ENKELE ONDERZOEKINGEN OVER DE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE VOOR AKKER- EN WEIDEBOUW

WITH A SUMMARY

SOME INVESTIGATIONS ON THE SOIL SUITABILITY CLASSIFICATION FOR ARABLE AND GRASSLAND FARMING

A. P. A. VINK e.a.

CENTRUM VOOR LANDBOUWPUBLIKATIES EN LANDBOUWDOCUMENTATIE

206 5472

DRUK: NOORD-NEDERLANDSE DRUKKERIJ – MEPPEL

Deze publikatie verschijnt tevens als: Mededelingen van de Stichting voor Bodemkartering, Bodemkundige Studies nr. 6

WOORD VOORAF

De bodemgeschiktheidsclassificatie en het daarvoor noodzakelijke onderzoek behoren tot de vastgestelde taken van de Stichting voor Bodemkartering. Dit blijkt uit artikel 3 van de Statuten, waarin o.a. staat:

'1 De Stichting heeft ten doel:

a de bestudering van de grond ten behoeve van de classificatie en kartering van de bodem van Nederland,

b de geschiktheidsbeoordeling en landclassificatie van bestudeerde gronden in samenwerking met andere instituten,

c het in opdracht uitvoeren van bodemkarteringen en landclassificaties.'

In de afgelopen jaren zijn reeds verschillende malen, naast bodemkaarten en de bijbehorende teksten, bodemgeschiktheidskaarten gepubliceerd. Men denke bijvoorbeeld aan de globale bodemgeschiktheidskaarten en de tuinbouwkaarten en aan de uiterst globale kaarten van het Westen des Lands en van het Gebied der Grote Rivieren. Dergelijke kaarten, die een landbouwkundige beoordeling van de gekarteerde gronden geven, behandelen in feite een zeer complex probleem. Veel onderzoek is dan ook nodig om een goede basis voor de bodemgeschiktheidsclassificatie te leveren. Bovendien moet dit onderzoek een lange loopduur hebben, wil men de toevallige variaties die van jaar tot jaar optreden, kunnen onderscheiden en verklaren. Er zijn daarom ook nog slechts weinig resultaten van dit geschiktheidsonderzoek gepubliceerd, in verhouding tot het vele werk dat op dit terrein door verschillende medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering, in samenwerking met verschillende andere instituten wordt verricht. De hier gegeven hoofdstukken zijn een verzameling van recente onderzoekverslagen, waarvan naar onze mening de publikatie niet langer uitgesteld mag worden.

In deze publikatie maakt de lezer in het bijzonder kennis met verschillende methoden die bij dit onderzoek gehanteerd worden. Daarnaast is getracht een indruk te geven van enkele verkregen resultaten.

Sommige van de hier gepubliceerde onderzoekingen zijn nog niet geheel afgesloten. Andere zijn weliswaar ter plaatse afgesloten, maar worden toch weer verder gebruikt om het uiteindelijke doel te bereiken, nl. het vinden van wetenschappelijk verantwoorde methoden om de landbouwkundige mogelijkheden van de Nederlandse gronden te karakteriseren en het aandragen van zoveel mogelijk kwantitatieve gegevens om dit doel te verwezenlijken.

Hier zij tevens dank gebracht aan al degenen die, in welke vorm dan ook, meegewerkt hebben aan dit onderzoek, alsmede aan hen die toestemming verleenden tot het uitvoeren van proefoogsten op hun bedrijven. Met name worden hier genoemd: de Rijkslandbouwconsulent te Goes met de assistenten de heren K. Buwalda, O.

Hoekstra en wijlen de heer A. de Regt; bestuur en leden van de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting op Noord-Beveland; de Directie van de Wilhelminapolder; de leden van de Afdeling Beerta van de Groninger Maatschappij van Landbouw; de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst voor noordelijk Groningen; de Rijkslandbouwconsulenten te Emmen (Dr.), Tiel en Horst (L.) en hun medewerkers, het Instituut voor Bodemvruchtbaarheid en het Proefstation voor Akker- en Weidebouw.

A. P. A. VINK

INHOUD

blz.

WOORD VOORAF

I. DE AARD EN DE OPZET VAN DE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE VOOR AKKER- EN WEIDEBOUW, A. P. A. VINK 1

II. ENKELE ASPECTEN VAN DE METHODIEK VAN DE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE, A. P. A. VINK 7
1. Algemeen 7
2. De grote spreiding van de opbrengsten per bodemtype 12
3. Grasland 19

III. BODEMGESCHIKTHEIDSONDERZOEK EN GESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN DE PROVINCIE GRONINGEN, L. A. H. DE SMET 21
1. Inleiding 21
2. Bodemgeschiktheidsonderzoek 21
3. Voorbeelden van geschiktheidsclassificatie in de provincie Groningen 22
4. De betekenis van bodemgeschiktheidskaarten voor de landbouw . . . 30

IV. BODEMKARTERING EN KWANTITATIEVE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN DE JONGE DRENTSE VEENKOLONIËN, B. VAN HEUVELN 32
1. Inleiding 32
2. Ontstaan van dalgronden 32
3. Bodemtypen 35
4. Opbrengstmetingen 39
5. Opbrengstniveaus 41

V. BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN ZEELAND, G. G. L. STEUR m.m.v. M. A. BAZEN, J. DE BUCK EN I. OVAA 43
1. Inleiding 43
2. Beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie voor de akkerbouw van Noord-Beveland 43
3. De kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie 48

VI. ENKELE RESULTATEN VAN HET BODEM- EN GRASLANDONDERZOEK IN DE TIELERWAARD-WEST, TH. A. DE BOER, L. G. KOP EN P. V. D. SLUYS . . . 72
1. Inleiding 72
2. Bemestingstoestand 73
3. De samenstelling en opbouw van komgrond 73
4. De graslandvegetatiekartering 77
5. Het verband tussen bodemtype, grondwaterstand en vochtvariant . . . 79

SUMMARY

Some investigations on the suitability of soils for arable land and pastures 85

BIJLAGEN

1. Bodemkaart van Beerta
2. Bodemgeschiktheidskaart

I DE AARD EN DE OPZET VAN DE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE VOOR AKKER- EN WEIDEBOUW

De bodemgeschiktheidsclassificatie geeft aan welke betekenis de bodemkartering voor de landbouw heeft. Daarbij moeten de volgende vragen beantwoord worden:

a Wat is geschiktheid?
b Hoe bepaalt men de geschiktheid van gronden?
c Hoe groot is de geschiktheid van verschillende gronden?
d Hoe zijn de verschillen (of de verhoudingen) in geschiktheid van de verschillende gronden ten opzichte van elkaar?
e Hoe kan men deze verschillen in geschiktheid verklaren?
f Wat volgt hieruit voor onze bodemkundige indelingen?

Verschillende van deze vragen worden in de volgende hoofdstukken behandeld. De eerste vraag: 'Wat is geschiktheid' komt daarbij het minst direct aan de orde. Geschiktheid van een grond voor een gewas is een term uit de praktijk, waarmee men aangeeft de mate van succes, waarmee men op een bepaalde grond een bepaald gewas kan verbouwen.

Van Dale's Nieuw Groot Woordenboek der Nederlandse Taal geeft voor 'geschikt': 'voor iets passend; voor iets bekwaam of bruikbaar'. Omdat de mogelijkheden van een grond over het algemeen het best tot uiting komen bij goede behandeling, hebben wij de geschiktheid van een grond voor ons doel nader gedefinieerd als: 'de mate van succes, waarmee goede boeren een bepaald gewas op een bepaalde grond regelmatig kunnen verbouwen'. Meestal geven wij daarbij dan nog de toevoeging 'binnen het bestaande bedrijfstype'. Deze toevoeging is niet essentieel, maar zij is in de praktijk wel gewenst, omdat men zich anders te ver van de werkelijkheid zou verwijderen. Dit geldt zowel voor de beschikbare gegevens als voor de toepasbaarheid van de resultaten. Beschikt men over voldoende gegevens, dan laat zich echter ook de geschiktheid van een grond voor verschillende gewassen bij andere dan de bestaande bedrijfstypen berekenen.

Bij het dagelijks werk onderscheiden wij meestal drie vormen van bodemgeschiktheidsclassificatie:

a de beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie
b de kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie
c de verklarende bodemgeschiktheidsclassificatie.

Hiervan omvat de *beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie* het globale werk, te weten het op grond van algemene ervaring en van plaatselijke beoordelingen en ge-

gevens opstellen van geschiktheidsclassificaties, zoals dit o.a. is geschied voor de Nebo-kaart, voor diverse regionale karteringen (o.a. karteringen in opdracht) en straks voor de kaartbladenkartering op schaal 1 : 50000 van geheel Nederland, waarvoor het werk is begonnen. Zo mogelijk moeten deze classificaties in kaartvorm worden weergegeven. Deze kaarten zijn afgeleide kaarten van de bodemkaart, ook in dien zin dat de kleinste classificatie-eenheid wordt bepaald door de kleinste eenheid, die op de bodemkaart is aangegeven. Deze classificaties zijn direct afhankelijk van de schaal van de bodemkaart waarvan zij afgeleid zijn.

Goede voorbeelden van deze vorm worden behandeld in de hoofdstukken III en V (resp. Dollardgebied en Noord-Beveland). Verschillende andere medewerkers van de Stichting voor Bodemkartering hebben dergelijke classificaties opgesteld. In de laatste jaren zijn o.a. gepubliceerd: Het Land van Heusden en Altena (SONNEVELD, 1958), Groninger kleigebied (DE SMET, 1959), Heeze (VAN DIEPEN EN VINK, 1956), Noord-Limburg (VINK, 1956).

De *kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie* geeft een aanduiding in cijfers van datgene wat de beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie globaal aangeeft. Dit houdt uiteraard ook in een kritische studie van de bij de beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie gedane uitspraken. Deze kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie is een onmisbaar werk, willen wij gegronde uitspraken over de geschiktheid van onze gronden doen.

Men kan de resultaten van dit werk in drie delen splitsen:

a een kwantitatief landelijk classificatieraam
b een kritisch overzicht van de basisprincipes en van de methoden
c een hoeveelheid kwantitatieve en kritische beschouwingen over de geschiktheid van verschillende gronden. De vergelijking van de resultaten van de kwantitatieve en de beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie kan in dit opzicht zeer leerzaam zijn.

Dit kwantitatieve onderzoek brengt een zeer grote hoeveelheid nauwkeurig werk mede in de vorm van proefplekkenonderzoek en bedrijfsonderzoek. In de hoofdstukken III en V wordt een aantal onderzoekingen aan proefplekken op bouwland beschreven. Verschillende langjarige onderzoekingen zijn thans nog niet afgesloten. Deze zullen in een volgende publikatie worden behandeld.

Men vindt in de volgende hoofdstukken weinig aanduidingen over de belangrijkheid van het bedrijfsonderzoek. Toch neemt dit een zeer grote plaats in bij het gehele werk voor de kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie. De voorlopige gegevens uit het bedrijfsonderzoek worden vastgelegd in de proefbegrotingen die opgesteld worden tezamen met het LEI (Afd. Bedrijfseconomisch Onderzoek). Zij worden periodiek vastgelegd in de stukken van de Werkgroep Bodemgeschiktheidsclassificatie, die in het gehele project van de kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie een belangrijke rol vervult. Dit onderzoek gaat voort in dezelfde geest waarin VAN LIERE (1948) destijds zijn 'beste-bedrijvenmethode' ontwikkelde.

Over het graslandproefplekkenonderzoek en daarmee vergelijkbaar onderzoek vindt men veel gegevens in hoofdstuk VI. Het grasland stelt in het kader van het gehele onderzoek over de bodemgeschiktheid speciale eisen. Aangezien het grasland in Nederland ongeveer 60% van de landbouwgrond inneemt, zal hieraan in de toekomst nog veel meer aandacht besteed moeten worden.

De *verklarende bodemgeschiktheidsclassificatie* tracht aan de hand van de verkregen kwantitatieve gegevens een verklaring te geven voor het bestaan van verschillen in geschiktheid. Wellicht zal via deze verklaring een oplossing ter verbetering van de bestaande toestand gegeven kunnen worden. Maar deze classificatie is vooral van belang voor het afstemmen van de bodemkundige indeling op de verschillen in geschiktheid. Dit is echter een zeer gecompliceerd vraagstuk, waarover alleen op lange termijn definitieve uitspraken verwacht kunnen worden. Bovendien verschuiven de aan te geven grenzen naar aanleiding van verandering in bedrijfstype en landbouwtechniek.

De verschillende onderzoekingen die hierna behandeld worden, geven alle stof voor beschouwingen over de verklarende bodemgeschiktheidsclassificatie. Zo geeft DE SMET (1962) aanduidingen over de betekenis van het kalkgehalte of van daarmee gecorreleerde factoren in de zware zeekleigronden. Ook leest men uit het Dollardonderzoek aanduidingen af over de betekenis die de keileem in bepaalde omstandigheden kan hebben. Het onderzoek in Noord-Beveland geeft aanleiding tot bespiegelingen over de betekenis van de zwaarte van de bovengrond en van de diepte en de grofheid van de zandondergrond. Het onderzoek in Drente verschaft aanwijzingen over de betekenis van het slibgehalte in de dalgronden en over de betekenis van het zand-veen-mengsel ten opzichte van de niet gemengde profielen. Uit thans nog aan de gang zijnde onderzoekingen in Noord-Limburg en in het Land van Maas en Waal zullen o.a. aanduidingen worden verkregen over de betekenis van verschillende rivierleemgronden en stuifzandgronden voor de landbouw, over de betekenis van storende ondergronden in de rivierklei en over het verschil tussen stroomgronden en komgronden. De onderzoekingen in de Tielerwaard en de Alblasserwaard geven waardevolle aanwijzingen, resp. over de betekenis van de veenondergrond, de grondwaterstand en de structuur van het kleidek.

De verschillende vormen van landclassificatie kunnen in een schema worden weergegeven (zie figuur 1). In de bodemkunde hebben wij alleen te maken met die vormen van landclassificatie, waarbij het gaat om de bodem als variabele factor. Om de beoordeling in landbouwkundig verband rond te krijgen, hebben wij daarbij nog nodig *economische rekengrootheden*. Maar naar aard en variatie van deze economische constanten doet de Stichting voor Bodemkartering geen onderzoek. Dit economische onderzoek valt buiten ons terrein. Wel kan de Stichting daarvoor bodemkundige gegevens leveren.

De bodemgeschiktheidsclassificatie van een grond voor een bepaald gewas kan men

FIG. 1 Schema van categorieën van landclassificatie

A Bodemkundige landclassificatie
Pedological landclassification
B Economische landclassificatie
Economic land use classification
C Advies- en beleidslandclassificatie
Advisory and administrative landclassification

AI *Soil classification*
AII *Soil quality classification*
AIII *Soil use classification*
AIVa *Descriptive soil suitability classification*
AIVb *Quantitative soil suitability classification*
AIVc *Explanatory soil suitability classification*
CI *Advisory landclassification*
CII *Administrative landclassification*

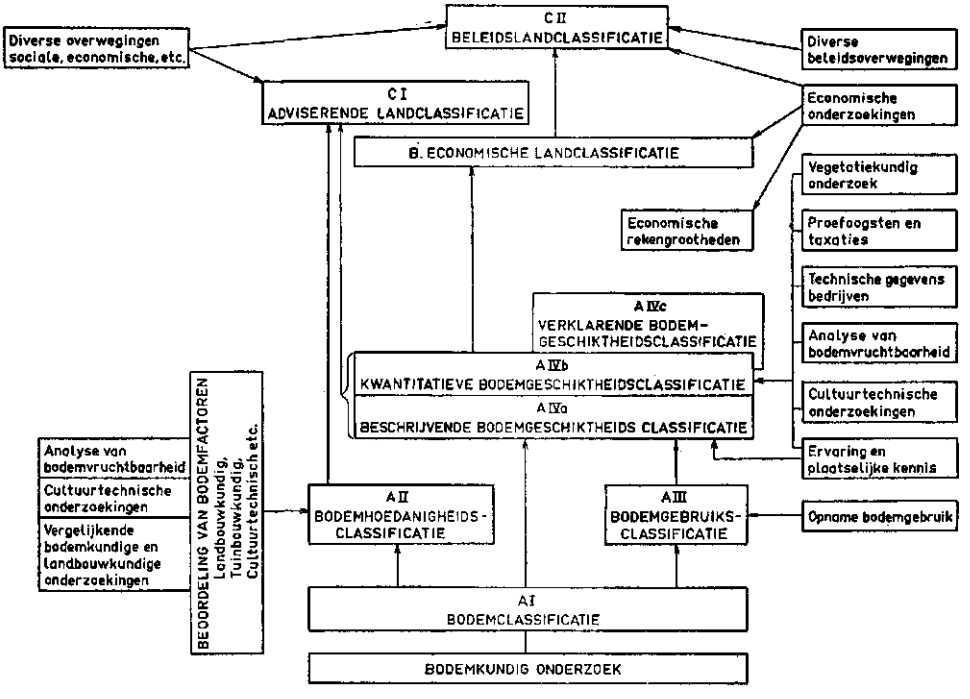
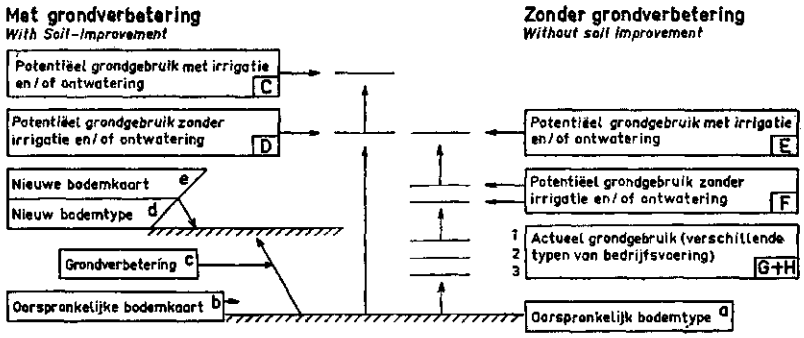


FIG. 1 *Scheme of the categories of landclassification*

op verschillende *niveaus* uitoefenen. Normaal nemen wij daarvoor het niveau van de goede boeren bij de beste waterbeheersing die in een bepaald gebied op voldoende grote schaal voorkomt en op die percelen, die goed bereikbaar zijn. Er zijn echter verschillende andere niveaus denkbaar. Dit wordt aangegeven in figuur 2.

Het door ons meest gebruikte niveau ligt ongeveer bij F in deze figuur. In verband met de beschikbare gegevens van de bij het onderzoek betrokken bedrijven en met de voorhanden economische rekengrootheden (aantal arbeidsuren per gewas per ha) is

FIG. 2 Bodem en potentieel grondgebruik



——— gebruiksmogelijkheden / *suitability of use*

↑ verbeteringsmogelijkheden / *suitability of improvement*

a = *original soil type*
b = *original soil map*
c = *soil improvement*
d = *new soil type*
e = *new soil map*

C *and* E *potential land use with irrigation and/or drainage*
D *and* F *potential land use without irrigation and/or drainage*
G + H *present land use (various management classes)*

FIG. 2 *Soil and potential land use*

onze keuze voor het kwantitatieve geschiktheidsonderzoek voorlopig iets lager uitgevallen (tussen F en G).

Verder ziet men in deze figuur nog een andere vorm van geschiktheidsclassificatie, te weten de *verbeteringsclassificatie*. Deze staat aangegeven met verticale pijlen in tegenstelling tot de geschiktheidsclassificatie voor een gewas ('gebruiksmogelijkheden'), die met horizontale lijnen is aangeduid. De verbeteringsclassificatie geeft aanwijzingen over de geschiktheid die een grond heeft om door het aanbrengen van, meestal cultuurtechnische, verbeteringen van een lager niveau naar een hoger niveau te komen. Voert men daarbij ook grondverbeteringen uit, zoals diepploegen of egaliseren, dan moet hierna eerst een nieuwe bodemkaart gemaakt worden (of een revisie van de oude kaart), waarna opnieuw met de geschiktheidsclassificatie begonnen kan worden (linkerhelft van figuur 2).

Ten slotte kan men een classificatie maken van de grotere *moeite of kosten* die op verschillende bodemtypen nodig zijn om tot redelijke opbrengsten te komen. Normaal is dit ingebouwd in onze bodemgeschiktheidsclassificatie, maar het kan zeer zeker zin hebben dit voor bepaalde gebieden en voor bepaalde doeleinden (landbouwvoorlichting) nog eens afzonderlijk samen te vatten. In België gebruikt men hiervoor de niet erg toepasselijke term: 'capabiliteitsklassen'. Men ziet dit als een correctie op de geschiktheidsklasse ten gevolge van helling, bemesting, bewerking of droogtegevoeligheid). Een vergelijkbare classificatie gaven wij voor de graslandgronden (zomerdepressie, vertrapping, veevoederkwaliteit) (zie o.a. VINK, 1958). Wij hebben over-

FIG. 3 Schets aangevende de verhouding tussen verschillende termen

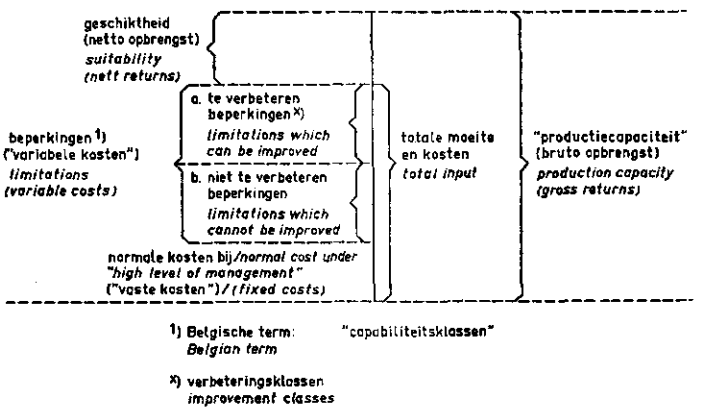


FIG. 3 *Outline of the relation between various terms*

wegende bezwaren tegen de term 'capabiliteitsklassen', die ons inziens ongeveer hetzelfde uitdrukt als de term 'geschiktheidsklassen'. Liever zouden wij hiervoor bijvoorbeeld de term 'beperkingsklassen' ingevoerd zien. Overigens is het begrip zelf zeker nadere bestudering waard. In het volgende schema (figuur 3) hebben wij getracht de verhouding tussen de verschillende termen te schetsen. Daarbij is naast iedere term zo veel mogelijk een synoniem geplaatst.

II ENKELE ASPECTEN VAN DE METHODIEK VAN DE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE

1 ALGEMEEN

De geschiktheid van een grond voor een gewas wordt bepaald door:

a de fysieke opbrengst
b de kosten die moeten worden gemaakt om deze opbrengst te verkrijgen
c de oogstzekerheid
d de kwaliteit van het produkt
e de relatieve oppervlakte van de landklassen (het Amerikaanse 'soil pattern', dat men zou kunnen vertalen door 'kaartbeeld')
f de algemene technische en economische situatie.

Hiervan is f de algemene technische en economische situatie voor een bepaalde periode (5 jaar) te herleiden tot een aantal algemeen landbouwkundige en economische constanten (rekengrootheden). Herziening hiervan is wel geregeld nodig, omdat zowel de technische situatie (landbouwwerktuigen, planteveredeling), als de economische situatie (prijzen van produkten en van produktiemiddelen) voortdurend kunnen veranderen. Dit wordt vooral ernstig, als de onderlinge verhoudingen van deze constanten gaan veranderen. Zolang het algemene niveau iets verschuift, heeft dit voor de verschillen in geschiktheid geen grote consequenties. Het opstellen en beschrijven van deze onder f samengevatte punten is een kwestie van overleg met de betrokken deskundigen. Wij beperken ons verder tot de punten a tot en met e.

Heeft men de algemene technische en economische situatie (f) voor een bepaald moment genormaliseerd door daarvoor rekengrootheden te kiezen, dan blijft er toch nog een zeer ingewikkelde situatie over, die gekenschetst wordt door het samenspel van de vijf andere factoren (a tot en met e). Om dit complex te lijf te gaan, kan men twee wegen op:

1 gebruik maken van *globale methoden*, die een schatting geven van het netto-effect van het samenspel van de vijf factoren.
2 met *gedetailleerd kwantitatief onderzoek* nagaan wat de werking is van elk van de vijf factoren op de geschiktheid van een bepaalde grond.

De *globale methoden* hebben stellig hun voordelen. In de eerste plaats kosten zij minder tijd en geld dan het gedetailleerde kwantitatieve onderzoek. Bovendien geven zij een goede mogelijkheid om de bestaande kennis en ervaring zo systematisch mogelijk uit te buiten. Verder hebben deze methoden, die werken met globale schattingen ineens van het netto-resultaat, vaak ook wiskundige voordelen boven de schattingen van onderdelen, die daarna opgeteld worden. In het laatste geval telt men

ook de fouten die bij de afzonderlijke schattingen gemaakt zijn bij elkaar op volgens: $(S\ totaal)^2 = S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + \ldots\ldots S_n^2$.

Vooral indien de globale schattingen worden uitgevoerd met behulp van rangordemethoden kunnen daarbij zeer interessante resultaten bereikt worden. Dit wordt gedemonstreerd in hoofdstuk III. Maar ook eenvoudige vergelijking van verkregen uitkomsten kan zeer goede aanwijzingen geven over bestaande tendensen.

Slechts moet men bedenken dat de bewijskracht van dergelijke eenvoudige vergelijkingen vaak minder groot is dan die van meer geperfectioneerde methoden. Maar afgezien daarvan is het in het geschiktheidsonderzoek steeds gewenst het materiaal dat men bestudeert, eerst met globale methoden te bekijken, voordat men de sprong doet naar meer gedetailleerde kwantitatieve onderzoekingen. Daardoor kunnen veel teleurstellingen en tijdverlies bij het verdere onderzoek worden voorkomen.

Het nadeel van alle globale methoden is de sterk regionale inslag, die aan de beoordeling van de geschiktheid is verbonden. Men kan wel door rangordemethoden en dergelijke de subjectieve invloed van de individuele boeren zoveel mogelijk uitsluiten, maar men blijft onwillekeurig onder de invloed van bepaalde regionale normen. Deze regionale normen zijn ten dele een gevolg van plaatselijke tradities, maar voor een belangrijk deel zijn zij ook een gevolg van de relatieve oppervlakte van de landklassen, het 'kaartbeeld' van de streek. Zo zal een streek met veel vochtige gronden een bepaald bodemtype gauw 'droog' noemen, terwijl een streek met veel lichte gronden een bepaald bodemtype gauw 'zwaar' zal noemen. Op uiterst globale schaal kan men deze streeksgewijze verschillen in beoordeling wel ongeveer wegwerken, zoals dit voor de Nebo-landclassificatie zo veel mogelijk is geschied (VINK, 1958). Maar voor meer precieze landelijke vergelijkingen blijft dit een groot bezwaar van de globale methoden.

De *kwantitatieve, meer gedetailleerde methoden* zijn dan ook om drie redenen onmisbaar:

1 voor een meer exacte landelijke vergelijking
2 voor onderzoek naar de werking van opbrengst, kosten, oogstzekerheid en kwaliteit per afzonderlijk bodemtype
3 voor onderzoek naar de invloed van de verschillende eigenschappen van ieder bodemtype op de onder 2 genoemde factoren.

Over dit werk van de kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie werd in hoofdstuk I reeds een en ander gezegd. In verschillende van de hierna volgende hoofdstukken komen enkele aspecten van dit werk naar voren. Van methodische zijde belicht, zijn daarbij drie aspecten van bijzonder belang:

1 de methoden voor het verzamelen van de gegevens
2 de methoden voor het verwerken van de verzamelde gegevens ('analytische methoden')

3 de methoden voor het samenvatten tot hanteerbare conclusies ('synthetische methoden').

Over de *methoden voor het verzamelen van de gegevens* en wel in het bijzonder over het proefplekkenonderzoek, is in de laatste jaren veel ervaring opgedaan. In de hoofdstukken III en V worden deze behandeld. Ook de vaak zeer gewenste combinatie van gewasopname en proefplekkenonderzoek moet genoemd worden. Dit verzamelen van gegevens vereist veel tijd en werk. Bovendien moet het werk in bepaalde perioden (vooral juli en augustus) absolute voorrang hebben boven ander werk, in verband met het rijpen van de gewassen. Het geeft dan dus een arbeidstop, maar deze brengt bovendien mee dat bij een bestaande formatie ander werk kan stagneren.

De serie werkzaamheden voor een proefplekkenonderzoek kan in de volgende punten beschreven worden:

1 gewasopname en uitzoeken van de plekken
2 toestemming vragen aan de boeren
3 profielbeschrijvingen en opname van grondwaterstanden
4 taxaties (bij granen)
5 proefoogsten (bij granen en hakvruchten)
6 enquête en tweede serie grondwaterstandswaarnemingen
7 voorlopige samenvatting van de gegevens en vastleggen van de proefplekken op kaarten.

De 'slechte-plekkenmethode' (DE BAKKER, 1950) kan daarbij soms ook goede resultaten opleveren. Deze methode is echter voor gebruik in de akkerbouw te wisselvallig om daarop een geheel onderzoek te baseren. Dit in tegenstelling tot het gebruik bij de overjarige gewassen en misschien ook bij het grasland.

De *methoden voor het verwerken van de verzamelde gegevens* verkeren binnen de Stichting voor Bodemkartering nog in een stadium van ontwikkeling. In de komende jaren zal hieraan, mede in verband met de grotere hoeveelheid beschikbare gegevens, veel meer tijd moeten worden besteed. Tot nu toe zijn wij nog niet verder gekomen dan enkele berekeningen van standaardafwijkingen en van correlaties. In de toekomst zullen daarnaast voor analysen van de ingewikkelde complexen, welke door ons bestudeerd worden, o.a. in aanmerking komen:

polyfactoranalyse (zie o.a. SONNEVELD, 1958)

multipele regressie-analyse

factoranalyse.

Hoe gewenst het toepassen van dergelijke 'analytische methoden' is, blijkt o.a. uit de door VAN HEUVELN aangedragen gegevens (hoofdstuk IV).

Daarnaast worden reeds nu meer 'synthetische methoden' beproefd. De belangrijkste daarvan is op het ogenblik het systeem van proefbegrotingen voor het landelijke classificatieraam, zoals vermeld in hoofdstuk I. De betekenis van de geschiktheid van

de gronden is alleen weer te geven door het onderlinge samenspel van de vijf genoemde factoren. Wij zullen daarom voor het bodemgeschiktheidsonderzoek steeds moeten zorgen dat analyse en synthese hand in hand gaan.

