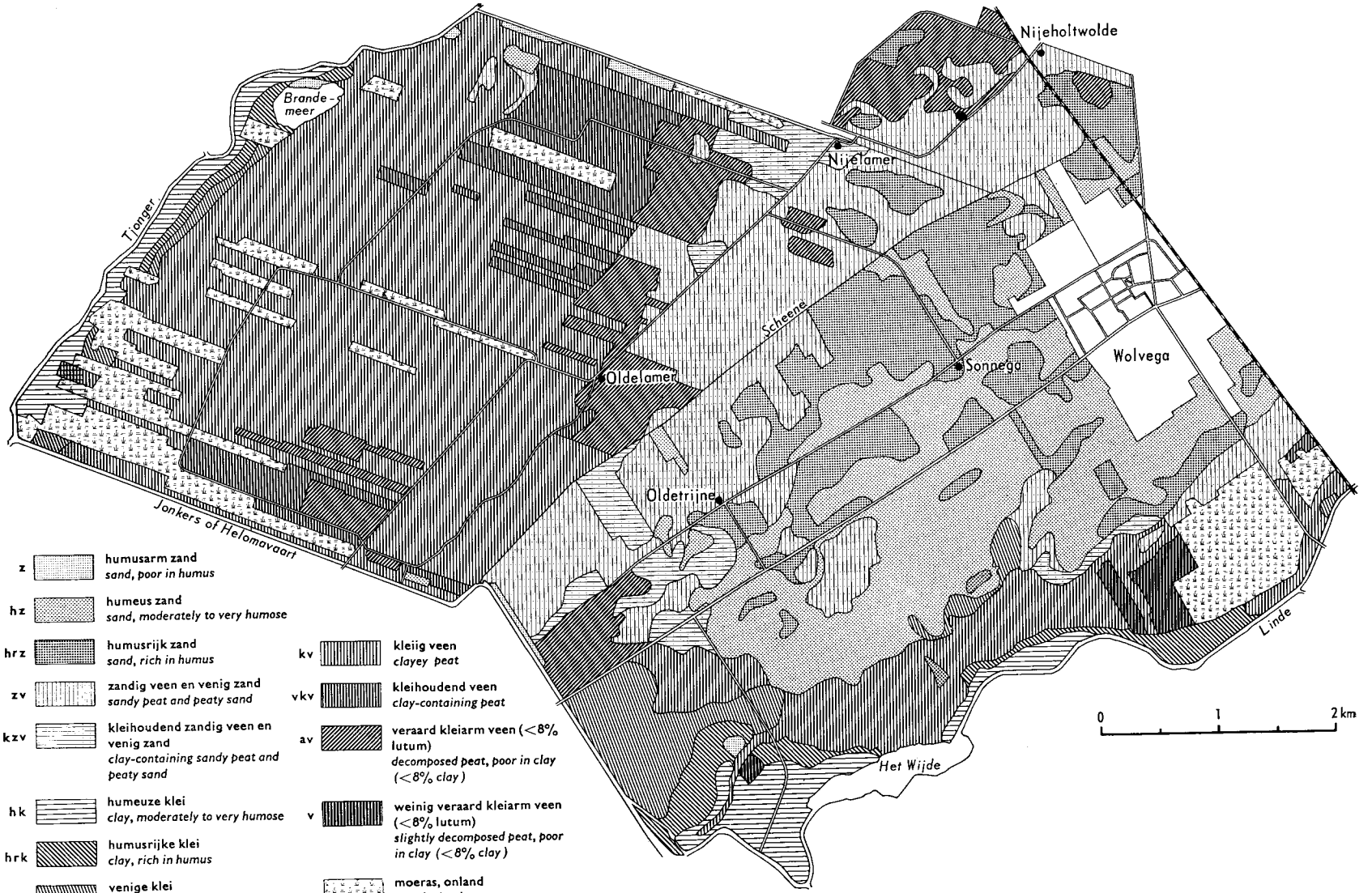



Fig. 2. Driedimensionale doorsnede van de bodem en een schematische voorstelling van de daarin voorkomende bodemprofielen
*Fig. 2. Three-dimensional cross-section of the soil and a schematic representation of the soil profiles occurring therein*

deld hogere grondwaterstanden gemeten dan in de maanden mei, juni en juli.

Uit het navolgende zal blijken dat toeneming van het vochtgehalte van de grond nauw samenhangt met vermindering van de draagkracht van het


Nijeholtwolde
Brande-
meer
Nijelamer
Tjonger
Scheene
Oldelamer
Sonnega
Wolvega
Oldetrijne
Jonkers of Helomavaart
Linde
Het Wijde
0
1
2 km
z
humusarm zand
sand, poor in humus
hz
humeus zand
sand, moderately to very humose
hrz
humusrijk zand
sand, rich in humus
zv
zandig veen en venig zand
sandy peat and peaty sand
kzv
kleihoudend zandig veen en venig zand
clay-containing sandy peat and peaty sand
hk
humeuze klei
clay, moderately to very humose
hrk
humusrijke klei
clay, rich in humus
kv
kleiig veen
clayey peat
vkv
kleihoudend veen
clay-containing peat
av
veraard kleiarm veen (<8% lutum)
decomposed peat, poor in clay (<8% clay)
v
weinig veraard kleiarm veen (<8% lutum)
slightly decomposed peat, poor in clay (<8% clay)
moeras, onland
marshy land

grasland. Dit brengt vooral in de tweede helft van de weideperiode, dus in augustus-oktober, problemen mee.

Bij de hoge en middelhoge zandgronden stijgt het grondwater slechts zelden tot boven 40 cm –m.v. Bij de lage en zeer lage zandgronden, de moerige gronden en de veengronden daarentegen worden in de periode augustus t/m maart dikwijls grondwaterstanden boven dat niveau gemeten.

In de maanden mei, juni en juli dalen de grondwaterstanden in de lage en zeer lage zandgronden tot 120 à 200 cm –m.v.; op enkele zeer lage plekken tot 80 à 120 cm –m.v. In een deel van de moerige gronden (omgeving Stadburen) variëren ze dan van 80 tot 120 cm, in het grootste deel echter van 50 tot 80 cm –m.v. In de veengronden bij Oldelamer dalen de grondwaterstanden in droge perioden tot circa 60 cm, langs de Linde tot 70 à 80 cm –m.v.

*Samenstelling en eigenschappen van de bovenlaag*

Gezien het onderwerp van het artikel is het van belang dat in de bodembeschrijving het accent op de bovenlaag gelegd wordt.

Onder 'bovenlaag' wordt in dit artikel verstaan:
– bij de zandgronden: de humushoudende bovenste horizont (de A1- of Aan-horizont);
– bij de moerige gronden, de veengronden en de kleigronden: de veraarde veenbovenlaag, het zanddek of het kleidek.

In figuur 3 is de bovenlaag van het onderzochte gebied ingedeeld in twaalf eenheden. Bij die indeling is vooral gelet op humus- en lutumgehalte en bij de veenbovengronden op veraarding en klei- of zandbijmenging. De moerige bovengronden zijn mede naar het organische-stofgehalte ingedeeld in: veen, zandig veen en venig zand, venige klei en kleiig veen (fig. 4). Daarnaast is de term 'kleihoudend' gebruikt om enkele kleinere oppervlakten aan te geven, die met kleimodder zijn bemest of waar een restant van vroegere kleidekken bij de ontginning door de bovengrond is gemengd.

Uitgangspunt van deze keuze van indelingskenmerken was, dat zij in sterke mate samenhangen met de waterhuishouding, de stevigheid van de grond en de kwaliteit van het gras. Bij de zandgraslandgronden in dit gebied is het humusgehalte en de dikte van de bovenlaag de basis voor de vochtreserve in de zomermaanden. De hoge en middelhoge humuspodzolgronden hebben periodiek te lijden van vochttekort, waardoor groeivertragingen van het gras optreden.

De klei- en zanddekken bij de veengronden zijn humeus of humusrijk en hebben daardoor een vrij stevige bovenlaag.

De moerige gronden en de veengronden hebben hoge gehalten organische

---

◀ Fig. 3. Indeling van het onderzochte gebied naar de grondsoort van de bovenlaag. N.B. Met 'kleihoudend' wordt bedoeld, dat de grond bemest is geweest met kleimodder of vermengd is met een vroeger kleidek
*Fig. 3. Classification of the area under investigation according to the characteristics of the top soil. Note: Clay-containing means manured with clayey mud or mixed with a former clay cover*

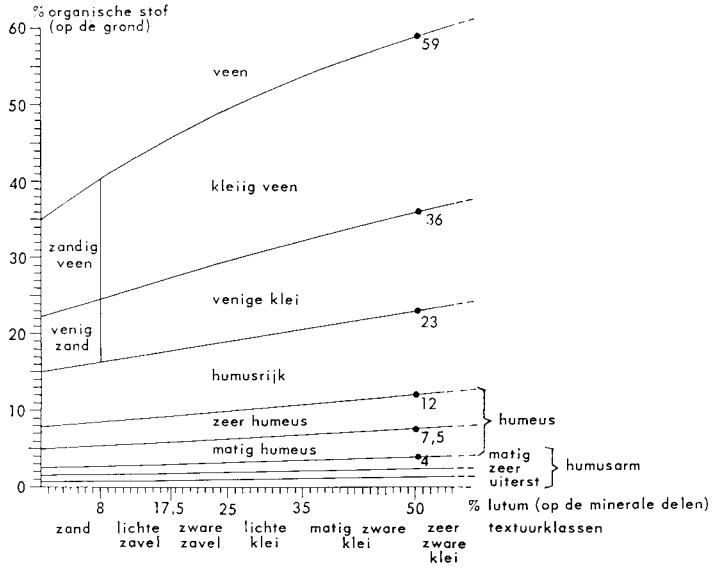



Fig. 4. Indeling en benaming van de grond naar het gewichtspercentage organische stof (humus)

*Fig. 4. Soil classification and nomenclature according to the percentage by weight of organic matter (humus)*

*Translations:* % organische stof (op de grond) – *organic matter (in % on the soil);* % lutum (op de minerale delen) – *< 2 micron fraction (in % on organic-free soil);* veen – *peat;* zandig veen – *sandy peat;* kleiig veen – *clayey peat;* venig zand – *peaty sand;* venige klei – *peaty clay;* humusrijk – *rich in humus;* zeer/matig humeus – *very/moderately humose;* matig/zeer/uiterst humusarm – *moderately/very/extremely poor in humus;*zand – *sand;* lichte/zware zavel – *light/heavy sandy clay;* matig zware/zeer zware klei – *moderately heavy/very heavy clay*

stof in de bovenlaag. Hoe hoger het organische-stofgehalte, des te groter is het poriënvolume en des te groter de hoeveelheid vocht die de bovenlaag kan bevatten. Een van de gevolgen van deze hoge organische-stofgehalten in de bovenlaag is de geringere stevigheid of draagkracht in natte toestand.

Opmerkelijk is dat een lutumrijke bovengrond (vk en kv) na vertrapping, vooral in de voorzomer, moeilijker te herstellen is dan een lutumarme bovengrond (zv en v). De lutumrijke gronden drogen namelijk hard op. De lutumarme bovengronden geven na een bewerking met de rol vrij goede resultaten te zien.

Overigens wordt de draagkracht van grasland niet alleen bepaald door de eigenschappen van de grond, maar ook door die van het gewas. Een dichte, viltige zode heeft een grotere draagkracht dan een zode van overwegend pollenvormende grassen. Ook de dichtheid van het totale grasbestand speelt een rol. Een open plek vergroot de kans op vertrappingsverschijnselen. Maar omdat het onderzoek naar de eigenschappen van het gewas niet tot de competentie van de Stichting voor Bodemkartering behoort, zal in dit artikel de stevigheid of draagkracht van de bovenlaag alleen bezien worden in samenhang met de grondwaterinvloed.

