

PROEFSTATION VOOR DE AKKER EN WEIDBOUW  
WAGENINGEN

# HET PRODUKTIENIVEAUONDERZOEK

III. ENIGE ALGEMENE GEGEVENS, METHODE EN  
RESULTATEN DER WISKUNDIGE BEWERKING

WITH A SUMMARY  
SOME GENERAL FACTS, METHOD AND RESULTS OF THE  
MATHEMATICAL PROCESS

R622  
66.20

C. POSTMA

*Met medewerking van*

TH. A. DE BOER  
W. H. VAN DOBBEN  
H. J. REINTS



CENTRUM VOOR

LANDBOUWPUBLIKATIES EN



LANDBOUWDOCUMENTATIE

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 66.20 - WAGENINGEN - 1960

144736: 6.3

61/833

Q/633:338  
579.2:633

## INHOUD

	Blz.
OVERZICHT DER TABELLEN . . . . .	5
OVERZICHT DER BIJLAGEN . . . . .	6
WOORD VOORAF . . . . .	7
I. DOEL EN OPZET VAN HET PRODUKTIELEVELAONDERZOEK . . . . .	9
Het regionale onderzoek. . . . .	14
II. ALGEMENE GEGEVENS OMTRENT HET BESCHIKBARE MATERIAAL. . . . .	15
De proefplekken . . . . .	15
De geografische verspreiding der proefplekken . . . . .	17
De grondsoorten . . . . .	17
De grootte der percelen . . . . .	19
De vorm der percelen . . . . .	21
De grootte der bedrijven . . . . .	23
De aard der bedrijven . . . . .	25
Graanverbouw per bedrijf . . . . .	27
De afstand tot de boerderij . . . . .	27
De bereikbaarheid van de proefplek . . . . .	30
Het gebruik van grasland . . . . .	31
De verdeling der rassen . . . . .	32
De representativiteit der uitkomsten . . . . .	33
III. INLEIDING TOT DE GEBRUIKTE METHODE VAN WISKUNDIGE BEWERKING (MULTI- PELE FACTORANALYSE) . . . . .	34
IV. ENIGE RESULTATEN VAN DE FACTORANALYSE EN LANDBOUWKUNDIGE INTER- PRETATIE DER UITKOMSTEN . . . . .	41
Grasland . . . . .	41
De bepaling der produktiecijfers . . . . .	41
De hoofdaspecten voor het produktiecijfer . . . . .	42
Interpretatie der gewichten in de hoofdaspecten . . . . .	43
De onderlinge samenhang van een aantal factoren welke de opbrengst van grasland beïnvloeden . . . . .	46
Bouwland . . . . .	48
Inleiding . . . . .	48

	Blz.
Overzicht der hoofdaspecten op bouwland . . . . .	49
Factoren welke de waterhuishouding van de grond beheersen . . . . .	52
1. De grondwaterstanden . . . . .	52
2. De granulaire samenstelling van de grond . . . . .	54
3. Het humusgehalte van de bouwvoor . . . . .	55
De zuurgraad van de grond . . . . .	57
De stikstofbemesting . . . . .	59
De fosfaattoestand . . . . .	61
De fosfaatbemesting . . . . .	63
Kaligehalte en kalibemesting . . . . .	65
Magnesiumgehalte en magnesiumbemesting op zandgrond . . . . .	67
De bedrijfs grootte . . . . .	69
De afstand tot de boerderij . . . . .	70
Het aandeel van het grasland in het bedrijf . . . . .	71
Het aandeel van de oppervlakte graan in het bedrijf . . . . .	72
Het plantgetal . . . . .	74
De lengte van het gewas bij granen . . . . .	75
De zaaidiepte . . . . .	76
De zaai- en pootdata . . . . .	76
Overige factoren . . . . .	78
De onderlinge samenhang van een aantal factoren welke de opbrengst beïnvloeden . . . . .	79
Het humusgehalte . . . . .	79
De grondwaterstanden . . . . .	80
De bemestingsfactoren . . . . .	80
De samenhang van de afstand tot de boerderij met enige opbrengstfactoren . . . . .	81
V. DE ALGEBRAÏSCHE GRONDSLAGEN DER MULTIPLE FACTORANALYSE . . . . .	84
SAMENVATTING . . . . .	88
SUMMARY . . . . .	92
WOORDENLIJST-GLOSSARY . . . . .	97
LITERATUUR . . . . .	100
Publikaties op grond van gegevens van het produktieniveauonderzoek . . . . .	100
BIJLAGEN . . . . .	103