Tot slot van deze paragraaf nog een enkel woord over de betekenis van de *relatieve oppervlakte van de landklassen.* In Amerikaanse publikaties (zie o.a. KELLOGG, 1941) wordt dit aangeduid met 'soil pattern' wat het best overeenkomt met de Nederlandse term 'kaartbeeld'. De betekenis van het beeld dat de bodemkaart vertoont, dus van de onderlinge ligging van de bodemtypen voor de landbouw, is een nog weinig bestudeerd facet. Toch is het van uitermate groot belang voor de waardering van de gronden. In het bijzonder geldt dit natuurlijk voor gronden die grote verschillen in geschiktheid vertonen, dus het 'kaartbeeld' van de bodemgeschiktheidskaart.

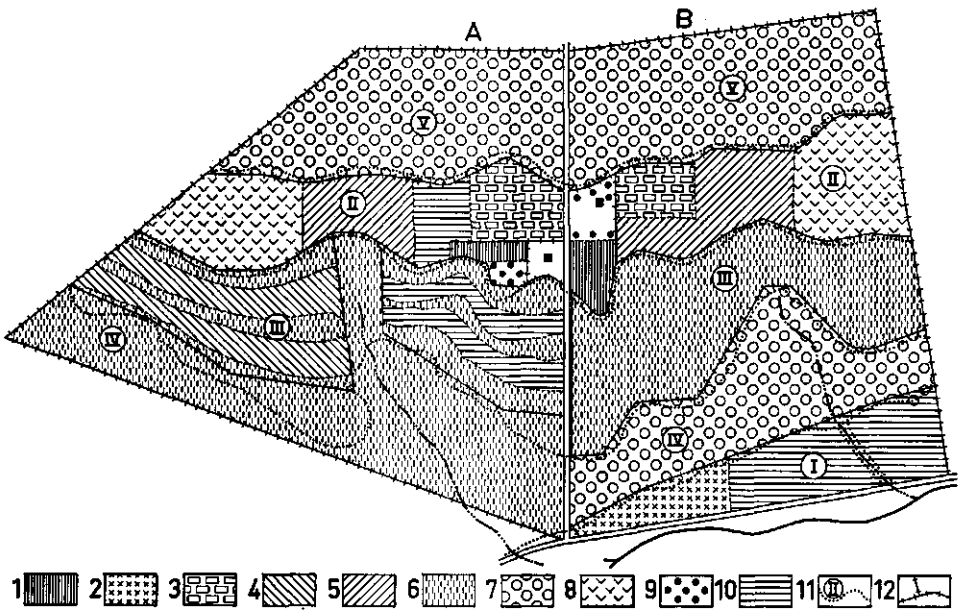
Bij een onderzoek dat in 1954 plaatsvond in enkele Zuidhollandse droogmakerijen, bleek reeds het grote belang van deze factor. Een kleine oppervlakte slechte kattekleigrond in een bedrijf dat overigens bestaat uit goede kalkrijke kleigrond, wordt totaal anders gewaardeerd dan een grote oppervlakte kattekleigrond van overigens gelijke hoedanigheid. Ook in de stroomruggronden van de rivierklei is dit een zeer wezenlijk verschijnsel. Hier is het de op vele percelen voorkomende heterogeniteit (heibanen, resp. gronden met een storende ondergrond, midden tussen goede stroomruggronden), die maakt dat ook de beste bodemtypen in het rivierkleigebied vaak toch minder geschikt zijn voor sommige teelten dan overeenkomstige profielen in andere bodemkundige landschappen. Soortgelijke verschijnselen doen zich voor bij de bedrijven met veel plaatgronden in het Nieuwland-landschap van de jonge zeeklei. Daarbij moet ook bedacht worden dat ten gevolge van de grillige ligging, tezamen met zeer goede gronden, het effect van de plaatgronden in de praktijk soms minder ernstig is dan uit de proefoogstcijfers blijkt (vergelijk hoofdstuk V).

Ook de verschillen in bedrijfstype in verschillende streken kunnen vaak uit het kaartbeeld verklaard worden. Zo is het begrijpelijk dat de Gelderse Vallei met ongeveer 70% vochtige gronden een meer op veeteelt gericht gemengd bedrijf vertoont, terwijl de bedrijven in Venray met gemiddeld ± 30% vochtige gronden zich vanzelfsprekend meer op de akkerbouw hebben toegelegd (VINK, 1957). Ook de verschillen in bedrijfstype op sommige kleigronden in Groningen en Friesland kunnen waarschijnlijk voor een groot deel uit dit kaartbeeeld verklaard worden.

Een dergelijk verschijnsel werd reeds jaren geleden zeer goed beschreven door KELLOGG (1941) in een ook overigens zeer leesbaar artikel. Hij kiest hiervoor een voorbeeld van twee bedrijven, naast elkaar gelegen, die vrijwel dezelfde bodemtypen hebben, waarbij echter alleen op boerderij B ook nog een kleine oppervlakte van een ander, zeer produktief, bodemtype (1 = Huntington silt loam) voorkomt. Ten gevolge hiervan kan het gehele bodemgebruik op boerderij B beter ingericht worden dan op boerderij A (zie figuur 4). Hij schrijft hierover:

'These two adjoining hypothetical farms in the ridge-valley region of the Southeast, of about 140 acres each, consisting chiefly of relatively poor soils, illustrate the influence of a small area of one particular soil type on the use of others in the farm unit. The growing season is a little too short for cotton. Since the rainfall is high and is characterized by sudden showers, run-off and erosion are serious on sloping lands not well covered with vegetation.

FIG. 4 Invloed van één bepaald bodemtype op het gehele bodemgebruik van een bedrijf (naar Kellogg, Climate and Soil, 1941)



Legenda / *Legend*

Bodemtypen / *Soil types*

I Huntington silt loam. Zeer vruchtbare tamelijk vlakke riviergrond. Ofschoon deze grond soms gedurende korte perioden onder water staat, is hij gemakkelijk te bewerken. Er bestaat weinig gevaar voor erosie en de grond is weinig droogtegevoelig voor de gewassen.
Huntington silt loam. Highly fertile soil of nearly level stream bottoms. Although occasionally subject to overflow for short periods, easy to till and there is little hazard from erosion. Crops suffer little from drought on this soil.

II Clarksville cherty silt loam. Relatief minder vruchtbare grond met voor de gewassen een goed fysisch milieu. Deze grond wordt aangetroffen op golvende of zwak hellende terreinen en is 'cherty' en zwak stenig en betrekkelijk gemakkelijk bewerkbaar. Het erosiegevaar is hier groter dan op type 1, zodat hiertegen maatregelen genomen dienen te worden.
Clarksville cherty silt loam. Soil with a good physical condition for crops, but relatively low in fertility, cherty and slightly stony, and found on undulating, or gently sloping surfaces. It is comparatively easy to till. There is more hazard from erosion than on soil type 1. As a matter of fact one must provide against this hazard.

III Fullerton silt loam, 'rolling' fase. Tamelijk vruchtbare grond met een goed fysisch milieu voor de gewassen, maar zwak stenig en gelegen op steile hellingen. Aan de erosiebestrijding moet veel aandacht geschonken worden.
Fullerton silt loam, rolling phase. Moderately fertile soil with good physical condition for crops, but slightly stony and on steep slopes. Great care has to be taken to avoid erosion.

IV Fullerton cherty loam, 'hilly' fase. Tamelijk stenige, sterk hellende, relatief minder vruchtbare grond met een vrij goed fysisch milieu. Het erosiegevaar op deze grond is groot.
Fullerton cherty loam, hilly phase. Soil with fair physical condition, quite stony, strongly sloping, and relatively low in fertility. The hazard from erosion is great.

V Clarksville stony loam, 'steep' fase. Zeer stenige en sterk hellende grond. Alleen geschikt voor bos.
Clarksville stony loam, steep phase. Soil so stony and steeply sloping that only forest trees can be grown.

Gewassen / *Crops*

1. tuin	*garden*	7. bos	*trees*
2. hooiland (kunst-)	*mixed hay*	8. Japanse klaver	*lespedeze*
3. tabak	*tobacco*	9. boomgaard	*orchard*
4. haver	*oats*	10. maïs	*corn*
5. tarwe	*wheat*	11. bodemgrenzen en symbolen	*soil boundaries and symbols*
6. grasland	*grass*	12. omheining	*fence*

FIG. 4 *Influence of one particular soil type on the land use as a whole of one farm unit*

A system of farming that will support a family and conserve the soil must include livestock and some cash crop. This is much more easily arranged on farm B than on farm A because of the small area of soil on B highly productive for corn. Sufficient corn can be grown on farm B on soil no. 1

so that soil no. 2 can be used for tobacco, small grains and legumes, soil no. 3 for pasture, and soil no. 4 for forestry. Since there is no soil highly productive for corn on farm A, soil no. 3 must be used partly for corn or other feed crops and soil no. 4 for pasture, with rather difficult management practices required in both instances. Soil no. 5 cannot be used for crops or pasture under any known system of management that would be practical'.

2 De grote spreiding van de opbrengsten per bodemtype

Bij de in de volgende hoofdstukken weergegeven kwantitatieve resultaten is een van de eerste dingen die sterk opvallen, de spreiding van de opbrengsten. Deze spreiding wordt veroorzaakt door:

1 klimatologische verschillen
2 spreiding binnen het bodemtype
3 behandeling door de boer.

De grote spreiding van de opbrengsten per bodemtype, die in ons onderzoek ook bij goede boeren regelmatig voorkomt, zullen wij in de toekomst steeds weer als gegeven moeten aanvaarden. Dit heeft belangrijke consequenties voor ons bodemgeschiktheidsonderzoek en voor de te maken bodemgeschiktheidsclassificaties. Wij zullen ons daarom ook in de toekomst verder moeten toeleggen op de bestudering van deze spreiding en van de invloeden waardoor deze veroorzaakt wordt.

De opbrengstspreiding die veroorzaakt wordt door *klimatologische verschillen*, is ten dele een gevolg van de jaarlijkse wisselvalligheid van de weersomstandigheden: de afwisseling van natte en droge jaren, van koude en natte jaren en dergelijke. Wij zullen deze voornamelijk tot uitdrukking moeten brengen in de factor oogstzekerheid. Deze factor kan vaak de meest wezenlijke karakteristiek zijn voor een bodemtype (Vink, 1956) (zie ook tabel 1).

De kans op het voorkomen van droge en natte jaren en dergelijke is voor dit onderzoek een belangrijk gegeven. Hierover weten wij nog te weinig. Wij zullen moeten trachten hierover in samenwerking met klimatologen en andere deskundigen iets meer te weten te komen (zie ook tabel 2). De andere oorzaak: plaatselijke verschillen in weersgesteldheid in een bepaald jaar, zou vooral nagegaan moeten worden door het plaatsen van enkele regenmeters in onze onderzoeksgebieden. In Noord-Limburg is dit in 1958 voor het eerst geschied. Ook hierbij moet gerekend worden op plaatselijke verschillen in het aantal droge, resp. natte jaren enz. (Zie ook de publikatie van A. Sonneveld (1958)). In tabel 2 geven wij een overzicht van enkele gegevens die wij vonden in de Landbouwgids 1958. Deze werden nog aangevuld met een opgave over 1958 en 1959 die wij rechtstreeks van het KNMI ontvingen.

De opbrengstspreiding, die veroorzaakt wordt door *spreiding binnen het bodemtype*, is ten dele een gevolg van de verschillen in grondwaterstand die binnen eenzelfde bodemtype voorkomen en ten dele een gevolg van verschillen in het bodemprofiel zelf. Beide kunnen door nauwkeurige waarnemingen aan de proefplekken geconsta-

TABEL 1 Voorbeeld voor een schatting van de oogstzekerheid en gevoeligheid bij rogge (onderzoek PAPE, Venray, 1951/1953).
Percentage der opbrengsten die beschouwd worden als 'goed' (meer dan 3200 kg/ha/jaar), 'normaal' (2500–3200 kg/ha/jaar) en 'slecht' (minder dan 2500 kg/ha/jaar), gemiddeld over 1951/1953

Bodemeenheid *Soil unit*		Percentage der opbrengsten *Percentage of yields*		
Code *Code*	Roepnaam *Call name*	'goed' *'good'*	'normaal' *'normal'*	'slecht' *'poor'*
O	Lemig oud bouwland (hoog-middelhoog) *Deep humic loamy sandy soil (high-medium high)*	27	57	16
B	Zwak lemig oud bouwland (hoog-middelhoog) *Deep humic slightly loamy sandy soil (high-medium high)*	6	71	23
H	Zwak lemige ontginningsgrond (hoog) *Slightly loamy reclamation soil (high)*	8	37	55
M	Zwak lemige ontginningsgrond (middelhoog) *Slightly loamy reclamation soil (medium high)*	13	66	21
L	Zwak lemige ontginningsgrond (laag) *Slightly loamy reclamation soil (low)*	33	50	17
A	Lemige ontginningsgrond (middelhoog) *Loamy reclamation soil (medium high)*	29	47	24
S	Droog stuifzand *Dry blowned sand*	3	42	55

TABLE 1 *Example for an estimate of the crop security and susceptibility with rye (research* PAPE, *Venray, 1951/1953)*
Percentage of yields considered 'good' (more than 3200 kg/ha/year), 'normal' (2500–3000 kg/ha/year) and 'poor' (less than 2500 kg/ha/year (averaged during the period 1951/1953

teerd worden. Er moeten daarom op iedere proefplek ten minste twee grondwaterstandmetingen per jaar (zomer- en wintergrondwaterstand) worden gedaan. Verder is een nauwkeurige profielbeschrijving op iedere proefplek noodzakelijk. Soms moeten dit er zelfs meer zijn, zoals blijkt uit hoofdstuk V.

Door deze waarnemingen kan men voor onderzoeksdoeleinden 'kleinere' bodemtypen formeren, waarbinnen de landbouwkundige spreiding kleiner blijkt te zijn. Voor de bestaande bodemkaarten blijft men echter met de gegeven spreiding zitten. Deze zal ook voor de toekomstige karteringen, op grond van de landschappelijke eigenaardigheden en de karteringstechnische mogelijkheden, tot op zekere hoogte blijven bestaan. Het laatste is natuurlijk sterk afhankelijk van de schaal van de te maken bodemkaarten. Maar in ieder geval krijgt men op deze wijze veel gegevens, die van nut kunnen zijn bij het kiezen van grenzen voor de lagere niveaus van de bodemclassificatie en voor het opstellen van de kaartlegenda's.

TABEL 2 Overzicht van de meteorologische gegevens sinds 1864 (Landbouwgids 1958, KNMI)

A. Temperatuur en neerslag in de winters sinds 1864 in % van het totaal aantal winters, tussen haakjes het aantal gevallen

A. Temperature and precipitation in the winters since 1864 in % of the total number of winters, in brackets the numbers of cases

Neerslag *Precipitation*	Temperatuur *Temperature*					Neerslag totaal *Total precipitation*
	zeer zacht *very mild*	zacht *mild*	normaal *normal*	koud *cold*	zeer koud *very cold*	
Zeer nat *Very wet*	5 (5)	7 (7)	3 (3)	—	—	15 (15)
Nat *Wet*	2 (2)	7 (7)	11 (10)	3 (3)	—	23 (22)
Normaal *Normal*	4 (4)	12 (11)	18 (16)	5 (5)	2 (2)	41 (38)
Droog *Dry*	—	3 (3)	6 (6)	4 (4)	1 (1)	14 (14)
Zeer droog *Very dry*	—	—	3 (3)	1 (1)	3 (3)	7 (7)
Temp. totaal *Total temp.*	11 (11)	29 (28)	41 (38)	13 (13)	6 (6)	100 (96)

B. Temperatuur en neerslag in de zomers sinds 1864

B. Temperature and precipitation in the summers since 1864

Neerslag *Precipitation*	Temperatuur *Temperature*					Neerslag totaal *Total Precipitation*
	zeer koud *very cold*	koud *cold*	normaal *normal*	warm *warm*	zeer warm *very warm*	
Zeer nat *Very wet*	1 (1)	4 (4)	3 (3)	2 (2)	—	10 (10)
Nat *Wet*	—	6 (6)	12 (11)	5 (5)	—	23 (22)
Normaal *Normal*	1 (1)	7 (7)	18 (17)	14 (13)	—	40 (38)
Droog *Dry*	(1) 1	2 (2)	4 (4)	9 (8)	1 (1)	17 (16)
Zeer droog *Very dry*	—	—	4 (4)	3 (3)	3 (3)	10 (10)
Temp. totaal *Total temp.*	3 (3)	19 (19)	41 (39)	33 (31)	4 (4)	100 (96)

C. Typen van zomers en winters van 1948–1959 (vervolg tabel 2)
(N.B. Onder winter 1959 wordt verstaan de winter 1958/1959)

C. Kinds of summers and winters in the period 1948–1959
(Note: the winter of 1959 should be understood to be the winter 1958/1959)

Winter / *Winter*		Jaar / *Year*	Zomer / *Summer*	
Temperatuur *Temperature*	Neerslag *Precipitation*		Temperatuur *Temperature*	Neerslag *Precipitation*
Zeer zacht *Very mild*	zeer nat *very wet*	1948	normaal *normal*	nat *wet*
Zacht *Mild*	droog *dry*	1949	normaal *normal*	zeer droog *very dry*
Zacht *Mild*	zeer nat *very wet*	1950	warm *warm*	nat *wet*
Normaal *Normal*	zeer nat *very wet*	1951	normaal *normal*	normaal *normal*
Zacht *Mild*	nat *wet*	1952	normaal *normal*	nat *wet*
Normaal *Normal*	normaal *normal*	1953	normaal *normal*	nat *wet*
Normaal *Normal*	normaal *normal*	1954	koud *cold*	zeer nat *very wet*
Normaal *Normal*	nat *wet*	1955	warm *warm*	zeer droog *very dry*
Koud *Cold*	nat *wet*	1956	zeer koud *very cold*	zeer nat *very wet*
Zeer zacht *Very mild*	nat *wet*	1957	normaal *normal*	nat *wet*
Normaal *Normal*	zeer nat *very wet*	1958	normaal *normal*	nat *wet*
Normaal *Normal*	nat *wet*	1959	zeer warm *very warm*	zeer droog *very dry*

TABLE 2 *General view of the meteorological data since 1864*

De opbrengstspreiding die een gevolg is van de *behandeling door de boer*, staat in onverbrekelijk verband met de wijze waarop de groei van de gewassen in het landbouwbedrijf tot stand komt. Voor de produktie van ieder gewas is een belangrijke hoeveelheid kosten en moeite nodig. Tot op zekere hoogte is het zo dat bij hogere opbrengsten binnen eenzelfde bodemtype ook grotere moeite en kosten behoren, waaronder dan ook gerekend de keuze van het meest geschikte ras van een bepaald gewas op een bepaald bodemtype. Ten dele is de spreiding echter een gevolg van toevallige omstandigheden.

In de eerste plaats moet nagegaan worden of de opbrengstspreiding een gevolg kan zijn van *rasverschillen* binnen het gewas. Bij sommige gewassen is hiervan in de laatste

jaren weinig sprake, zoals bij zomertarwe (tot dusverre altijd Peko), of rogge (steeds Petkuser, in Noord-Limburg soms een enkel perceel Heerdtvelder), maar bij andere gewassen (haver, wintertarwe) zou dit een rol kunnen spelen, ook al hebben wij hiervan tijdens onze onderzoekingen nog geen duidelijke cijfers gevonden. Zo blijkt het wintertarweras Lovink op rivierleemgronden in Noord-Limburg in de afgelopen jaren niet minder geproduceerd te hebben dan diverse modernere rassen. Op de betere tarwegronden van de jonge zeeklei is de spreiding ten gevolge van rasverschillen vermoedelijk groter.

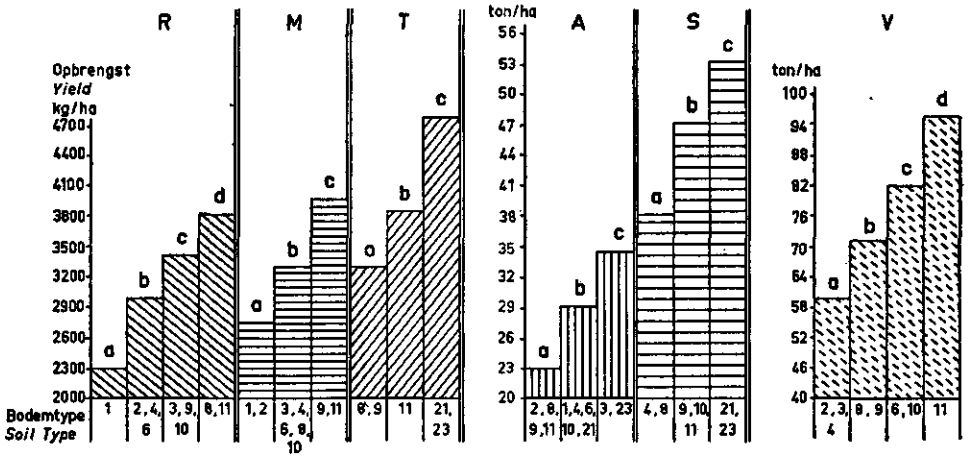
Vervolgens komen wij op de *kosten*, die de boer besteed heeft om de opbrengst te verkrijgen. Deze kosten spelen een zeer belangrijke rol bij de landelijke vergelijking van opbrengsten op de verschillende bodemtypen zoals blijkt uit de proefbegrotingen. Wij beschouwen deze kosten dan ook als een belangrijke factor in het geschiktheidsonderzoek. Maar ook de spreiding binnen het bodemtype kan in sommige gevallen wellicht verklaard worden uit de aangewende kosten (grondbewerking, onkruidbestrijding, bemesting, ziektebestrijding). Op dit punt kan de enquête die bij het proefplekonderzoek behoort, vele waardevolle gegevens opleveren. Men moet er daarbij ook op verdacht zijn dat er zich gevallen kunnen voordoen, waarbij ogenschijnlijke opbrengstverschillen tussen twee bodemtypen misschien te herleiden zijn tot zuivere kostenverschillen (systematische verschillen in behandeling).

Ten slotte blijft er de *moeite en kennis* die de boer aan de verbouw van het gewas moet besteden zonder dat dit in bepaalde kosten tot uitdrukking komt. Dit is veel meer een kwestie van aanleg en kennis van zaken, ook van ervaring en van een goede dosis geluk. De hierdoor veroorzaakte spreiding kan zeer groot zijn, ook indien men zich beperkt tot de groep 'goede boeren'. De spreiding in opbrengsten is in dit opzicht echter ook afhankelijk van de aard van het bodemtype. Wij spreken hier dan van de gevoeligheid van de grond. Deze moet geschat worden op dezelfde manier als de oogstzekerheid (zie tabel 1). Bij vergelijking van de tabellen 1 en 2 zou men zelfs kunnen zeggen dat tabel 1 nog meer de gevoeligheid dan de oogstzekerheid van de betreffende bodemtypen in Venray weergeeft.

In ieder geval blijft ons waarnemingsmateriaal, ook na eventuele correctie op enkele van de genoemde factoren, behept met een grote spreiding. Dit geldt voor de brutoopbrengsten in kg/ha, maar daardoor ook voor de daaruit te berekenen netto-opbrengsten en zelfs voor de laatste in nog sterkere mate volgens de formule $S_v^2 = S_1^2 + S_2^2$.

Dit betekent *dat wij per gewas alleen grote verschillen kunnen aantonen.* Het nagaan van detail-verschillen tussen de bodemtypen door waarnemingen aan een bepaald gewas heeft in het algemeen dus weinig zin. Dit komt overeen met de ervaring die zowel in België als in Nederland reeds in vroeger jaren met het proefplekkenonderzoek is opgedaan. Wij zullen ons er dus bij de akkerbouw mee tevreden moeten stellen, indien per gewas over het gehele traject van de Nederlandse gronden gemiddeld over een aantal jaren een aantal van *drie tot vijf opbrengstcategorieën* met redelijke zeker-

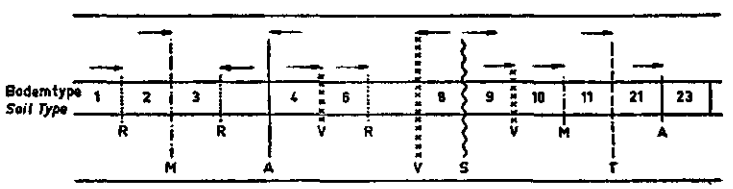
FIG. 5 Opbrengstcategorieën van enkele gewassen op verschillende bodemtypen



R = rogge / *rye*
M = mengteelt / *mixed crops*
T = tarwe / *wheat*
A = aardappelen (bintje) / *potatoes*
S = suikerbieten / *sugar beets*
V = voederbieten / *mangolds*

FIG. 5 *Yield categories of some crops on various soil types*

FIG. 6 Grenzen, die tussen verschillende bodemtypen kunnen worden aangebracht op grond van de voorlopige opbrengstgegevens



→ hogere opbrengst rechts van de grens
higher yield to the right of line

← hogere opbrengst links van de grens
higher yield to the left of line

R = rogge / *rye*
M = mengteelt / *mixed crops*
T = tarwe / *wheat*
A = aardappelen (bintje) / *potatoes*
S = suikerbieten / *sugar beets*
V = voederbieten / *mangolds*

FIG. 6 *Division lives between various soil types based on preliminary yield data*

heid kan worden vastgesteld. Iets dergelijks is weergegeven in figuur 5, die is opgezet aan de hand van voorlopige uitkomsten van het bedrijfsonderzoek.

Deze opbrengstcategorieën dienen dan hun normen te ontlenen aan datgene, wat bij zoveel mogelijk optimale behandeling aan kosten en moeite opgebracht moet worden.

Deze hoeveelheid kosten en moeite kan dan per bodemtype verschillend zijn, aangezien de optimale behandeling van de verschillende bodemtypen niet dezelfde is. Op deze wijze krijgen wij dus, landelijk gezien, per gewas een aantal (3–5) opbrengstniveaus, waarbinnen enkele kostenniveaus (ongeveer 2 à 3?). Bovendien zullen de bodemtypen vaak naar de grootte en aard van de opbrengstspreiding (oogstzekerheid, gevoeligheid) onderscheiden kunnen worden. Verder speelt de kwaliteit van het geoogste produkt soms een zeer belangrijke rol (vlas, consumptie-aardappelen), zodat in bepaalde gevallen ook daarop nog een onderscheiding mogelijk is.

Ook bij een klein aantal opbrengstcategorieën kan zodoende het totaal aantal onderscheidingen voor één gewas binnen het gehele areaal van de Nederlandse gronden nog wel vrij groot zijn. Het gaat er dan om de in de toekomst te verrichten onderzoekingen zodanig op te zetten dat een zo groot mogelijk aantal van de te verwachten onderscheidingen in het onderzoek wordt betrokken. Wij zullen met andere woorden ons moeten richten op het opzoeken van de grenzen van de te verwachten onderscheidingen.

Het geschiktheidsonderzoek in de akkerbouw zal zich bovendien zoveel mogelijk moeten richten op alle gewassen die voor de vruchtwisseling een belangrijke betekenis hebben. Want er zijn veel meer landbouwkundig belangrijke bodemverschillen dan uit het onderzoek aan één gewas zou kunnen blijken. Daarom hebben wij ook al vanaf het begin van ons onderzoek gewezen op het grote belang van het bestuderen van de gehele vruchtwisseling.

Juist door het bestuderen van verschillende gewassen uit de vruchtwisseling komt een groter aantal grenzen naar voren. Dit blijkt ook uit figuur 5. Onderaan deze figuur staan de bodemtypen genummerd (1 t/m 11, 21 en 23). Men ziet hierbij dat de bodemtypen bij ieder gewas telkens anders samengevoegd zijn. In figuur 6 hebben wij weergegeven welke grenzen op grond van deze voorlopige resultaten aangebracht zouden kunnen worden tussen de bodemtypen van figuur 5.

Niet alle grenzen uit figuur 5 zijn op figuur 6 aangegeven. Toch ziet men, dat tussen alle hier weergegeven bodemtypen een of meer landbouwkundig belangrijke grenzen (grenzen tussen opbrengstcategorieën) voorkomen.

Deze blik op de aard van de verschillen in geschiktheid van de gronden zal in de toekomst steeds meer richting moeten geven aan de opzet van onze onderzoekingen. Daarbij zou men zich met name een taakverdeling kunnen denken tussen het proefplekkenonderzoek en het bedrijfsonderzoek. Het proefplekkenonderzoek zou zich dan meer speciaal moeten richten op het toetsen van grenzen, over het bestaan waarvan min of meer sprekende aanwijzingen bestaan. Het bedrijfsonderzoek is meer geschikt om het niveau van de opbrengsten op een bepaald bodemtype na te gaan, waardoor het betreffende bodemtype voor de verschillende gewassen in de meest passende opbrengst-kostencategorieën geplaatst kan worden. Ten slotte zal, juist voor het toetsen van bepaalde grenzen, ook het aanleggen van speciale proefvelden in de toekomst steeds meer noodzakelijk worden. Bepaalde grenzen zullen namelijk, wegens

het ontbreken van een gewas in de praktijk, of althans het niet voorkomen op voldoende grote schaal op een bepaald bodemtype, niet te toetsen zijn met proefplekkenonderzoek. Het ontbreken of schaars voorkomen van een gewas kan een gevolg zijn van mindere geschiktheid van het bodemtype. Maar het gewas kan in bepaalde gevallen ook afwezig zijn, omdat de relatieve geschiktheid voor een ander gewas groter is (PONS, 1959) of omdat het in het bedrijfstype in het geheel niet past.

Deze betere opzet van het onderzoek zal hand in hand kunnen gaan met het werk voor de kaartbladenkartering. Voor het geven van geschiktheidsnormen zal bij de beoordelingsschaal voor de kaartbladenkartering gewerkt worden met opbrengstkostencategorieën, die overeenkomen met de voorlopige gegevens uit het kwantitatieve geschiktheidsonderzoek. In deze geschiktheidsclassificatie voor de kaartbladenkartering zal tot op zekere hoogte een synthese mogelijk zijn van de beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie en de kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie.