## HET ONDERZOEK NAAR DE DRAAGKRACHT

*Methode van onderzoek en verwerking van de gegevens*

Bij het onderzoek werd gebruik gemaakt van een penetrometer (fig. 5). De weerstand die werd ondervonden, wanneer een conus met een dwarsdoorsnede van 5 $cm^2$ in de grond werd gedrukt, was een maat voor de stevigheid of draagkracht van die grond.

De grens voor het al of niet gevoelig zijn voor vertrapping, ligt bij een weerstand van 7 $kg/cm^2$. Gronden met een weerstand kleiner dan 5 $kg/cm^2$ zijn al sterk gevoelig (Schothorst, 1965). Hiervan uitgaande is de bovenlaag van het onderzochte gebied ingedeeld in drie stevigheidsklassen (tabel 1).

De waarnemingen zijn verricht op veldjes van 100 $m^2$. Per veldje zijn op twintig plekken de weerstanden gemeten op 5, 10, 20 en 30 cm diepte. De grond is in stevigheidsklassen ingedeeld naar de weerstand, die op 5 cm diepte, dus direct onder de zode, werd ondervonden.

Er is gemeten in een droge periode: in september 1965 (grondwaterstanden dieper dan 40 cm) en in een natte periode: van december 1965 tot maart 1966 (grondwaterstanden 30 cm of ondieper).

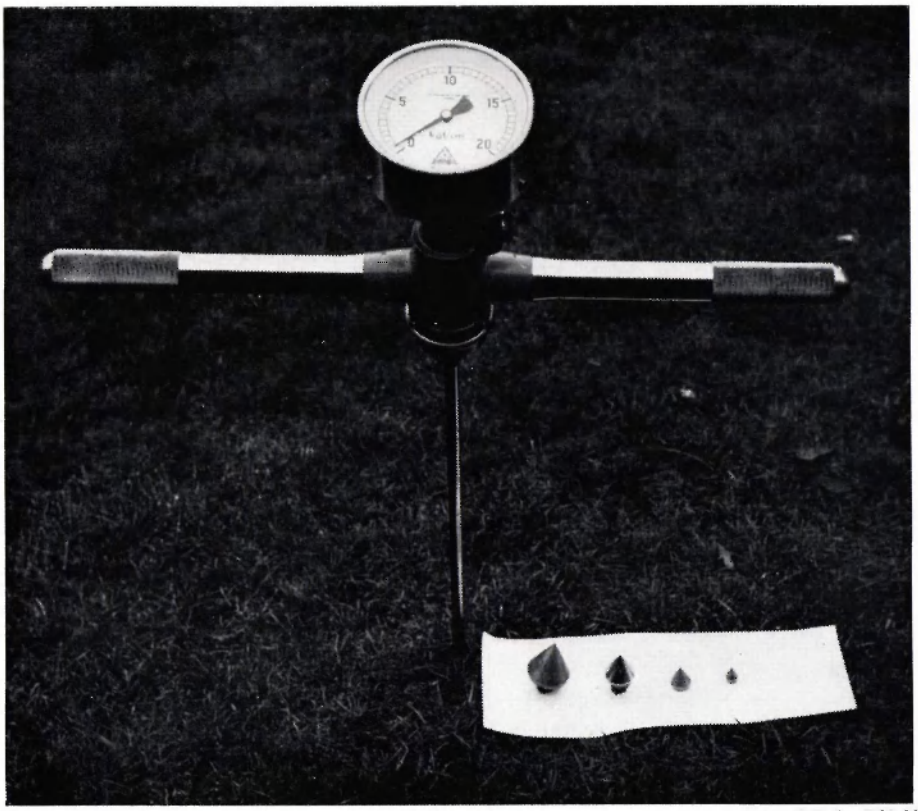



Foto: Stiboka R30-28

Fig. 5. De penetrometer met vier bijbehorende conussen
*Fig. 5. The penetrometer and its four cones*

TABEL 1. De onderscheiden stevigheidsklassen
TABLE 1. *The bearing capacity classes distinguished*

| Klasse<br>*Class* | Gemeten weerstand<br>*Penetration resistance measured* | Omschrijving<br>*Definition* |
|---|---|---|
| I | $>7$ kg/cm$^2$ | Niet gevoelig voor vertrapping<br>*Not susceptible to poaching* |
| II | 7–5 kg/cm$^2$ | Gevoelig voor vertrapping<br>*Susceptible to poaching* |
| III | $<5$ kg/cm$^2$ | Sterk gevoelig voor vertrapping<br>*Highly susceptible to poaching* |

In de droge periode is het onderzoek op tien veldjes uitgevoerd. Daarbij bleek dat in de maanden mei, juni en juli alle onderzochte bovenlagen ongevoelig voor vertrapping waren. In de natte periode zijn op 107 veldjes weerstanden gemeten. Weliswaar gebeurde dit buiten de weideperiode, maar de vochtigheidstoestand van het grasland kwam toen overeen met die in het natte deel van die periode (grondwaterstanden 30 cm of ondieper).

## RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

*Droge periode*

Uit de metingen is gebleken, dat de bovenlaag van sommige gronden in droge toestand aanmerkelijk steviger is dan onder natte omstandigheden. In droge toestand waren alle gronden tot 20 à 30 cm voldoende stevig (gemeten weerstand: 10 à 12 kg/cm$^2$), terwijl daaronder de weerstand snel terugliep tot 5 à 7 kg/cm$^2$ (zie fig. 6).

In de natte periode daarentegen zijn in die zelfde gronden, vooral op 5 cm diepte, aanzienlijk kleinere weerstanden gemeten (3 à 6 kg/cm$^2$). Op 10, 20 en 30 cm waren de weerstanden toen gemiddeld 8,5, 7,8 en 4,9 kg/cm$^2$.

Bij vergelijking van de resultaten valt het op dat bij toeneming van het vochtgehalte van de grond de weerstand het sterkst afneemt in de laag van 0–10 cm.

*Natte periode*

Tabel 2 geeft een indruk van de uitkomsten der metingen in de maanden december 1965 tot maart 1966. Hierin is in procenten uitgedrukt hoeveel maal er $>7$, 7–5 en $<5$ kg/cm$^2$ weerstand is gemeten in negen soorten bovenlagen in het onderzochte gebied. Wanneer meer dan 70% van de waarnemingen betrekking had op één van deze drie weerstandsklassen, werd de desbetreffende bovenlaag ingedeeld in de daarmee corresponderende stevigheidsklasse. Dergelijke hoge percentages kwamen slechts bij twee van de negen onderscheiden bovenlagen voor. In de meeste gevallen was indeling in een combinatie van stevigheidsklassen nodig.

In figuur 7 zijn de gronden van het onderzochte gebied in kaart gebracht

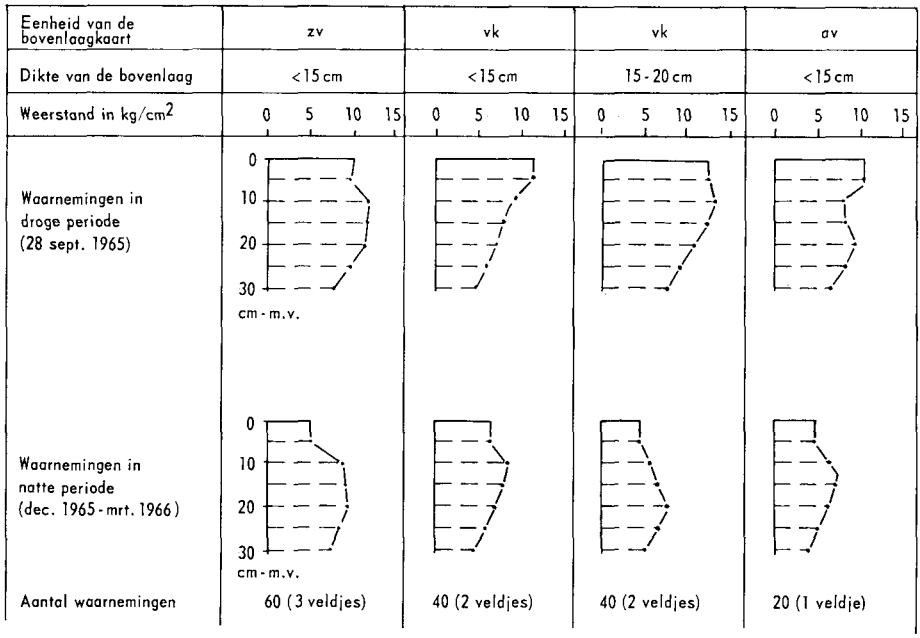



Fig. 6. Weerstanden, in een droge en in een natte periode gemeten in de bovenste 30 cm van enkele eenheden van de bovenlaagkaart (fig. 3)

*Fig. 6. Penetration resistance measured in a dry and a wet period in the top 30 cm of a number of units of the top soil map in fig. 3*

*Translations:* eenheid van de bovenlaagkaart – *unit of the top soil map;* dikte van de bovenlaag – *thickness of the top soil;* weerstand in kg/cm² – *penetration resistance in kg/cm²;* waarnemingen in droge/natte periode – *observations during a dry/wet period;* aantal waarnemingen per x veldjes – *number of observations per x fields*

TABEL 2. Indeling van de belangrijkste eenheden van de bovenlaagkaart (fig. 3) op grond van de weerstanden, die in een natte periode op 5 cm diepte zijn gemeten

TABLE 2. *Classification of the most important units of the top soil map (fig. 3) according to the resistances measured during a wet period at a depth of 5 cm*

| Kaarteenheden bovenlaagkaart *Units of top soil map* | Procentuele verdeling van de gemeten weerstanden *Percentage distribution of the resistance measured* | | | Totaal aantal waarnemingen *Total numbers of observations* | Stevigheidsklasse op vertrappingskaart (fig. 7) *Bearing capacity class on map of fig. 7* |
|---|---|---|---|---|---|
| | >7 kg/cm² | 7–5 kg/cm² | <5 kg/cm² | | |
| z | 85,0% | 15% | – | 40 | I |
| hk | 28,3 | 71,7 | – | 60 | II |
| hz | 45,0 | 55,0 | – | 20 | I+II |
| hrz | 41,6 | 49,7 | 8,7% | 300 | II+I |
| zv | 15,0 | 52,3 | 32,7 | 520 | II+III |
| kzv | 14,0 | 49,0 | 37,0 | 100 | II+III |
| vk+kv | 16,8 | 47,5 | 35,8 | 590 | II+III |
| vkv | 10,0 | 54,0 | 36,0 | 100 | II+III |
| av | 3,2 | 38,8 | 58,0 | 220 | III+II |