---

Van de auteurs zijn drs. C. POSTMA (hoofd) en H. J. REINTS verbonden aan de afdeling Wiskundige Bewerking en Statistiek van het Proefstation voor de Akker- en Weidebouw te Wageningen en is ir. TH. A. DE BOER hoofd van de afdeling Vegetatiekartering en Gewassentaxatie van dit Proefstation. Dr. W. H. VAN DOBBEN is hoofd van de afdeling Fysiologie en Ecologie van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig Onderzoek van Landbouwgewassen te Wageningen.

## OVERZICHT DER TABELLEN

	Blz.
1. Verdeling der proefplekken en landbouwgrond per district . . . . .	16
2. Aantal proefplekken . . . . .	17
3. Procentuele verdeling van de landbouwgrond en de proefplekken per district . . . . .	18
4. Verdeling der proefplekken van 1952 naar de bodemassociaties . . . . .	19
5. Gemiddelde grootte der percelen in 1951 . . . . .	20
6. Gemiddelde verhouding tussen lengte en breedte van de percelen . . . . .	22
7. Aantal bedrijven en gemiddelde bedrijfsgrootte per district . . . . .	24
8. Procentuele verdeling der proefplekken naar de aard van de bedrijven . . . . .	25
9. Procentuele verdeling der bedrijven met bouwlandproefplekken naar het percentage granen op bouwland . . . . .	26
10. Procentuele verdeling der percelen naar afstand tot de boerderij . . . . .	28
11. Percentage bouwlandproefplekken van het totaal aantal proefplekken per afstandsklasse en per groep van gebieden . . . . .	28
12. Procentuele verdeling der proefplekken naar bereikbaarheid . . . . .	30
13. Procentuele verdeling van de gebruikswijze van het grasland vóór 1950 . . . . .	32
14. Procentuele verdeling der in Nederland verbouwde rassen van haver en wintertarwe in 1950 . . . . .	33
15. De belangrijkste factoren die in de hoofdaspecten voor het produktiecijfer van oud grasland over 1951 en 1952 voorkomen . . . . .	42
16. Enige regionale verschillen bij blijvend grasland op zandgrond. Gemiddelde waarden . . . . .	45
17. De hoofdaspecten voor de opbrengst van graangewassen . . . . .	50
18. De hoofdaspecten voor de opbrengst van hakvruchten . . . . .	51
19. Gewichten van de zomerwaterstand in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	52
20. Idem op zeeklei . . . . .	53
21. Gewichten van de diverse fracties in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	54
22. Idem op zeeklei . . . . .	54
23. Gewichten van het humusgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	55
24. Idem op zeeklei . . . . .	57
25. Gewichten van de pH-waarde in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	57
26. Gewichten van de pH-waarde en van het kalkgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op zeeklei . . . . .	58
27. Gewichten van de stikstofbemesting in het hoofdaspect van de opbrengst op zandgrond . . . . .	59
28. Idem op zeeklei . . . . .	61
29. Gewichten van de P-citroenzuurcijfers in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	61
30. Idem op zeeklei . . . . .	63
31. Fosfaatbemesting op enige gewassen op de westelijke zeekleigronden (volgens DRAISMA [22]) . . . . .	63
32. Gewichten voor de fosfaatbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	64
33. Idem op zeeklei . . . . .	65
34. Gewichten voor de kalibemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	65
35. Gewichten voor kaligehalte en kalibemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op zeeklei . . . . .	66
36. Gewichten voor het magnesiumgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	67
37. Gewichten voor de magnesiumbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	67
38. Percentage gevallen waarin de kali aan aardappelen werd toegediend in de vorm van K-40 en patentkali . . . . .	68
39. Gewichten van de factor „bedrijfsgrootte” in het aspect voor de opbrengst op zandgrond en zeeklei . . . . .	69
40. Gewichten van de factor „afstand tot de boerderij” in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	70
41. Idem op zeeklei . . . . .	71
42. Gewichten van de factor „percentage van het grasland in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	71