3 GRASLAND

In hoofdstuk VI komen verschillende aspecten van het bodemgeschiktheidsonderzoek voor grasland aan de orde. Dit is een terrein, waaraan in het kader van de Stichting voor Bodemkartering nog te weinig aandacht is besteed. Een oud onderzoek in de Vijfheerenlanden (DE BOER EN PONS, 1960) is thans gepubliceerd. Ook SONNEVELD (1958) heeft een aantal belangrijke gegevens verzameld. Wij wezen er reeds op dat in de komende jaren op dit gebied nog veel meer werk verricht zal moeten worden.

Als voorlopige conclusie uit de thans beschikbare gegevens kan men zeggen dat wel gebleken is dat er belangrijke verbanden bestaan tussen enerzijds bodemtype en bodemstructuur en anderzijds de *vochtvarianten van het grasland.* Ook onderzoek van FERRARI c.s. (1957) gaf belangrijke aanwijzingen in deze richting. Verder staat wel vast dat er een belangrijke correlatie bestaat, zowel van genoemde bodemeigenschappen als van de vochtvariant, met de grasopbrengsten, gemeten in proefplekken met kooien.

Verder is er geconstateerd dat er zeer belangrijke verbanden bestaan tussen de bodemeigenschappen en de 'vertrappingsgraad' van het grasland. Deze is een maat voor de gevoeligheid van de zode bij beweiding. De verhouding tussen de brutoopbrengst aan gras en de hoeveelheid gras die werkelijk door het vee gegeten wordt, staat hiermee in direct verband. Aangezien deze kan variëren tussen ongeveer 5% en 30% van de bruto grasproduktie, is dit ook een zeer belangrijk gegeven.

De *verzorgingsgraad* van het grasland is in principe een variabele, die onfhankelijk is van het bodemtype. Vaak zijn deze beide echter via de denkwijze van de boer gecorreleerd. Op verschillende bodemtypen lijkt namelijk het verzorgingsoptimum verschillend te zijn. In hoeverre hiervan in de toekomst voor het geschiktheidsonderzoek gebruik gemaakt zal worden, moet nog nagegaan worden.

Ten slotte is er het moeilijke vraagstuk van de *veevoederkwaliteit*, waarover wij vroeger reeds schreven (VINK, 1958). Ook op dit punt zal nog veel onderzoek moeten worden verricht. Maar ook hier verwachten wij uiteindelijk een interessante mogelijkheid om de landbouwkundige betekenis van bodemverschillen nader aan te duiden. Misschien zal hier een samenwerking met het dierfysiologisch onderzoek tot resultaten leiden.

III BODEMGESCHIKTHEIDSONDERZOEK EN GESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN DE PROVINCIE GRONINGEN

1 Inleiding

In de provincie Groningen zijn de laatste jaren enkele globale bodemgeschiktheidskaarten van het Groninger kleigebied samengesteld. Meer gedetailleerde kaarten zijn gemaakt van het Dollardgebied en van de Oude Veenkoloniën. De globale kaarten zijn van de Nebo-kaart (schaal 1 : 200 000) afgeleid; de meer gedetailleerde van bodemkaarten op schaal 1 : 25 000 en 1 : 10 000.

De vervaardiging van de bodemgeschiktheidskaarten vond plaats na voorafgaand bodemgeschiktheidsonderzoek. Dit is noodzakelijk voor het opstellen van een goede geschiktheidsclassificatie. Hiermede kan dan de bodemgeschiktheidskaart op een vrij eenvoudige wijze van de bodemkaart worden afgeleid.

Niet in alle gebieden vond het geschiktheidsonderzoek op dezelfde wijze plaats. De gedetailleerdheid van dit onderzoek hing samen met de schaal van de bodemkaart. In de regel werd het onderzoek verricht in samenwerking met andere deskundigen.

2 Bodemgeschiktheidsonderzoek

Uit de praktijk is bekend dat de eisen die de verschillende gewassen aan het profiel stellen, sterk uiteenlopen. Helaas is nog veel te weinig onderzoek naar de relatie bodem – plant verricht. Daardoor is het niet altijd mogelijk uit de profielbouw af te leiden voor welke gewassen de grond geschikt is en het indelen van de bodemeenheden op grond van profielkenmerken in geschiktheidsklassen levert dan ook bezwaren op.

De tot dusverre bekende methoden van geschiktheidsonderzoek (opbrengstbepalingen, beste-bedrijvenmethode, slechte-plekkenmethode) zijn niet onder alle omstandigheden hanteerbaar.

Bij het geschiktheidsonderzoek in Groningen zijn daarom ten behoeve van globaal samen te stellen kaarten tevens praktijkgegevens verzameld via de Rijkslandbouw- en Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst. Op basis van deze gegevens zijn de bodemeenheden ingedeeld in klassen, waardoor de geschiktheidskaart op vrij eenvoudige wijze van de bodemkaart kon worden afgeleid. Bij de opstelling van de classificatie zijn extreme cijfers zoveel mogelijk verwaarloosd. Er is nl. van uitgegaan dat de

ontwatering, de bemestings- en verzorgingstoestand van de grond overal in orde zijn en bij het lezen van de geschiktheidskaart dient men hiermee dan ook rekening te houden.

Voor meer gedetailleerd onderzoek is in de laatste jaren voor het Dollardgebied de zgn. rangorde-methode ontwikkeld. Aangezien de methodiek van dit onderzoek uitvoerig wordt behandeld in een onlangs verschenen publikatie (DE SMET, 1962) volgt hier slechts een korte uiteenzetting. Het principe van deze methode komt hierop neer, dat de op een bodemkaart voorkomende eenheden in een bepaalde volgorde worden gerangschikt met betrekking tot de geschiktheid van de grond voor de teelt van diverse gewassen. De geschiktheden voor de verschillende teelten worden o.a. bepaald uit opbrengstgegevens, bemestingscijfers, vruchtopvolgingen, grondbewerkingen. De rangschikking kan pas op een verantwoorde wijze geschieden wanneer men over voldoende praktijkgegevens beschikt. Uit de rangschikking laten de bodemeenheden zich gemakkelijk indelen in klassen. De bodemgeschiktheidskaart kan op deze wijze van de bodemkaart worden afgeleid.

Een iets gewijzigde rangorde-methode is op het ogenblik voor een gedeelte van de Oude Veenkoloniën in gebruik. Deze methode berust minder op praktijkgegevens, maar meer op proefveldgegevens. Aangezien dit onderzoek nog niet is afgesloten, zal ook hier niet verder over worden uitgeweid.

3 VOORBEELDEN VAN GESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN DE PROVINCIE GRONINGEN

Als eerste resultaat van een *globaal bodemgeschiktheidsonderzoek* kan worden genoemd de destijds door ons samengestelde bodemgeschiktheidskaart voor akkerbouw van het Groninger kleigebied (DE SMET, 1957).

Aan de rayonassistenten van het Groninger kleigebied werden ten behoeve van het bodemgeschiktheidsonderzoek vele gegevens gevraagd over de teeltmogelijkheden van de landbouwgewassen op de diverse bodemeenheden. Aan de hand hiervan werden de bodemeenheden voorlopig ingedeeld. Nadat deze indeling ter kritiek was voorgelegd aan de rayonassistenten en andere deskundigen, werd na het aanbrengen van enkele wijzigingen de indeling vastgesteld. Met behulp van deze vaste indeling werd de geschiktheidskaart van de bodemkaart afgeleid. Aangezien de Nebo-kaart bij dit onderzoek als grondslag heeft gediend, is de aldus ontstane kaart vrij globaal.

Een tweede onderzoek betrof de *geschiktheid van de bodem voor de tuinbouw in noord-Groningen* (DE SMET EN WAGENAAR, 1959). De assistenten van de Rijkstuinbouwvoorlichtingsdienst voor Groningen verschaften de verschillende gegevens. De grondslag voor de tuinbouwkundige indeling van de diverse gronden waren weer de

verschillen in profielbouw en de eisen, die verschillende tuinbouwgewassen aan het profiel stellen. Uit deze gegevens kon de vrij globale geschiktheidskaart voor tuinbouw van de bodemkaart worden afgeleid.

Onderzoekingen volgens de *rangorde-methode naar de bodemgeschiktheid voor akkerbouw* zijn ingesteld in het Dollardgebied en de Oude Veenkoloniën. Van deze gebieden zijn vrij gedetailleerde bodemkaarten voorhanden. Met deze kaarten als grondslag was het dan ook mogelijk vrij gedetailleerde bodemgeschiktheidskaarten samen te stellen. De resultaten van het vrij uitgebreide onderzoek van het Dollardgebied worden in een aparte publikatie behandeld (DE SMET, 1962). Het onderzoek van een gedeelte van de Oude Veenkoloniën zal na afsluiting van deze publikaties eveneens worden gepubliceerd. Als voorbeeld van een onderzoek volgens de rangorde-methode zullen we hier volstaan met de bespreking van de uitkomsten van een bepaald gedeelte van het Dollardgebied, nl. een deel van de gemeente Beerta.

Bodemgeschiktheidskaart van de gemeente Beerta

Bijlage 1 is de bodemkaart van Beerta, die in een iets vereenvoudigde vorm is overgenomen van de bodemkaart van het Dollardgebied (DE SMET, 1962). De legenda bevat 14 onderscheidingen. Voor de betekenis van de verschillende bodemkundige termen wordt verwezen naar de desbetreffende literatuur. De onderscheiden kaarteenheden (no.'s 1 t/m 14) zijn landbouwkundig gesproken zeer belangrijk. Bij onderscheiding 1 is het eventueel voorkomen van keileem in de ondergrond van grote betekenis. Het voorkomen van een keileemondergrond is door de toevoeging o aangegeven. Om dezelfde redenen zijn gronden met een overslagdek (ontstaan tengevolge van dijkdoorbraken) apart aangegeven met de toevoeging O.

Met toevoegingen zijn ook aangegeven gronden, waarvan door menselijk ingrijpen het oorspronkelijk profiel niet meer aanwezig is. De landbouwkundige kwaliteit van deze gronden loopt nogal sterk uiteen. In het volgende blijven ze onbesproken.

Een verdere bespreking van de bodemkaart blijft hier achterwege. Kort samengevat kan nog worden opgemerkt dat de gronden no.'s 1 t/m 6 tot het zogenaamde Schiereiland van Winschoten behoren. De gronden no.'s 7 t/m 9 worden gerekend tot het Dollardrandgebied; dat is het overgangsgebied naar de Dollardpolders. No.'s 10 t/m 14 liggen in de oudste Dollardpolders. Gronden van de jongste polders komen in Beerta niet voor.

Vrijwel alle bedrijven in Beerta bestaan uit opstrekkende heerden. Deze heerden snijden de bodemgrenzen nagenoeg onder een rechte hoek. De verschillende bodemeenheden zijn in de meeste heerden dan ook vertegenwoordigd.

Het onderzoek naar de bodemgeschiktheid vond plaats in samenwerking met de afdeling Beerta van de Groninger Mij. van Landbouw, bij welke vereniging de meeste

TABEL 3 Overzicht van de voornaamste gewassen

Gewassen / *Crops*	Beteelde oppervlakten in % *Cultivated areas in %* Bodemeenheden / *Soil units*		
	0(11 t/m 13), 13, 12, 11	10, 9	8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 11, 1
Granen (t) / *Cereals* (wintertarwe, zomertarwe, haver, wintergerst / *winter wheat, summer wheat, oats, winter barley*)	60	65	—
Granen (r) / *Cereals* (rogge, haver, gerst, zomertarwe / *rye, oats, barley, summer wheat)*	—	—	60
Zaadgewassen / *Seed crops* (karwij-, kool-, bieten-, mosterd-, kanariezaad / *caraway, cole-, beets, white mustard, canary seed)*	10	10	5
Peulvruchten / *Pulses* (erwten, paardebonen / *peas, haricot beans)*	10	5	—
Hakvruchten / *Fallow crops* (suikerbieten, evt. voederbieten, aardappelen / *sugar beets, eventually mangolds, potatoes)*	5	5	20
Fijne handelsgewassen / *Fine cash crops* (blauwmaanzaad, vlas / *maw seed, flax)*	5	—	—
Grasland / *Grassland* > (incl. kunstweide, groenvoeder- en groenbemestingsgewassen / *incl. leys, green fodder crops and green manuring crops)*	10	15	15

TABLE 3 *Survey of the most important crops*

grondgebruikers zijn aangesloten. Vrijwel alle leden hebben aan het onderzoek deelgenomen. De voorlopige bodemkaart, voorzien van een korte toelichting, werd aan alle deelnemers ter beschikking gesteld. Van te voren was reeds een uiteenzetting van de bodemgesteldheid gegeven, evenals van het doel van het onderzoek naar de bodemgeschiktheid. Verdere details blijven hier onbesproken. Enkele resultaten worden in de volgende tabellen weergegeven.

In tabel 3 is een overzicht gegeven van de voornaamste geteelde gewassen. Voor bepaalde groepen van overeenkomstige gronden zijn van de verschillende gewassen de beteelde oppervlakten in percenten weergegeven. De in de tabel genoemde cijfers moeten als ronde getallen worden opgevat. Op de oorzaken van de zeer grote, met granen beteelde oppervlakte wordt hier niet ingegaan.

De rangschikking van de verschillende bodemeenheden naar de geschiktheid voor

TABLE 4 Rangschikking van de bodemeenheden* naar hun geschiktheid voor:

Gewas *Crop*	Granen / *Cereals*				Hakvruchten / *Fallow crops*			
	Hoofdgewas *Principal crop*		*Zaad-* gewassen *Seed crops*	Peul- vruchten *Pulses*	Suiker- bieten *Sugar beets*	Voeder- bieten *Mangolds*	Aard- appelen *potatoes*	Gevoelige gewassen** *Susceptible crops***
	Tarwe *Wheat*	Rogge *Rye*						
	9	3	1	9	1	1	9	9
	10	1	3	10	11	3	10	10
	11	11	11	11	3	11	3	11
	12	5	4	12	10	5	11	12
	13	4	5	13	9	4	12	13
	O(11 t/m13)	6	2	o(11 t/m13)	5	2	13	o(11 t/m13)
		8	7		4	7	o(11 t/m13)	
		2	9		2	6	1	
		7	10		7	8	11	
			6		11		7	
			8		12		5	
			11		13		4	
			12		o(11 t/m 13)		2	
			13		6		8	
			o(11 t/m 13)		8		6	

* Bodemeenheden, waarop bepaalde gewassen weinig of niet geteeld worden, zijn niet opgenomen
Soil units on which certain crops are not or seldom cultivated are not mentioned
** Tot de gevoelige gewassen worden o.a. blauwmaanzaad en vlas gerekend
Maw seed and flax are a.o. included among the susceptible crops

TABLE 4 *Classification of the soil units* according their suitability for*

diverse gewassen is in tabel 4 weergegeven. Behalve deze rangschikking zijn de gewassen ook nog per bodemeenheid gerangschikt naar de geschiktheid voor die gewassen (tabel 5). Gewassen die niet of zelden worden geteeld, zijn in de tabellen niet opgenomen.

Tabel 6 heeft betrekking op de bewerkbaarheid, de onkruidbestrijding en de bemestingskosten. Ook ten aanzien hiervan konden de bodemeenheden worden gerangschikt. Grondbewerkingen, bemestingen enz. geven indicaties over de moeite en de kosten, nodig om het land voor akkerbouw geschikt(er) te maken. Bij het lezen van beide tabellen dient er rekening mee te worden gehouden dat de schuimaardegiften, vooral aangewend op de knikkige klei- en kalkarme kleigronden ter verbetering van de structuur van de bovengrond, de rangschikking van de bodemeenheden naar bewerkbaarheid mede hebben bepaald. De bemestingskosten slaan alleen op gemiddelde toegediende giften aan N, P_2O_5 en K_2O.

TABEL 5 Rangschikking van de gewassen per bodemeenheid naar geschiktheid voor die gewassen*

Bodemeenheid *Soil unit*	Afnemende geschiktheid → *Decreasing suitability* →
1	b, h, c, g, f
1	b, h, g, c, f
2	b, h, g, c, f
3	b, c, g, f, h
4	b, h, g, c, f
5	b, h, g, c, f
6	b, h, c, g, f
7	b, h, g, c, f
8	b, h, c, g, f
9	a, c, f, d, e, h
10	a, c, f, d, e, h
11	a, c, f, d, e, h
12	a, c, f, d, e, h
13	a, c, f, d, e, h
O(11 t/m 13)	a, c, f, h, d, e

*a granen met tarwe als hoofdgewas / *cereals with wheat as principal crop*
b granen met rogge als hoofdgewas / *cereals with rye as principal crop*
c zaadgewassen / *seed crops*
d peulvruchten / *pulses*
e gevoelige gewassen / *susceptible crops*
f suikerbieten / *sugar beets*
g voederbieten / *mangolds*
h aardappelen / *potatoes*

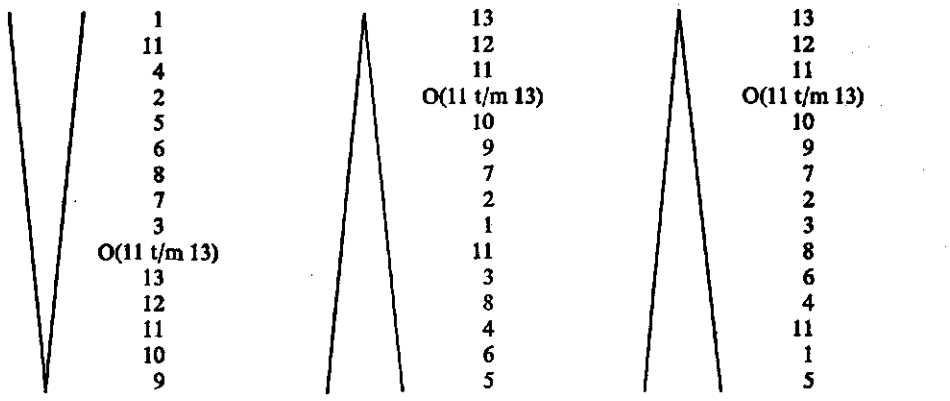
TABLE 5 *Classification of the crops per soil unit according to suitability for those crops**

In tabel 7 zijn voor de verschillende gronden de meest gebruikelijke giften aan kunstmest opgegeven. Deze cijfers konden alleen voor de bij elkaar behorende groepen van gronden worden vermeld en moeten derhalve als zeer globaal worden opgevat. Tevens zijn in deze tabel opgenomen de gemiddelde cijfers aan kunstmestgiften over een reeks van jaren bij de meest gebruikelijke vruchtwisseling (zie tabel 3).

De gemiddelde jaarlijkse opbrengstcijfers, verkregen bij de meest gebruikelijke bemesting en vruchtwisseling, zijn in tabel 8 vermeld. Ook deze cijfers zijn vrij globaal en zijn berekend uit gegevens, afkomstig van goede bedrijven.

Aan de hand van de gegevens die in bovenstaande tabellen zijn samengevat, is de mate van geschiktheid van de verschillende bodemeenheden voor de diverse teelten uitgedrukt in een aantal gradaties. Deze kunnen het beste worden weergegeven met

TABEL 6 Rangschikking van de bodemeenheden naar:



V = afnemend / *decreasing* Λ = toenemend / *increasing*

TABLE 6 *Classification of the soil units according to:*

TABEL 7 Gebruikelijke giften aan kunstmest in kg/ha voor de bodemeenheden

Bodemeenheden / *Soil units*	O(11 t/m 13) 13, 12, 11			10, 9			8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 11, 1		
Gewassen / *Crops*	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Granen (t) *Cereals*	60	40		70	50				
Granen (r) *Cereals*							80	50	100
Zaadgewassen *Seed crops*	110	50		130	60		90	60	100
Peulvruchten *Pulses*	10	50		20	60				
Hakvruchten *Fallow crops*	130	50	60	150	60	80	140	80	200
Fijne handelsgewassen *Fine cash crops*	10	60	60						
Gemiddeld per jaar *Year average*	60	40	10	80	50	10	100	60	120
Gemiddelde kalkgiften (schuimaarde) per jaar *Average yearly amount of lime applied (defecation lime)*	1500 kg/ha (15 ton schuimaarde /10 jaar) *(15 tons of defecation lime/10 years)*			2000 kg/ha (20 ton schuimaarde /10 jaar) *(20 tons of defecation lime/10 years)*					

TABLE 7 *Usual gifts of fertilizers in kg/ha for the different soil units*

TABEL 8 Gemiddelde jaarlijkse korrel- (knol-) opbrengst in kg/ha voor de verschillende bodemeenheden

Bodemeenheden / *Soil units* → Gewassen / *crops* ↓	O(11 t/m 13) 13, 12, 11	10, 9	8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 11, 1
Wintertarwe *Winter wheat*	4000	3500	—
Zomertarwe *Summer wheat*	3750	3250	3000
Rogge *Rye*	—	—	3250
Wintergerst *Winter barley*	4000	3500	—
Haver *Oats*	4500	4000	3750
Karwij *Caraway*	1500	1250	—
Koolzaad *Cole seed*	2500	2250	2500
Bietenzaad *Beet seed*	2500	2250	—
Groene erwten (rijp) *Green peas (mature)*	2500	2000	—
Paardebonen *Haricot beans*	2500	2000	—
Suikerbieten *Sugar beets*	35000	30000	30000
Aardappelen (fabrieks-) *Potatoes (for processing)*	—	—	35000

TABLE 8 *Average yearly yield of grains (tubers) in kg/ha for the different soil units*

cijfers, waarbij in ons voorbeeld 1 de grootste en 5 de minste geschiktheid aanduidt. De geschiktheden van de verschillende gronden voor de diverse gewassen staan in tabel 9 aangegeven.

Tabel 9 heeft als grondslag gediend voor de klasse-indeling van de gronden en voor de legenda van de bodemgeschiktheidskaart. Ten slotte is de bodemgeschiktheidskaart (bijlage 2) voor akkerbouw van de bodemkaart (bijlage 1) afgeleid.

TABEL 9 Indeling van de gewassen per bodemeenheid in geschiktheidsgradaties

Bodemeenheid *Soil unit*	Geschiktheid / *Suitability* 1	2	3	4	5
O(11 t/m 13)	granen (t) *cereals (t)* zaadgewassen *seed crops*		suikerbieten *sugar beets* aardappelen *potatoes*	peulvruchten *pulses* vlas *flax*	
13	granen (t) *cereals (t)* zaadgewassen *seed crops*		suikerbieten *sugar beets*	peulvruchten *pulses* vlas *flax* aardappelen *potatoes*	
12	granen (t) *cereals (t)* zaadgewassen *seed crops*		suikerbieten *sugar beets*	peulvruchten *pulses* vlas *flax* aardappelen *potatoes*	
11	granen (t) *cereals (t)* zaadgewassen *seed crops*		suikerbieten *sugar beets*	peulvruchten *pulses* vlas *flax* aardappelen *potatoes*	
10		granen (t) *cereals (t)* zaadgewassen *seed crops*		suikerbieten *sugar beets* peulvruchten *pulses*	vlas *flax* aardappelen *potatoes*
9			granen (t) *cereals (t)* zaadgewassen *seed crops*		suikerbieten *sugar beets* peulvruchten *pulses* vlas *flax* aardappelen *potatoes*
8	granen (r) *cereals (r)* aardappelen potatoes	zaadgewassen *seed crops* voederbieten mangolds	suikerbieten *sugar beets*		
7	granen (r) *cereals (r)* aardappelen *potatoes*	voederbieten *mangolds*	zaadgewassen *seed crops* suikerbieten *sugar beets*		

Tabel 9 (vervolg) / *Table 9 (continued)*

Bodemeenheid	Geschiktheid / *Suitability*				
	1	2	3	4	5
6	granen (r) *cereals (r)* aardappelen *potatoes*	zaadgewassen *seed crops* voederbieten *mangolds*	suikerbieten *sugar beets*		
5	granen (r) *cereals (r)* aardappelen *potatoes*	voederbieten *mangolds*	zaadgewassen *seed crops* suikerbieten *sugar beets*		
4	granen (r) *cereals (r)* aardappelen potatoes	voederbieten *mangolds*	zaadgewassen *seed crops* suikerbieten *sugar beets*		
3			granen (r) *cereals (r)* zaadgewassen *seed crops*	voederbieten *mangolds*	suikerbieten *sugar beets* aardappelen *potatoes*
2	granen (r) *cereals (r)* aardappelen *potatoes*	voederbieten *mangolds*	zaadgewassen *seed crops* suikerbieten *sugar beets*		
1		granen (r) *cereals (r)* aardappelen *potatoes*		zaadgewassen *seed crops* voederbieten *mangolds*	suikerbieten *sugar beets*
11		granen (r) *cereals (r)* aardappelen *potatoes*	voederbieten *mangolds* zaadgewassen *seed crops* suikerbieten *sugar beets*		

(t) hoofdgewas tarwe / *principal crop wheat*
(r) hoofdgewas rogge / *principal crop rye*

TABLE 9 *Suitability classification of the crops per soil unit*

4 DE BETEKENIS VAN BODEMGESCHIKTHEIDSKAARTEN VOOR DE LANDBOUW

Het blijkt dus dat men met behulp van praktijkgegevens bodemgeschiktheidskaarten kan vervaardigen. Dergelijke kaarten kunnen ook voor de waardebepaling van de gronden belangrijke diensten bewijzen. Behalve hiervoor zijn bodemgeschiktheids-

kaarten ook van betekenis om na te gaan of een ruilverkaveling voor een bepaald gebied al dan niet zin heeft. De mogelijkheden van een ruilverkaveling kunnen immers beter aan de hand van geschiktheidskaarten dan van bodemkaarten worden beoordeeld. Bij verplaatsing van bedrijven kan b.v. nagegaan worden of de te verplaatsen en/of de te blijven bedrijven van bedrijfstype moeten veranderen.

Het nut van bodemgeschiktheidskaarten wordt op het ogenblik niet alleen ingezien door cultuurtechnici, maar ook door de boeren. Het onderzoek in Beerta is b.v. voor boeren in andere delen van de provincie aanleiding geweest eveneens voor hun gebied een bodemgeschiktheidsonderzoek in te stellen. Naar aanleiding van de resultaten zouden ze zich dan beter kunnen beraden over een eventuele aanvraag voor ruilverkaveling.

Het gebruik van bodemgeschiktheidskaarten voor het werk van de Grondkamers is vooral voor de vaststelling van pacht- en koopprijzen van veel belang. We zullen hier echter niet op ingaan.

Het nut van bodemgeschiktheidskaarten als basis voor verder onderzoek

Het minder geschikt zijn van een grond voor de teelt van bepaalde gewassen kan meestal aan minder gunstige groeiomstandigheden worden toegeschreven. Bij het bodemgeschiktheidsonderzoek blijkt dikwijls al vrij spoedig waarin deze minder gunstige omstandigheden gezocht moeten worden, b.v. in de profielbouw of in bepaalde fysische of chemische eigenschappen van de grond. Op grond hiervan kan verder onderzoek plaatsvinden. De studie over de relatie bodem-plant komt dan ook tot zijn recht. Meestal zullen dergelijke studies in samenwerking met andere specialisten dienen plaats te vinden.

IV BODEMKARTERING EN KWANTITATIEVE BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN DE JONGE DRENTSE VEENKOLONIEN

1 Inleiding

Het onderzoek voor de kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie is in Drente voornamelijk geconcentreerd in het type-gebied Jonge Veenkoloniën. Globaal aangegeven ligt dit gebied ten oosten en ten zuiden van de Hondsrug.

De opzet van het onderzoek is tweeërlei. In de eerste plaats zijn enige bedrijven uitgezocht en gekarteerd. De bodemkundige gegevens van deze bedrijven worden gebruikt om met de over een periode van 4 tot 10 jaar verzamelde jaarlijkse gegevens omtrent gewassenkeuze, opbrengst en bemesting te komen tot de kwantitatieve classificatie. Ten tweede zijn in een gereed gekomen kartering van het waterschap Bargerwesterveen gegevens over het opbrengstniveau op verschillende bodemtypen verzameld. Daartoe zijn in de afgelopen jaren reeds vier opnamen van de gewassen verricht. De frequentie van het voorkomen van een bepaald gewas op eenzelfde bodemtype geeft een aanwijzing voor de geschiktheid van dat bodemtype voor dat gewas. Zomertarwe en haver worden op de vier meest voorkomende bodemtypen getaxeerd. Deze taxaties worden geverifieerd naar de resultaten van proefoogsten en geven dus een directe maat voor het opbrengstniveau van het onderzochte bodemtype. Opbrengsten van suikerbieten en aardappelen zijn op dezelfde vier bodemtypen gemeten.

2 Ontstaan van dalgronden

Een dalgrond kan worden gekarakteriseerd als het resultaat van landbouwkundig verantwoord achterlaten van afgeveend land. Hoofdzaak was en is dus de vervening van het hoogveen. Het hoogveen bestaat, van boven naar beneden gaande, uit jong mosveen, oud mosveen en soms moerasveen. Het jonge mosveen is de grondstof voor de turfstrooiselfabricage, de rest is voor de turf bestemd. Figuur 7 vertoont zulk een hoogveenprofiel in vervening.

Om een veenlandschap toegankelijk te maken voor het veenderijbedrijf wordt het ontsloten door kanalen en wijken. Hierdoor is het enerzijds mogelijk dat de turfschepen zeer dicht bij de afgraving komen, anderzijds leveren dé wijken, die in het onderhavige gebied altijd tot in de minerale ondergrond worden gegraven, het zand voor de latere bezanding. Figuur 8 laat dit zanddepot, de zg. klemsloot, zien naast pas gegraven wijken.

FIG. 7 Hoogveenontginning bij Bladderswijk. Bij de vervening wordt zowel de oude bovengrond als het jonge mosveen 'teruggezet' (volgens pijl)

oude bovengrond + jong mosveen
old top soil and young sphagnum peat

oud mosveen
old sphagnum peat

veenput
peat pit

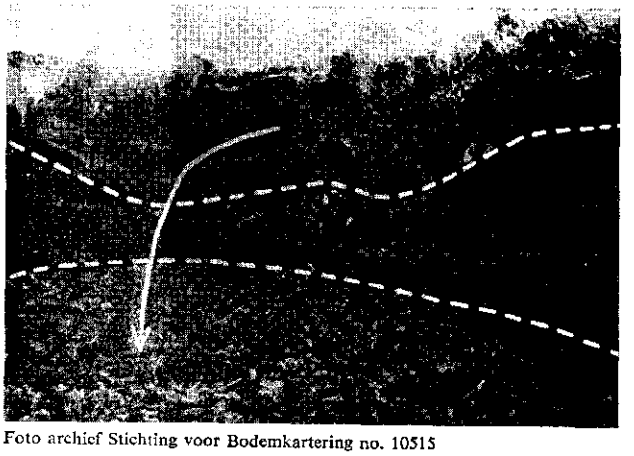


Foto archief Stichting voor Bodemkartering no. 10515

FIG. 7 *Highmoor peat cutting and reclamation near Bladderswijk. During peatmaking the old top soil and the young sphagnum peat are put back (according to arrow)*

FIG. 8 Klemsloot (zanddepot) in Zwartemeer. Door wijken tot in de minerale ondergrond te graven, wordt zand voor de latere bezanding verkregen.