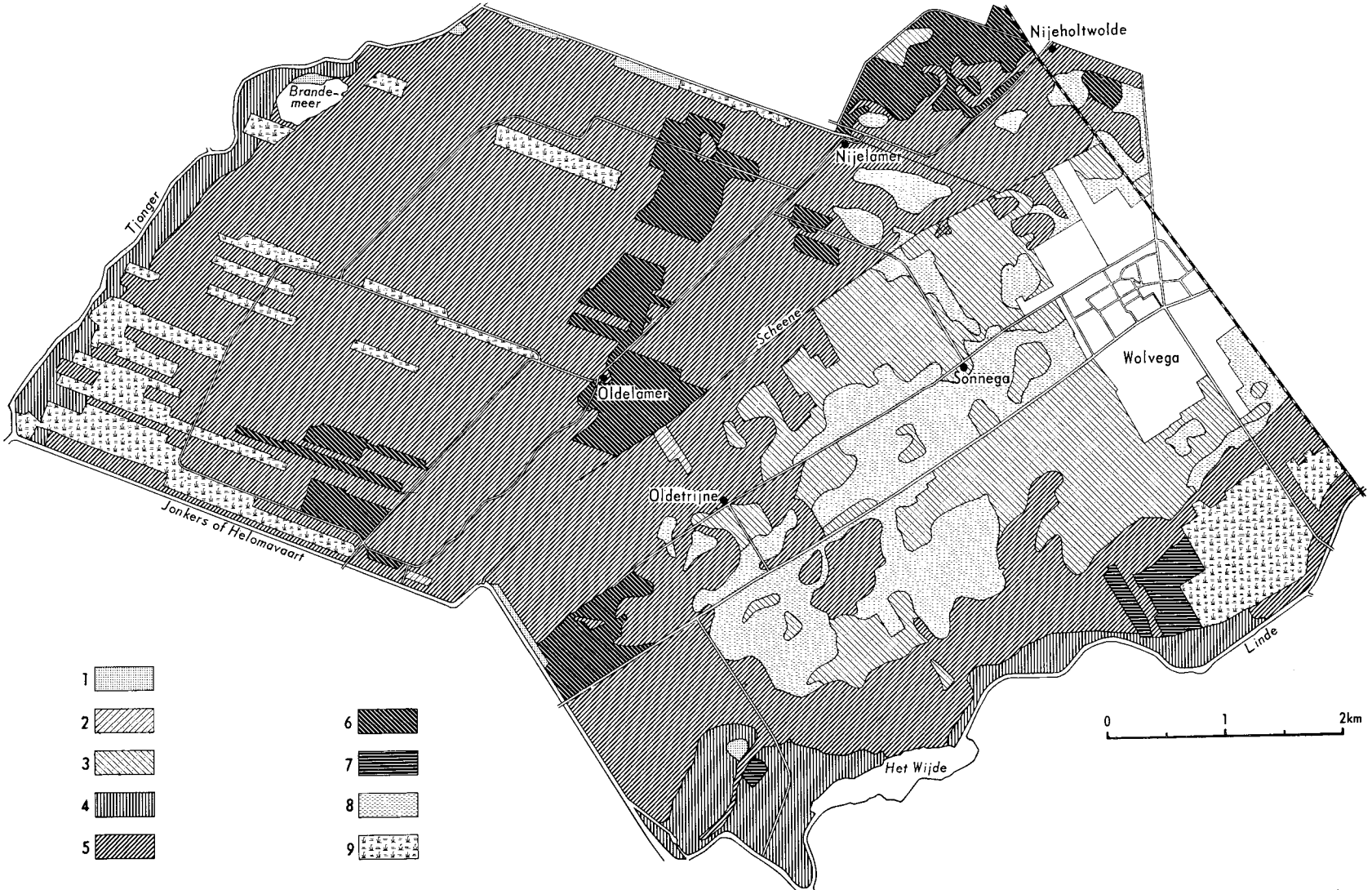

Nijeholtwolde
Brande-
meer
Nijelamer
Tronger
Scheene
Wolvega
Sonnega
Oldelamer
Oldetrijne
Jonkers of Helomavaart
Linde
Het Wijde
0
1
2km
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Fig. 7. Indeling van de bodem in stevigheidsklassen / *Classification of the soil according to bearing capacity classes*

ENKELVOUDIGE KAARTEENHEDEN / SINGLE MAPPING UNITS

1 = Stevigheidsklasse I: gronden, waarvan meer dan 70% van het kaartvlak een weerstand heeft $> 7$ kg/cm²
*1 = Bearing capacity class I: soils of which more than 70% of the map area has a resistance of > 7 kg/cm²**
Deze klasse omvat de veengronden met een zanddek zonder minerale eerdlaag. Deze gronden zijn niet gevoelig voor vertrapping. De onzuiverheid (15%) heeft betrekking op kleine plekken waar een humusrijke of moerige bovengrond aanwezig is.

2 = Stevigheidsklasse II: gronden, waarvan meer dan 70% van het kaartvlak een weerstand heeft van 5 à 7 kg/cm²
*2 = Bearing capacity class II: soils of which more than 70% of the map area has a resistance of 5–7 kg/cm²**
Tot deze stevigheidsklasse behoren de veengronden met een humusrijk of een humeus kleidek, de lemige humuspodzolgronden en de keileemgronden.
Bij de dunne klei-op-veengronden komt plaatselijk een viltige zode voor, waardoor deze plekken, soms ook percelen, een betere draagkracht hebben (28,3% stevigheidsklasse I). Opmerkelijk is dat deze gronden langs de Tjonger minder stevig zijn dan langs de Linde. Bij de humuspodzolgronden zijn het vooral de uiterst en zeer fijnzandige veldpodzolgronden die in natte toestand gevoelig zijn voor vertrapping. Ook de sterk lemige veldpodzolgronden op keileem binnen 80 cm en de oude kleigronden (keileemgronden) zijn in natte omstandigheden gevoelig voor vertrapping.

3 = Stevigheidsklasse III: gronden, waarvan meer dan 70% van het kaartvlak een weerstand heeft $< 5$ kg/cm²
*3 = Bearing capacity class III: soils of which more than 70% of the map area has a resistance of < 5 kg/cm²**
In deze stevigheidsklasse zijn ingedeeld de opgespoten petgaten langs de Linde en enkele kleinere oppervlakten afgegraven gronden in de polder De Kom. Verder hebben ook alle slenken of ingravingen in natte toestand deze stevigheidsklasse.

SAMENGESTELDE KAARTEENHEDEN / COMBINED MAPPING UNITS

4 = Stevigheidsklasse I + II**
*4 = Bearing capacity class I + II***
Deze kaarteenheid omvat enkele percelen die enigszins onregelmatig bezand zijn.

5 = Stevigheidsklasse II + I
*5 = Bearing capacity class II + I*
Deze kaarteenheid komt voor in de moerige gronden met humusrijke zandbovengronden. Meer dan de helft van deze gronden (55%) is in natte toestand gevoelig voor vertrapping; de rest niet. Op deze gronden heeft vertrapping zelden ernstige gevolgen voor de zode.

6 = Stevigheidsklasse II + III
*6 = Bearing capacity class II + III*
Tot deze kaarteenheid behoren een gedeelte van de moerige gronden en het grootste gedeelte van de veengronden met een moerige bovengrond. Voor meer dan 70% zijn deze gronden gevoelig of sterk gevoelig voor vertrapping van de zode in natte toestand.

7 = Stevigheidsklasse III + II
*7 = Bearing capacity class III + II*
Deze kaarteenheid omvat de gronden met een veenbovengrond. Het grootste gedeelte van deze gronden is in natte toestand sterk gevoelig voor vertrapping.

8 = Niet in het onderzoek betrokken (overwegend zandgronden)
*8 = Area not investigated (predominantly sandy soils)*

9 = Moeras, onland
*9 = Marshy land*

**Measured with a penetrometer*
** Het eerste cijfer geldt voor meer dan de helft van de kaartvlakken/*The first figure is applicable to over half of the mapped area*

overeenkomstig deze indeling. Aldus werd een overzicht verkregen van de mate van draagkracht van de graslandgronden in het gebied.

Het beeld dat deze figuur van de verschillen in draagkracht geeft, stemt overeen met de vertrappingsverschijnselen, die in de zeer regenrijke maanden mei, juni en juli 1965 in dit gebied zijn geconstateerd. In die periode zijn veelvuldig grondwaterstanden binnen 30 cm, soms binnen 10 cm –m.v. gemeten. Volledigheidshalve dient te worden vermeld, dat de mate van vertrapping binnen de onderscheiden klassen nogal verschilde. De verklaring hiervoor is reeds eerder gegeven. De vertrappingsverschijnselen zijn niet alleen afhankelijk van de stevigheid van de grond, maar ook van andere factoren, zoals dichtheid van de zode en intensiteit van beweiding.

Ten slotte volgt nog voor de moerige gronden en de veengronden een overzicht van de procentuele verdeling van de gemeten waarden over de drie stevigheidsklassen.

| Stevigheidsklasse | Moerige gronden | Veengronden |
|---|---|---|
| I | 19,3% | 11,4% |
| II | 65,0% | 42,2% |
| III | 15,7% | 46,4% |

Uit deze verhoudingscijfers kan worden afgeleid, dat de moerige gronden minder trapgevoelig zijn dan de veengronden.

## VERBETERINGSMOGELIJKHEDEN

Een grotere stevigheid in de bovengrond kan worden verkregen door verlaging van de grondwaterstand, vooral in de periode augustus-november, waarin overwegend te hoge grondwaterstanden voorkomen. Toch zullen in de periode waarin de neerslag de verdamping overtreft de moerige bovengronden, ook bij lagere grondwaterstanden, steeds te veel en te lang het vocht vasthouden, zodat de kansen voor vertrapping aanwezig blijven.

Verschraling van de bovengrond door het aanbrengen van een zanddek geeft de meeste zekerheid dat een stevige bovengrond wordt verkregen.

## SAMENVATTING

Aansluitend aan een bodemkartering is in het gebied rondom Oldelamer een onderzoek ingesteld naar de draagkracht van het grasland. De bodem van dit gebied bestaat uit veen- en moerige gronden (± 3 400 ha), zandgronden (± 765 ha) en een kleine oppervlakte kleigronden (± 2 ha). De draagkracht is bepaald door metingen in de bovenlaag met een penetrometer, waarvan de conus een doorsnede van 5 $cm^2$ had. Als de conus in de grond kon worden gedrukt met een kracht, die kleiner is dan 7 $kg/cm^2$, werd de draagkracht van die grond als onvoldoende beschouwd.

Er zijn metingen verricht in een droge en in een natte periode. In de droge periode was de draagkracht van alle gronden voldoende groot. In de natte periode daarentegen liepen de resultaten van de metingen sterk uiteen. Gronden met een bovenlaag van humusarm zand of van humeuze klei bezaten ook dan voldoende draagkracht. Bij de gronden waarvan de bovenlaag hoge gehalten organische stof bevat en al dan niet lutumrijk is – in het algemeen

de gronden met periodiek hoge grondwaterstanden – was de draagkracht aanzienlijk minder.

Door diepere ontwatering zal een grotere draagkracht kunnen worden verkregen. In perioden met veel regenval bestaat de kans, dat de bovenlaag het water onvoldoende snel doorlaat, zodat dan nog vertrapping kan plaatsvinden. Bezanden geeft de meeste zekerheid voor de verbetering van de draagkracht.

April 1967


## SUMMARY

In connection with a soil survey an investigation was made into the bearing capacity of the grassland in the area around Oldelamer where the soil consists of peat and peaty soils (about 3400 ha), sandy soils (about 765 ha), and a small area of clayey soils (about 2 ha). The bearing capacity was determined by measurements in the top soil with a penetrometer having a cone with a cross section surface of 5 $cm^2$. When the cone could be pressed into the soil with a force of less than 7 $kg/cm^2$ the bearing capacity of the soil was considered to be insufficient.

Measurements were taken during a dry and a wet period. During the dry period the bearing capacity of all soils was adequate, but during the wet period the results of the measurements showed considerable differences. Soils with a top soil of humuspoor sand or humous clay had an adequate bearing capacity, but the bearing capacity was considerably less in soils of which the top soil has high organic matter contents and a high or low clay percentage (in general, the soils with periodically high water tables).