	Blz.
43. Idem op zeeklei . . . . .	72
44. Gewichten van de factor „percentage van de oppervlakte graan in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	72
45. Gemiddelde opbrengsten van de bij het produktieniveauonderzoek betrokken percelen in kg per ha . . . . .	73
46. Percentage percelen met granen als voorvrucht op zandgrond . . . . .	73
47. Gewichten van de factor „percentage van de oppervlakte graan in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op zeeklei . . . . .	74
48. Percentage percelen met granen als voorvrucht op zeeklei . . . . .	74
49. Gewichten voor de hoeveelheid zaaizaad (granen) of het plantgetal (aardappelen) in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	75
50. Idem op zeeklei . . . . .	75
51. Gewichten voor de zaaidiepte in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond en zeeklei . . . . .	76
52. Regenval in cm in de maand oktober (1949-1951 en veeljarig gemiddelde) . . . . .	76
53. Gewichten voor de zaai- en pootdata in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond . . . . .	77
54. Gewichten voor de zaaidata in het hoofdaspect voor de opbrengst op zeeklei . . . . .	77

#### OVERZICHT DER BIJLAGEN

A. Indeling der landbouwgebieden naar districten . . . . .	104
B. Oppervlakten cultuurgrond per district volgens Verslagen over de Landbouw in Nederland . . . . .	107
C. De in 1952 onderscheiden grondsoorten . . . . .	108
D. Enige algemene gemiddelden van de onderzochte percelen bouwland op zandgrond . . . . .	109
E. Enige algemene gemiddelden van de meest verbouwde gewassen op zandgrond in de jaren 1950-1952 . . . . .	109
F. Enige algemene gemiddelden van de onderzochte percelen bouwland op zeeklei . . . . .	110
G. Opbrengsten in kg per ha (suikerbieten per are) op zeeklei . . . . .	110
H. Gemiddelde opbrengsten van akkerbouwgewassen op zes bodemreeksen op zandgrond in de omgeving van Borger met standaardafwijkingen van de gemiddelden . . . . .	111
I. Idem op zeven bodemreeksen in de gemeente Venray . . . . .	112
J. Gemiddelde stikstofbemesting, inclusief stikstof uit organische mest, uitgedrukt in kg zuivere N per ha, bij Borger en Venray, per bodemreeks . . . . .	113
K. Gemiddelde giften van fosfaatkunstmest in kg $P_2O_5$ per ha, bij Borger en Venray, per bodemreeks . . . . .	113
L. Gemiddelde totale kalibemesting in kg $K_2O$ per ha, bij Borger en Venray, per bodemreeks . . . . .	114
M. Gemiddelde totale magnesiumbemesting in kg MgO per ha, als kunstmest gegeven, bij Borger en Venray, per bodemreeks . . . . .	114
N. Gemiddelde waterstanden van de jaren 1952 en 1953 op de onderzochte percelen bij Borger en Venray, in cm beneden het maaiveld, per bodemreeks . . . . .	115
O. De correlatiecoëfficiënten tussen de opbrengst van rogge op hoge heide-ontginningszandgrond met enige factoren waarvan invloed mag worden verwacht . . . . .	115
P. De belangrijkste correlatiecoëfficiënten voor rogge, haver en aardappelen op zandgronden . . . . .	116
Q. De belangrijkste correlatiecoëfficiënten voor wintertarwe, zomergerst, suikerbieten en haver op zeekleigronden . . . . .	118
R. De belangrijkste correlatiecoëfficiënten voor oud grasland per grondsoort in 1951 . . . . .	120