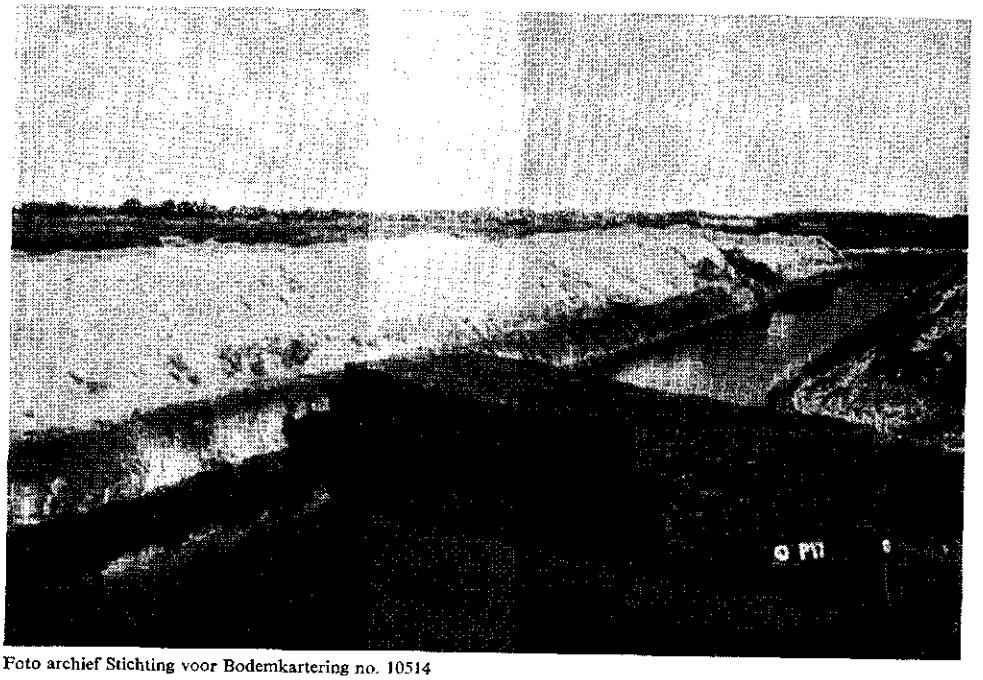


Foto archief Stichting voor Bodemkartering no. 10514

FIG. 8 *'Klemsloot' (depot of sand) in Zwartemeer. By digging channels down into the mineral subsoil one obtains sand, with which a sand cover is laid later on*

Van het veenpakket wordt de bovenste 50 cm, dus de verweerde bovenlaag plus enige decimeters jong mosveen, teruggestort in de open veenput. Het overige wordt afgegraven en via persmachine en droogveld tot turf verwerkt. Wanneer het gehele terrein tussen twee wijken is verveend, wordt over het teruggestorte jonge mosveen en de oude bovengrond een zandlaag aangebracht. Dit zand is afkomstig uit de klemsloot. Er ontstaat dan een dalgrond, zoals figuur 9 er een toont.

bolster + oude bovengrond
tirr (young sphagnum peat) and old top-soil

onvergraven veen
undisturbed peat

FIG. 9 *Peat reclamation soil, general profile*

Foto archief Stichting voor Bodemkartering no' 10604

Door het gebruik kan een dalgrond zich naar twee kanten ontwikkelen. Behoudt hij dezelfde bezanding en wordt iedere paar jaar een dun laagje bolster aangeploegd, dan 'slijt' hij uiteindelijk tot een zandgrond. De bouwvoor en de ondergrond zijn dan alleen maar gescheiden door een dun laagje veen. Uiteraard ontstaat deze 'versleten' vorm alleen onder bouwland.

De andere mogelijkheid is dat er geregeld zandmest wordt toegediend. In dat geval blijft de bolster onveranderd onder de geleidelijk dikker wordende bouwvoor liggen. Deze dalgronden hebben altijd in weiland gelegen en zijn bijna ideale tuinbouwgronden.

3 Bodemtypen

Bij het onderzoek waren vier bodemtypen betrokken:
a meerbodem-dalgrond (symbool DM)
b dalgrond met gliede, (symbool DG)
c klemsloot-profiel (symbool DZ)
d dalgrond zonder bolster (symbool DV)

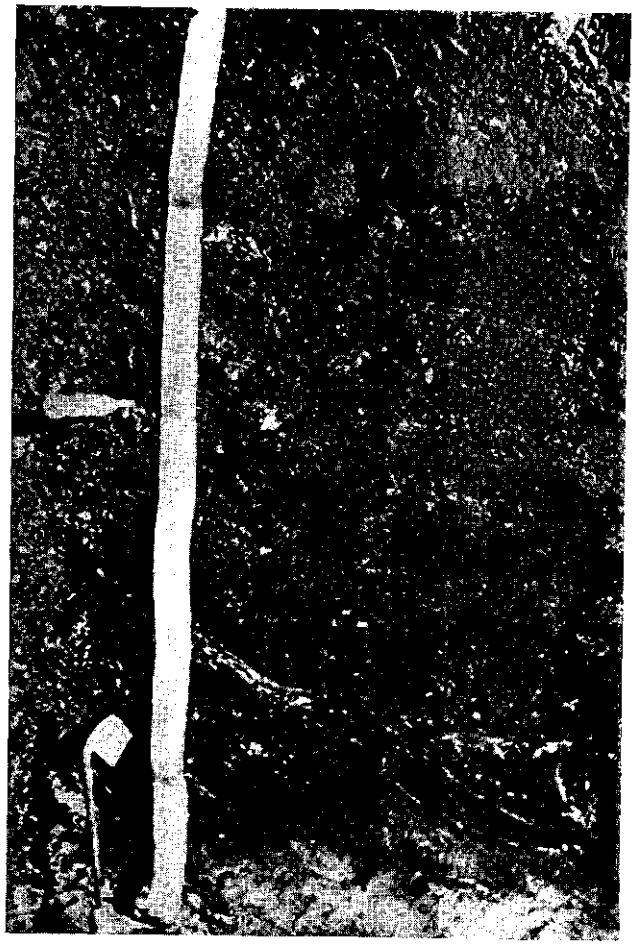
a Vóór het ontstaan van het hoogveen in het proefgebied maakte dit deel uit van een wijdvertakt stroomsysteem, dat bij Coevorden in de Vecht mondde. Daardoor is de veenvorming begonnen in de laagste delen in de vorm van moerasveen, dat rust op een laag meerklei. Met het profiel, bestaande uit meerklei, moerasveen, oud mosveen en jong mosveen, voor ogen is het dan duidelijk, dat bij het graven van de wijken ook de meerklei in de grondwal (= klemsloot) terechtkwam en via deze in de bezandingslaag. Het eerst onderscheiden profiel is dan ook een dalgrond met een 'lutumrijke' bouwvoor op bolster, die rust op het bij de vervening niet vergraven veen. Dit is meestal een laag moerasveen op de meerklei. Een dergelijke profielopbouw komt dus daar voor, waar met de bezanding kleihoudend zand in de bouwvoor is gekomen. Figuur 10 laat een dergelijke meerbodem-dalgrond zien.

b Hoger in het landschap was het te droog voor de vorming van moerasveen. Evenmin kwam er meerklei tot afzetting. Hier is direct op de minerale ondergrond (oud) mosveen tot ontwikkeling gekomen. Men neemt aan dat dit mosveen tijdens zijn vorming verscheidene droogteperioden heeft doorgemaakt, waarin het verweerde.

In dit uitermate zure en arme veen ontstond in de doorluchte bovenlaag disperse humus, die na uitspoeling ergens in het profiel neersloeg. Zodoende is een dichte sterk gehumificeerde veensoort ontstaan. Door een ongeveer gelijk verlopend uitspoelingsproces uit de bouwvoor naar de overgang van het veen en de minerale ondergrond, is in deze dalgronden het toch al sterk gehumificeerde en verdichte oude mosveen nog verder verdicht. Deze 'gliede' is in figuur 11 duidelijk te onderscheiden.

De gliede is een laag die de verticale waterbeweging ernstig belemmert. Bovendien is het duidelijk dat bij het graven van de wijk nu normaal zand uit de ondergrond in de klemsloot en dus ook in de bezanding terecht is gekomen. Het tweede profieltype bestaat dus uit een lutumarme bouwvoor op bolster, die op eventuele resten oud mosveen en gliede rust.

FIG. 10 Meerbodemdalgrond



bouwvoor
tilth

bolster
tilth (young sphagnum peat

moerasveen
swamp peat

meerklei
lake bottom clay

minerale ondergrond
mineral subsoil

Foto archief Stichting voor Bodemkartering no. 10520

FIG. 10 *Lake bottom peat reclamation soil*

c Bij de beide beschreven typen blijkt bij bewortelingsonderzoek dat de wortels nagenoeg niet in de bolster dringen. Daardoor kunnen ze dus weinig of niet profiteren van de grote hoeveelheid beschikbaar vocht in de bolster, maar zijn aangewezen op het vocht dat capillair in de bouwvoor wordt aangevoerd. Reeds enige keren is de klemsloot genoemd als het zanddepot naast de wijken, waaruit geput kan worden bij de bezanding. Bij de aanleg is de gang van zaken zo dat het veen ter plaatse van de wijk en de klemsloot geheel wordt vergraven. Het zand uit de wijk komt dus op de zandondergrond terecht.

Om nu bij de aanmaak van de dalgronden een vlak stuk land te krijgen, wordt in de

Fig. 11 Dalgrond met duidelijke gliedelaag

Foto archief Stichting voor Bodemkartering no. 10531

FIG. 11 *Peat reclamation soil with pronounced dy-layer*

klemsloot veen terug gebracht en wel meer, naarmate er meer zand op het aangemaakte land nodig was. Er ontstaat dan een zand- en veenmengsel van wisselende samenstelling. Deze stroken maken gemiddeld 25% van de oppervlakte in de veenkoloniën uit. Dit bodemtype, dus een bouwvoor op een zand- en veenmengsel, is daarom als derde toetstype uitgezocht, omdat gebleken is dat hier de beworteling diep indringt. En hoewel er dus minder water per volume-eenheid grond voor het gewas beschikbaar is, is dit water beter toegankelijk. De mening is dat dit bodemtype het meest bedrijfszekere is. Figuur 12 geeft dit bonte profiel goed weer.

FIG. 12 Dalgrondprofiel in klemsloot

bouwvoor
tilth

zand-veen-mengsel
mixture of sand and peat

minerale ondergrond
mineral subsoil

Foto archief Stichting voor Bodemkartering no. 10521

FIG. 12 *Peat reclamation profile in 'klemsloot' (depot of sand)*

d Ten slotte is, om de veelgeroemde kwaliteiten van de bolster landbouwkundig te toetsen, een profieltype uitgezocht, waarin in plaats van bolster andere veensoorten in het pakket onder de bouwvoor voorkomen. Reeds is vermeld dat bij de veenafgraving de bovenste 50 cm, bestaande uit de verweerde bovenlaag en het jonge mosveen, in de open veenput van het voorgaande jaar wordt gestort. Ook werd aangegeven dat het jonge mosveen de grondstof is voor de turfstrooiselfabricage. Wanneer er van nature weinig jong mosveen in het profiel aanwezig is of wanneer niet al te streng wordt gecontroleerd bij het terugstorten, komt er wel eens ander los veen in de put terecht. Ook bij het drogen van de turf komt er onvermijdelijk fijn turfgruis op

het droogterrein – de bovenkant van de teruggestorte massa – terecht. Deze andere veensoorten drogen door hun hoge humificatiegraad gauw irreversibel in. Dit gebeurt ook nadat ze in de bouwvoor zijn geploegd. Bovendien is het water sterk aan dit veen gebonden en daardoor is er, ook in natte toestand, weinig water voor de gewassen beschikbaar.

Samenvattend kunnen wij de volgende omschrijvingen geven van de onderzochte bodemtypen:

a meerbodem-dalgrond (symbool DM): een dalgrond met bolster en een lutumrijke bouwvoor

b dalgrond met gliede (symbool DG): een dalgrond met een lutumarme bouwvoor op bolster, rustend op oud mosveen en gliede

c klemsloot-profiel (symbool DZ): een mengsel van zand en veen en een lutumarme bouwvoor

d dalgrond zonder bolster (symbool DV): een dalgrond met ander los veen dan bolster en een lutumarme bouwvoor.

4 Opbrengstmetingen

Op de dalgronden worden voornamelijk aardappelen, rogge, haver, zomertarwe en suikerbieten verbouwd.

Aardappelen is het traditionele gewas. De bezandingsdikte is veelal op dit gewas afgestemd. De reden hiervan is dat een aardappel zeer dankbaar is voor een losse bouwvoor en dit wordt door de aangeploegde bolster bijna ideaal verwezenlijkt. De lage pH is daarbij ook een gunstige factor. Opbrengstmetingen op deze gronden zijn op door de bodemkartering aangewezen plekken verricht door het POLID (Provinciaal Onderzoekcentrum voor de Landbouw in Drente). Naast aardappelen is *rogge* het meest traditionele gewas.

Haver is een goede waardemeter voor de vochtvoorziening en komt als zodanig in de eerste plaats voor opbrengstmetingen in aanmerking.

Zomertarwe is gekozen als derde toetsgewas, omdat bekend is dat tarwe gunstig reageert op hogere lutumgehalten. Het proefgebied heeft een relatief grote oppervlakte met voor de veenkoloniën lutumrijke bouwvoren. Deze gronden worden ook door de praktijk hoog aangeslagen.

Suikerbieten is een nieuw gewas op de dalgronden. De penwortel stuit gemakkelijk af op de zure bolster en geeft dan vertakte bieten met hoge tarra.
Als zodanig is het een goed toetsgewas voor dalgronden tegenover zand- en veenmengsels. Figuur 13 vertoont het ontwikkelingsverschil van bieten op de beide bodemeenheden.

FIG. 13 Suikerbietengedrochten en gave bieten

Foto archief Stichting voor Bodemkartering no. 10526

FIG. 13 *Monstrous and sound sugar beets*

In de *granen* worden per bodemtype 20 veldjes getaxeerd door ten minste twee en zo mogelijk vier taxateurs. Aan de hand van deze taxaties worden, zo goed mogelijk over de taxatieschaal verdeeld, bepaalde veldjes uitgekozen voor proefoogsten. Deze proefoogsten dienen om de taxaties op een gemeten maat te kwantificeren. Voor de proefoogsten worden veldjes van een halve are uitgemeten. Dit gebeurt door een tot een rechte hoek in elkaar geschroefd stel latten in de rij te leggen ter bepaling van de richtingen loodrecht op de rij. Het goed tussen de rijen door schuiven is daarbij een eerste vereiste. Is de halve are aangegeven, dan wordt het koren gezicht, tot schoven gebonden en gehokt. De schoven worden apart van een label voorzien om bij het dorsen vergissingen uit te sluiten. Genoteerd worden, behalve het aantal schoven, ook de rijafstand, het aantal rijen (dat, gezien de 5 × 10 m wel eens verschillend uitvalt) en verder de rijpheid van stro en korrel. Ten slotte wordt een verzamelmonster van de bouwvoor gestoken voor een vruchtbaarheidsanalyse. Van alle proefplekken is in de loop der jaren een volledige profielbeschrijving vervaardigd. Afhankelijk van de beschikbare tijd is ook de beworteling van het veldje vastgelegd. Vervolgens wordt het koren gedroogd en daarna in oogstzakken gedaan om vervoerd te kunnen worden naar de centrale dorsplaats.

Op de centrale dorsplaats worden de oogstzakken vlak voor het dorsen gewogen. Deze geven dan het gewicht van stro plus korrel per veldje. In samenwerking met de Landbouwvoorlichtingsdienst kan meestal tijdens of vlak na hun eigen dorsprogramma de oogst worden afgedorst. Het ideale is als de machine met een stropers is uitgerust. Behalve de korrelopbrengst kan dan ook een stromonster worden verzameld voor onderzoek naar de kwaliteit van het stro. Het zaad wordt gewogen en 'opgezakt', terwijl een monster van ongeveer een kilo voor vochtbepaling apart wordt gezet. Na vaststelling van het vochtpercentage is de opbrengst per veldje op een standaardvochtgehalte te bepalen en kunnen de taxaties op niveau worden vereffend.

Bij *suikerbieten* is het niet mogelijk te taxeren. De bieten moeten dan worden gerooid. Door de

Afdeling Landclassificatie van de Stichting voor Bodemkartering is een methode ontwikkeld om hierbij het zeer tijdrovende rooien te beperken. Men hoeft dan namelijk slechts 20 m^2 langs een diagonaal te rooien in plaats van 50 of 100 m^2.

5 Opbrengstniveaus

In tabel 10 a en b zijn de opbrengstniveaus van haver en zomertarwe in kg/ha bij 15% vocht weergegeven en van suikerbieten in kg suiker/ha. Veel is er naar aanleiding van de gegevens van twee jaren granen en één jaar suikerbieten nog niet te zeggen.

Tabel 10 a Opbrengstniveaus van haver en zomertarwe in kg/ha bij 15% vocht

Bodemtype / *Soil type*	Haver / *Oats*		Zomertarwe / *Summer wheat*	
	1957	1958	1957	1958
a Meerbodem-dalgrond (DM) *a Lake bottom soil (DM)*	3030 = 105	3180 = 89	2636 = 106	3010 = 92
b Dalgrond met gliede (DG) *b Peat reclamation soil with dy-layer (DG)*	2860 = 99	3830 = 107	2440 = 99	3330 = 101
c Klemsloot-profiel (DZ) *c Depot of sand profile (DZ)*	3180 = 110	3700 = 104	2490 = 100	3410 = 104
d Dalgrond zonder bolster (DV) *d Peat reclamation soil without tirr (DV)*	2480 = 87	3580 = 100	2350 = 95	3370 = 103

Table 10 a *Yield categories of oats and summer wheat in kg/ha at 15% moisture content*

Tabel 10 b Opbrengstniveaus van suikerbieten in 1958

Bodemtype *Soil type*	Kg bieten (netto)/ha *kg sugar beets (nett) per ha*	kg suiker/ha *kg sugar/ha*	% tarra *% waste*	Aantal bieten planten/ha *Number of plants/ha*
a Meerbodem-dalgrond (DM) *a Lake bottom soil (DM)*	41870 = 102	6890 = 104	20,04 = 118	60430 = 96
b Dalgrond met gliede (DG) *b Peat reclamation soil with dy-layer (DG)*	42550 = 104	6840 = 103	15,91 = 93	62470 = 99
c Klemsloot-profiel (DZ) *c Depot of sand profile (DZ)*	39840 = 97	6420 = 97	14,69 = 86	64160 = 101
d Dalgrond zonder bolster (DV) *d Peat reclamation soil without tirr (DV)*	39460 = 97	6390 = 96	17,79 = 103	66120 = 104

Table 10 b *Yield categories of sugar beets in 1958*

In 1957 was overeenkomstig de verwachtingen de opbrengst aan zomertarwe het hoogst op de lutumrijke dalgronden (DM). Daarna volgden zand- en veenmengsels met de gunstigste hydrologische omstandigheden (DZ). Vervolgens de dalgronden met gliedeondergrond en lutumarme bouwvoor (DG) en ten slotte de dalgronden met ander (soms indrogend) veen onder de bouwvoor (DV). In 1958 waren de lutumrijke dalgronden het laagst in opbrengst, doordat in het natte jaar deze gronden hiervan het meest hadden te lijden. Bij de andere drie typen was de neerslag belangrijker dan de vochtvoorziening uit de ondergrond, waardoor ze op hetzelfde niveau uitkwamen.

De haver reageerde in 1957 eveneens volgens de verwachtingen. Haver, dat als gewas het gevoeligst is voor vocht, gaf de beste resultaten op het hydrologisch gunstige veenmengsel. Het hoge lutumgehalte van de DM had voor haver niet veel effect, maar gaf door de grotere hoeveelheid beschikbaar water in de bouwvoor toch nog hogere gemiddelden dan de lutumarme bouwvoor van de DG. Heel duidelijk kwam de verdroging in de dalgronden zonder bolster (DV) naar voren.

In 1958 lagen de opbrengsten veel hoger dan in 1957. Het beeld is wat vertekend doordat de haver in dat jaar sterk legerde. Het is uiteraard niet de slechtste haver die legert. Maar omdat deze plekken moeilijk zijn te taxeren, zijn ze buiten beschouwing gelaten bij de bepaling van het niveau. Veel is er dus niet van te zeggen.

Van de bieten is het niveau nog maar een jaar bekend en het was niet eens een gunstig jaar. Waarschijnlijk is de hoogste opbrengst op de lutumrijke dalgronden (DM) wel reëel. Hier is de pH wat gunstiger voor de bieten dan op de oudere typen. Maar in het algemeen valt het niveau van de zandveenmengsels (DZ) tegen.

De in een ander verband verrichte opbrengstbepalingen hebben geleerd dat we de bietenveldjes een volgend jaar loodrecht op de wijk moeten leggen, daar er een duidelijk verband bleek te bestaan tussen de afstand tot de wijk en de dikte van de bouwvoor. Voor bieten is er ook een verband tussen dikte van de bouwvoor en de tarra en de opbrengst in kg en in suiker.

Als algemene conclusie na twee jaar taxatie en proefoogsten lijkt het wenselijk zoveel mogelijk bodemtypen per perceel van eenzelfde boer te zoeken als proefplek. Op de vrij sterk gemechaniseerde bedrijven is er voldoende reden aan te nemen, dat per perceel de behandeling en bemesting gelijk zijn. Het is dan mogelijk per boer de niveaus te bepalen en dus een poging te wagen om de kwaliteit van de boer uit te schakelen bij de taxaties. In tegenstelling tot de ervaring in andere bodemkundige landschappen komen wij zodoende in de jonge veenkoloniën tot een methodiek, die de 'slechte-plekkenmethode' dicht benadert.

V BODEMGESCHIKTHEIDSCLASSIFICATIE IN ZEELAND

1 Inleiding

In de afgelopen jaren is door de afdeling Zeeland van de Stichting voor Bodemkartering o.a. gewerkt aan het opstellen van bodemgeschiktheidsclassificaties voor de akker- en weidebouw. Deze werkzaamheden zijn verricht in nauwe samenwerking met de Rijkslandbouwconsulentschappen voor de Zeeuwse Eilanden (Goes) en voor Zeeuwsch-Vlaanderen (Axel), de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting op Noord-Beveland en vele landbouwers.

Een globale beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie voor de akker- en weidebouw, schaal 1 : 200 000, is reeds vervaardigd (Vink, 1958). Hiervoor heeft de bodemkaart van de provincie, schaal 1 : 100 000, samengesteld voor de Bodemkaart van Nederland, schaal 1 : 200 000, de nodige bodemkundige informatie verschaft.

Een meer gedetailleerde indeling van de bodemgeschiktheid voor de akkerbouw is samengesteld voor het eiland Noord-Beveland. Deze *beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie* is behandeld in § 2.

Daarnaast is in Zeeland gedurende enkele jaren een aantal opbrengstgegevens verzameld van verschillende bodemeenheden. Over dit onderdeel van de *kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie* wordt in § 3 een en ander medegedeeld.

2 Beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie voor de akkerbouw van Noord-Beveland

De bodemgeschiktheidsclassificatie voor de akkerbouw van het eiland Noord-Beveland is afgebeeld op een kaart 1 : 10 000, met de bodemkundige indeling op die schaal als basis (verkleind in figuur 15). Deze classificatie is tot stand gekomen op grond van:

1 plaatselijke kennis van de karteringsploeg
2 toetsing daarvan aan de mening van de rayonassistent en de specialist voor bodem- en bemestingsvraagstukken van het Rijkslandbouwconsulentschap te Goes
3 bespreking van de verkregen inzichten met een groep boeren uit de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting.

Het resultaat kan dus genoemd worden een beschrijvende bodemgeschiktheidsclassificatie voor de akkerbouw (zie hoofdstuk 1). De gang van zaken bij de samenstelling was als volgt.

Iedere medewerker aan de bodemkartering van het eiland heeft voor elke onderscheiden bodemeenheid een waarderingscijfer gegeven voor een aantal gewassen, te

weten voor granen, suikerbieten, aardappelen, vlas en erwten. In dit waarderingscijfer is niet alleen de kilogramopbrengst tot uitdrukking gebracht, maar is tevens rekening gehouden met kwaliteit, oogstzekerheid en dergelijke. Als basis zijn genomen optimale bedrijfsomstandigheden en een juist bemestingsniveau.

De individuele waarderingscijfers zijn gezamelijk besproken. Uit deze cijfers is een waarderingscijfer voor elk kengewas voor elke bodemeenheid vastgesteld. Tevens is een gemiddeld waarderingscijfer voor alle gewassen per bodemeenheid bepaald.

Dit resultaat is besproken met de deskundigen van de Landbouwvoorlichtingsdienst.

TABEL 11 Voorbeeld van waarderingscijfers voor enkele kalkrijke Nieuwlandgronden van Noord-Beveland

Bodemeenheid *Soil unit*	Graan *Cereals*	Suikerbieten *Sugar beets*	Aardappelen *Potatoes*	Vlas *Flax*	Erwten *Peas*	Gem. waarderingscijfers *Mean estimation figures*	Klasse *Class*
Schorgronden* *Mud flat soils*							
A	100	99	95	95	97	97	I
C	100	100	100	100	100	100	I
E	91	86	90	89	89	89	II
Plaatgronden* *Sand flat soils*							
CZ1	97	95	97	97	97	97	I
DZ2	84	80	82	82	82	83	III
CL1	88	86	86	86	86	87	II
BL2	85	80	80	80	81	82	III
Onderbroken schorgronden *Interrupted mud flat soils*							
C2Z**	95	90	91	91	91	92	II
D11	88	86	89	89	89	88	II
B21	86	82	82	82	83	83	III
E21	70	75	69	69	68	69	IV

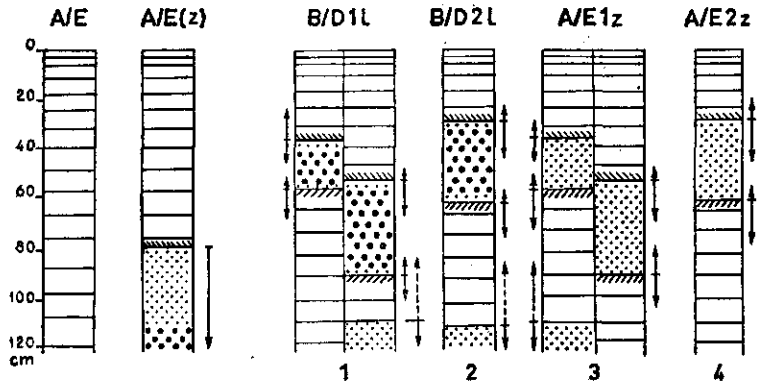
* Een schets van de profielbouw van deze eenheden geeft figuur 14
De eerste hoofdletter duidt de zwaarte van de bovengrond aan:
A = >45% afslibbaar
B = 35–45% afslibbaar
C = 25–35% afslibbaar
D = 15–25% afslibbaar
E = 10–15% afslibbaar

** (Z) bij schorgronden = zand begint tussen 80 en 120 cm.
L1, Z1 het grove zand, resp. middelgrove zand begint tussen 50 en 80 cm
L2, Z2 het grove zand, resp. middelgrove zand begint tussen 30 en 50 cm
11, 21, 1z, 2z een grove, resp. middelgrove zandlaag in het profiel op verschillende diepte en van verschillende dikte.

N.B.: Bovenstaande coderingen zijn in alle tabellen van hoofdstuk V toegepast.

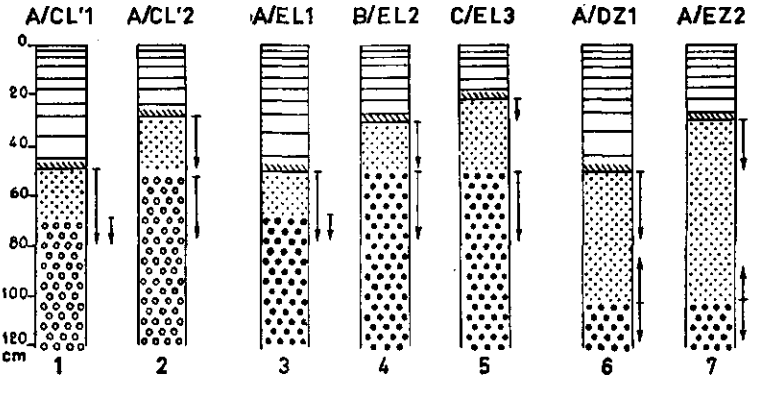
TABLE 11 *Example of estimation figures for some calcareous 'Nieuwland' soils of Noord-Beveland*

FIG. 14 Opbouw van de profielen van Noord-Beveland



Schorgronden
geen zand binnen 80 cm onder maaiveld
Mud flat soils
no sand within 80 cm below surface

Onderbroken schorgronden
zandlaag in het profiel; eronder weer slibhoudend
Interrupted mud flat soils
sand layer in the profile; below this layer clayey again



Plaatgronden, zand binnen 80 cm onder maaiveld / *Sand flat soils, sand within 80 cm below surface*

Legenda / *Legend*

slibhoudend (>10% <16μ) naar beneden lichter wordend
clayey (lighter textured downward)

middelgrof zand (U = 85–120; 4–10% <16μ)
medium coarse sand

grof zand (U = 70–90; 2–4% <16μ)
coarse sand

zeer grof zand (U = 55–75; 1–2% <16μ)
very coarse sand

begrenzing van de zandlagen met aanduiding van de voorkomende variatie
limitation of the sand layers with indication of the occurring variation

FIG. 14 *Nature of the profiles of Noord-Beveland*

Hieruit zijn wijzigingen in de diverse waarderingscijfers voor de verschillende gewassen en onderlinge verschuivingen van bodemeenheden ten aanzien van hun relatieve geschiktheid voortgekomen (tabel 11). Deze verschuivingen waren in het algemeen van ondergeschikt belang.