Deeper drainage will enhance the bearing capacity. In periods of heavy rainfall there is a possibility that the top soil has an insufficient infiltration capacity, in which case poaching damage still can occur. A sand cover gives the best guarantee of improved bearing capacity.


## LITERATUUR


*Akker, A. M. van den*, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Oldelamer; Rapport Stiboka nr. 629.

*Bakker, H. de en J. Schelling*, 1966: Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Wageningen.

*Schothorst, C. J.*, 1965: Weinig draagkrachtig grasland I en II. Landbouwvoorlichting *22*, 492–500 en 701–706.

*Schaaf, D. van der*, 1965: Effecten van zodevertrapping. Landbouwkundig Tijdschrift *77*, 4, 171–177.

*Schothorst, C. J.*, 1966: Klink van veengrond na diepere ontwatering. Cultuurtechnisch Tijdschrift *6*, 1, 13–21.

# RESTANTEN VAN EEN WILDE VERVENING IN DE OMGEVING VAN OLDELAMER

*Remnants of an irregular peat excavation in the vicinity of Oldelamer*

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

## INLEIDING

In de polder Oldelamer en onder Oldetrijne, zuidwestelijk van Wolvega, komt een systeem van sleuven of ingravingen voor. Er zijn aanwijzingen dat dit systeem een restant is van een zogenoemde wilde vervening.

Bij de bodemkartering van dit gebied werd enig inzicht verkregen in de aard en de verbreiding van deze vorm van vervening. Zij zal in het nu volgende nader worden beschreven. De wetenschap dat de sleuven door de ruilverkaveling grotendeels zullen verdwijnen, was een reden te meer om een artikel aan dit onderwerp te wijden.

## HISTORISCHE GEGEVENS OVER FRIESE VERVENINGEN

Er was op de lage veengronden en op de zware kleigronden weinig hout voor brandstof. In oude Friese documenten wordt daarvan melding gemaakt en tevens wordt daarin meegedeeld dat de bevolking bij gebrek aan beter onder meer drek of koemest verbrandde. De volgende passage dateert uit de 15e eeuw: 'Ende tlant is effen vol van weyden ende van graze ende sij hebben geen houte ende daer voer barnen sij torf ende coescit ende ossendrech, die gedroecht is' (Stoet, 1893).

Reeds in de dertiende eeuw zijn de Friezen hun aandacht al gaan richten op de vervening. In de 'Chronique ofte Historische Geschiedenisse van Vrieslant' van Winsemius staat namelijk vermeld dat 'de Woltluyden (± 1215) nieuwe manieren van goed te ghewinnen in 't graven van den torft gevonden hadden, in voortijden onbekent ofte so seer ghemeen niet'.

Tot het laatst van de 16e eeuw zijn alleen meldingen van turfgraverijen op kleinere schaal te vinden. In Oldelamer nam de turfproduktie echter al vroeg in betekenis toe, hetgeen blijkt uit de beschrijving in de Tegenwoordige Staat (1785). Van Oldelamer staat hierin beschreven: 'Weleer beroemd wegens de menigte van turf die er jaarlijks gegraven werd; doch thans is deeze voorraad genoegzaam ten einde. En verder ook de harde baggelaar en sponturf van Olde Trijne behoorden tot de beste soorten.'

De 'Stellingwerf' van dec. 1958 bevat een rubriek 'Oude ingezetenen vertellen' waarin staat te lezen: 'Heel vroeger...van horen zeggen hadden de sprekers het verhaal over de oudste vorm van venen, bedreven door monniken. Deze spitten een soort greppel, de kluiten werden op de wal geworpen en gedroogd. Een wel zeer eenvoudige vorm van turf maken, waarbij het land sterk werd vergraven en er wild bij lag.'

In de tweede helft van de 16e eeuw neemt de vervening een veel grotere omvang aan. In een 'Vertoog over de veengraverijen' beschrijft J. Vergilin

[1]) Rayon noord, Stichting voor Bodemkartering.

van Claerbergen (1766), dat de eerste vergravingen van klynmaden van enig belang heeft plaatsgevonden ongeveer in het laatst van de zestiende eeuw onder Oostermeer, Boornbergum en Haskerland. Toen men inzag dat er goede zaken waren te maken, werd dit voorbeeld gevolgd in Eernewouden, Dantumadeel, Aengwirden, Weststellingwerf en elders.

Men veende toen lange smalle akkers uit en liet daartussen smalle akkers onverveend om daarop de turf te laten drogen. De aldus ontstane veenpetten groeiden in de loop der jaren dicht en waren gewoonlijk na honderd jaar weer beweidbaar. De uitgeveende stroken noemde men 'hellingen of halingen'. Een deel van de polder Oldelamer wordt nog 'De Hellingen' genoemd.

## AARD, VERBREIDING EN OUDERDOM VAN HET SLEUVENSYSTEEM

De sleuven of ingravingen komen het meest voor in de polder Oldelamer en in mindere mate onder Oldetrijne.

De polder Oldelamer heeft lange, vrij smalle percelen. Vele sleuven beginnen in de buurt van de Tjonger of Kuinder en eindigen pas bij de Hoge weg. De grootste lengte is 3 à 4 km (zie fig. 1). Een groot aantal wijken, hier schipsloten genoemd, heeft voor de afvoer van de turf gediend (fig. 2).

Het aantal sleuven per perceel wisselt van 2 tot 12. Zijn er maar twee, dan liggen ze midden op de beide helften van het perceel. Wanneer er meer sleuven in een perceel liggen, zijn ze evenals de hagen of zetwallen ca. 3 m breed (fig. 3).

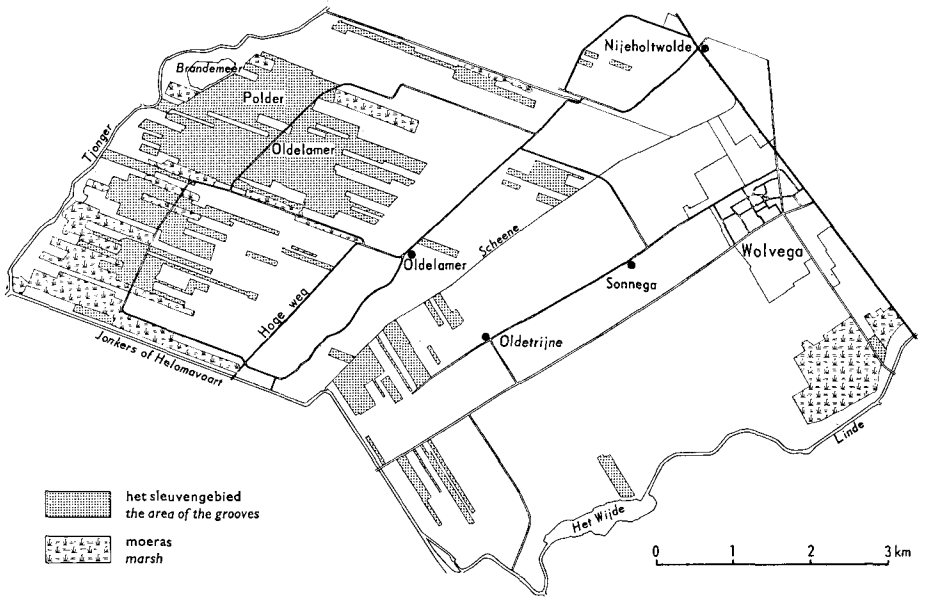



Fig. 1. Verbreiding van de sleuven in de ruilverkaveling Oldelamer
*Fig. 1. Extent of the grooves or excavations in the Oldelamer land consolidation area*

Fig. 2. Detail van het systeem van sleuven of ingravingen
*Fig. 2. A detail of the system of grooves or excavations*

De sleuven zijn uitgegraven tot een diepte van 80 à 130 cm, gerekend vanaf het maaiveld van de hagen. De mogelijkheid om tot deze diepte zonder speciale voorzieningen voor de waterafvoer het veen uit te graven is gedurende de zomermaanden zeker aanwezig. De doorlatendheid van het veen is beneden de grondwaterspiegel vrij gering – gemiddeld 15 cm per etmaal –, zodat in de zomermaanden tot diep onder het slootpeil gegraven kan worden.

De sleuven zijn gedeeltelijk opgevuld met teruggestorte bovengrond,

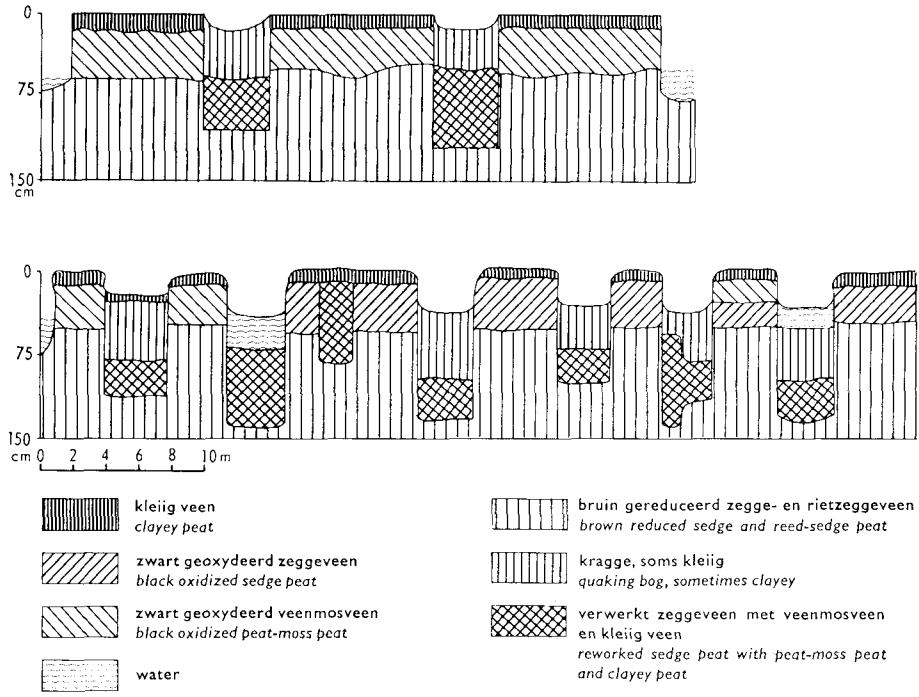



Fig. 3. Doorsnede van twee percelen met sleuven of ingravingen
*Fig. 3. Cross section of two fields with grooves or excavations*

kleiig veen, en vervolgens verland. Er is een laag kragge (riet en zeggewortels) ontstaan ter dikte van 30 à 60 cm. Een gedeelte van de sleuven is zelfs geheel dichtgegroeid. Meestal ligt de bovenkant echter 20 à 30 cm lager dan het maaiveld van de niet vergraven gedeelten. Deze gedeelten van de percelen zijn weinig stevig en nauwelijks in cultuur (zie fig. 3).

Het is helaas niet goed mogelijk vast te stellen wanneer men met deze vorm van vervening is begonnen.

Bij de reglementering van de vervening in 1751 was reeds sprake van een wilde vervening in de polder Oldelamer (Oosten, 1947). En in de Tegenwoordige Staat van Friesland is de mededeling te vinden dat in 1785 in de polder Oldelamer reeds drie schipsloten die in verbinding stonden met de Tjonger of Kuinder, vervallen zijn door verlanding.

Ook de wilde verveningen die in het 'Vertoog over de veengraverijen' (Vegilin van Claerbergen, 1766) beschreven worden, zijn qua uitvoering vergelijkbaar en vonden ook in dit gebied plaats.