## WOORD VOORAF

In dit derde deel van het verslag over het produktieniveauonderzoek worden in hoofdstuk I het doel van het onderzoek en de gevolgde methode van verzamelen der gegevens beschreven. In hoofdstuk II wordt een gedeelte van het verzamelde statistische materiaal aan een nadere beschouwing onderworpen. De hierin behandelde onderwerpen die op zich zelf reeds belangwekkend zijn, worden tevens behandeld om een indruk te geven van de representativiteit van de gehele steekproef. Dit laatste is uiteraard alleen mogelijk voor zover het onderwerpen betreft, waarvan ook uit andere bronnen statistische gegevens bekend zijn. De uitkomsten geven de indruk dat de representativiteit voor het gehele land en voor gebieden die voldoende groot zijn, als redelijk kan worden beschouwd.

Hoofdstuk III geeft een beschrijving van de bij de wiskundige bewerking van het cijfermateriaal gebruikte methode der multipele factoranalyse. Hierbij is er naar gestreefd de uiteenzettingen in een zodanige vorm te brengen dat niet alleen wiskundig zeer geschoolden, maar ook anderen deze kunnen volgen. De inhoud van dit hoofdstuk werd reeds einde 1955 in een voordracht behandeld.

Hoofdstuk IV is gewijd aan de verklaring van de bij de wiskundige bewerking gevonden resultaten. De landbouwkundige interpretaties zijn, voor zover het grasland betreft, afkomstig van ir. TH. A. DE BOER en, voor de akkerbouw, van dr. W. H. VAN DOBBEN. Er is een zekere onevenwichtigheid ontstaan tussen de weide- en de akkerbouw, welke zich o.a. uit in het aantal bladzijden dat aan beide onderwerpen gewijd is. Dit vindt enerzijds zijn oorzaak in het feit dat bij grasland slechts één en bij bouwland meer gewassen moesten worden beschouwd. Anderzijds ontbreekt bij het grasland de mogelijkheid van regionale vergelijking, doordat grasland niet was opgenomen in de vrijwel gelijktijdig verrichte regionale onderzoeken bij Borger en Venray. De mogelijkheid van regionale vergelijking heeft bij bouwland veel aandacht gekregen, mede omdat hierdoor gelegenheid was een aantal resultaten van het regionale onderzoek te publiceren. Een samenvattend rapport over dit onderzoek zal waarschijnlijk niet verschijnen, daar de hierbij betrokken onderzoekers inmiddels de dienst verlieten en er dus niemand meer is, die voldoende overzicht van het verzamelde materiaal heeft. Overigens is destijds reeds een voorlopig rapport verschenen.

In hoofdstuk V wordt een wiskundig exacte fundering van de multipele factoranalyse gegeven. Dit hoofdstuk is geschreven door de heer H. J. REINTS, die tevens met de vereiste assistentie de berekeningen heeft uitgevoerd.

Een groot deel van de statistische en wiskundige bewerking is gebeurd met behulp van de hollerithmachines van de afdeling Bewerking van waarnemingsuitkomsten van de Centrale organisatie T.N.O. te 's Gravenhage. Van de adviezen van deze afdeling betreffende de bewerking is een ruim gebruik gemaakt. Een woord van dank mag hiervoor niet ontbreken.

Het is bij dit onderzoek duidelijk gebleken dat het terrein van de landbouwkundige interpretatie der gegevens vol voetangels en klemmen ligt.

De wiskundige bewerking op zich zelf brengt slechts een samengaan van de verschijnselen aan het licht en geeft geen uitsluitel over de vraag in hoeverre een causaal verband bestaat. Het is slechts mogelijk om op grond van algemene ervaring hierover een oordeel te vormen. In het algemeen kan worden gezegd dat het resultaat van het correlatief onderzoek slechts aanduidingen oplevert die, tezamen met de gegevens van andere herkomst, tot bepaalde conclusies kunnen leiden.