Bij deze gelegenheid is tevens een samenvatting van de gemiddelde waarderingscijfers in klassen gemaakt, waarbij vooral de plaats van de grenzen aan een uitvoerige bespreking werd onderworpen. Dit heeft geresulteerd in 4 klassen:

I	gemiddeld	waarderingscijfer	100–95
II	„	„	94–85
III	„	„	84–75
IV	„	„	<75

De geschiktheidsclassificatie is daarna besproken met een aantal leden van de Vereniging voor Bedrijfsvoorlichting. Dezen konden in het algemeen wel instemmen met de classificatie. De voornaamste discussie is ontstaan over de positie van de kalkrijke zware kleigronden. Deze gronden hebben meer dan 45% afslibbaar (>30% lutum) en liggen op Noord-Beveland tussen 45 en 60% afslibbaar (30–40% lutum) met enkele zwaardere stukken. Het maximum bedraagt ruim 70% afslibbaar (ca. 50% lutum). Deze gronden hebben een matig humusarme bouwvoor en een meestal zwak aflopend tot homogeen profiel. Ze zijn over het gehele profiel rijk aan koolzure kalk.

Men deelde de mening, dat het opbrengstniveau van deze gronden niet of nauwelijks lager ligt dan bij de zavelgronden en was zelfs van oordeel dat het opbrengstniveau voor granen zelfs iets hoger zou kunnen liggen. Dit werd bewezen door de proefoogsten (zie § V 3). Toch vond men aanleiding deze zware gronden af te scheiden van de lichtere schorgronden en wel om de volgende redenen:

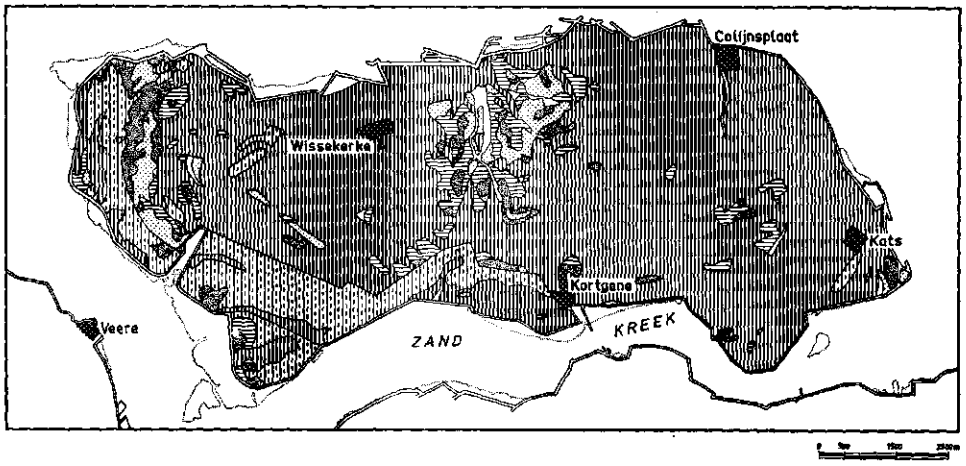
1 teruggang in de kwaliteit van het vlas
2 geringere geschiktheid voor de teelt van fijnzadige gewassen, met name van blauwmaanzaad
3 onder ongunstige omstandigheden moeilijkheden bij het zaaiklaar maken
4 onder ongunstige omstandigheden bezwaren bij het rooien van suikerbieten en aardappelen, speciaal bij gemechaniseerde oogst
5 veel tarra bij suikerbieten
6 grotere benodigde trekkracht en sterkere slijtage van de machines bij grondbewerking en bij de mechanische oogst van hakvruchten
7 geringere kosten voor bemesting en onkruidbestrijding, die tezamen het nadeel van punt 6 wel ongeveer zouden opheffen.

Een en ander schijnt te resulteren in een iets afwijkend bouwplan, met wat minder vlas, aardappelen en fijne zaden en wat meer granen. Over de mogelijkheden en moeilijkheden van de suikerbietenteelt waren de meningen zo zeer verdeeld dat aangenomen mag worden, dat hiermede op Noord-Beveland bij de beoordeling van de kwaliteit van gronden in het algemeen geen rekening wordt gehouden.

Een eenmalige gewasopname in westelijk Zeeuwsch-Vlaanderen, verricht door C. DE VISSER in 1958, scheen erop te duiden dat daar de invloed van de zwaarte van de grond op het bouwplan groter is. Uit de telling bleek dat op de zware gronden aanzienlijk meer tarwe en karwij, veel minder vlas en aardappelen en wat minder gerst en suikerbieten verbouwd werden. Een langdurige gewasopname over een groter areaal zal echter moeten uitmaken of wij hier te maken hebben met een uitschieter. De algemene indruk bestaat dat het verschil in bouwplan tussen lichte en zware gronden ook in dit gebied niet zo groot is als uit deze opname afgeleid zou kunnen worden.

De opmerkingen van de practici hebben tot gevolg gehad, dat de beste klasse nog gesplitst is in twee delen, waardoor de volgende *regionale* geschiktheidsclassificatie ontstond (zie figuur 15).

FIG. 15 Verkleinde bodemgeschiktheidskaart voor akkerbouw van Noord-Beveland



Legenda / *Legend*

	Klasse I	Uitstekend geschikt voor uitgebreide zware vruchtwisseling
	Class I	*Excellently suitable for a wide heavy crop rotation*
	Klasse Ia	Uitstekend geschikt voor uitgebreide zware vruchtwisseling, doch met enige beperking voor gevoelige gewassen. Hogere produktiekosten dan klasse I
	Class Ia	*Excellently suitable for a wide heavy crop rotation. Some limitations for susceptible crops. The production costs in this class are higher than in class I*
	Klasse II	Goed geschikt voor uitgebreide zware vruchtwisseling
	Class II	*Very suitable for a wide heavy crop rotation*
	Klasse III	Beperkt geschikt voor zware vruchtwisseling (droogtegevoelig)
	Class III	*Limited suitable for a heavy crop rotation (susceptible for drought)*
	Klasse IV	Zeer beperkt geschikt voor zware vruchtwisseling (sterk droogtegevoelig)
	Class IV	*Very limited suitable for a heavy crop rotation (very susceptible for drought)*

FIG. 15 *Reduced soil suitability map for arable farming of Noord-Beveland*

Klasse I uitstekend geschikt voor uitgebreide zware vruchtwisseling

Klasse Ia idem, doch met enige beperking voor gevoelige gewassen en met hogere produktiekosten dan klasse I

Klasse II goed geschikt voor uitgebreide zware vruchtwisseling

Klasse III beperkt geschikt voor zware vruchtwisseling (droogtegevoelig)

Klasse IV zeer beperkt geschikt voor zware vruchtwisseling (sterk droogtegevoelig).

De waardering voor klasse IV, die ongeschikt voor de uitgebreide zware vruchtwisseling was genoemd, kwam de gebruikers eigenlijk te laag voor, alhoewel men wel instemde met de waarderingscijfers. Dit is een gevolg van het Noordbevelandse bedrijf en de instelling van de boer: rogge is een gewas dat men niet verbouwt en voederbieten passen niet in het veeloze bedrijfstype.

3 De kwantitatieve bodemgeschiktheidsclassificatie

In Zeeland is gedurende een aantal jaren getracht door middel van het verzamelen van opbrengstgegevens een inzicht te krijgen in het produktievermogen van enkele belangrijke bodemreeksen en -typen.

Het onderzoek heeft zich in het algemeen beperkt tot het bodemkundige landschap van de Nieuwlandgronden en wel tot de series van de schorgronden en de plaatgronden.

Het onderzoek heeft betrekking op de gewassen suikerbieten over de jaren 1951, 1952, 1953 en 1956 en zomertarwe over de jaren 1956 en 1957. Het suikerbietenonderzoek heeft plaatsgevonden in westelijk Zeeuwsch-Vlaanderen. De opbrengstbepalingen aan zomertarwe geschiedden in 1956 op Noord-Beveland en in het noorden van Zuid-Beveland, nl. in het gebied van Wolphaartsdijk en de Wilhelminapolder. In 1957 werd het in westelijk Zeeuwsch-Vlaanderen geconcentreerd in verband met de keuze van deze streek als typegebied voor de Werkgroep Landclassificatie.

Proefoogsten bij suikerbieten

Methode van onderzoek

Het onderzoek is steeds beperkt tot praktijkpercelen met het gewas Klein Wanzleben E. Er is getracht proefoogsten te nemen op percelen met twee, soms met drie duidelijk verschillende bodemtypen, waarbij ervoor gezorgd is dat de proeven niet te dicht bij een bodemgrens werden genomen. Deze methode heeft het voordeel dat men twee of drie bodemeenheden kan vergelijken onder overigens gelijke omstandigheden voor zover het betreft voorvrucht, zaaidatum, bemesting en dergelijke. In de meeste gevallen was ook de grondwaterstand gelijk. Daardoor is het mogelijk het opbrengstverschil tussen de verschillende bodemtypen (i.c. meestal een verschil in de zanddiepte) te

bepalen. In het materiaal als geheel spelen natuurlijk de wisselende factoren van voorvrucht, zaaidatum, bemesting, grondwaterstand en boer een belangrijke rol.

Bij de proefoogsten van 1951, 1952 en 1953 is uitgegaan van de Belgische methode (DE LEENHEER en DE CAESTECKER, 1949), waarbij proefveldjes van 2,8 m^2 werden genomen met 6 à 8 herhalingen per bodemtype. Er werd gelet op regelmatige stand. Het is echter gebleken dat zulke plekken te klein zijn. Er staan 15 à 20 bieten op een dergelijk veldje. Kleine onregelmatigheden in de stand, resulterende in een verschil van 1 of 2 bieten, hebben een te grote invloed op de opbrengst per veldje. Ditzelfde geldt voor foutieve beslissingen over bieten, die precies op de grens staan. Een voordeel is dat men de regelmatigheid van deze kleine veldjes gemakkelijk kan beoordelen en dat het eenvoudig is een aantal veldjes te vinden, waarbinnen het bodemtype zuiver is. Deze voordelen blijken echter niet tegen de nadelen op te wegen.

In 1956 is per bodemtype 2 × 0,25 are gerooid. Dit is een omvangrijk werk. Nadien is door de afdeling Landclassificatie een meer efficiënte methode ontwikkeld (diagonaalmethode). De keuze van de plekken is in verband met de stand van het gewas en de onregelmatigheid van het bodemtype veel moeilijker.

In alle gevallen is de bruto-opbrengst te velde bepaald. De tarra is berekend uit een monster van de verschillende plekken. Daarvan is in een aantal gevallen tevens het suikergehalte bepaald, waarvoor medewerking werd verkregen van het Instituut voor Rationele Suikerproduktie te Bergen op Zoom.

Resultaten van 1951

Er zijn op 7 verschillende percelen proefoogsten uitgevoerd op veldjes van 2,8 m^2. Bij de berekening is slechts gewerkt met bodemtypen, waarop ten minste 4 herhalingen voorkwamen. De voornaamste gegevens en resultaten zijn opgenomen in tabel 12[1].

Het weer in 1951 was, voor zover het temperatuur en aantal uren zonneschijn betreft, vrijwel normaal. De herfst van 1950 en het voorjaar 1951 waren bijzonder nat. De bieten zijn vrij laat gezaaid in een ongunstig zaaibed. Ook de maand mei was vrij nat; juni was ongeveer normaal; juli was vrij droog, maar had weinig zon, waardoor de droogteschade beperkt was; augustus was zeer nat; september ongeveer normaal, terwijl oktober bijzonder droog was, waardoor de oogst werd begunstigd.
Het slechte voorjaarsweer heeft een bijzonder grote invloed gehad op de opbrengsten. Dit is speciaal het geval geweest bij de vroeg gezaaide percelen. Het gehele opbrengstniveau van perceel 4 (gezaaid op 25 maart) ligt beneden dat van de overige percelen en dit ondanks de groenbemesting. Het bemestingsniveau van de verschillende percelen ligt ongeveer gelijk. Op de zwaardere gronden (perceel 7 en 6) is geen kali gegeven. De kaligift op perceel 3 was hoog (160 kg K20). De percelen 4 en 6 hebben groenbemesting gehad.

De grondwaterstand op de percelen 1, 2, 3 en 5 kan hoog genoemd worden, op de overige percelen is de stand normaal. De fluctuatie op perceel 4 is bijzonder klein.

In figuur 16 en 17 is de enig mogelijke bewerking uitgevoerd, nl. de splitsing van het materiaal naar grondwaterstand en naar bodemseries, waarbij dan per perceel de opbrengst van het bodemkundig beste type op 100 is gesteld.

[1] Volledige gegevens van de verschillende proefplekken zijn aanwezig in het archief van de Stichting voor Bodemkartering

TABEL 12 Netto wortelopbrengst in 1951

Perceel *Parcel*	Bodemtype* *Soil type**	Wortelopbrengst *Root-yield* ton/ha	Suiker *Sugar* ton/ha	n	Grondwaterstand in groeiseizoen Hoogste *Groundwater level in growing period Highest*	Laagste *Lowest*
1	CL1	50,9	1,7	5	70	110
	CL2	48,2	1,1	6		
2	CZ*	53,6	1,7	4	70	125
	CZ2	54,3	1,4	8		
3	DL1	53,9	0,7	8	80	115
	DL2	52,4	1,2	9		
	DL3	51,8	1,0	20		
4	D1z	49,9	2.0	4	165	185
	D21	47,4	1,3	7		
	CZ2	47,8	2,3	4		
	DL3	47,1	2,2	4		
5	C(z)	50,2	1,1	7	70	125
	CL1	51,1	1,0	8		
6	gC**	55,2	1,7	9	135	195
	C	56,7	1,6	5		
	D	56,9	1,8	6		
	EL2	51,3	1,6	9		
	gB**	51,9	1,1	5		
7	B(z)	51,8	2,3	6	120	170
	BL1	50,6	1,4	7		
	BL2	50,2	1,1	5		

* Codering: zie voetnoot tabel 11 / *Code: see foot-note table 11*
** Lichte bovengrond / *Light top-soil*

TABLE 12 *Nett root-yield in 1951*

Hieruit blijkt dat bij de ondiepe grondwaterstanden (figuur 17) de laagste en de hoogste opbrengst, resp. 48,2 t/ha en 54,3 t/ha zijn behaald op hetzelfde bodemtype. Bij de diepe grondwaterstanden (figuur 16) is de spreiding veel groter nl. tussen 47,1 t/ha en 56,9 t/ha.

Bij de percelen met een diepe grondwaterstand is het verschil tussen de opbrengsten op verschillende typen op hetzelfde perceel in overeenstemming met de verwachting. Bij de percelen met een hoge grondwaterstand is dit in twee van de vier gevallen niet zo. Men zou hieruit kunnen concluderen dat bij ondiepe grondwaterstanden de invloed van de zanddiepte op de opbrengst afneemt (figuur 16 en 17).

Opmerkelijk is de relatief lage opbrengst van de schorgronden met een aanzienlijk lichtere bovengrond (perceel 6, type gC en vooral gB). Deze gronden slempen in het algemeen vrij sterk. Het slechte voorjaar heeft hier natuurlijk bijzonder ongunstig gewerkt. Dit kan mogelijk dit extreem verklaren.

Uit de suikerbepalingen komen geen verschillen tussen schorgronden en plaatgronden naar voren.

FIG. 16 Absolute (in ton/ha) en relatieve (in % per perceel van het bodemkundig beste type) netto wortelopbrengsten in 1951 bij diepe grondwaterstanden

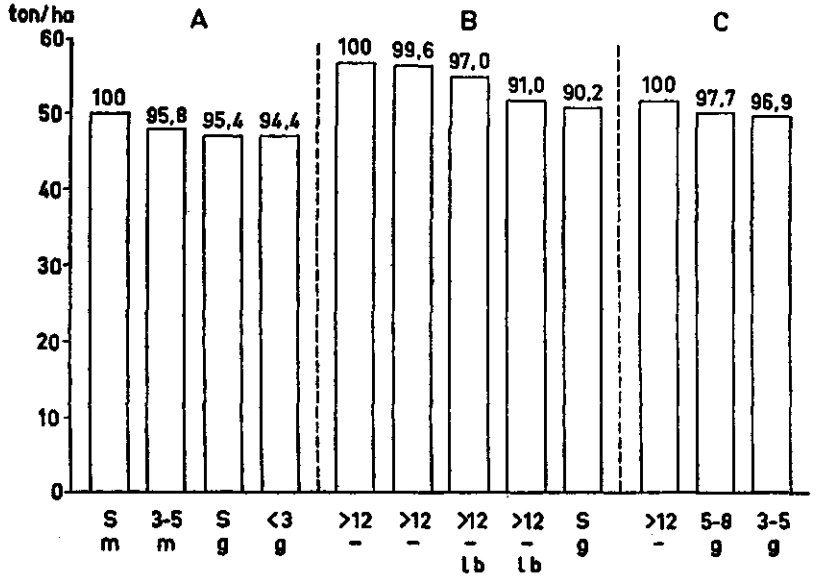


FIG. 16 *Absolute (in ton/ha) and relative (in % parcel of the pedological best type) nett root-yields in 1951 at deep groundwater levels*

FIG. 17 Absolute (in ton/ha) en relatieve (in % per perceel van het bodemkundig beste type) netto wortelopbrengsten in 1951 bij hoge grondwaterstanden

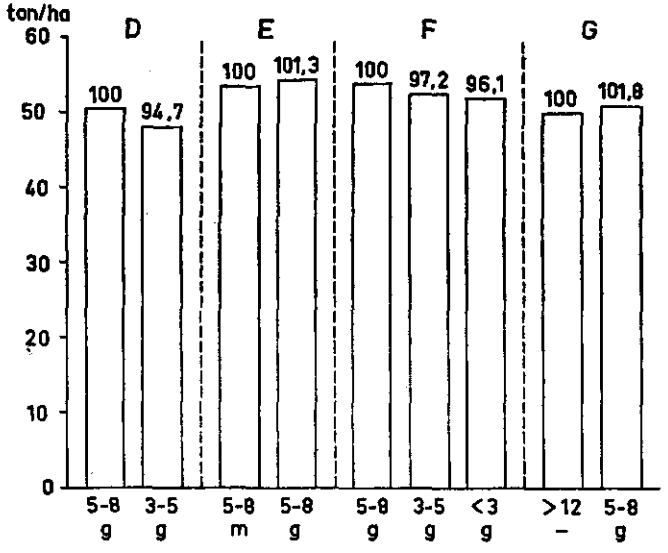


FIG. 17 *Absolute (in ton/ha) and relative (in % per parcel of the pedological best type) nett root-yields in 1951 at high groundwater levels*

Legenda / *Legend*

A/C	=	verschillende percelen / *different parcels*
3–5	=	diepte, waarop het zand begint in dm / *depth at which the sand begins in dm*
S	=	gelaagd / *stratified*
g	=	grof zand / *coarse sand*
m	=	matig grof zand / *medium coarse sand*
lb	=	lichte bouwvoor / *light textured top-soil*

Resultaten van 1952

Het weer was gedurende het groeiseizoen nogal wisselvallig. Eind maart was koud, april was warm en zonnig, waardoor de opkomst in het algemeen goed was. Mei was droog en zonnig, evenals juni en de eerste helft van juli. De tweede helft van juli en augustus waren regenrijk. September was koud en nat.

De proefoogsten zijn uitgevoerd op 7 percelen met kalkrijke Nieuwlandgronden en wel op de series schorgronden (aflopende profielen) en plaatgronden met verschillende zanddiepten, alle van het zgn. grofzandige type (tabel 13).

TABEL 13 Proefoogst suikerbieten K.W.E. 1952

Perceel *Parcel*	Bodemtype* *Soil type**	Netto wortelopbrengst *Nett root-yield* ton/ha	Suiker *Sugar* ton/ha	Aantal percelen	Grondwaterstand tussen april en oktober Hoogste *Highest*	Laagste *Lowest*
1	C(z)	54,2	1,3	8	95	120
	CL1	53,9	1,2	8		
	CL2	55,6	0,8	8		
	DL3	47,1	1,4	8		
2	C(z)	50,2	1,3	8	95	195
	CL1	50,5	1,6	8		
	CL2	54,4	0,9	8		
3	CL1	57,9	1,9	8	75	125
	CL2	50,6	2,2	8		
	CL3	42,9	2,2	8		
4	CL2	43,8	0,6	8	100	155
	CL3	37,8	1,1	8	100	155
	D1z	53,9	1,1	8	130	195
	CL2	40,1	1,7	8	130	195
	DL2	37,9	1,1	8	165	200
	CL3	33,1	0,5	8	165	200
5	B(z)	63,4	1.0	8	160	215
	AL1	53,1	4,2	9		
	AL2	43,7	1,0	8		
6	C(z)	54,4	1,4	8	100	170
	D(z)	53,4	3,2	8	100	170
	DL1	46,9	2,7	8	120	190
	DL2	43,9	2,1	8	120	190
7	D	52,2	2,1	10	120	220
	C	51,7	1,8	10		
	B	59,4	1,5	10		

* Codering: zie voetnoot tabel 11 / *code: see foot-note table 11*

TABLE 13 *Trial-harvest sugar beets K.W.E. 1952*

De gemiddelde opbrengsten waren redelijk goed. De plaatgronden hebben bij diepe grondwaterstanden duidelijk geleden van de droogte in juni en juli.

De bemesting van de verschillende percelen wisselt vrij sterk. De stikstofgiften zijn in het algemeen hoog. Een bewerking naar stikstoftrappen gaf echter geen significante verschillen. Op 6 van de 7 percelen is stalmest of een groenbemesting gegeven. Enig verschil t.o.v. de percelen met alleen kunstmest valt niet te constateren. In het algemeen mag aangenomen worden, dat de bemesting aangepast is aan de behoeften.

Suikerbepalingen zijn in het jaar 1952 niet uitgevoerd.

TABEL 14 Gemiddelde netto wortelopbrengst van alle schorgronden in 1952

Netto opbrengst = x *Nett yield* ton ha	$\bar{x}$ ton/ha	$S\bar{x}$ ton/ha	n
54,2			
50,2			
53,9			
63,4			
54,4			
53,4	55,4	3,3	11
52,2			
51,7			
59,4			
59,9			
56,4			

TABLE 14 *Mean nett root-yield of all mud flat soils in 1952*

TABEL 15 Gemiddelde netto wortelopbrengst in 1952 van de schorgronden, gesplitst naar de zwaarte van de bovengronden

1 Licht zavelige bovengrond (15–25% afslibbaar) D

x ton/ha	$\bar{x}$ ton/ha	$S\bar{x}$ ton/ha	n
53,9			
53,4	53,2	2,8	3
52,2			

1 Sandy loam top-soil (15–25% particles <16μ)

2 Zwaar zavelige bovengrond (25–35% afslibbaar) C

x ton/ha	x ton/ha	$S\bar{x}$ ton/ha	n
54,2			
50,2			
54,4	53,4	2,4	5
51,7			
56,4			

2 Sandy clay loam top-soil (25–35% particles <16 μ)

3 Licht kleiige bovengrond (35–45% afslibbaar) B

x ton/ha	$\bar{x}$ ton/ha	Sx ton/ha	n
63,4			
59,4	60,9	3,1	3
59,9			

3 Clay loam top-soil (35–45% particles <16 μ)

TABLE 15 *Mean nett root-yield in 1952 of the mud flat soils, arranged according to the texture of the top-soils*

TABEL 16 Gemiddelde netto wortelopbrengst van de plaatgronden in 1952, gesplitst naar zanddiepte en diepte van de grondwaterstand

1 Grofzandige plaatgronden, zand beginnend tussen 50 en 80 cm (L1)

Ondiepe grondwaterstand *shallow groundwater level*				Diepe grondwaterstand *deep groundwater level*			
x ton/ha	x ton/ha	$S\bar{x}$ ton/ha	n	x ton/ha	$\bar{x}$ ton/ha	Sx ton/ha	n
53,9				53,1	50,0	2,5	2
50,5	54,1	1,0	3	46,9			
57,9							

1 Coarse sand flat soils, sand beginning between 50 and 80 cm

2 Grofzandige plaatgronden, zand beginnend tussen 30 en 50 cm (L2)

Ondiepe grondwaterstand *shallow groundwater level*				Diepe grondwaterstand *deep groundwater level*			
x	$\bar{x}$	Sx		x	$\bar{x}$	$S\bar{x}$	
ton/ha	ton/ha	ton/ha	n	ton/ha	ton/ha	ton/ha	n
55,6				40,1			
54,4	51,1	0,6	4	37,9	43,9	0,2	4
50,6				43,7			
43,8				43,9			

2 Coarse sand flat soils, sand beginning between 30 and 50 cm

3 Grofzandige plaatgronden, zand beginnend boven 30 cm (L3)

Ondiepe grondwaterstand *shallow groundwater level*				Diepe grondwaterstand *deep groundwater level*			
x	$\bar{x}$	Sx		x	$\bar{x}$	$S\bar{x}$	
ton/ha	ton/ha	ton/ha	n	ton/ha	ton/ha	ton/ha	n
47,1							
42,9	42,6	0,9	3	33,1	—	0,5	1
37,8							

3 Coarse sand flat soils, sand beginning within 30 cm

TABLE 16 *Mean nett root-yield of the sand flat soils in 1952, arranged according to depth of sand and depth of the groundwater level*

TABEL 17 Relatieve netto wortelopbrengst in 1952 van de verschillende bodemseries bij verschillende grondwaterstanden

1 Ondiepe grondwaterstand
Shallow groundwater level

L1 = 100
L2 = 94,5
L3 = 78,7+

2 Diepe grondwaterstand
Deep groundwater level

L1 = 100
L2 = 87,8
L3 = 66,2+

3 Ten opzichte van L1 met ondiepe grondwaterstand
With regard to L1 with shallow groundwater level

Ondiepe grondwaterstand *Shallow groundwater level*	Diepe grondwaterstand *Deep groundwater level*
L1 = 100	L1 = 92,4
L2 = 94,5	L2 = 81,1+
L3 = 78,5+	L3 = 61,2+

4 Ten opzichte van het gemiddelde van alle schorgronden ($\bar{S}$ = 100)
With regard to the mean of all mud flat soils

Ondiepe grondwaterstand *Shallow groundwater level*	Diepe grondwaterstand *Deep groundwater level*
L1 = 97,7	L1 = 95,8
L2 = 92,2	L2 = 79,2+
L3 = 76,9+	L3 = 59,7+

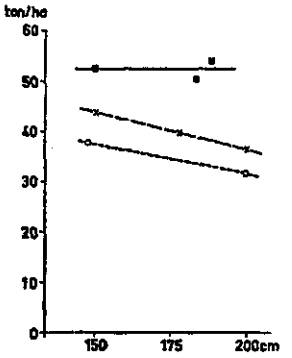
+ Het verschil t.o.v. de op 100 gestelde opbrengst is significant (zekerheidscoëfficient >3).
+ *The difference with regard to the fixed 100 yield is significant (certainty coefficient >3)*

TABLE 17 *Relative nett root-yield in 1952 of several soil series at different groundwater levels*

De resultaten zijn samengevat in tabel 14 t/m 17. De gemiddelde netto-opbrengst van alle schorgronden is afzonderlijk berekend (tabel 14). Daarnaast zijn de gemiddelde opbrengsten van de schorgronden berekend, gesplitst naar de zwaarte van de bovengrond. Hieruit volgt geen significant verschil voor de lichte (D) en de zware (C) zavelgronden. Het gemiddelde van de lichte kleigronden (B) ligt aanmerkelijk hoger (tabel 15).

De netto-opbrengsten van de plaatgronden zijn gesplitst berekend voor de verschillende zanddiepten. Bovendien is een scheiding gemaakt naar de grondwaterstanden.

FIG. 18 Netto wortelopbrengsten (in ton/ha) in 1952 bij verschillende grondwaterstanden



Legenda — Diepte grondwaterstand
Legend — *Depth groundwater level*

■ Schorgrond / *Mud flat soil*
× Plaatgrond, zand begint tussen 30 en 50 cm
Sand flat soil, sand beginning between 30 and 50 cm
○ Plaatgrond, zand begint ondieper dan 30 cm
Sand flat soil, sand beginning within 30 cm

FIG. 18 *Nett root-yields (in ton/ha) at various groundwater levels*

Zover mogelijk zijn de resultaten nl. gesplitst naar 'ondiepe' en 'diepe' grondwaterstanden, d.w.z. gemiddeld hoogste grondwaterstand <100 cm, resp. >100 cm en gemiddeld diepste grondwaterstand <150 à 160 en >160 cm in het groeiseizoen (tabel 16 en 17).

Uit deze verwerking blijkt, dat ook bij relatief vrij hoge grondwaterstanden tijdens het groeiseizoen de opbrengsten van de verschillende groepen plaatgronden beneden het gemiddelde van alle schorgronden blijven. De invloed van de zanddiepte 50–80 cm is niet groot, maar toch duidelijk aanwezig, al is het verschil niet significant. Dit geldt ook nog voor een zanddiepte van 30–50 cm bij hoge grondwaterstanden. In de overige gevallen is de opbrengstreductie zeer aanzienlijk (tabel 17).

In 1952 is het verband tussen zanddiepte, grondwaterstand en opbrengst zeer duidelijk, hetgeen gedemonstreerd wordt in figuur 18, waar enkele opbrengsten zijn uitgezet tegen de diepste grondwaterstanden in het groeiseizoen.