Over het tijdstip van beëindiging tasten we eveneens min of meer in het duister. Van een enkel perceel is bekend dat er nog in de laatste oorlog vervening heeft plaatsgevonden. Wel weten we dat in het Reglement op de lage verveningen van 1852 aan onder andere de verveners de verplichting werd opgelegd een bepaald bedrag per 100 $m^3$ veen of slik te betalen. Dit slikgeld

werd bewaard om later de veenplas weer droog te malen en in cultuur te brengen. In de polder Oldelamer zijn slechts enkele percelen bekend, waar slikgelden op liggen. Dit kan een aanwijzing zijn dat de meeste sleuven al vóór 1852 gegraven waren.


## SAMENVATTING

Bij de bodemkartering van het gebied in de omgeving van Oldelamer en Oldetrijne werd een systeem van sleuven of ingravingen aangetroffen (zie fig. 1, 2 en 3). Er zijn aanwijzingen dat dit systeem een restant is van een wilde vervening. Helaas ontbreken exacte gegevens over tijdstip van aanvang en beëindiging van deze vervening.

maart 1967



## SUMMARY

A system of grooves or excavations occurs in the Oldelamer polder and below Oldetrijne (province of Friesland). There are indications that this system is a remnant of former irregular peat excavation.

Some idea of the character and extent of this type of peat excavation was obtained during the soil survey of this area and is more fully described in the present article. The knowledge that the grooves would largely disappear as a result of land consolidation was an added reason for discussing this topic.


## LITERATUUR


*Akker, A. M. van den*, 1967: De Bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Oldelamer. Stichting voor Bodemkartering. Rapport nr. 629.

*Oosten, B.*, 1947: Een Veenpolderbevolking. Sociografie van de grote veenpolder van Weststellingwerf.

*Stoet, F. A.*, 1893: Een beschrijving van Friesland en de Friezen uit de 15e eeuw. Friese Volksalmanak 1893.

Tegenwoordige Staat, 15e deel, Friesland 1785.

*Vegilin van Claerbergen, Jhr. J.*, 1766: Vertoog over de Veengraverijen.

Weekblad 'De Stellingwerf', Prov. Bibliotheek, Leeuwarden. December 1958.

*Winsemius:* Chronique ofte Historische Geschiedenisse van Vrieslant. Boek VI, p. 158.

# ARTIKELEN, DIE IN DE PERIODE JULI 1966 TOT JULI 1968 ELDERS ZIJN GEPUBLICEERD

*Beutelspacher, H.* en *H. W. van der Marel*: Toepassing van electronenmicroscopie in de grondmechanica. LGM mededelingen XI, nr. 2, 1966, 17–52.

*Boskma, K.* en *L. A. H. de Smet:* Betekenis van een vochttrappenindeling voor oude veenkoloniale gronden, gemeten aan opbrengsten van fabrieksaardappelen in 1947. Landbouwk. Tijdschr. *80* (1968), 7, 269–275. Stiboka overdruk nr. 58.

*Broek, J. M. M. van den* and *L. van der Waals:* The late tertiary peneplain of South Limburg (The Netherlands). Geologie en Mijnbouw *46* (1967) 9, 318–332. Tevens verschenen als Soil Survey Papers nr. 3.

*Cnossen, J.* en *J. G. Zandstra:* De âldeste rin fan de Boarn yn Fryslân en fean út de Paudorftiid by 't Hearrenfean om. It Beaken *28* (1966), 2, 49–74.

*Dam, J. G. C. van:* Geschiktheid van de grond voor tuinbouw. Landbouwk. Tijdschr. *79* (1967) 9, 299–305. Stiboka overdruk nr. 52.

*Dam, J. G. C. van:* Jonathan op zware rivierklei. Resultaten van een proefplekkenonderzoek in 1959–1963. Meded. Dir. Tuinb. *31* (1968) 3, 112–123. Stiboka overdruk nr. 57.

*Dam, J. G. C. van* en *J. A. Hulshof:* Asperge-opbrengsten van verschillende gronden. Groenten en Fruit *22* (1967) 32, 1377.

*Dam, J. G. C. van* en *J. A. Hulshof:* De penetrometer als instrument voor het onderzoek naar de geschiktheid van de grond voor de aspergeteelt. Meded. Dir. Tuinb. *30* (1967) 5, 186–190. Stiboka overdruk nr. 48.

*Dam, J. G. C. van* en *W. van der Knaap:* Snelle methode voor de vergelijking van teeltresultaten van tomaten. Meded. Dir. Tuinb. *30* (1967) 2, 65–72. Stiboka overdruk nr. 47.

*Daniëls, D.:* Vergelijking van opbrengst, grond en regenval. Resultaten Proefvelden Fabrieksaardappelrassen 1967: 58–64. Ver. van de Ned. Aardappelmeelindustrie, Hoogezand, 1967. Stiboka overdruk nr. 51.

*Domhof, J.:* Een electrische grondwaterstandsmeter in zakformaat. Cultuurtechn. Tijdschr. *7* (1968) 6, 278–281.

*Dylik, J,* and *G. C. Maarleveld:* Frost cracks, frost fissures and related polygons. A summary of the literature of the past decade. Meded. Geologische Stichting N.S. nr. *18*, 1967, 7–21.

*Edelman-Vlam, A. W.:* Veldnamen en tuinbouw. Groenten en Fruit *23* (1967) 24, 1051 en 1053.

*Guldemond, J. L. en K. R. Baron van Lynden:* De betekenis van het grondonderzoek voor de populierenteelt. Populier *5* (1968) 1, 3–4.

*Hammen, T. van der, G. C. Maarleveld, J. C. Vogel e.a.:* Stratigraphy, climatic succession and radiocarbon dating of the Last Glacial in the Netherlands. Geologie en Mijnbouw *46* (1967) 3, 79–95.

*Heesen, H. C. van:* De betekenis van de grondwaterstandpeiling door het Archief van Grondwaterstanden TNO voor de kaarten van de Stichting voor Bodemkartering. Dienst Grondwaterverkenning TNO. Verslag over het jaar 1967, 19–24.

*Hoekstra, C.:* Grondwaterstanden en beworteling van appelbomen in zeekleigronden. De Fruitteelt *57* (1967) 47, 1396–1397.

*Hoekstra, C.:* Ontwatering en de kwaliteit van de ondergrond. De Fruitteelt *58* (1968) 4, 122–123.

*Hoekstra, C.:* Drainage en grondwaterstanden. De Fruitteelt *58* (1968) 10, 348–349.

*Hoekstra, C.:* Fruitteelt op bedrijven met een sterke variatie in bodemgesteldheid. De Fruitteelt *58* (1968) 14, 482–484.

*Hoekstra, C. en C. van Wallenburg:* Beworteling in de bouwvoor van appelbomen op IX in boomgaarden met grasstroken. De Fruitteelt *57* (1967) 42, 1272–1274 en 1278.

*Hoekstra, C. en C. van Wallenburg:* Bodemgesteldheid en teelt van consumptie-aardappelen op de Zuidhollandse eilanden. Kali *8* (1967) 72, 61–68.

*Hoekstra, C. en C. van Wallenburg:* De teelt van Eigenheimers op de klei- en zavelgronden van de Zuidhollandse eilanden. Landbouwvoorl. *24* (1967) 5, 106–109; 6, 142–145; 7, 196–200. Stiboka overdruk nr. 53.

*Knaap, W. van der en D. Meijaard:* Vroege tomaten op de zandgrond. Groenten en Fruit *23* (1967) 18, 784–785.

*Knaap, W. van der en D. Meijaard:* Natte gronden minder geschikt voor vroege tomaten? Groenten en Fruit *23* (1967) 19, 828–829.

*Knaap, W. van der en D. Meijaard:* Vroege tomaten op natte gronden. Groenten en Fruit *23* (1967) 20, 868–869.

*Knaap, W. van der en D. Meijaard:* Vraagt zandgrond meer brandstof voor goede vroege tomaten? Groenten en Fruit *23* (1967) 21, 912–914.
*Lynden, K. R. Baron van:* Indeling van gronden naar hun geschiktheid voor de bosbouw. Ned. Bosbouw Tijdschr. *38* (1966) 8, 280–291. Stiboka overdruk nr. 40.
*Maarleveld, G. C.:* A simple method of characterizing sands. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *83* (1966) 3, 272–277.
*Marel, H. W. van der:* Cation exchange, specific surface and absorbed $H_2O$ molecules. Zeitschr. für Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde *114* (1966) 3, 161–174. Stiboka overdruk nr. 41.
*Marel, H. W. van der:* Quantitative analysis of the clay minerals and their admixtures. Contr. Mineral. and Petrol *12* (1966) 96–138.
*Marel, H. W. van der and J. M. M. van den Broek:* Literature on podzols, podzolgley, gley and pseudo-gley from 1873 to 1966. Stencil nr. 4302. Stichting voor Bodemkartering, 1968.
*Oosten, M. F. van:* Bijdrage tot de kwartair-geologie van westelijk Noordbrabant. Geologie en Mijnbouw *46* (1967) 4, 131–146. Stiboka overdruk nr. 46.
*Poelman, J. N. B.:* Verder onderzoek naar het onderkennen en voorkomen van kattezand. Landbouwk. Tijdschr. *80* (1968) 3, 95–97. Stiboka overdruk nr. 56.
*Poelman, J. N. B. and J. C. Pape:* The riverlandscapes in the Netherlands. Extract of 'Symposium on River Morphology', Bern, 1967, 7–13.
*Pons, L. J.:* Geogenese en pedogenese in de jong-holocene kustvlakte van de drie Guyana's. Tijdschr. Kon. Ned. Aardr. Gen. *83* (1966) 2, 153–172.
*Sluys, P. van der:* Grepen uit de hydrologie van het bodemprofiel. De Buffer *14* (1968) 1, 19–26.
*Smet, L. A. H. de:* De Groninger Veenkoloniën en hun landbouwkundige waardering. Landbouwvoorl. *23* (1966) 12, 342–356. Stiboka overdruk nr. 45.
*Smet, L. A. H. de:* Bodemgeschiktheidsonderzoek en bodemgeschiktheidsclassificatie in het kader van de bodemkartering. Landbouwk. Tijdschr. *79* (1967) 9, 293–298. Stiboka overdruk nr. 52.
*Smet, L. A. H. de:* Het Eems-Dollardgebied. Waddenbulletin *2* (1967) 6, 1–5, Stiboka overdruk nr. 50.
*Smet, L. A. H. de:* De Groninger Veenkoloniën en de fabrieksaardappelteelt. Kali *8* (1967) 72, 69–76. Stiboka overdruk nr. 49.
*Smet, L. A. H. de:* Grondverbeteringsmogelijkheden en hun betekenis in de Groninger Veenkoloniën. Cultuurtechn. Tijdschr. *7* (1968) 6, 252–267. Stiboka overdruk nr. 59.
*Smet, L. A. H. de:* Verschillen in kaligehalten en kalibemesting op zware kleigronden. Kali *8* (1968) 74, 133–142. Stiboka overdruk nr. 54.
*Smet, L. A. H. de en D. Daniëls:* De Groninger Veenkoloniën en hun geschiktheid voor de fabrieksaardappelteelt. Resultaten Proefvelden Fabrieksaardappelrassen 1966, 69–91; Ver. van Ned. Aardappelmeelindustrie, Hoogezand, 1967. Stiboka overdruk nr. 42.
*Smet, L. A. H. de en G. A. van Soesbergen:* T-ziekte en bodemgesteldheid. Landbouwvoorl. *25* (1968) 2, 94–99. Stiboka overdruk nr. 55.
*Steur, G. G. L.:* De bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000. Enkele gedachten over beperkingen en bruikbaarheid. De Buffer *14* (1968), 1, 11–18.
*Veniale, F. and H. W. van der Marel:* A Regular Talc-Saponite Mixed-Layer from Ferriere, Nure Valley (Piacenza Province, Italy). Contr. Mineral. and Petrol. 17, 237–254 (1968).
*Wallenburg, C. van:* Aardappelteelt en bodemgesteldheid. De Buffer *12* (1966) 6, 134–137.
*Wieringa, J.:* Veldnamen onthullen geheimen van d'olde lantschap. 5 landschapselementen. Maandblad Drenthe, 1968, nr. 6/7 recreatienummer, 108–111.
*Zegers, H. J. M.:* Het bodemkundig advies bij de aanleg van het aardgasleidingnet. De Buffer *13* (1967) 3, 75–77.
*Zonneveld, I. S.:* Zusammenhänge Forstgesellschaft Boden-Hydrologie und Baumwuchs in einigen niederländischen Pinus-Forsten auf Flugsand und auf Podsolen (Vorläufige Mitteilung). Sonderdruck aus: Anthropogene Vegetation; Bericht über das Internationale Symposium, in Stolzenau/Weser 1961, der Internationalen Vereinigung für Vegetationskunde. Den Haag, 1966, 312–335.
*Zuilen, E. J. van:* De zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor akker- en weidebouw van Nederland, schaal 1:200000. De Buffer *14* (1968) 2, 49–52.