Een groot voordeel van dit onderzoek is de basering op een gemiddelde van de Nederlandse landbouwpraktijk. De waarde ligt voornamelijk hierin dat aanwijzingen worden verkregen in hoeverre bepaalde factoren de opbrengsten in de praktijk beperken.

De bewerking van het materiaal is uiteraard niet volledig. Zo is er b.v. geen vergelijking doorgevoerd van opbrengsten, verkregen op de onderscheiden bodemreeksen. Wanneer hiertoe aanleiding bestaat, kunnen deze en eventueel andere opgaven nog in bewerking worden genomen.

Ten slotte is een groot voordeel van dit onderzoek geweest dat een beter inzicht werd verkregen in de moeilijkheden en de mogelijkheden die deze wijze van werken biedt. De zwakke punten van de opzet: het geringe aantal proefplekken en de geringe nauwkeurigheid van de opbrengstschattingen zijn speciaal voor het correlatief onderzoek een bezwaar geweest.

*De Directeur van het Proefstation  
voor Akker- en Weidebouw*

Ir. G. VELDMAN



# I. DOEL EN OPZET VAN HET PRODUKTIENIVEAU- ONDERZOEK

Het doel van het produktieniveauonderzoek (P.N.O.) was tweeledig: in de eerste plaats het opsporen van de landbouwkundige factoren die invloed uitoefenen op de hoogte der opbrengsten en – zo mogelijk – het bepalen van de grootte van deze invloeden; in de tweede plaats het verkrijgen van meer inzicht ten aanzien van een aantal teeltmethoden, welke in de landbouw worden toegepast. Hierover bevatten de bestaande statistieken slechts zeer weinig gegevens. Als voorbeeld hiervan kan de wijze van bemesten worden genoemd.

Voor het eerstgenoemde doel kon niet worden uitgegaan van waarnemingen op *proefvelden*, want vele der in beschouwing te nemen factoren zijn niet of slechts met zeer grote moeite en kosten te variëren. Als voorbeeld hiervan kunnen de grondwaterstand en de profieieigenschappen dienen. Van het hierboven in tweede instantie genoemde statistische aspect is bij waarnemingen op proefvelden uiteraard geen sprake. Andere mogelijkheden worden geboden door de methoden met *proefplekken*. Hierbij kan de weg van het selecteren der plekken naar een of enkele factoren worden gevolgd, zodat ten aanzien hiervan voldoende spreiding wordt verkregen. Afgezien van het feit dat ook hierbij het statistische aspect grotendeels verloren gaat, heeft deze methode het nadeel dat van de overige factoren de spreiding in vele gevallen te sterk wordt beperkt om de invloed van deze factoren te onderkennen. Een andere proefplekkenmethode is die, waarbij een groot aantal proefplekken toevallig over het land verspreid wordt gekozen om daarop een zo groot mogelijk aantal factoren waar te nemen. Hierbij is men *à priori* van geen der factoren zeker dat er een voldoende spreiding optreedt, maar hier staat tegenover dat er geen principiële beperking van de spreidingen bestaat. Bij grote aantallen proefplekken bestaat een grote kans dat de voorkomende spreidingen in voldoende mate aanwezig zijn in de steekproef, die door de proefplekken wordt gevormd. Het is uiteraard onmogelijk waarnemingen te doen van alle factoren die invloed uitoefenen op de opbrengst. Dit alleen al, omdat het doel van het onderzoek juist is, uit te maken welke factoren hiervoor in aanmerking komen. Alle waargenomen factoren zullen een grotere of kleinere spreiding hebben. Er bestaat voor iedere afzonderlijke factor dus een kans, dat zijn invloed wordt geconstateerd. Deze kans neemt toe met het aantal proefplekken. Bovendien komt bij een groot aantal plekken het statistisch aspect beter tot zijn recht.