TABEL 18 Proefoogst suikerbieten K.W.E. 1953

Perceel *Parcel*	Bodemtype* *Soil type**	Netto wortelopbrengst *Nett root-yield* ton/ha	Suiker *Sugar* ton/ha	Aantal percelen	Laagste grondwaterstand in groeiseizoen *Lowest groundwater level in growing season*
1	C(z)	54,4	2,7	8	110
	CL1	55,7	2,8	8	110
	CL2	61,1	3,4	8	110
2	A/B(z)**	57,5	3,4	8	225
	A/BL1**	53,8	4,7	8	225
	AL2	51,1	5,1	8	225
	BL3	50,4	5,4	8	225
3	C(z)	58,8	5,0	8	145
	CL2	50,5	4,8	8	145
	CL3	49,9	3,6	8	145
	DL1	52,5	2,7	8	175
	CL2	51,5	3,9	8	175
	CL3	44,9	2,3	8	175
	DL2	50,9	4,1	8	225
	DL3	49,9	3,2	8	225
4	C(z)	62,9	1,6	8	130
	CL2	62,9	5,0	8	130
	CL1	60,8	3,2	8	130

* Codering: zie voetnoot tabel 11 / *Code: see foot-note table 11*

** Grensgevallen ca. 45% afslibbaar in de bovengrond / *Border-line cases of about 45% particles <16 μ in the top-soil)*

TABLE 18 *Trial-harvest sugar beets K.W.E. 1953*

Resultaten van 1953

Het jaar 1953 werd gekenmerkt door een droog voorjaar met uitzondering van de tweede helft van april, die vrij nat en warm was. Maart en mei waren zeer droog en koud. Het gunstige weer in april veroorzaakte een goede begingroei. Door de latere koude en droogte was het aantal schieters zeer hoog. Dit heeft ongunstig gewerkt op de betrouwbaarheid van de opbrengstbepalingen. De eerste helft van juni was koud en nat, de tweede helft ongeveer normaal. In de laatste dagen van juni viel bij onweer zeer veel neerslag. Juli en augustus waren uitgesproken droog en warm. Op het eind van augustus viel gedurende enkele dagen veel regen. September was weer droog en warm.

Er zijn vier percelen met proefoogsten uitgevoerd op kalkrijke Nieuwlandgronden en wel op de schorgronden met een aflopend profiel dat tussen 80 en 120 cm zandig wordt en op plaatgronden met verschillende zanddiepten, alle van het zgn. grofzandige type (tabel 18). Twee percelen vertoonden drie duidelijk verschillende bodemtypen (1 en 4). Perceel 2 omvatte oorspronkelijk zes typen, waarvan er twee bijeengevoegd zijn, omdat de onderlinge verschillen in opbrengst nihil waren. Het verschil bestond hier telkens uit een gering verschil in zwaarte van de bovengrond (A/B(z) en A/BLl). Afgezien van een gering verschil in zwaarte van de bovengrond zijn vier bodemtypen op perceel 3 vertegenwoordigd. Zij liggen verspreid over drie verschillende grondwaterstanden.

TABEL 19 Gemiddelde netto wortelopbrengst van de bodemtypen van perceel 3 in 1953

Type	x ton/ha	S ton/ha	$\bar{x}$ ton/ha	$S\bar{x}$ ton/ha	$\bar{x}$ in % t.o.v. C(z)
1 Schorgronden (zand >80 cm) *Mud flat soils (sand deeper than 80 cm)*					
C(z)	58,8	5,0	—	—	100
2 Grofzandige plaatgronden, zand beginnend tussen 50 en 80 cm *Coarse sand flat soils, sand beginning between 50 and 80 cm*					
DL1	52,5	2,7	—	—	89,3
3 Grofzandige plaatgronden, zand beginnend tussen 30 en 50 cm *Coarse sand flat soils, sand beginning between 30 and 50 cm*					
C/DL2	50,5 51,5 50,9	4,8 3,9 4,1	51,0	2,5	86,7
4 Grofzandige plaatgronden, zand beginnend boven 30 cm *Coarse sand flat soils, sand beginning within 30 cm*					
C/DL3	49,9 44,9 49,9	3,65 2,30 3,25	48,2	1,8	81,9

TABLE 19 *Mean nett root-yield of the soil types of parcel 3 in 1953*

TABEL 20 Proefoogst suikerbieten K.W.E. 1956

Perceel *Parcel*	Bodemtype* *Soil type**	Netto wortelopbrengst *Nett root-yield* x̄ ton/ha	d = $x_1 - x_2$	Grondwaterstand/*Groundwater level* diepste (geschat) *deepest (estimated)*	gemeten bij oogst *measured at harvest*
1	C(z)	44,8	+2,6	155	100
	CZ1	48,4	+1,7	145	75
2	C	44,4	+5,1	155	115
	CZ1	42,2	—6,3	165	120
3	C1z	36,4	+0,4	165	80
	C	51,9	+2,4	160	70
	CL1	38,8	—1,5	150	75
	DL1	32,3	—4,1	140	95
	D(z)	40,4	—1,6	150	100
	C(z)	40,0	+0,5	165	90
4	CL1	37,4	+3,7	135	75
	C	44,0	+3,4	135	70
5	CL2	50,7	—4,5	130	60
	CL2	48,6	+1,0	130	55
	CL1	49,8	+0,2	140	90
	D	49,7	—3,7	140	100
6	C	40,2	+2,2	140	75
	CZ1	41,1	—4,1	140	75
	DZ1	43,3	+0,6	140	80
	C	45,9	+6,4	140	80
7	C	41,1	—0,1	170	100
	C1z	41,9	—1,1	165	95
	D1z	43,6	+0,6	175	80
8	DZ2	48,5	—4,3	155	95
	D	52,9	—6,4	155	80
9	CZ2	47,4	—0,4	145	85
	DZ2	48,7	—5,9	140	75
	C(z)	54,7	+0,3	140	70
10	CL3	41,6	—1,6	105	50
	CL2	50,1	—0,5	110	65
	C	49,8	—	110	50
11	CZ1	48,3	—4,7	135	75
	DZ2	45,7	—1,8	130	75
	D(z)	44,5	—	125	80
	CL2	48,2	—4,2	105	55
	CL1	54,4	+4,2	110	55
12	CZ2	43,0	+0,8	120	60
	C(z)	48,1	—0,4	110	60
13	DL3	46,5	+2,8	110	55
	DL3	45,7	—4,8	105	55
14	C(z)	56,5	+1,4	160	105
	CL2	49,6	+2,4	180	120
	CL2	41,4	—2,0	165	110
	CL2	47,3	—5,2	180	140
	CL1	55,5	—	160	120
15	CL2	53,2	+1,0	155	80
	CL2	46,8	+3,1	160	70
	CL1	46,7	+1,2	160	60
	C(z)	53,2	—	165	70

* Codering: zie voetnoot tabel 11 / *Code: see foot-note table 11*
** Sterk geslaagd profiel / *Strongly stratified profile*

TABLE 20 *Trial-harvest sugar beets K.W.E. 1956*

TABEL 21 Netto wortelopbrengsten in 1956 op verschillende bodemseries bij verschillende bemestingsniveaus (voor stikstof) en verschillende grondwaterstanden

Bodemserie *Soil serie*	Diepste grondwaterstand in groeiseizoen *Deepest groundwater level in growing season* <150 cm: meer dan *more than* 120 kg N/ha $\bar{x}$ ton/ha	Sx̄ ton/ha	n	>150 cm: meer dan *more than* 120 kg N/ha $\bar{x}$ ton/ha	Sx̄ ton/ha	n	>150 cm: minder dan *less than* 120 kg N/ha $\bar{x}$ ton/ha	Sx̄ ton/ha	n
Schorgronden *Mud flat soils*	47,1	2,0	9	50,9	3,4	4	44,3	2,1	5
Plaatgronden, zand beginnend tussen 50 en 80 cm *Sand flat soils, sand beginning between 50 and 80 cm*	45,8	2,5	6	51,1	4,4	2	40,4	3,7	4
Plaatgronden, zand beginnend tussen 30 en 50 cm* *Sand flat soils, sand beginning between 30 and 50 cm**	46,7	1,0	9	45,9	1,4	11	—	—	—

* Inclusief enkele onderbroken schorgronden met ondiepe dikke zandlagen
* *Some interrupted mud flat soils with shallow thick sand layers included*

TABLE 21 *Nett root-yields in 1956 on various soil series at different levels of fertilization (for nitrogen) and at different groundwater levels*

Het bemestingsniveau van de verschillende percelen loopt niet veel uiteen. Op perceel 1 is groenbemesting toegepast.

Suikerbepalingen zijn in 1953 niet uitgevoerd.

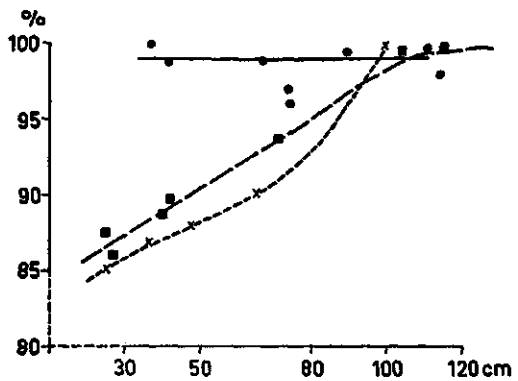
De resultaten van de proefoogsten zijn samengevat in de tabellen 18 en 19. De gemiddelde opbrengsten op de niet verdroogde plekken zijn goed tot zeer goed.

De beide percelen met hoge grondwaterstanden reageren dit jaar averechts op de zanddiepte. Op perceel 1 is de opbrengst van de plek met de ondiepste zandondergrond (CL2) het hoogste, het aflopende profiel (C(z)) heeft de laagste opbrengst. Op perceel 4 is de opbrengst van beide typen gelijk. Dit merkwaardige verschijnsel is ook bij de proefoogsten in 1956 in enkele gevallen geconstateerd (tabel 20 en 21). Een verklaring is tot nu toe niet te geven.

De verschillen tussen de verschillende zwaartegroepen van de bovengrond zijn dit jaar zeer gering. In tegenstelling tot 1952 liggen de opbrengsten van de zware gronden (perceel 2) niet hoger dan die van de lichtere gronden (perceel 3). Eerder is het omgekeerde het geval. Significant zijn deze verschillen echter geheel niet.

Opvallend is in dit droge jaar het geringe onderlinge verschil van dezelfde plaatgrondtypen bij verschillende grondwaterdiepten op perceel 3 (tabel 18 en 19). Een vrijwel constante grondwaterstand van ca. 140 cm – m.v. in het groeiseizoen blijkt al een oogstdepressie te veroorzaken, terwijl een waterstand van 90 à 125 cm de verdroging tegengaat (percelen 1 en 4, tabel 18 en figuur 19).

FIG. 19 Relatieve netto wortelopbrengsten (in % van de schorgronden) bij verschillende zanddiepten en grondwaterstanden in 1953



Legenda
Legend

Diepste grondwaterstand in groeiseizoen
Deepest groundwater level in growing season

- ■ dieper dan 200 cm beneden maaiveld
  over 200 cm below surface
- × 140–175 cm beneden maaiveld
  140–175 cm *below surface*
- ● 90–125 cm beneden maaiveld
  90–125 cm below surface

Zanddiepte beneden maaiveld
Depth of sand below surface

FIG. 19 *Relative nett root-yields (in % of the mud flat soils) at various sand depths and groundwater levels in 1953*

In vergelijking met 1952 zijn de procentuele verschillen van de plaatgronden met de schorgronden in 1953 gemiddeld minder groot.

Resultaten van 1956

Na een zeer zachte januari viel in februari een langdurige vorst in. Maart en april waren droog en koud, mei was normaal. De zomer was koud, augustus bovendien vrij nat. Ook in september en oktober viel meer regen dan normaal. Over het geheel genomen waren in 1956 de weersomstandigheden ongunstig voor de gewassen. Het produktieniveau van de suikerbieten is dan ook uitzonderlijk laag. Vrijwel alle percelen leden aan vrij egaal verdeelde vergelingsziekte.

Er zijn 15 percelen proefoogsten uitgevoerd (tabel 20).

De proefoogsten hebben betrekking op Nieuwlandgronden. In de series zijn de schorgronden vertegenwoordigd met een aflopend profiel en zand beneden 80 cm,

alsmede plaatgronden met verschillende zanddiepte en zandgrofheid. De zwaarte van de bovengrond is beperkt tot de lichte en zware zavels.

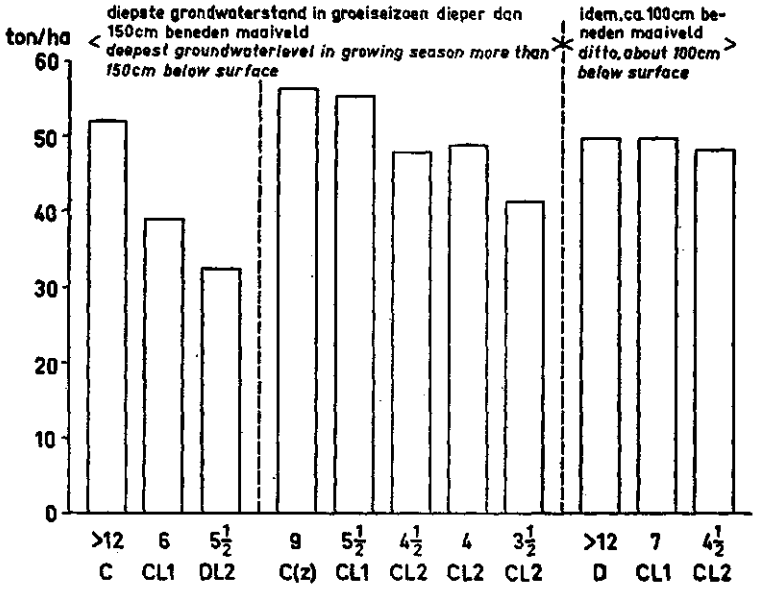
Over de grondwaterstanden is in 1956 weinig bekend, omdat eerst aan het eind van het groeiseizoen besloten werd alsnog enige proefoogsten bij suikerbieten te doen. De percelen zijn dus eerst laat gekozen. De gemiddeld hoogste en laagste grondwaterstanden zijn daarom geschat met behulp van profielkenmerken. Slechts de grondwaterstand van de oogstdatum is gemeten.

Het bemestingsniveau is in 1956 op de verschillende proefpercelen zeer uiteenlopend geweest. Op de percelen 3 en 9 is alleen stikstof gegeven. De hoeveelheden stikstof lopen zo sterk uiteen (nl. van 60 tot 200 kg), dat een gescheiden verwerking noodzakelijk was. De fosfaatgiften liggen tussen 0 en 140 kg (perceel 5). Op enkele percelen (5, 7 en 8) is een zeer hoge kaligift toegepast. Op de percelen 2 en 11 is kalibemesting achterwege gebleven. Perceel 9 heeft 20 ton stalmest en de percelen 4 en 11 hebben groenbemesting ontvangen.

De oogstmethode is in 1956 ingrijpend gewijzigd. In plaats van grote aantallen kleine veldjes per bodemtype is per bodemtype tweemaal 0,25 are geoogst en gemiddeld.

De resultaten van de proefoogsten in 1956 zijn weinig bevredigend. De gemiddelde opbrengstcijfers voor schorgronden en plaatgronden met verschillende zanddiepte geven in geen enkel opzicht significante verschillen. De enige verschillen, waarbij de

FIG. 20 Netto wortelopbrengst (in ton/ha) op 3 percelen bij verschillende bodemtypen en verschillende grondwaterstanden in 1956



Legenda >12 etc. = zanddiepte in dm beneden maaiveld / *sand depth in dm below surface*
Legend C etc. = bodemtype / *soil type*

FIG. 20 *Nett root-yield (in ton/ha) on 3 parcels at various soil types and various groundwater levels in 1956*

zekerheidscoëfficient ca. 2 is, zijn gelegen tussen de gronden met een hoge en lage stikstofgift, zowel voor de schorgronden als voor de diepere plaatgronden (tabel 21).

Er is in het cijfermateriaal wel een zekere tendens te bespeuren dat de opbrengst van de plaatgronden met ondiep zand bij lage grondwaterstanden lager ligt dan die van de schorgronden. Bij gemiddeld ondiepe grondwaterstanden zijn in dit natte jaar de verschillen vrijwel nihil.

Een vergelijking van verschillende bodemtypen op één perceel doet deze tendens nog duidelijker uitkomen. Uit figuur 20 blijkt, dat bij een ondiepe grondwaterstand de verschillen worden afgevlakt en dat zelfs het ongunstigste profiel de hoogste opbrengst heeft. Bij diepere grondwaterstanden liggen de opbrengstverschillen meer in de lijn der verwachting, ook al zijn deze verschillen niet significant.

In 1956 is het door welwillende medewerking van het Instituut voor Rationele Suikerproduktie te Bergen op Zoom mogelijk geweest van alle proefplekken monsters te nemen voor de bepaling van het suikergehalte. Bij de verwerking van het totale materiaal is geen enkele correlatie met het bodemprofiel, noch met de wortelopbrengst gebleken. Beziet men de suikergehalten per perceel, dan blijkt bij toenemende zanddiepte het suikergehalte te dalen. Een verder gaande conclusie is, gezien de aard van het materiaal, zeker niet gerechtvaardigd.

Conclusies

1 Het werken met suikerbieten is moeilijk en moeizaam. Het vereist een uitgebreide proefopzet met beperkte variatie.
2 Naast het bodemtype zijn er vele andere factoren van zo grote invloed op de opbrengst dat deze zo constant mogelijk gehouden dienen te worden. Met name wordt hier gedacht aan de invloed van de zaaidatum en de bemesting, speciaal stikstof. Ook de aard van de bovengrond (slempigheid) is van veel belang.
3 De proefplekken dienen vrij groot te zijn, in verband met de onregelmatigheid van het gewas. Het ware wenselijk een methode te ontwikkelen, die minder gebonden is aan de rijencultuur[1]).
4 De invloed van de zanddiepte op de wortelopbrengst van suikerbieten is zeer groot.

In matig droge jaren kan bij grondwaterstanden, die dieper wegzakken dan ca. 130 à 150 cm – m.v., een opbrengstdaling optreden ten opzichte van schorgronden, die *onder alle voorbehoud* als volgt in % kan worden uitgedrukt:

zand, beginnend	oogstdepressie
tussen 50 en 80 cm	5–10%
tussen 30 en 50 cm	10–20%
<30 cm	>25%

[1] Deze is inmiddels door de Afdeling Landclassificatie ontwikkeld.

Bij diepste grondwaterstanden ondieper dan ca. 125 cm worden de depressies resp. 0–5, 5–15 en ca. 20%. In natte jaren is over de invloed van de zanddiepte weinig positiefs te zeggen. Bij diepe grondwaterstanden hebben de ondiep grofzandige platen nog een oogstdepressie van 5 à 10%. Bij ondiepe grondwaterstanden is er praktisch geen verschil in opbrengst tussen schor- en plaatgronden. In een aantal gevallen liggen de opbrengsten van de plaatgronden zelfs hoger dan die van de schorgronden.

5 De invloed van de zwaarte van de bovengrond op de wortelopbrengst is gering. In het jaar 1952, toen de voorzomer vrij droog was, waren de opbrengsten van de lichte kleigronden iets hoger. In 1953 toen de nazomer vrij droog was, stonden de zware zavels bovenaan.

6 De invloed van het bodemtype op het suikergehalte vergt nader onderzoek. Over het totale materiaal schijnt er geen invloed te zijn. Per perceel gezien is er een tendens dat het suikergehalte enigszins toeneemt met afnemende zanddiepte.

Proefoogsten bij zomertarwe

In 1956 en 1957 zijn respectievelijk op Noord- en Zuid-Beveland en in Zeeuwsch-Vlaanderen opbrengsttaxaties en proefoogsten gedaan bij het gewas zomertarwe, ras Peko.

Dit gewas is gekozen, omdat na de strenge winter van 1955/56 de wintertarwe goeddeels was uitgewinterd. De wintertarwe was daardoor schaars en onregelmatig van stand, terwijl bovendien verschillende rassen werden verbouwd, omdat men na de sterke roestaantasting van 1955 van het populaire ras Heine's VII was afgestapt. Ook in 1957 was het zomertarweareaal nog zo uitgebreid dat voortzetting van het onderzoek, ditmaal in Zeeuwsch-Vlaanderen, verantwoord leek.

Methode van onderzoek

Er is een groot aantal proefplekken opgezocht op verschillende bodemtypen van het Nieuwland. Er is naar gestreefd zoveel mogelijk enkele bodemtypen op één perceel te vinden. Deze typen zijn door vier taxateurs individueel getaxeerd, waarna men in onderling overleg op de plaats zelf tot een definitief gezamenlijk taxatiecijfer in een 100-delige schaal is gekomen.

De taxaties zijn getoetst aan een aantal proefplekken (20% van de taxatieplekken), gelijkelijk verdeeld over het gehele taxatietraject. Deze proefoogsten beslaan telkens een halve are in duplo. De opbrengst is met een proefvelddorsmachine gedorst; de kilogramopbrengst is bepaald bij constant vochtgehalte.

De resultaten van 1956

Er zijn 86 plekken getaxeerd, waarvan 57 op Noord-Beveland en 29 op Zuid-Beveland. Er werden geoogst resp. 16 en 12 veldjes van 2 × 0,5 are.

De gegevens van Noord- en Zuid-Beveland zijn afzonderlijk verwerkt, omdat bleek dat het taxatieniveau verschillend lag.

FIG. 21 Verband tussen korrelopbrengst in kg/ha en gezamenlijk taxatiecijfer voor zomertarwe (Peko) op Noord-Beveland in 1956

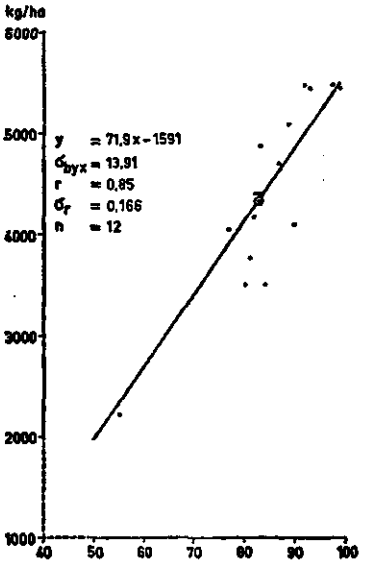


FIG. 21 *Relation between grain-yield in kg/ha and joint estimation figure for summer wheat (Peko) on Noord-Beveland in 1956*

In figuur 21 is het verband tussen opbrengst- en taxatiecijfers aangegeven voor Noord-Beveland. In figuur 22 is hetzelfde gebeurd voor Zuid-Beveland (regressielijn). Uit de correlatie-coëfficiënten blijkt duidelijk dat de taxaties redelijk betrouwbaar zijn en in opbrengstcijfers mogen worden omgerekend.

De gegevens zijn in verschillende combinaties verwerkt.

Allereerst is getracht voor de schorgronden een verschil in opbrengst te vinden naar de zwaarte van de bovengrond. Deze bewerking is in eerste instantie uitgevoerd ongeacht de diepte van de grondwaterstand.

Zwaarte bovengrond*)	korrelopbrengst	n
A	4312 ± 146 kg/ha	6
B	4213 ± 340 kg/ha	14
C	4389 ± 405 kg/ha	16
D	4261 ± 065 kg/ha	16

* Coderingen: zie voetnoot tabel 11

FIG. 22 Verband tussen korrelopbrengst in kg/ha en gezamenlijk taxatiecijfer voor zomertarwe (Peko) op Zuid-Beveland in 1956

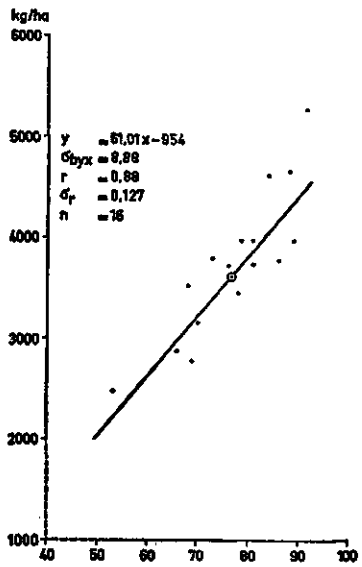


FIG. 22 *Relation between grain-yield in kg/ha and joint estimation figure for summer wheat (Peko) on Zuid-Beveland in 1956*

Hieruit volgen geen significante verschillen voor de verschillende zwaartegroepen.

Een bewerking, waarbij rekening gehouden wordt met de diepte van de diepste grondwaterstand in het groeiseizoen geeft een iets beter resultaat, ofschoon ook hier de significantie tussen de verschillen ontbreekt. De zwaarteklassen A + B en C + D zijn samengevoegd om voldoend grote reeksen van waarnemingen te krijgen.

Diepste grondwaterstand in groeiseizoen >200 cm – m.v.

Zwaarte bovengrond*)	korrelopbrengst kg/ha	n
Klei (A + B)	4507 ± 206	3
Zavel (C + D)	4291 ± 192	5

Diepste grondwaterstand in groeiseizoen <200 cm – m.v.

Zwaarte bovengrond*)	korrelopbrengst kg/ha	n
Klei (A + B)	4307 ± 110	12
Zavel C + D)	4315 ± 258	19

* Coderingen: zie voetnoot tabel 11

Uit deze cijfers blijkt, dat bij diepe grondwaterstanden de opbrengst van de lichtere

gronden de tendens vertoont lager te zijn dan die van de lichte en zware kleigronden. Bij hogere grondwaterstanden is het verschil vrijwel nihil.

De verschillen tussen schor- en plaatgronden en tussen de plaatgronden met verschillende grondwaterstanden onderling zijn groter. Het beschikbare materiaal liet geen bewerking toe naar de korrelgrootte van het plaatzand, met andere woorden Z- en L-zanden zijn niet gescheiden.

Een overzicht van de verschillende bewerkingen geeft de volgende tabel:

Diepste grondwaterstand in groeiseizoen >200 cm – m.v.

Bodemeenheid*)	korrelopbrengst kg/ha	n
Z/L1	3400 ± 166	5
Z/L2	2760 —	1

Diepste grondwaterstand in groeiseizoen <200 cm – m.v.

Z/L1	4069 ± 073	9
Z/L2	4007 ± 107	15

* Coderingen: zie voetnoot tabel 11

Bij de diepe grondwaterstanden is er dus een duidelijk verschil tussen de diepe en ondiepe platen, terwijl ook het verschil met de schorgronden significant is. Bij minder diepe grondwaterstanden is het verschil tussen beide zanddiepten vrijwel nihil. Ook het verschil met de schorgronden is niet zeer significant. Bij diepe grondwaterstanden ligt het verschil tussen schorgronden en plaatgronden in de orde van 20%; bij ondiepe grondwaterstanden daalt het tot ca. 7%.

Opvallend is de grote oogstdepressie op de sterk gelaagde schorgronden. Dit verschijnsel werd eveneens bij de suikerbietenproefoogsten, 3785 kg ten opzichte van 4500 kg gemiddeld, geconstateerd.

Resultaten van 1957

Voor de granen kan 1957 als een droog jaar gelden. Na een zachte winter waren maart en april droog en vrij warm. Mei was koud en droog, waardoor de ontwikkeling van de gewassen werd geremd. Juni was warm en droog, vooral het eind van de maand en begin juli viel praktisch geen regen. Begin augustus had vrij veel onbestendig weer, dat voor de oogst niet ongunstig was.

Er werden in westelijk Zeeuwsch-Vlaanderen 96 plekken getaxeerd, waarvan 17 veldjes van 0,5 are geoogst werden. Het gewas was eveneens zomertarwe, ras Peko. Het verband tussen opbrengst en taxatie is door middel van een regressielijn aangegeven in figuur 26. De taxaties zijn dit jaar zeer betrouwbaar geweest (correlatie-coëfficiënt 0,97).

FIG. 23 Verband tussen korrelopbrengst in kg/ha en gezamenlijk taxatiecijfer voor zomertarwe (Peko) in westelijk Zeeuwsch-Vlaanderen in 1957

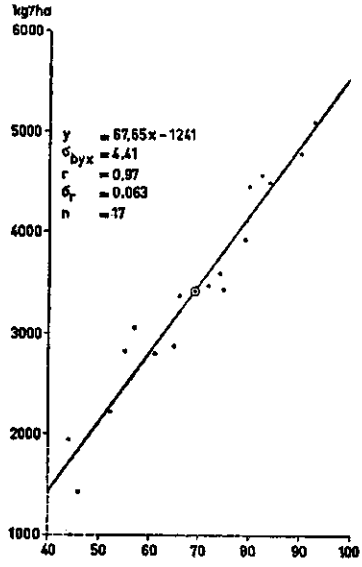


FIG. 23 *Relation between grain-yield in kg/ha and joint estimation figure for summer wheat (Peko) in the west of Zeeuwsch-Vlaanderen in 1957*

De in de opname betrokken bodemprofielen omvatten:

1	schorgronden	30
2	plaatgronden met zand, beginnend tussen 50 en 80 cm	36
3	idem, zand beginnend boven 50 cm	28
4	Nieuwland (<50 cm) op dekzand	2

Bij de verwerking zijn twee gemeten opbrengsten en twaalf taxaties (vrijwel uitsluitend zware schorgronden) buiten beschouwing gebleven wegens volledige legering. De opbrengstmetingen vertoonden ten opzichte van de taxatie een verschil van ongeveer 10 punten, d.w.z. dat de opbrengstverliezen ten gevolge van totale legering in dit jaar op ca. 700 kg/ha gesteld kunnen worden. Bij de verwerking zijn de gelegerde percelen verder buiten beschouwing gelaten, waardoor de opbrengst van de zware schorgronden gedrukt wordt.

Allereerst is een bewerking ondernomen, waarbij twee stikstoftrappen (45–60 en 61–80 kg N) zijn onderscheiden. Deze gaven ten opzichte van de niet gescheiden verwerking geen significante verschillen, zodat deze splitsing verder achterwege is gebleven.

Het gehele materiaal is vervolgens gerangschikt zonder de grondwaterstand in beschouwing te nemen.

We komen dan tot het volgende resultaat:

1 alle schorgronden (n = 30): 4885 ± 58 kg/ha
2 alle plaatgronden (n = 57) : 3718 ± 117 kg/ha.

Een significant, maar weinig zeggend verschil.

Belangwekkend is het verschil in opbrengst tussen de verschillende zwaarteklassen van de bovengrond bij de schorgronden, ongeacht de grondwaterstand.

1 zware klei (A): 5060 ± 89 kg/ha (n = 7)
2 lichte klei (B): 4924 ± 81 kg/ha (n = 13)
3 zware zavel (C): 4778 ± 183 kg/ha (n = 6)
4 lichte zavel (D): 4613 ± 33 kg/ha (n = 4).

Het verschil tussen A en B is niet significant; het verschil tussen A en C bereikt een zekerheidscoëfficiënt van 2,7; het verschil tussen A en D is significant (4,1).

Splitsen we het materiaal naar de grondwaterstand, dan komen we tot het volgende:

1 Diepste grondwaterstand in het groeiseizoen 175–200 cm – m.v.
  1.1 kleigronden (A en B):4961 ± 71 kg/ha (n = 16)
  1.2 zavelgronden (C en D): 4496 ± 125 kg/ha (n = 5).

Het verschil tussen lichte en zware gronden is hier significant (zekerheidscoëfficiënt 3,6).