# RAPPORTEN EN ADVIEZEN, DIE IN DE PERIODE JULI 1966 TOT JULI 1968 ZIJN SAMENGESTELD[1])

BOSBOUW EN NATUURBESCHERMING

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1966: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Nieuwe Zuider Lingedijk'. Rapport nr. 703, 31 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1966: Bodemkundig en vegetatiekundig onderzoek in de vakken 20 en 23 van het natuurreservaat 'De Geelders'. Rapport nr. 706, 23 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:1000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1967: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Komgronden Tielerwaard'. Rapport nr. 709, 18 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1967: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Willink's Weust en Heksenbos'. Rapport nr. 710, 26 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1967: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Het Klaarkampermeer'. Rapport nr. 712, 29 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1968: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'De Borkeld en het Elzenerveld'. Rapport nr. 708, 39 blz. + 3 kaartbijlagen, waarvan 2 in kleur (schaal 1:5000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1968: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Blauwgraslanden bij de Zijdebrug'. Rapport nr. 736, 15 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:2500).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1968: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'De Geelders'. Rapport nr. 739, 17 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Bannink, J. F.* en *J. C. Pape*, 1968: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'Meeuwenveen'. Rapport nr. 741, 15 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Buitenhuis, A.*, 1966: De bodemgesteldheid van de boswachterij Leersum. Rapport nr. 667, 56 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).

*Buitenhuis, A.*, 1967: De bodemgesteldheid van de boswachterij Schoonlo. Rapport nr. 698, 48 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).

*Buitenhuis, A.*, 1967: De bodemgesteldheid in de boswachterij Ommen. Rapport nr. 668, 56 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).

*Buitenhuis, A.* en *G. J. W. Westerveld*, 1968: De bodemgesteldheid van het natuurreservaat 'De Goudberg'. Rapport nr. 711, 31 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:5000).

*Vis, T.*, 1967: De bodemgesteldheid van de boswachterij 't Leenderbos. Rapport nr. 696, 37 blz. + aanhangsels en 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).

*Waenink, A. W.*, 1967: De bodemgesteldheid van het Meerdinkbos ± 5 km ten zuiden van Winterswijk. Rapport nr. 724, 23 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:1000).

CULTUURTECHNIEK

*Akker, A. M. van den*, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Oldelamer. Rapport nr. 629, 91 blz. + aanhangsel en 8 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).

*Bazen, M. A.* en *I. Ovaa*, 1967: De bodemgesteldheid van de Nieuw- en Groot-Kieldrechtpolder. Rapport nr. 691, 36 blz. + aanhangsel en 5 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).

*Bles, B. J.*, 1967: Verslag van het aanvullende bodemkundig onderzoek in het ruilverkavelingsgebied Geestmerambacht (noord). Rapport nr. 701, 16 blz., + 4 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:16667).

*Bles, B. J.* en *H. J. M. Zeegers*, 1968: De bodemgesteldheid van de 'Hoge Grienden' te Lopikerkapel. Rapport nr. 768, 19 blz. + 3 kaartbijlagen (schaal 1:5000).

*Breteler, H. G. M.*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Mergelland. Rapport nr. 692, 55 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).

*Dodewaard, E. van*, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Boornbergum. Rapport nr. 681, 55 blz. + 8 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).

[1]) De in dit overzicht vermelde rapporten en adviezen hebben betrekking op onderzoek uitgevoerd in opdracht van derden. Zij worden vrijwel alle gratis in bruikleen verstrekt door de Stichting voor Bodemkartering via de bibliotheek van het Staringgebouw, postbus 98 te Wageningen. Kopieën zijn tegen vergoeding van de kosten verkrijgbaar, tenzij de opdrachtgever bezwaar tegen reproduktie maakt.

*Dodewaard, E. van*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Saaxumhuizen. Rapport nr. 663, 29 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Ebbers, G.* en *J. C. Pape*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Borculo. Rapport nr. 720, 39 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).
*Harbers, P., A. Jager* en *W. B. Kleinsman*, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Lek en Linge. Rapport nr. 670, 93 blz. + aanhangsel en 10 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000 en 1:25000).
*Hurk, J. A. van den*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Holten Markelo. Rapport nr. 673, 104 blz. + aanhangsel en 7 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Hurk, J. A. van den* en *G. J. W. Westerveld*, 1968: Bodemkundig onderzoek naar het voorkomen van 'zure' ondergronden in een gedeelte van het ruilverkavelingsgebied Peizer-Made. Rapport nr. 770, 10 blz. + 4 kaartbijlagen, waarvan 3 in kleur (schaal 1:10000).
*Kamping, G., K. Dontje* en *J. A. van den Hurk*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Slochteren. Rapport nr. 674, 100 blz. + 7 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Kloosterhuis, J. L.*, 1968: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied 'Aalten'. Rapport nr. 688, 131 blz. + 9 kaartbijlagen, waarvan 4 in kleur (schaal 1:10000).
*Krabbenborg, A. J.*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Echt. Rapport nr. 657, 106 blz. + 4 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Makken, H.*, 1968: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Tubbergen. Rapport nr. 661, 80 blz. + 6 kaartbijlagen, waarvan 5 in kleur (schaal 1:25000).
*Ovaa, I.* m.m.v. *M. A. Bazen* en *J. de Buck*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Scheldezoom. Rapport nr. 675, 95 blz. + 6 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Riele, W. J. M. te*, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Overloon. Rapport nr. 659, 58 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).
*Riele, W, J. M. te*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Bakel. Rapport nr. 671, 61 blz. + aanhangsel en 4 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).
*Rutten, G.*, 1966: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Houtse Polders. Rapport nr. 656, 86 blz. + aanhangsel en 6 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Rutten, G.* en *W. B. Kleinsman*, 1967: De bodemgesteldheid van het ruilverkavelingsgebied Bavel-Reijensbroek. Rapport nr. 660, 60 blz. + aanhangsel en 4 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).
*Stolp, J.*, 1968: Toelichting bij de bodemkundige overzichtskaart (werkkaart) schaal 1:25000 van het ruilverkavelingsgebied Harkstede (Groningen). Rapport nr. 805, 14 blz. + 1 kaartbijlage in kleur.

DEFENSIE

*Hurk, J. A. van den* en *B. H. Steeghs*, 1967: Bodemkundige verkenning en geschiktheidsbeoordeling voor het berijden met rupsvoertuigen van een viertal terreinen gelegen in de provincies Groningen, Drente en Noordbrabant. Rapport nr. 760, 13 blz.

PLANOLOGIE EN RECREATIE

*Eilander, D. A.*, 1967: Legenda met korte toelichting op de ontwerp-bodemkaart, schaal 1:50000 van het kaartblad 31 Oost (Utrecht). Rapport nr. 756, 17 blz.
*Kleinsman, W. B.* en *H. J. M. Zegers*, 1968: De bodemgesteldheid van het toekomstige recreatiegebied Spaarnwoude. Rapport nr. 744, 13 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).
*Kloosterhuis, J. L.*, 1968: De bodemgesteldheid van de gemeente Bergh (Gelderland). Rapport nr. 804, 21 blz., + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:25000).
*Steeghs, B. H.*, 1968: Toelichting op de werkkaarten globaal aangevende de bodemgeschiktheid der gronden voor groente- en fruitteelt en voor akker- en weidebouw in het gebied van de Streekplannen Rijn en IJssel en het Rijk van Nijmegen. Rapport nr. 743a, 15 blz. + 4 bijlagen (werktekeningen) in kleur (schaal 1:50000).

PROEFBEDRIJVEN EN PROEFVELDEN

*Bles, B. J.*, 1966: Bodemkundige verkenning van het proefterrein Zaandam gelegen in het recreatiegebied Jagersveld. Rapport 704, 5 blz. 1 kaartbijlage in kleur (schaal 1:100).
*Bles, B. J.* en *G. J. W. Westerveld*, 1968: De bodemgesteldheid van het veendepot aan de Kerkstraat in Oostzaan. Rapport nr. 763, 8 blz. + 1 kaartbijlage (schaal 1:1000).
*Booy, A. H.*, 1968: De bodemgesteldheid van de A. G. Mulderhoeve, Veenkoloniale Proef-

boerderij te Emmercompascuum, deel I en II. Rapport nr. 742, 95 blz. + 9 kaartbijlagen, waarvan 7 in kleur (schaal 1:1000 en 1:2500).

*Buitenhuis, A.* en *H. J. M. Zegers*, 1968: De bodemgesteldheid van het populierengebied 'De Scheeken'. Rapport nr. 767, 18 blz. + 2 kaartbijlagen, 1 in kleur (schaal 1:5000).

*Eilander, D. A.* en *J. C. Pape*, 1967: De bodemgesteldheid van het onderbemalingsobject Bunschoten-Spakenburg. Advies nr. 37, 28 blz.

*Vos, G. A.*, 1968: De bodemgesteldheid van de Johannapolder te Poortugaal (Recreatiegebied Oude Maas). Rapport nr. 729b, 9 blz. + 1 kaartbijlage (schaal 1:1000).

*Vos, G. A.*, 1968: De bodemgesteldheid van een gedeelte van de polder 'Spuiveld' te Barendrecht (Recreatiegebied 'Oude Maas'). Rapport 729a, 8 blz. + 1 krtbijl. 1:1000.

*Vos, G. A.*, 1968: De bodemgesteldheid van enkele percelen in het uitbreidingsplan 'Ommoord' te Rotterdam (Prins Alexanderpolder). Rapport nr. 754, 10 blz. + 2 kaartbijlagen (schaal 1:1000).

STEDEBOUW EN SPORTTERREINEN

*Bles, B. J.*, 1968: Een bodemkundig onderzoek in de uitbreidingsplannen Dordtwijk, Smitshoek en Reeweg-Zuid (gem. Dordrecht). Rapport nr. 765, 21 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).

*Bles, B. J.* en *G. J. W. Westerveld*, 1967: Bodemkundig onderzoek ten behoeve van een uitbreiding van het sportpark Heelsum (gem. Renkum). Rapport nr. 761, 10 blz.

*Bles, B. J.* en *H. J. M. Zegers*, 1967: Een bodemkundig onderzoek in het uitbreidingsplan 'Sterrenburg II' (gem. Dordrecht). Rapport nr. 746, 22 blz. + kaartbijlagen in kleur (schaal 1:20000).