Op grond van deze overwegingen werd bij het P.N.O. de voorkeur gegeven aan de methode van waarnemingen op een groot aantal willekeurig over het land verspreide proefplekken. Hierbij werd dus statistisch materiaal verkregen over alle beschouwde factoren, waaronder een aantal waaromtrent geen of weinig cijfers bekend zijn. De factoren waarover wel statistische gegevens uit andere bron beschikbaar zijn, geven gelegenheid een indruk te krijgen van de representativiteit van de steekproef uit de Nederlandse landbouwgronden, die door de proefplekken wordt gevormd. Deze representativiteit is – zoals in het volgende hoofdstuk zal blijken – in vele opzichten zeer bevredigend.

De waarnemingen zijn in groepen in te delen:

- a. De uiterlijke kenmerken van de percelen en bedrijven waarop de proefplekken lagen, Hiertoe behoren: de grootte van het perceel en het bedrijf, het feit of het desbetreffende perceel als bouwland of als grasland in gebruik was, de aard van het bedrijf, de voorgeschiedenis van het perceel zoals de vruchtwisseling in de afgelopen jaren, het ontginningsjaar, het jaar van inzaai resp. van scheuren, de bemesting in de afgelopen jaren en de veebezetting. Deze gegevens zijn één keer aan de boer gevraagd. Zij zijn dikwijls niet nauwkeurig, indien hierbij uitsluitend een beroep moest worden gedaan op het geheugen van de gebruiker.
  - b. De overige kenmerken van het perceel. Hieronder vallen het bodemprofiel, de chemische samenstelling van de bouwvoor of bewortelde laag en de grondwaterstand. Deze gegevens komen alleen beschikbaar door waarnemingen en kunnen niet aan de boer worden gevraagd. Voor de constante gegevens, zoals het bodemprofiel, kan met een enkele waarneming resp. monsterneming worden volstaan. De waterstanden daarentegen vereisen periodieke waarnemingen.
  - c. De gegevens die ieder jaar anders zijn en aan de gebruiker van het perceel moeten worden gevraagd. Hierbij behoren: de gegeven bemestingen, de grondbewerking, de gebruikte hoeveelheden zaaizaad of pootgoed, de data waarop de behandelingen plaatsvonden, het aantal keren maaien en de oogstdata.
  - d. De waarnemingen omtrent de kwaliteit van het gewas: de lengte van het stro bij granen, de standdichtheid, de onkruidbezetting, de zaaidiepte van het graan, de hoedanigheidsgraad en vegetatie-eenheden van het grasland, de ruwe-celstof-, eiwit- en suikergehalten van bepaalde gewassen. Deze soort van gegevens kon slechts door waarnemingen en analyse van de produkten worden verkregen.
  - e. Als afzonderlijke groep kan ten slotte worden genoemd: de bepalingen van de opbrengsten. De zekerste bepaling zou zijn het oogsten en wegen van de opbrengsten der proefplekken. Dit zou moeten geschieden gelijktijdig of even voordat de boer het gehele perceel oogstte. De proefplekken waarop een zelfde gewas staat, dat vrijwel gelijktijdig moet worden geoogst, liggen dikwijls sterk verspreid. Hiervoor moet worden voldaan aan zeer hoge personeels-, materiaal- en vervoerseisen. Omdat dit niet mogelijk was, heeft men zijn toevlucht genomen tot het *ramen* van de opbrengsten enige tijd voor de oogst door de veldassistenten van het C.I.L.O. Deze opbrengstschattingen moesten volgens verschillende methoden afhankelijk van het gewas – grasland, granen en hakvruchten – worden uitgevoerd. De andere gewassen kwamen in veel kleinere aantallen voor, waardoor het niet de moeite loonde hiervoor schattingsmethoden te ontwikkelen.
- Bij het schatten van proefplekken op *grasland* was de grote moeilijkheid, dat opbrengsten moesten worden geschat op grond van de toestand waarin de proefplekken op een bepaald moment verkeerden. Het kwam b.v. voor dat het desbetreffende perceel korte tijd tevoren was gemaaid, zodat van de eigenlijke opbrengst niets te zien was. Er moest dan een waarderingscijfer worden gegeven op grond van de kwaliteit van de zode, de vochtigheidstoestand van de grond en andere eigenschappen van de proefplek. De taxaties geschieden door vergelijking met een serie