2 Diepste grondwaterstand in het groeiseizoen 140–174 cm – m.v.
  2.1 kleigronden (A en B): 5015 ± 139 kg/ha (n = 4)
  2.2 zavelgronden (C en D): 4928 ± 123 kg/ha (n = 5).

Het verschil tussen lichte en zware schorgronden is hier niet significant. Ook het verschil van deze beide groepen met de kleigronden met diepe waterstanden (1.1), is niet significant. Het verschil van 2.1 en 2.2 met 1.2 is echter wel significant.

De conclusie mag luiden dat bij schorgronden de tendens aanwezig is dat de kleiprofielen in 1957 een hogere opbrengst geven dan de zavels en dat deze tendens duidelijker wordt bij diepere grondwaterstanden.

Bij de verwerking van de plaatgronden is uiteraard wel rekening gehouden met de grondwaterstanden. In verband met een te geringe hoeveelheid cijfermateriaal kon geen splitsing gemaakt worden naar de grofheid van het zand, wel echter naar de diepte, waarop de zandondergrond begint.

3 Diepste grondwaterstand in het groeiseizoen 175–220 cm – m.v.
  3.1 zand beginnend tussen 50 en 80 cm (n = 13):3853 ± 140 kg/ha
  3.2 zand beginnend boven 50 cm (n = 18): 3036 ± 177 kg/ha.

  Het verschil is significant (zekerheidscoëfficiënt 4,5).

4 Diepste grondwaterstand in het groeiseizoen 140–174 cm – m.v.
  4.1 zand beginnend tussen 50 en 80 cm (n = 15): 4701 ± 56 kg/ha
  4.2 zand beginnend boven 50 cm (n = 11): 3335 ± 222 kg/ha.

Het verschil is significant. Ook het verschil van 4.1 en 4.2 met 3.1 en 3.2 is significant.

Vergeleken met het gemiddelde van alle schorgronden (4885 kg/ha) zijn de opbrengsten van de plaatgronden van 1.1, 1.2 en 2.2 significant lager. De plaatgronden met

zand beginnend tussen 50 en 80 cm en een hoge grondwaterstand (4.1) vertonen geen significant verschil met de schorgronden. Zij hebben in dit jaar zelfs een hogere opbrengst dan de lichte schorgronden met een diepe grondwaterstand.

Stellen wij de opbrengst van de zware schorgronden, ongeacht hun grondwaterstand op 100 (ca. 5000 kg/ha), dan ontstaat de volgende rangorde.

zware schorgronden (A + B)	100%
lichte schorgronden, hoge grondwaterstand (C + D)	98%
gemiddelde van alle schorgronden	98%
zware zavel schorgronden (C)	96%
plaatgronden, zand beginnend tussen 50 en 80 cm, hoge grondwaterstand	94%
lichte zavel schorgronden (D)	92%
lichte schorgronden, diepe grondwaterstand (C + D)	90%
plaatgronden, zand beginnend tussen 50 en 80 cm, diepe grondwaterstand	77%
gemiddelde van alle plaatgronden	74%
plaatgronden, zand beginnend boven 50 cm, ondiepe grondwaterstand	67%
plaatgronden, zand beginnend boven 50 cm, diepe grondwaterstand	61%

Conclusie

1 Het werken met tarwe, in het algemeen met graangewassen, is, hoewel omvangrijk, veel eenvoudiger dan met suikerbieten. Men dient ervoor te waken teveel variaties in de bodemgesteldheid te willen bewerken. In ons geval zou de proefopzet dubbel zo groot moeten zijn, indien ook de grofheid van het zand in beschouwing genomen zou worden.
2 De invloeden van zaaidatum, voorvrucht en bemesting zijn veel geringer dan bij suikerbieten.
3 De proefopzet mag als geslaagd beschouwd worden.
4 De tijdsduur van twee jaar is te kort om definitieve conclusies toe te laten, al is één jaar nat en één jaar vrij droog geweest.
5 De invloed van de zanddiepte op de korrelopbrengst van zomertarwe is zeer groot vooral in droge jaren en bij diepe grondwaterstanden.

Onder alle voorbehoud kunnen de opbrengstdepressies van plaatgronden in matig droge jaren als volgt in % worden uitgedrukt ten opzichte van schorgronden:

Bij diepste grondwaterstanden in het groeiseizoen >175 cm – m.v.

Zand, beginnend	oogstdepressie
tussen 50 en 80 cm	20 à 25%
<50 cm	35 à 40%

Bij diepste grondwaterstanden <175 cm – m.v. worden deze depressies resp. ca. 5% en ca. 30%.

In vochtige tot natte jaren zijn deze depressies bij diepe grondwaterstanden van een orde van grootte van ca. 20%; bij minder diepe grondwaterstanden en een zandondergrond beginnend tussen 50 en 80 cm zijn de depressies van dezelfde orde van grootte als in droge jaren nl. ca. 5%.

De plaatgronden profiteren dus van een minder diepe grondwaterstand meer dan van een vochtig jaar. Bij ondiep zand blijven ook bij hoge grondwaterstanden de opbrengsten sterk achter bij die van de schorgronden.

6 Bij diepe grondwaterstanden blijken zowel in een droog als in een nat jaar de kleischorgronden (A en B) een hogere opbrengst te geven dan de zavels. Bij minder diepe grondwaterstanden lijkt dit verschil vrijwel genivelleerd te worden.

VI ENKELE RESULTATEN VAN HET BODEM- EN GRASLANDONDERZOEK IN DE TIELERWAARD-WEST

1 Inleiding

Ter voorbereiding van een ruilverkaveling is in 1955 en 1956 in een gedeelte van de Tielerwaard de bodemgesteldheid opgenomen en een graslandvegetatiekartering uitgevoerd. Dit gedeelte, de Tielerwaard-west, wordt in het noorden en westen begrensd door de Linge en in het zuiden door de Waal. De oostgrens wordt gevormd door de oude rijksstraatweg van Waardenburg over Meteren naar Geldermalsen.

De Tielerwaard-west ligt op de overgang van het rivierkleigebied naar het grote veengebied van Utrecht en Holland. Ten oosten van de rijksweg Utrecht–Den Bosch treft men in zuivere vorm het rivierkleilandschap aan met stroomruggen en kommen. Naar het westen worden de oeverwallen van Waal en Linge minder uitgesproken en zijn zij kleiiger ontwikkeld. Ingesloten tussen deze oeverwallen ligt één groot komgebied met een vlakke topografie, waarvan het kleidek op bosveen rust.

In de Tielerwaard is de verhouding tussen komgrond en stroomruggrond ongunstiger dan elders in het rivierkleigebied. Tabel 22 geeft een overzicht van de meest voorkomende profielen.

Tabel 22 Overzicht van de profielen in de Tielerwaard-west

stroomruggronden *river ridge soils*			10%
stroomrugprofielen met kom-ondergrond *river ridge profiles with a basin clay subsoil*			20%
overslaggronden + uiterwaardgronden *crevasse deposit soils + foreland river soils*			10%
komgronden *basin clay soils*	op stroomruggrond *on river ridge soil*	10%	60%
	met veen binnen 80–120 cm *with peat within 80–120 cm*	20%	
	met veen binnen 50–80 cm *with peat within 50–80 cm*	10%	
	tot 120 cm *untill 120 cm*	20%	

Table 22 *Survey of the profiles in the Tielerwaard-west*

In het grote centrale komgebied wordt uitsluitend grasland aangetroffen. De oppervlakte bouwland is geconcentreerd langs de oevers van Waal en Linge. Deze scheiding berust niet op toevallige omstandigheden, maar wordt veroorzaakt door de opbouw en samenstelling van de bodem. Het grasland vindt men nl. daar, waar de bodemgesteldheid weinig of ongeschikt is voor akkerbouw. Dit is het geval bij komgronden. Op grond van de volgende overwegingen moet akkerbouw op komgrond ongewenst worden geacht:

a hoge investering voor werktuigen
b moeilijke grondbewerking en verpleging der gewassen
c hoge uitgaven voor bemesting
d beperkte gewassenkeuze
e groot oogstrisico
f langdurige verslechtering van de bodemstructuur.

Daar naast de bodemkartering ook een graslandvegetatiekartering is uitgevoerd, was het mogelijk de samenhang tussen de bij beide karteringen onderscheiden eenheden na te gaan. Hier zullen voornamelijk de komgronden worden behandeld.

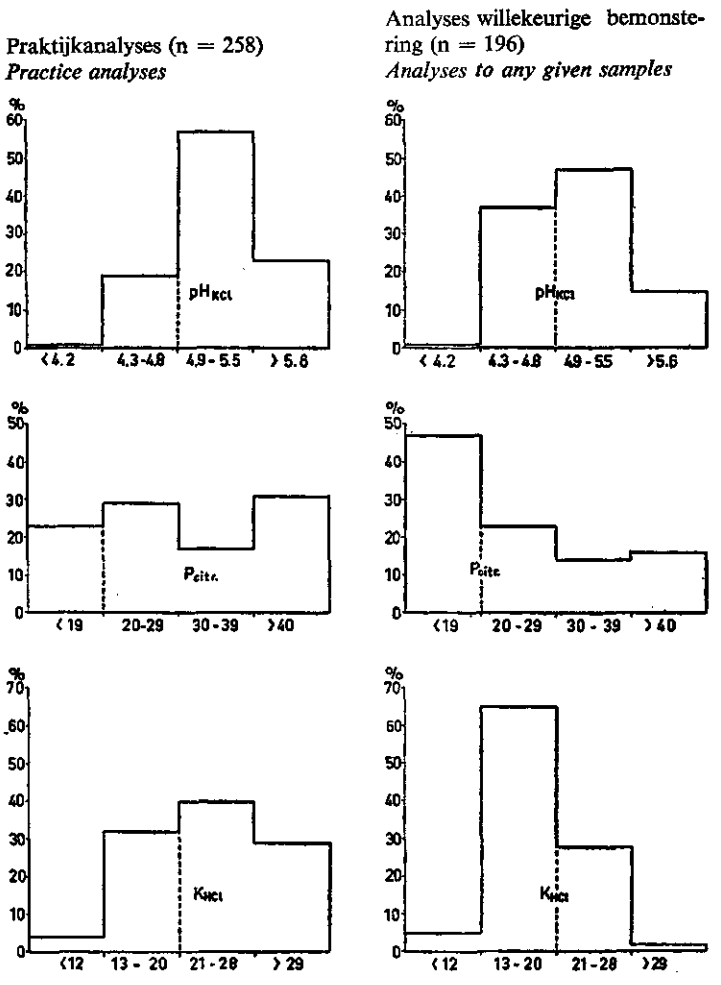
2 Bemestingstoestand

Voor een inzicht in de bemestingstoestand van een gebied staan veelal alleen de gegevens van de praktijkanalyses ter beschikking. Het is echter een bekend feit dat voornamelijk de meer vooruitstrevende boeren (de betere) de bemesting baseren op grondanalyses. Hierdoor geven praktijkanalyses een te gunstige kijk op de bemestingstoestand van een bepaalde streek. In welke mate dit het geval is wordt in figuur 24 gedemonstreerd. In deze figuur zijn de analysegegevens afkomstig van praktijkbemonsteringen naast die van een willekeurige monsterneming, in de vorm van blokdiagrammen weergegeven. Voor grasland is een pH-KCl van 4,8–5,6 gewenst. Volgens de praktijkanalyses bezit 20% van de monsters een te lage pH-KCl, tegenover 38% bij de willekeurige bemonstering. Voor de fosfaattoestand blijkt 23, resp. 47% een te laag P-citroengetal te bezitten. Eenzelfde tendens vindt men bij het K-getal, waar 36, resp. 70% van de monsters een te laag K-getal bezitten. Hieruit volgt wel, dat de bemestingstoestand bijna eens zo slecht is als de praktijkanalyses suggereren. Deze slechtere bemestingstoestand stemt overeen met de resultaten van de graslandvegetatiekartering (zie tabel 23).

3 De samenstelling en opbouw van komgrond

In figuur 25 zijn enige gegevens afgebeeld over een diep komprofiel (grasland) en een komprofiel met een ondergrond bestaande uit bosveen (ca. 10 jaar bouwland). Aan-

FIG. 24 Bemestingstoestand van graslandpercelen op komklei volgens praktijkanalyses en analyses van willekeurige bemonstering



Waarden links van de stippellijn moeten als te laag beschouwd worden
Values left of the dotted line must be considered as too low

FIG. 24 *State of fertilization of grassland parcels on basin clay according to practice analyses and analyses to any given samples*

gegeven zijn de verdeling vaste-delen/lucht/water in volumeprocenten, de textuur en het humusgehalte in gewichtsprocenten. Beide profielen zijn geheel koolzure-kalkloos.

Het humusgehalte in de zodelaag van figuur 25a kan representatief geacht worden voor een niet te laag gelegen komgrondgrasland. Bij laag gelegen graslanden kan het humusgehalte in de zodelaag oplopen tot 25%. Wordt grasland gescheurd, dan loopt

FIG. 25a Verdeling van de volumepercentages vaste delen – lucht – water en de textuur van een komkleiprofiel (grasland)

FIG. 25a *Distribution of the bulkpercentages solids – air – water and the texture of a basin clay profile (grassland)*

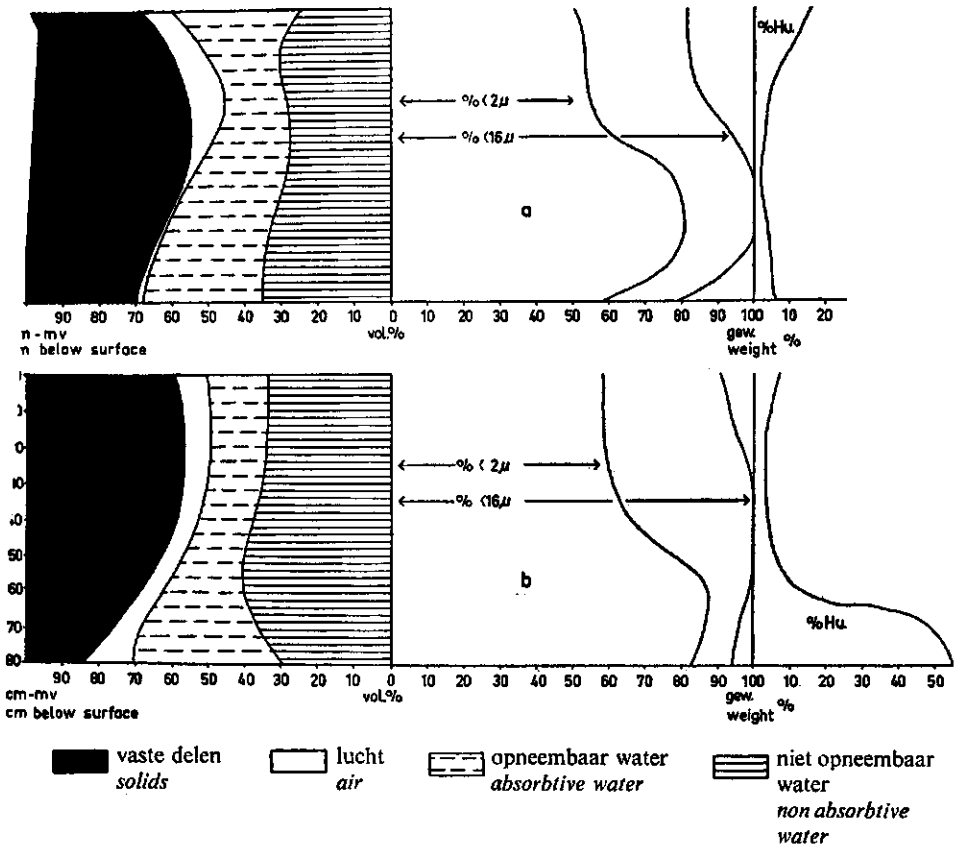


FIG. 25b Verdeling van de volumepercentages vaste delen – lucht – water en de textuur van een komkleiprofiel op bosveen (bouwland)

FIG. 25b *Distribution of the bulkpercentages solids – air – water and the texture of a basin clay profile on forest peat (arable land)*

door oxydatie het humusgehalte terug tot zich op een lager niveau een nieuw evenwicht heeft ingesteld (figuur 25b). Het onder het minerale dek gelegen bosveen weerspiegelt zich in deze figuur door het oplopen van het humusgehalte. Dit bosveen lijkt sterk slibhoudend. In feite is dit evenwel niet het geval, daar een gewichtshoeveelheid organische stof een aanmerkelijk groter volume inneemt dan eenzelfde gewichtshoeveelheid minerale delen. Bij een visuele beoordeling van een monster heeft men niet te maken met gewichtsprocenten, maar met volumeprocenten.

De twee weergegeven profielen behoren qua textuur tot de zware komgronden.

Het graslandprofiel bezit tot 30 cm beneden maaiveld een percentage lutum van 55%, overeenkomend met 85% afslibbare delen. Met de diepte neemt het lutumgehalte toe tot 80% en is de fractie $>16\ \mu$ geheel afwezig. De lutum-slibverhouding stijgt hierbij van 65 tot 80%. Het afnemen van de zwaarte in het onderste gedeelte van het profiel hangt samen met een beneden 1,20 m gelegen stroomrug waarop dit komkleiprofiel rust.

Voor de berekening van de verhouding vaste-delen/lucht/water, is uitgegaan van de volumepercentages water bij pF 0,4 en 2,3. Het volumepercentage vaste delen is hierbij gelijkgesteld aan 100 min het volumepercentage water bij pF 0,4. Door het steile verloop van de pF-curve van komkleien in het traject met een lage vochtspanning komt het vochtgehalte bij pF 0,4 vrijwel overeen met het vochtgehalte bij pF-$\sim$ (bij pF-$\sim$ is de grond geheel met water verzadigd). Voor het luchtgehalte van een volledig uitgezakt komkleiprofiel is het verschil in volumepercentage water bij pF 0,4 en pF 2,3 genomen. Verder is nog aangegeven de hoeveelheid water die niet door de plant opneembaar is (pF 4,2).

Komgronden hebben de naam zeer dichte gronden te zijn. Verrassend is dan ook het hoge poriënvolume in deze profielen. In de 5 cm dikke zodelaag is het poriënvolume bijna 70%; naar beneden neemt het echter snel af tot 55% op 20 cm diepte. Tot 40 cm blijft vervolgens het poriënvolume constant om dan weer te stijgen tot 70 volumeprocent op 80 cm diepte. De grootste dichtheid vinden we dus van 20 tot 40 cm. Bij het bouwland is de dichtheid van de bouwvoor even groot als die van de daaronder gelegen laag, vermoedelijk ten gevolge van de bouwlandexploitatie. Het hoogste poriënvolume heeft het bosveen, waar een waarde van 85 volumeprocent wordt bereikt.

Blijkt dus het totale poriënvolume vrij gunstig te zijn, aanmerkelijk minder gunstig is de verdeling van de poriëngrootte, die in de lucht/water/verdeling en het percentage niet opneembaar water tot uitdrukking komt. De hoeveelheid niet-capillaire poriën, overeenkomend met het percentage lucht, is zeer gering en in het diepe komprofiel beneden 50 cm vrijwel nihil. Bij de capillaire poriën heeft 40 tot 60% een zo kleine diameter, dat het hierin voorkomende water een hogere spanning heeft dan overeenkomend met pF 4,2.

Neemt men voor de hoeveelheid beschikbaar water het vochtgehalte bij pF 2,3 minus dat bij pF 4,2, dan blijkt uit het hangwater voor de plant beschikbaar te kunnen komen 15 tot 25 volumeprocent water. Dit komt overeen met 15 tot 25 mm water per dm. In vergelijking met schorgronden uit het zeekleigebied, die gemiddeld 15 tot 20 volumeprocent beschikbaar water bevatten, slaan de komgronden dus geen slecht figuur. Toch wordt door een komprofiel te weinig water geleverd om het grasbestand droge perioden te helpen overbruggen. Indien geen aanvulling vanuit het grondwater plaatsvindt, treedt periodiek een meer dan normale zomerdepressie op. De verklaring hiervan kan gelegen zijn in:

a de ondiepe beworteling van grasland op komgrond

b het geringe capillaire geleidingsvermogen van komgrondprofielen.

Het geringe capillaire geleidingsvermogen is uit onderzoekingen van WIND (1955) naar voren gekomen. Hij heeft berekend dat indien men de vochtspanning aan de basis van de wortelzone van grasland op komgrond (10 cm – maaiveld) niet wil laten stijgen boven pF 3,0, een aanvulling van 3 mm per etmaal slechts mogelijk zal zijn bij een grondwaterstand van max. 50 cm beneden maaiveld.

4 DE GRASLANDVEGETATIEKARTERING

Bij oud grasland bestaat er een dynamisch evenwicht tussen de samenstelling van het grasbestand en het complex van groeifactoren. Hierdoor is het mogelijk groepen van plantesoorten te onderscheiden, waarvan de combinatie en de mate van voorkomen inlichtingen geven over de invloed die de belangrijkste groeifactoren op het milieu hebben.

Als belangrijkste milieufactoren waarover de vegetatie aanwijzingen geeft, kunnen worden genoemd de verzorging en de vochtvoorzieningstoestand. Onder de verzorging vallen alle cultuurmaatregelen die door de gebruiker worden genomen, zoals het gebruik (hooiland-weiland), de bemesting en de verzorging in engere zin. De vochtvoorzieningstoestand van de vegetatie wordt bepaald door het bodemprofiel en de grondwaterstand en vanzelfsprekend ook door het klimaat, dat hier echter als een constante factor te beschouwen is.

Aan de hand van het percentage plantesoorten die als aanwijzers te gebruiken zijn voor de milieufactoren verzorging en vochtvoorziening, is een indeling te maken in verzorgings- en vochtvoorzieningsklassen. Voor de principes die hierbij gebruikt zijn en de toetsing van deze indeling, zij verwezen naar de literatuur (DE BOER, 1950; DE BOER EN FERRARI, 1957). Op één punt zal hier echter nader worden ingegaan, omdat dit voor het in dit hoofdstuk behandelde onderzoek van belang is. Het is namelijk aan de hand van de vegetatie tot op zekere hoogte mogelijk, onafhankelijk van de verzorgingstoestand, een bepaalde vochtvoorzieningsklasse aan te geven. Als voorbeeld kan worden genoemd vochtig grasland. Wanneer dat slecht wordt verzorgd, zullen zeggesoorten (driekant) een belangrijk aandeel bij de vochtaanwijzers innemen. Bij een betere verzorgingstoestand treden bij dezelfde vochtvoorzieningstoestand soorten als geknikte vossestaart en vlotgras, meer op de voorgrond. Men krijgt in deze gevallen wel een verschillende botanische samenstelling, maar op beide percelen komt een percentage vochtaanwijzers voor dat in dezelfde klasse valt.

Iets anders is dat de verzorging als zodanig wel de vochtvoorzieningstoestand kan beïnvloeden. Gedacht moet b.v. worden aan het geregeld gebruik van stalmest, waardoor een betere voorziening met organische stof van de bovengrond kan ontstaan. Dit effect werkt slechts in een waarneembare mate bij drogere graslanden. Wanneer in dit geval de textuur van de grond een goede structuur niet in de weg staat, is de verbreiding van de organische stof door het dierlijk leven in de grond naar diepere lagen

TABEL 23 Verzorgingsklassen van karteringseenheden in de Tielerwaard-west

Karteringseenheden *Survey units*	Omschrijving van de verzorgingstoestand *Description of the maintenance*	Oppervlakte in % *Area in %*
1	goede bemesting en goed gebruik *good manuring and good use*	11,6
2	voldoende tot matige bemesting en veel beweid *adequate till moderate use and intensive grazing*	30,3
3	matige bemesting en matig gebruik *moderate manuring and moderate use*	16,5
4	slechte bemesting en slecht gebruik *bad manuring and bad use*	41,6

TABLE 23 *Classes of maintenance in survey units of Tielerwaard-west*

TABEL 24 Vochtklassen en indicatoren

Vochtvoorzieningstoestand *Supply of moisture*	Indicatoren *Indicators*	Oppervlakte in % *Area in %*
A zeer droog *very dry*	>40% droogte-indicatoren *>40% drought indicators*	3,3
B droog *dry*	30–40% droogte-indicatoren *30–40% drought indicators*	6,9
C iets te droog *some what too dry*	15–30% droogte-indicatoren *15–30% drought indicators*	15,5
D voldoende vochtvoorziening *adequate supply of moisture*	<15% droogte-indicatoren en geen vochtindicatoren *<15% drought indicators and no moisture indicators*	43,8
E vochtig *moist*	1–5% vochtindicatoren *1–5% moisture indicators*	20,3
F iets te nat *some what too wet*	5–20% vochtindicatoren *5–20% moisture indicators*	9,3
G nat *wet*	>20% vochtindicatoren *>20% moisture indicators*	0,7
H zeer nat *very wet*	moerassig land *marsh land*	0,2

TABLE 24 *Classes of supply of moisture and indicators*

mogelijk. Hierdoor neemt en de vochthoudendheid van de grond en de bewortelingsmogelijkheid toe.

In het bovenomschreven geval geeft dus de vegetatie de door de verzorging van het grasland verbeterde vochtvoorzieningstoestand aan. Verder blijkt uit dit voorbeeld duidelijk dat men aan de hand van de vegetatie de resultaten van de factoren aangeeft, die de vochtvoorziening van het grasgewas beïnvloeden. In vele gevallen is, gezien de ligging van het grasland, de grondwaterstand één der belangrijkste factoren. Men zou echter verschillende onderzoekingen kunnen aanvoeren, waarbij het verband vegetatie-vochtklasse en grondwaterstand is verbroken en waarbij dit verband weer te corrigeren is met b.v. de vochtcapaciteit van de bovengrond.

In de Tielerwaard-west zijn een aantal vocht- en verzorgingsklassen onderscheiden, die in tabel 23 en 24 zijn weergegeven (DE BOER EN DE GOOYER, 1958).

5 HET VERBAND TUSSEN BODEMTYPE, GRONDWATERSTAND EN VOCHTVARIANT

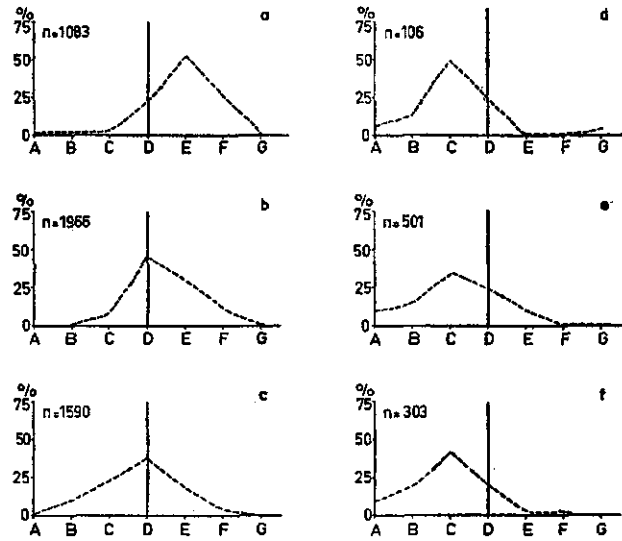
Om enig inzicht te krijgen in het verband tussen het bodemtype en de vochtvariant (vochtvoorzieningstoestand), zoals deze aan de vegetatie is bepaald, zijn de bodemkaart en de vochtkaart van de vegetatiekartering op de lichtbak met elkaar vergeleken door op de kruispunten van een ruitennet na te gaan welke bodemtypen en vochtvarianten met elkaar corresponderen. Van een aantal veel voorkomende bodemtypen is het resultaat weergegeven in de frequentiediagrammen van figuur 26. Hierin is per bodemtype op de ordinaat de procentuele verdeling aangegeven van de voorkomende vochtvarianten.

Uit deze frequentiediagrammen ziet men dat er per bodemtype een aanzienlijke spreiding in vochtvariant voorkomt, maar dat voor de gekozen zes bodemtypen toch een duidelijke top is aan te wijzen. Van het bodemtype KV2 (komgrond met veen beginnend tussen 50 en 80 cm) via het bodemtype K (diepe komgrondprofielen) naar het bodemtype KS3 (komgrond met stroomruggrond beginnend tussen 80 en 120 cm), verschuift de top van vochtig via normaal vochthoudend naar iets te droog. De spreiding bij het bodemtype KV2 loopt van nat tot iets te droog, bij het bodemtype K van nat tot zeer droog, bij het bodemtype KSK komgrond met een tussenlaag van stroomruggrond van iets te nat tot zeer droog. De spreiding per bodemtype is dus veel groter dan de spreiding van de maxima van de zes gekozen bodemtypen.

De oorzaak hiervan moet worden gezocht in het feit dat de vochtvariant uiteraard de watervoorziening indiceert en dus slechts in zoverre samenhang met het bodemtype zal vertonen als het bodemtype samengaat met verschijnselen die de waterhuishouding betreffen. Een belangrijke factor is de hoogteligging van het maaiveld ten opzichte van het grondwater (zie ook § 3 en tabel 25).