*Bon, J.* en *H. J. M. Zegers*, 1968: Bodemkundig en hydrologisch onderzoek van een bouwterrein voor een ULO-school aan de Thorbeckestraat te Maarssen. Rapport nr. 801, 8 blz. + 2 kaartbijlagen (schaal 1:200 en 1:1250).

*Buitenhuis, A.* en *G. J. W. Westerveld*, 1968: De bodemgesteldheid van het sportveldencomplex te Poortugaal (Z.H.). Rapport nr. 807, 17 blz. + 2 kaartbijlagen (schaal 1:500).

*Buitenhuis, A.* en *H. J. M. Zegers*, 1967: Bodemkundig onderzoek van het sportveldencomplex 'De Pastoorsmaat' te Haarle (O). Advies nr. 40, 17 blz.

*Holst, A. F. van*, 1967: Het verband tussen grondwaterstand en neerslag in verband met een onderzoek naar de oorzaak van wateroverlast op een sportveldencomplex te Hilversum. Rapport nr. 733, 11 blz.

*Holst, A. F. van*, 1968: Bodemkundig onderzoek van een bouwterrein in de Holiërhoeksche Polder (gem. Vlaardingen). Rapport nr. 778, 14 blz. + 5 bijlagen (lengteschaal 1:200, diepteschaal 1:20).

*Holst, A. F. van*, 1968: Bodemkundig onderzoek van een bouwterrein in de Holiërhoeksche Polder, Blok G (gem. Vlaardingen). Rapport nr. 778a, 15 blz. + bijlage (lengteschaal 1:200, diepteschaal 1:20).

*Hurk, J. A. van den*, 1967: Een bodemkundig onderzoek in de gemeente Noorddijk, ten behoeve van uitbreidingsplannen van de gemeente Groningen. Rapport nr. 749, 21 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:10000).

*Kleinsman, W. B.* en *B. H. Steeghs*, 1967: De bodemgesteldheid van een complex gronden bestemd voor de uitbreiding van het psychiatrisch centrum Sancta Maria te Noordwijkerhout. Rapport nr. 757, 14 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:2500).

*Kleinsman, W. B.* en *H. J. M. Zegers*, 1967: Bodemkundig onderzoek voor de aanleg van sportvelden in het sportveldencomplex te Goirle. Rapport nr. 735, 15 blz. + 2 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:1000).

*Kleinsman, W. B., H. J. M. Zegers* en *K. Buwalda*, 1967: Een bodemkundig en cultuurtechnisch onderzoek van de Anna's Hoeve (gem. Amsterdam). Rapport nr. 644, 19/13 blz. + 3 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:2500).

*Mulder, A. J.* o.l.v. *G. J. W. Westerveld*, 1968: Bodemkundig onderzoek van het toekomstig sportveldencomplex te Bennekom (gem. Ede). Rapport nr. 752, 28 blz. + 2 kaartbijlagen (schaal 1:1000).

*Rutten, G.*, 1966: De resultaten van enkele diepboringen in een sportcomplex te Malden. Advies nr. 34, 6 blz.

*Steeghs, B. H.*, 1966: Toelichting bij de grondwaterstandenkaart voor een gedeelte van het bestemmingsplan Raam-Melle in de gemeente Uden. Advies nr. 30, 4 blz.

*Steeghs, B. H.*, 1967: Bodemkundig onderzoek van de sportvelden aan de Taalstraat te Vught. Advies nr. 39, 14 blz. + aanhangsel.

*Steeghs, B. H.*, 1967: Globaal bodemkundig onderzoek van de sportterreinen 'De Baarzen' en naaste omgeving en 'Ons Buiten', in de gemeente Vught. Rapport nr. 730, 5 blz. + kaartbijlage in kleur (schaal 1:10000).

*Steeghs, B. H.*, 1967: Het bodemkundig onderzoek van 'Ons Buiten' te Vught. Rapport nr. 750, 16 blz.

*Steeghs, B. H.*, 1968: Advies betreffende de opheffing van wateroverlast in enkele tuinen, gelegen tussen de Bolkstraat en de Pekelharingstraat in Amsterdam. Rapport 802, 7 blz.

*Zegers, H. J. M.* en *B. J. Bles*, 1966: Bodemkundig onderzoek van het sportcomplex Moordrecht. Rapport nr. 694, 19 blz. + 4 kaartbijlagen in kleur (schaal 1:500).

*Zegers, H. J. M.* en *W. B. Kleinsman*, 1966: Bodemkundig onderzoek van het sportveld RCM in de Bloemendalerpolder (gemeente Muiden). Advies nr. 38, 19 blz. + 1 kaartbijlage in kleur (schaal 1:250).

*Zegers, H. J. M.*, 1967: Bodemkundig onderzoek van het sportcomplex te Harskamp in de gemeente Ede. Rapport nr. 755, 12 blz.

*Zegers, H. J. M.*, 1968: Bodemkundig onderzoek van de golfbaan 'Lauswolt' in de gemeente Beetsterzwaag. Rapport nr. 771, 10 blz.

TUINBOUW

*Zegers, H. J. M.*, 1967: Bodemkundig onderzoek in een perceel grasland te Aalsmeer ten behoeve van de geschiktheidsbeoordeling voor rozenteelt. Rapport nr. 748, 10 blz.

*Kampig, G.* en *H. J. M. Zegers* o.l.v. *G. J. W. Westerveld*, 1968: De bodemgesteldheid en de tuinbouwkundige mogelijkheden in het plan Weiteveen (gem. Schoonebeek). Rapport nr. 790, 22 blz. + 7 kaartbijlagen, waarvan 4 in kleur (schaal 1:2500).

WATERSCHAPSCLASSIFICATIE

*Steeghs, B. H.*, 1967: Toelichting op de grondwaterklassenkaart, schaal 1:10000, van het proefgebied ten noorden van Raalte (waterschap Salland). Rapport nr. 772, 8 blz.

*Steeghs, B. H.* en *G. J. W. Westerveld*, 1968: Toelichting bij de grondwaterklassenkaart van het waterschap De Dommel. Rapport nr. 693, 15 blz. + kaartbijlage van 37 bladen in kleur (schaal 1:10000).

WINNING VAN GRONDSTOFFEN

*Holst, A. F.* en *J. C. Pape*, 1967: Bodemkundig onderzoek ten behoeve van de inrichting van een zandafgraving op het landgoed 'Westenrode', gem. Ede. Rapport 753, 12 blz.

*Looman, Th. H. B.*, 1968: Klei-inventarisatie in twee percelen van de N.V. Steenfabriek De Nijverheid te Zeddam. Rapport nr. 779, 6 blz.

*Steeghs, B. H.*, 1967: Klei-inventarisatie Rijswijk (gem. Maurik). Rapport nr. 766, 10 blz. + 1 kaartbijlage in kleur (schaal 1:1000).

*Zegers, H. J. M.*, 1967: Klei-inventarisatie Ponschewaard. Onderzoek naar de aard en de dikte van de klei. Rapport nr. 727, 12 blz. + kaartbijlage in kleur (schaal 1:1000).

DIVERSEN

*Heuveln, B. van*, 1967: Bodemkundig onderzoek in een aantal percelen langs de gasleiding in Meeden (Groningen). Advies nr. 36, 16 blz.

*Steeghs, B. H.*, 1966: Bodemkundig advies betreffende een perceel aan de Rielseweg te Tilburg. Advies nr. 35, 9 blz.

*Steur, G. G. L.*, m.m.v. *Mevrouw A. W. Edelman-Vlam* en *J. M. M. van den Broek*, 1967: Toelichting bij de Waterstaatskaart. Bodemkundig landschappelijke beschrijving van de provincie Limburg. Rapport nr. 684. Uitg. Rijkswaterstaat.

*Steur, G. G. L.*, m.m.v. *Mevrouw A. W. Edelman-Vlam*, 1968: Toelichting bij de Waterstaatskaart. Bodemkundig landschappelijke beschrijving van de provincie Zeeland. Rapport nr. 684. Uitg. Rijkswaterstaat.

*Vos, G. A.*, 1968: Bodemkundig onderzoek naar de afzetting en verbreiding van 'spuitslib' in een complex grienden bij Kuipersveer (gem. Heinenoord). Rapport 788, 7 blz.

*Wagenaar, K.* en *G. J. W. Westerveld*, 1968: Bodemkundig onderzoek naar de eventuele gevolgen van seismisch onderzoek op een aantal percelen in de omgeving van Zoetermeer. Rapport nr. 785, 10 blz.

*Westerveld, G. J. W.* en *H. J. M. Zegers*, 1967: Onderzoek naar de bruikbaarheid van verspoten veenspecie als nieuwe teeltlaag in de 'groene' gedeelten van het plan Guisveld (gemeenten Westzaan, Wormerveer en Zaandijk). Rapport nr. 764, 17 blz.

*Zegers, H. J. M.*, 1967: Bodemkundig advies voor de aanleg van een olieleiding, tracé Europoort-Amsterdam. Rapport nr. 726, 9 blz.

*Zegers, H. J. M.*, 1968: Uitslagen van het grondonderzoek en het bemestingsadvies van een perceel grasland gelegen aan de Zuid-Linschoterzandweg te Snelrewaard bij Oudewater. Rapport nr. 759, 2 blz.

# PUBLIKATIES VAN DE STICHTING VOOR BODEMKARTERING[1])

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.

Deel I *Pijls, F. W. G.:* Een gedetailleerde bodemkartering van de gemeente Didam. 116 blz. Met gekl. krtn, enz. 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,– (uitverkocht).

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 enz. 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 enz. 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. bodemkrtn. enz. Proefschrift Wageningen, 1962; V.L.O. 67.16. Prijs f 17,50.

[1]) De prijzen in deze lijst zijn exclusief B.T.W., tenzij het tegendeel is vermeld.

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,–.

Deel XXII *Pons, L. J.:* De bodemkartering van het Land van Maas en Waal en een gedeelte van het Rijk van Nijmegen. 129 blz. Met gekl. bodemkrtn., foto's en andere bijlagen. Wageningen, 1966. V.L.O. 646. Prijs f 9.75.

Deel XXIII *Broek, J. M. M. van den* en *W. H. Diemont:* Het Savelsbos. Bosgezelschappen en Bodem. 120 blz. Met gekl. kaarten, foto's en andere bijlagen. V.L.O. 682, Wageningen. Ook verschenen als RIVON Verhandeling No. 3. 1966. Prijs f 9,50.

SERIE II: BODEMKUNDIGE STUDIES, 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.

Nr. 1. *Maarleveld, G. C.:* Grindhoudende midden-pleistocene sedimenten, 105 blz. Met fign. tabn. en kaartbijl. Maastricht, 1956. Prijs f 17,40 (uitverkocht).

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: | 150 blz., 1953, prijs f 8,65. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade VII: | 255 blz., 1954, prijs f 7,65. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade VIII: | 237 blz., 1957, prijs f 8,30. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade IX: | 172 blz., 1958, prijs f 8,—. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade X: | 249 blz., 1959, prijs f 10,40. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade XI: | 176 blz., 1961, prijs f 7,80. H. Veenman en Zn., Wageningen (alleen in het Engels). |
| Boor en Spade XII: | 183 blz., 1962, prijs f 8,35. H. Veenman en Zn., Wageningen (alleen in het Engels). |
| Boor en Spade XIII: | 195 blz., 1963, prijs f 12,85. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade XIV: | 264 blz., 1965, prijs f 13,35. H. Veenman en Zn., Wageningen. |
| Boor en Spade XV: | 204 blz., 1966, prijs f 17,60. H. Veenman en Zn., 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,–.

Nr. 2. *Jager, A.* and *W. J. M. van der Voort:* Collection and preservation of soil monoliths from sandy soils and ripened clay soils above and below the water table. Wageningen, 1966. Prijs f 2,–.

Nr. 3. *Broek, J. M. M. van den* and *L. van der Waals:* The Late Tertiary Peneplain of South Limburg (The Netherlands). Silicifications and fossil soils; a geological and pedological investigation. Wageningen, 1967. Prijs f 2,–.
Nr. 4. *Brinkman, R.* and *L. J. Pons:* A pedo-geomorphological classification and map of the Holocene sediments in the coastal plain of the three Guianas. Wageningen, 1968. Prijs f 9,50.

BODEMKAARTEN EN TOELICHTINGEN. In de handel gebracht door PUDOC, Duivendaal 6a, Wageningen.

Bodemkaart van Nederland, schaal 1:50000.
Kaartblad 25 Oost, Amsterdam, met toelichting. 105 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 12,50.
Kaartblad 26/32 West, Harderwijk/Amersfoort, met toelichting. 128 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1966. Prijs f 17,50.
Kaartblad 27 Oost, Hattem, met toelichting. 126 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1966. Prijs f 12,50.
Kaartblad 32 Oost, Amersfoort, met toelichting. 93 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 12,50.
Kaartblad 36 Goedereede/42 Oost (Goereese deel), met toelichting. 70 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1967. Prijs f 10,–.
Kaartblad 43 Oost, Willemstad, met toelichting. 130 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1967. Prijs f 15,–.
Kaartblad 43 West, Willemstad, met toelichting. 85 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1964. Prijs f 10,–.
Kaartblad 50 West, Breda, met toelichting. 100 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1964. Prijs f 12,50.
Kaartblad 52 West, Venlo, met toelichting. 110 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1968. Prijs f 15,–.
Kaartblad 53/54 West, Sluis/Terneuzen, met toelichting. 118 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1967. Prijs f 15,—.
Kaartblad 56/57 West, Turnhout/Valkenswaard, met toelichting. 90 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1968. Prijs f 15,60 (inclusief B.T.W.).
Kaartblad 58 Oost, Roermond, met toelichting. 114 blz. + bijlagen, fign., lit. opgn. en tabn. Wageningen, 1968. Prijs f 15,60 (inclusief B.T.W.).

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 Groningen. Toelichting bij blad 1 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door L. A. H. de Smet. 117 blz. + bijlagen, fign, grfkn., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 19,50.
De bodem van Drente. Toelichting bij blad 1 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door B. van Heuveln. 135 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn. tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 21,50.
De bodem van Overijssel, de Noordoostpolder en Oostelijk Flevoland. Toelichting bij blad 3 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door P. J. Ente, J. C. F. M. Haans en M. Knibbe. 104 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 19,50.
De bodem van Zuid-Holland. Toelichting bij blad 6 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door C. van Wallenburg. 101 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1966. Prijs f 19,50.
De bodem van Utrecht. Toelichting bij blad 6 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door J. N. B. Poelman. 108 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1966. Prijs f 19,50.
De bodem van Zeeland. Toelichting bij blad 7 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door P. van der Sluijs, G. G. L. Steur en I. Ovaa. 88 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn. tabn. Wageningen, 1965. Prijs f 17,50.
De bodem van Limburg. Toelichting bij blad 9 van de bodemkaart van Nederland,

schaal 1:200000, door J. M. M. van den Broek. 147 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1966. Prijs f 22,50.

De bodem van Noordbrabant. Toelichting bij blad 8 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200000, door D. van Diepen. 164 blz. + bijlagen, fign., grfkn., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1968. Prijs f 23,40 (inclusief B.T.W.).

Zeer globale bodemgeschiktheidskaart voor akker- en weidebouw van Nederland, schaal 1:200000.

De geschiktheid van de bodem van Nederland voor akker- en weidebouw. Toelichting bij de kaart. Onder redactie van A. P. A. Vink en E. J. van Zuilen. 49 blz. + kaartbijlagen, fign., lit. opgn., tabn. Wageningen, 1967. Prijs f 22,50.

VERDERE PUBLIKATIES

*Bakker, H. de* en *J. Schelling:* Systeem van bodemclassificatie voor Nederland. De hogere niveaus. Wageningen, 1966. 217 blz., fign., foto's, krt., lit. opgn., tabn. Prijs f 14,50.

*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.

*Beutelspacher, H.* and *H. W. van der Marel:* Atlas of electron microscopy of clay minerals and their admixtures. A picture atlas. Uitg. Elsevier Publishing Company, Amsterdam, 1968. Prijs f 110,–.

Bodemkunde. Voordrachten, gehouden op de B-cursus 'Bodemkunde' van 14–18 september 1959. 221 blz. Geïll. Uitg. Min. 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 (uitverkocht).

*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.

*Schelling, J.:* Stuifzandgrond. Wageningen, 1955. Uitvoerige Verslagen van het Bosbouwproefstation TNO. Band 2. Verslag nr. 1. Prijs f 6,–.

*Schelling, J., H. de Bakker* en *G. G. L. Steur:* Indeling van Nederlandse gronden. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1967. Prijs f 2,50. (Tweede druk in voorbereiding)

Soil micromorphology; Proceedings of the second international working-meeting on soil micromorphology, Arnhem, The Netherlands; September 22–25, 1964; ed. by A. Jongerius. Elsevier Publishing Company, Amsterdam etc., 1964. XIV + 540 blz., fign., grfkn., lit. opgn. en tabellen. Artikelen in Frans, Duits en Engels. Prijs f 60,–.

*Steur, G. G. L. e.a.:* Bodemkartering. Een kwarteeuw onderzoek met boor en spade. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen, 1967.

Stichting voor Bodemkartering – 1965. Beknopt verslag van werkzaamheden (niet meer in voorraad).

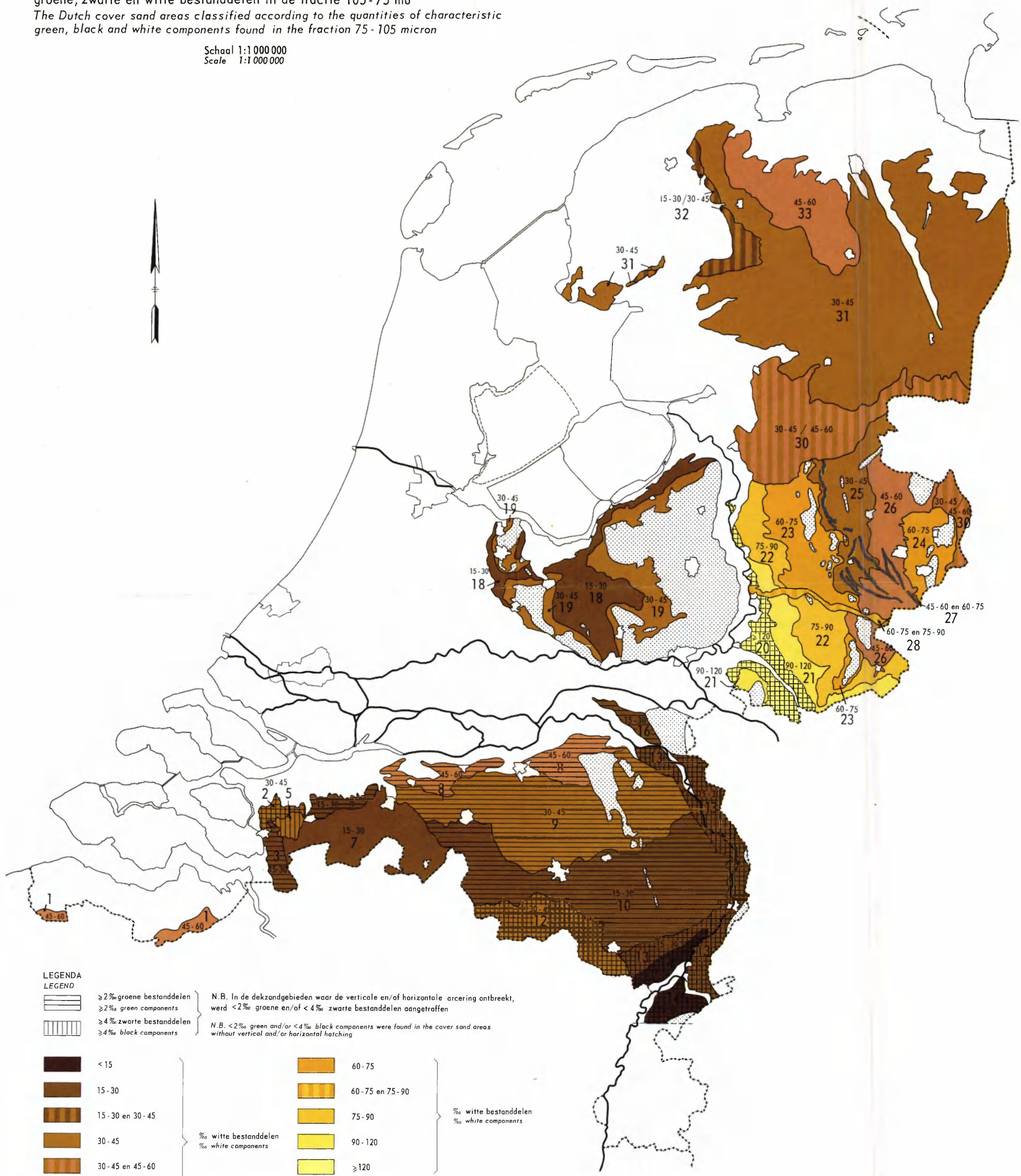
*Vink, A. P. A.:* Bijdrage tot de kennis van loess en dekzanden, in het bijzonder van de Zuidoostelijke Veluwe. 147 blz. Met gekl. krtn. en foto's. Uitg. Veenman, Wageningen, 1949. Prijs f 5,75.

Bijlage van het artikel 'Voorlopige resultaten van dekzandonderzoek met de plakbandmethode' (Boor en Spade XVI)
*Appendix to the article 'Provisional results of cover sand studies by the adhesive tape method' (Boor en Spade XVI)*

# Het Nederlandse dekzandgebied, ingedeeld naar de gevonden hoeveelheden groene, zwarte en witte bestanddelen in de fractie 105-75 mu

*The Dutch cover sand areas classified according to the quantities of characteristic green, black and white components found in the fraction 75-105 micron*

Schaal 1:1 000 000
*Scale 1:1 000 000*




LEGENDA
*LEGEND*

- ≥2‰ groene bestanddelen / *≥2‰ green components*
- ≥4‰ zwarte bestanddelen / *≥4‰ black components*

N.B. In de dekzandgebieden waar de verticale en/of horizontale arcering ontbreekt, werd <2‰ groene en/of <4‰ zwarte bestanddelen aangetroffen

*N.B. <2‰ green and/or <4‰ black components were found in the cover sand areas without vertical and/or horizontal hatching*

‰ witte bestanddelen / *‰ white components*

- < 15
- 15-30
- 15-30 en 30-45
- 30-45
- 30-45 en 45-60
- 45-60
- 45-60 en 60-75

‰ witte bestanddelen / *‰ white components*

- 60-75
- 60-75 en 75-90
- 75-90
- 90-120
- ≥120

grindrijke terreinverheffingen / *high areas rich in gravel*

1, 2 de onderscheiden gebieden / *distinguished areas*

0 10 20 30 40 50 km

STICHTING VOOR BODEMKARTERING, WAGENINGEN
*SOIL SURVEY INSTITUTE, WAGENINGEN, THE NETHERLANDS*