In het terrein is het inderdaad zo, dat gemiddeld de bodemtypen een hogere ligging

FIG. 26 Verband tussen bodemtype en vochtvariant



a Bodemtype KV2, komklei op veen beginnend tussen 50 en 80 cm beneden maaiveld
Soil type KV2 basin clay on peat beginning between 50 and 80 cm below surface
b Bodemtype KV3, komklei op veen beginnend tussen 80 en 120 cm beneden maaiveld
Soil type KV3, basin clay on peat beginning between 80 and 120 cm below surface
c Bodemtype K, komklei tot minstens 120 cm
Soil type K, basin clay down to at least 120 cm
d Bodemtype KS2, komklei op stroomruggrond beginnend tussen 50 en 80 cm beneden maaiveld
Soil type KS2, basin clay on natural levee soil beginning between 50 and 80 cm below surface
e Bodemtype KS3, komklei op stroomruggrond beginnend tussen 80 en 120 cm beneden maaiveld
Soil type KS3, basin clay on natural levee soil beginning between 80 and 120 cm below surface
f Bodemtype KSK, komklei op tussenlaag van stroomruggrond
Soil type KSK, basin clay on interlayer of natural levee soil

FIG. 26 A = zeer droog / *very dry*
B = droog / *dry*
C = iets te droog / *somewhat too dry*
D = normaal vochthoudend / *adequate supply of moisture*
E = vochtig / *moist*
E = iets te nat / *somewhat too wet*
G = nat en zeer nat / *wet and very wet*

FIG. 26 *Relation between soil type and moisture variant*

hebben, naarmate de vegetatie meer op droogte wijst. Instructief zijn in dit geval de diagrammen van figuur 27. Daar zijn nl. dezelfde gegevens als in fig 26. verwerkt, maar nu gesplitst voor het oostelijke en het westelijke deel van de Tielerwaard-west. In het oostelijke gedeelte zijn de hoogteverschillen en hiermede ook de verschillen in hoogteligging ten opzichte van het grondwater aanmerkelijk groter dan in het westelijke gedeelte, waar het landschap vrij vlak is. Voor komgronden en de kom-op-veengron-

FIG. 27 Verband tussen bodemtype en vochtvariant, gesplitst naar westelijk (. . . .) en oostelijk (- - - -) deel van de Tielerwaard-west
Zie voor verklaring der letters fig. 26

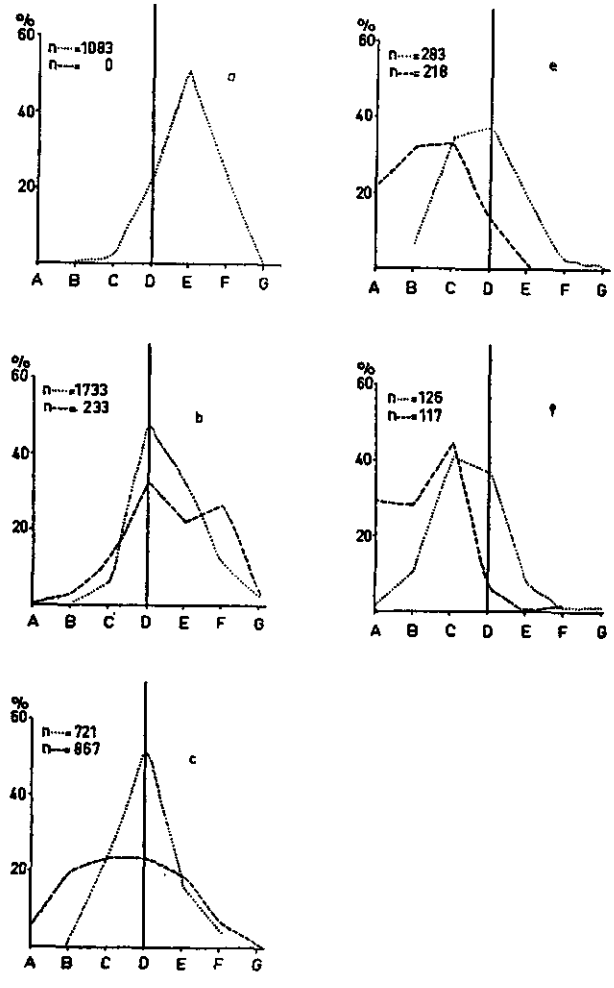


FIG. 27 *Relation between soil type and moisture variant divided to the western* (. . . .) *and eastern* (- - - -) *part of the Tielerwaard-west*
For the explanation of the letters see fig. 26

den blijkt nu de verdelingscurve voor het westelijke gedeelte duidelijk spitser te zijn dan voor het oostelijke gebied.

Uit figuur 27 blijkt eveneens, dat niet alleen de vorm van de curven van het oostelijke en westelijke gedeelte verschillend zijn, maar ook dat de curven ten opzichte van elkaar iets zijn verschoven.

In het algemeen hebben in de Tielerwaard-west de onderscheiden bodemtypen in

het oostelijke deel een relatief wat diepere grondwaterstand dan in het westen. Alleen bij het bodemtype KV3, dat in het oosten in vergelijking met de andere bodemtypen laag en in het westen vrij hoog ligt, is het juist omgekeerd. Deze verschillen in hoogteligging ten opzichte van de grondwaterspiegel van eenzelfde bodemtype komen in figuur 27 naar voren door een verschuiving van de top van de curven.

Het is dus zeer waarschijnlijk, dat de grondwaterstand een sterke invloed heeft op de verdeling van de vochtvarianten over de bodemtypen.

Niet alleen de grondwaterstand is van belang, ook het vochthoudend vermogen en de nalevering van water bepaalt de vochtvariant. Of deze factoren per bodemtype gelijkgesteld mogen worden is echter de vraag, daar de bovengronden soms vrij sterke verschillen vertonen. Echter ook als men deze eigenschappen binnen één bodemtype als uniform zou mogen beschouwen, moeten er nog andere factoren zijn, die de vochtvariant bepalen, hetgeen blijkt uit de vergelijking vochtvariant – grondwaterstand binnen één bodemtype.

Bij de vegetatiekartering is op een groot aantal standaardpercelen de grondwaterstand regelmatig opgenomen. Aangezien het vegetatietype van deze percelen echter op een veel grotere oppervlakte (van het gehele perceel) slaat dan de grondwaterstandsopnamen die op een willekeurige plaats in het perceel verricht zijn, hoeft deze niet geheel representatief voor de betreffende vegetatie te zijn. Aan de hand van de bodemkaart zijn die standaardpercelen uitgezocht, die voor minstens 75% op een bepaald bodemtype lagen. Van de bodemtypen KV2, KV3, K en KS3 waren voldoende percelen voorhanden om per bodemtype de samenhang tussen vochtvariant en grondwaterstand na te gaan.

De grondwaterstanden werden voor dit onderzoek gemiddeld over de volgende perioden 14–6–'54 tot 30–8–'54, 14–10–'54 tot 28–3–'55, en 6–6–'55 tot 29–5–'55. De resultaten van deze berekeningen leverden gemiddelde en uiterste waarden op van de per perceel per periode gemiddelde grondwaterstanden (zie tabel 25).

Hieruit is het volgende af te leiden. Voor de standaardpercelen blijkt dat de diepe zomerwaterstanden 1955 bij geen van de vier bodemtypen een duidelijk verband met de vochtklassen vertonen.

Het verband met de waterstanden in de natte zomer van 1954 is voor het bodemtype KV2 onduidelijk. Voor het type KV3 wat duidelijker, doch de waarnemingenreeksen overlappen elkaar aanzienlijk. Het bodemtype K geeft een duidelijk verband met geringe overlapping. Bij het type KS3 is het verband afwezig, doch de aantallen zijn gering.

De winterwaterstanden tonen ongeveer dezelfde verbanden als voor de zomerwaterstanden 1954. Vermeldenswaard is slechts dat bij type KV3 wel verband is met de varianten G, F en E, doch niet met E, D, C en B.

Het verband wordt dus in het algemeen onduidelijker, naarmate het veen hoger in het profiel ligt, terwijl er bij type KS3 vermoedelijk te weinig waarnemingen zijn.

Uit het feit dat de reeksen van gemiddelde waterstanden van de vochtklassen elkaar

TABEL 25 Gemiddelde, hoogste en laagste waarden van de grondwaterstanden per perceel en per periode

bodemtype *soil type*	vochtvariant *moisture variant*	aantal percelen *number of parcels*			gemiddelde waterstand zomer '54 *medium water level summer '54*			gemiddelde waterstand zomer '55 *medium water level summer '55*			gemiddelde waterstand winter '54/'55 *medium water level winter '54/'55*		
		zomer *summer* 1954	zomer *summer* 1955	winter *winter* '54/'55	hoogste *highest*	gem. *med.*	laagste *lowest*	hoogste *highest*	gem. *med.*	laagste *lowest*	hoogste *highest*	gem. *med.*	laagste *lowest*
KV2	F	11	11	11	23	39	50	59	78	93	10	28	37
	E	20	19	20	27	40	57	59	79	96	7	29	49
	D	9	8	9	31	46	49	62	79	93	11	32	48
	C	2	2	2	45	49	52	58	66	73	33	36	39
KV3	G	4	3	4	31	37	44	54	69	81	3	11	22
	F	8	18	12	30	38	46	39	73	91	7	20	30
	E	13	13	15	24	46	58	58	77	91	11	31	48
	D	13	17	18	36	47	61	65	80	96	10	33	48
	C	2	3	3	46	52	55	59	77	94	31	32	34
	B	1	1	1	—	59	—	—	76	—	—	34	—
K	F	3	3	3	30	37	48	69	81	89	10	15	21
	E	3	6	6	38	43	51	68	78	88	13	21	25
	D	4	5	5	54	57	59	69	82	98	21	30	39
	C	6	8	8	65	68	73	66	82	101	21	43	61
KS3	E	2	2	2	46	57	67	54	79	104	23	38	52
	D	3	3	3	63	68	74	91	92	93	34	47	57
	C	1	2	2	—	62	—	83	88	93	30	41	52
	B	–	4	4	—	—	—	61	84	100	33	42	47
	A	–	2	2	—	—	—	96	100	105	59	66	74

TABLE 25 *Medium, highest and lowest groundwater level per parcel per period*

zo sterk overlappen, blijkt dus dat er nog andere factoren dan bodemtype en grondwaterstand moeten zijn, die een rol spelen bij het complex van milieu-eigenschappen dat de vochtvariant bepaalt.

Ook de reeds genoemde foutenbron, nl. dat de waterstandsopname niet altijd geheel representatief voor de vegetatie-opname behoeft te zijn, kan hierbij van enige invloed zijn.

Als een andere factor die zeker van invloed is, is te noemen de holle of bolle ligging van het betreffende perceel, waardoor de afvoer van het oppervlaktewater meer of minder snel kan plaatsvinden. Hetzelfde geldt in dit verband voor de invloed van het onderhoud van de greppels.

Ondanks deze slecht meetbare factoren, waaraan ook nog de aard van de bovengrond toegevoegd kan worden, zijn er uit dit onderzoek toch een aantal aanwijzingen te verkrijgen.

Zo blijkt bij de kom-op-veengronden, waarop in de Tielerwaard-west praktisch geen droog grasland voorkomt, hoegenaamd geen verband te bestaan tussen de diepte van de gemiddelde zomerwaterstand in de proefjaren en de vochtvoorzieningstoestand, zoals deze door de vegetatie duidelijk wordt geindiceerd. Wanneer de dikte van de komkleilaag toeneemt, bestaat er wel een tendens dat de gemiddelde zomerwaterstand wat lager ligt bij de vochtige en de normaal vochthoudende percelen ten opzichte van de natte percelen (dit bedraagt ongeveer 10 cm). Bij de gemiddelde winterwaterstand is het verschil iets groter. Bij de diepe komgronden is het verband tussen de vochtvarianten en de diepte der gemiddelde grondwaterstanden duidelijk, althans in regenrijke zomers en in de winter.

Men zou bij de diepe komgronden met enige voorzichtigheid de conclusie mogen trekken dat bij het huidige verloop van de grondwaterstand, de graslanden waar de vochtvoorziening het gunstigste is, de volgende gemiddelde grondwaterstanden in normale jaren hebben. Gedurende het groeiseizoen $\pm$ 70 cm, met een gemiddelde amplitude van $\pm$ 20 cm in de normale gang van voorjaar – zomer – herfst. In de winter ligt de gemiddelde grondwaterstand op 30 cm, terwijl de gemiddeld hoogste grondwaterstand bij $\pm$ 20 cm ligt.

Dat de kleine verschillen in gemiddelde grondwaterstand die men bij de komgronden onder de graslanden met een verschillende vochtvariant vindt, toch reële betekenis voor de vochtvoorziening moeten hebben, blijkt ook uit een andere waarneming. In het oostelijke gedeelte van de Tielerwaard werd over een afstand van $\pm$ 800 m bij een verloop in hoogteverschil van 50 cm een verschuiving van de vegetatie vochtvariant van nat naar droog gevonden. Dit studieobject lag in een en hetzelfde poldervak, zodat slootpeilverschillen hiervan niet de oorzaak kunnen zijn.

SUMMARY

SOME INVESTIGATIONS ON THE SUITABILITY OF SOILS FOR ARABLE LAND AND PASTURES

I THE NATURE AND PLAN OF SOIL SUITABILITY CLASSIFICATION FOR ARABLE AND GRASSLAND FARMING

'Suitability' may be defined as the degree of success with which a particular crop can be regularly grown on a particular soil by good farmers on the type of farms as it exists as present.

Three forms of soil suitability classification may be distinguished, viz.:

a Descriptive soil suitability classification

This is based on general experience and local assessment and information. Where possible it is shown on maps derived from soil maps.

b Quantitative soil suitability classification

In this the classification units of descriptive soil suitability classification are represented by figures. This entails a great deal of research. The results may be subdivided into: 1. a quantitative national classification framework; 2. a critical survey of the basic principles and the methods and 3. a number of quantitative and critical observations on the suitability of various soils.

The research undertaken comprises trial site research (cf. also chapters IV and V) and farm research. Farm research is undertaken in co-operation with the Agricultural Economic Institute. The information is recorded by the Soil Suitability Classification Study Group.

c Explanatory soil suitability classification

Using the quantitative data obtained, this form of classification attempts to explain the differences in suitability. Thus, for example, calcium content, texture of the top-soil, depth and coarseness of the sandy sub-soil and the depth of peat sub-soil are important, as are also the water table and the structure of the top-soil.

Soil suitability may be classified at different levels. There are various forms of land classification (fig. 1) and improvement classifications (fig. 2) and classifications of the effort or costs required (fig. 3) can also be made.

II Some aspects of the methods of soil suitability classification

The suitability of a soil for a particular crop is determined by a combination of factors. Use may be made of *approximate methods* which estimate the net effect of all factors, or of a more exact *detailed quantitative study* in which the effect of each factor is ascertained. Both methods have their pros and cons.

In the detailed quantitative study three aspects are of particular importance, viz.: 1. the assembling of data, in particular the trial site research (chapters IV and V); 2. analysis, the processing of the data assembled (calculation of standard deviations and correlations) and 3. synthesis, summarizing the data in the form of conclusions of more manageable size.

The relative surface area of the various land classes (the soil pattern of the soil map) is also very important for evaluating the soils. Differences in soil use can often be explained from the soil pattern (fig. 4).

Climatic differences (harvest certainty), differences within the soil type (sensitivity of the soil), differences in farming practices, may result in the yields being spread (tables 1 and 2). The spread within the soil type is partly due to differences in the soil profile itself and partly to differences in water table within the same soil type. But the yield spread may also be due to such chance factors as variety differences within the crop.

The costs involved (tillage, fertilizers, control of diseases and weeds) and the know-how also result in a spread which may be very considerable.

Even after a correction has been made for certain of these factors there still remain substantial differences in each crop. For this reason three to five yield categories, averaged over a number of years, are determined for each crop grown on Dutch soils (fig. 5). In this way a number of cost levels are obtained within these national yield levels.

In the suitability research most soil differences are revealed by a study of all crops obtained from crop rotation (figs. 5 and 6). The object of the trial site and farm studies is to provide a better basis for ascertaining the nature of differences in suitability. The former has to investigate the boundaries and the latter to determine the yield category of the soil type. Special experimental fields will subsequently have to be laid down for this purpose. This work can be carried out in conjunction with the land classification work for the sheet map survey.

The few soil suitability studies made to date for grassland already reveal the existence of important relationships between soil types and soil structure on the one hand and the moisture variants of the grassland on the other. There is also a significant correlation between these magnitudes and the herbage yields or rate of growth increase of grassland.

In order to arrive at possible correlations to soil differences a great deal of research is still required into the amount of attention needed by grassland and its quality as cattle fodder.

III Soil suitability research and suitability classification in the province of Groningen

The compilation of a good suitability classification of soils should be prefaced by soil suitability research. Suitability research may be based on differences in the profile structure in connection with the demands which crops make on the soil profile. Other research into the suitability of the soil consists of ascertaining yield differences, assembling experimental field data, making assessments, etc. In all these methods insufficient attention is paid to the requirement that the non-pedological factors should be ignored as far as possible when comparing the various soil units. The 'best farm' and 'bad site' methods do, however, comply with this condition to some extent at least, but they are practically almost confined to horticulture. The 'order of rank' method, which has been evolved in the province of Groningen, is suitable for arable farming. This method also satisfies to a large extent the requirement of comparability with non-pedological factors.

The following approximate suitability maps have already been published in the province of Groningen:

1 The soil suitability map for arable farming of the Groningen clay district
2 The soil suitability map for horticulture of North Groningen.

These maps were compiled from the differences in the profile structure and from information on the various possibilities of cultivation, supplied by the State Agricultural and State Horticultural Information Services.

Detailed suitability maps of the Dollard district and the old Peat Colonies have been compiled with the aid of the order of rank method and are being prepared for publication. As an example, the results of the suitability research into a part of the municipality of Beerta are discussed here and the soil map and suitability map are also included (Appendices 1 and 2).

Soil suitability research and soil suitability maps are very important to agriculture, particularly in connection with re-allotment schemes, the work of the Land Chambers and for carrying out further fundamental research.

IV Soil survey and quantitative soil suitability classification in the young peat colonies of Drente

In order to arrive at a quantitative soil suitability classification pedological data is combined with the annual data (covering from 4 to 10 years) of crop selection, yield and fertilization. The yield levels are ascertained on various types of soil by means of assessments and trial harvests.

After a brief discussion of the origin of the valley soils (see figs. 7, 8 and 9) the soil types included in the survey are dealt with in greater detail. They are:

a lake bottom soil (DM); at sites in which clayey sand has entered the tilth together with the sand cover. Originally these were the lowest parts at which lake bottom clay was deposited (fig. 10)

b peat reclamation soil with dy-layer (DG); consisting of a clay deficient tilth overlying tirr (young sphagnum peat). Between the tirr and the mineral subsoil is the 'dy' formed by dispersed humus washed out of the tilth (fig. 11)

c depot of sand ('klemsloot') profile (DZ); this profile consists of a clay deficient tilth overlying a mixture of sand and peat of varying composition. The roots penetrate deep into the soil (fig. 12)

d peat reclamation soil without tirr with a clay deficient tilth (DV). Although the tilth of most peat reclamation soils consists of a mixture of tirr and sand, profiles also exist in which other types of peat than tirr occur below the tilth. They are subject to rapid, irreversible drying and also bind the water more firmly than tirr. Hence this type of profile is suitable for testing the tirr from the agricultural point of view.

Yield measurements were taken of potatoes, oats, rye, summer wheat and sugar beets on 1-are plots selected by means of assessments, (except in the case of sugar beet). Complete profile descriptions were made of all plots (trial sites). In the case of sugar beet a different method was followed in which a part of an are was harvested diagonally. An average sample of each plot is used for determining the sugar content and tare, after which the yields can be calculated.

Yield levels were ascertained of oats and summer wheat in kg/ha at 15% moisture (data covering two years) and of sugar beets in kg of sugar/ha (data covering one year) (cf. tables 10a and 10b). It is advisable to take as trial sites as many soil types as possible per field of the same farmer, as in this case the treatment and fertilization will be the same. It is then possible to determine the levels per farm and at the same time to discount the farmer's know-how in the assessment. The result is a system which in the late Peat Colonies closely approximates the 'bad site method'.

V Soil suitability classification in the province of Zeeland

Descriptive soil suitability classification

A descriptive soil suitability classification for arable farming has been drawn up for the island of Noord-Beveland. An estimation figure for the chief crops is given to each separate unit on the soil map. The average is determined and they are again grouped into four classes (table 11). These classes are shown on a soil suitability map for arable farming (fig. 17).

After a discussion with a group of farmers, the best class is further subdivided into heavy and light soils owing to the fact that the heavy soils are less suitable for flax

and maw seed, they are more difficult to prepare for sowing in unfavourable conditions, they cause difficulties in the mechanised harvesting of potatoes and sugar beet and require less fertilization weed control and more traction power.

Quantitative soil suitability classification

Trial harvests were made with sugar beet (1951, 1952, 1953 and 1956) and summer wheat (1956 and 1957). The investigation was confined to recent calcareous marine clay soils of varying depth of sand and water tables.

Sugar beet

The investigation was originally conducted with 2.8 sq.m. plots of which 8 replications were made of each soil type wherever possible. In 1956 two 25 sq.m. plots were taken of each soil type. An attempt was made to take trial harvests on fields having at least two distinctly different soil types. Tables 12, 13, 18 and 20 show the main results of the various trial harvests. The 1951 material is split up by field according to water table and depth of sand (figs. 19 and 20). Where the water tables are deep the root yield decreases with decreasing depth of sand in the profile. The effect of the depth of sand is nil on fields with a high water table. In 1952 an attempt was made to ascertain the effect on the yield of the texture of the top-soil of mud flat soils (no sand within 80 cm). In this year the clay loam soils gave the highest yields (table 15). The yields from the sand flat soils are all less than those from the mud flat soils. But the differences are only significant when the water tables are deep (tables 16 and 17 and fig. 21). In 1953 there was very little difference between the yields of the various heaviness groups. When the water tables are shallow the effect of the depth of sand is contrary to expectation (table 18). The depth of sand has a marked effect when the water tables are deep (fig. 22). In the 1956 trial harvests (this year was a wet one) no significant differences were found between the various soil units (fig. 23). Only different fertilization levels for nitrogen result in significant differences (table 21).

Conclusions

Research into the effect of the soil types on the root yield of sugar beet requires an extensive experimental method. In addition to the soil there are numerous other factors such as the data of sowing, fertilization (particularly nitrogen) which have a very great effect on the yield. As far as possible these factors should be equal.

In moderately dry years with water tables that sink to over 130 to 150 cm below ground level there may be a reduction in yield which, *with every reserve*, may be expressed in percentages as follows in the case of mud flat soils.

Sand beginning	yield depression
between 50 and 80 cm	5–10%
between 30 and 50 cm	10–20%
<30 cm	>25%

When the lowest water tables are shallower than 125 cm the depression is respectively about 0–5%, 5–15% and 20%.

During wet years little information can be given about the effect of the depth of sand. The effect of the heaviness of the top-soil is slight in the middle range (20–40% $<16\ \mu$).

Summer wheat

A large number of trial sites were laid down on soils of varying depths of sand. The yields were separately assessed by four assessors on a hundred-degree scale. A combined assessment figure was then determined on the site in joint consultation. The assessments were tested by a number of trial harvests covering some 20% of the assessment sites equally distributed over the entire assessment range. These trial harvests cover an area of 50 sq.m. per site in duplicate.

In 1956 it was found that the assessment level varied in two areas in which trial harvests had been made. The relationship between assessment figure and grain yield is shown in figs. 24 and 25. There is only a slight difference in yield between soils of varying texture of the top-soil. The effect of the depth of sand on the yield greatly depends on the depth of the water table. With deep water tables (>200 cm) the difference between mud flat soils and sand flat soils is about 20%; when the water table is shallower the difference decreases to about 7%.

In the fairly dry year 1957 there was a very good correlation between assessment and grain yield (fig. 26). Soils with the heaviest top-soil give the highest yields. There is a greater difference with deep water tables than with shallow ones.

In sand flat soils the depth of sand has a very marked effect on the yield, which, of course, reaches a maximum with deep water tables. Assuming the yield from mud flat soils a top-soil of clay (>35% $<16\ \mu$) to be 100, we obtain the following order of rank:

heavy mud flat soils	100
light mud flat soils, high water table	98
ditto, deep water table	90
sand flat soils, sand beginning between 50 and 80 cm, high water table	94
ditto, deep water table	77

ditto, sand beginning above 50, high water table	67
ditto, deep water table	61

Conclusions

In moderately dry years when the lowest water tables are deeper than about 1.75 m below ground level there may be a reduction in yield which, *with every reserve*, may be expressed in percentages as follows in the case of mud flat soils:

sand beginning	yield depression
between 50 and 80 cm	20–25%
<50 cm	35–40%

When the lowest water tables are shallower than about 1.75 m the depression is respectively about 5% and 30%.

During damp to wet years the depression with deep water tables and shallow sand is about 20% and with shallow water tables and sand between 50 and 80 cm about 5%.

When the water tables are deep it is found that the heavy mud flat soils give higher yields than the light ones whether the year is dry or wet. When the water tables are shallow this difference is practically nil.

VI Some results of the soil and grassland survey in the Tielerwaard-West

In the Tielerwaard the ratio of basin clay soil to riverridge soil is less favourable than elsewhere in the river clay area (table 22). The percentage of basin clay is 60 with a predominantly grassland cover. Arable farming on basin clay is undesirable owing to the higher costs, limited choice of crops, difficult tillage, harvest risk and prolonged deterioration of the soil structure.

In the grassland vegetation survey it was found that the fertilization condition of grassland is poorer than the practical analyses suggest (fig. 27, table 23). It should be remembered that soil analyses are chiefly commissioned by the more progressive farmers.

The composition (texture) and structure of the basin clay soils may vary (fig. 28). The humus content of grassland basin clay soils may be 25%; after tearing it declines. Although basin clay soils are reputedly very fine textured the total pore volume is nevertheless fairly favourable. The distribution of the pore size is less favourable. The amount of water available is not unfavourable. Owing to the shallow root zone of grassland on basin clay soil and the low capillary conductivity an abnormal summer depression may, however, periodically arise.

In the vegetation survey it was possible to subdivide the cultivation and moisture supply classes from the percentage of plant varieties (tables 23 and 24). The vegetation actually shows the results of the factors (chiefly the water table) influencing the moisture supply of the grass.

In each soil type there was found to be a wide spread of moisture variants (moisture supply conditions), viz. wider than the spread of the maximums of the soil types selected (figs. 29 and 30). It is very probable that the water table has a marked effect on the distribution of the moisture variants over the soil types (table 25). But the moisture variant is also determined by the moisture retentivity and the upward movement of capillary moisture. The shallower the peat the less clear was the correlation between water table and moisture variant in the standard fields.

In the basin clay-on-peat soils there is no dinstinct relationship between the mean summer or winter water level and the moisture variant; there is, however, a distinct relationship of this kind in the deep basin clay soils, at any rate during rainy summers and in winter. Although the differences in mean water level are small in grassland-basin clay soils they nevertheless have a real significance.

LITERATUUR

AANDAHL, A. R.	1958	Soil Survey Interpretation – Theory and Purpose. *Soil Sci. Soc. of America Proc.* 22, 152–154.
BAKKER, G. DE	1950	De bodemgesteldheid van enkele Zuidbevelandse polders en hun geschiktheid voor de fruitteelt. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 56.14 's-Gravenhage. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl. 6. Diss. Wageningen.
BOER, TH. A. DE	1950	De botanische karteringen van het Nederlandse grasland. Versl. Centr. Inst. v. Landbouwk. Onderz. over 1949, 19–20.
——	1956	Een globale graslandvegetatie. Kartering van Nederland. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 625. 's-Gravenhage.
—— EN TH. J. FERRARI	1956	Bodemvruchtbaarheid, vegetatiekarteringseenheid en opbrengst van grasland in een zandgebied (Gelderse Vallei). Versl. Landbouwk. Onderz. no. 62.15. 's-Gravenhage.
—— EN H. M. DE GOOIJER	1958	Een grasland-vegetatiekartering van de Tielerwaard-West. Wageningen, Proefstation v.d. Akker- en Weidebouw. Meded. nr. 8.
—— EN L. J. PONS	1960	Bodem en grasland in de Vijfheerenlanden. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 66.6. Wageningen.
DIEPEN, D. VAN EN A. P. A. VINK	1957	Een voorlopige landbouwgeschiktheidskaart van de gemeente Heeze (N.B.). Boor en Spade 8, 7–25.
FERRARI, TH. J., R. P. H. P. VAN DER SCHANS EN F. SONNEVELD	1957	Het verband tussen de opbrengst (haver en grasland) en de aan de hand van enkelvoudige profielkenmerken geschatte hoeveelheid beschikbaar vocht. *Landbouwk. Tijdschrift* 69, 771–778.
JONGERIUS, A.	1957	Morfologische onderzoekingen over de bodemstructuur. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 63.12. 's-Gravenhage. Serie Bodemkundige Studies 2. Diss. Wageningen.
KELLOGG, CH. E.	1941	Climate and soil. In: Climate and Man, Yearbook of Agriculture, Washington, 265–291.
LEENHEER, L. DE EN K. DE CAESTECKER	1949	Verslag van een eerste jaar proefoogsten (1948) in het Oude Landschap van Veurne-Ambacht. Gent.
LIERE, W. J. VAN	1948	De bodemgesteldheid van het Westland. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 54.6. 's-Gravenhage. Serie: De bodemkartering van Nederland, dl.2. Diss. Wageningen.
MEIJERS, P. G.	1958	Bijzondere plantenteelt. Groningen.
PONS, L. J.	1960	De relatieve geschiktheid van gronden voor grasland en voor bouwland. *Landbouwk. Tijdschrift 72*, 683–686.

SMET, L. A. H. DE	1957	Het bouwplan op verschillende bodemtypen van de zeekleigronden. *Landbouwk. Tijdschrift* 69, 326–332. Herdruk in Boor en Spade 10, 1059, 20–26.
——	1959	De geschiktheid van de bodem van Noord-Groningen voor de tuinbouw. *Meded. Dir. v.d. Tuinbouw* 22, 312–320.
——	1962	Het Dollardgebied. Bodemkartering en Landbouwkundige onderzoekingen in het kader van de bodemkartering. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 67.16. Wageningen. Serie Bodemkartering van Nederland, dl. 20. Diss. Wageningen.
SONNEVELD, A.	1958	Precipitation deficits in the Netherlands. *Neth. Journal of Agric. Science* 5, 61–70.
SONNEVELD, F.	1958	Bodemkartering en daarop afgestemde landbouwkundige onderzoekingen in het Land van Heusden en Altena. Versl. Landbouwk. Onderz. no. 64.4. 's-Gravenhage. Serie: De Bodemkartering van Nederland, dl. 18. Diss. Wageningen.
VINK, A. P. A.	1955	Landclassificatie. *Landbouwk. Tijdschr.* 67, 377–389.
——	1956a	Applications of soil survey in the Netherlands: II. Agriculture. VIe Congrès Int. de la Science du Sol, Paris. Rapp. D, 639–644.
——	1956b	De betekenis van de landclassificatie voor de praktijk. *Landbouwk Tijdschr.* 68, 82–86.
——	1957a	Ecologie en bouwplan. *Landbouwk. Tijdschr.* 69, 180–183.
——	1957b	Een landbouwgeschiktheidskaart van de gemeenten Ottersum, Gennep en Bergen (in het noorden van de provincie Limburg). Boor en Spade 8, 26–55.
——	1958	Enkele beschouwingen over de landbouwgeschiktheidsclassificatie op basis van de Nebokaart. Boor en Spade 9, 114–134.
WIND, G. P.	1955	A field experiment concerning capillary rise of moisture in a heavy clay soil. *Neth. Journal of Agric. Science* 3, 60–69.