FIG. 1.  
 Ligging der nestmiddelpunten van het produktieniveauonderzoek (de cijfers hebben betrekking op de landbouwgebieden, indeling 1912)

percelen, waarvan de opbrengsten gedurende een reeks van jaren door geregeld maaien bekend waren. Door herhaaldelijk bezoeken van deze basispercelen werd de schaal zo goed mogelijk in het geheugen vastgehouden. Deze schattingen gaven geen benadering van de opbrengst in een bepaald jaar, maar een raming van het opbrengstniveau onder gemiddelde omstandigheden van bemesting en verzorging. De schatting der opbrengsten van graan geschiedde zo kort mogelijk voor de oogst. Op grond van de standdichtheid en de vulling van de aren werd een taxatiecijfer, lopende van 0 tot 100, gegeven. Aan de hand van gewogen opbrengsten van een serie proefvelden, waarvoor alle schatters eveneens ramingscijfers bepaalden, kon voor iedere schatter de waarde van een schaaldeel in kilogrammen worden vastgesteld. Hierdoor was het mogelijk de taxatie in punten te herleiden tot een opbrengstschatting in kilogrammen.

Voor de raming van opbrengsten van *hakvruchten* werd gebruik gemaakt van proefoogsten. Van iedere proefplek werd op systematisch aangewezen plaatsen een vooraf vastgesteld aantal planten of een afstand in de rij geroid. Deze proefoogsten werden gewogen en ook werden hiervan de gehalten aan droge stof, suikergehalte enz. bepaald. Door telling van het aantal planten op de proefplek, die één are groot is, kon een schatting van de opbrengst per oppervlakte-eenheid worden verkregen.

De waarnemingen, die voor het onderzoek nodig waren, zijn verricht gedurende de jaren 1950, 1951 en 1952. In 1953 zijn nog enige noodzakelijke aanvullende waarnemingen gedaan.

De bedoeling was 4000 percelen, volgens toeval over het gehele land verspreid, in het onderzoek te betrekken. Hiertoe is als volgt te werk gegaan. Op het net met vierkante mazen van 1 km<sup>2</sup>, dat op de topografische kaart van Nederland (schaal 1:25000) voorkomt, werden zonder voorkeur 130 hoekpunten aangewezen (zie fig. 1). Elke van deze wordt beschouwd als het middelpunt van een cirkel met een straal van 4 km. Binnen elk van deze cirkels werden 33 punten, volgens toeval door draaiing van een vast patroon rond deze hoekpunten als middelpunt, op de kaart aangewezen (zie fig. 2). Een dergelijke groep van punten wordt een nest genoemd. De punten die niet op landbouwgronden bleken te liggen – b.v. in bebouwde kommen, bossen of op tuinbouwpercelen – werden buiten beschouwing gelaten.

Deze toevallige steekproef werd enigszins bijgewerkt in de gevallen dat er in een

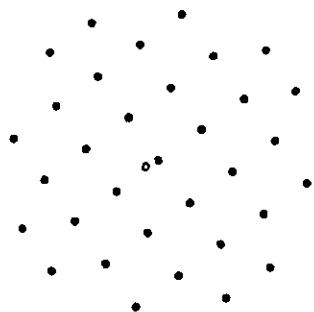


FIG. 2.  
Het patroon van een nest van percelen

bepaald gebied zeer weinig punten kwamen te liggen of een te sterke concentratie optrad. Deze correcties werden dan weer zoveel mogelijk volgens toeval aangebracht. Op deze wijze is getracht een steekproef te krijgen die zo homogeen is dat, ook in vrij grote gebieden, representativiteit kon worden verwacht. Deze is uiteraard in kleine gebieden niet aanwezig.

Nadat de punten op de kaart waren aangewezen zijn de desbetreffende percelen door de veldassistenten en de rayonassistenten van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst opgezocht. Het desbetreffende perceel werd geschetst en de proefplek voor de waarnemingen met een toevalssysteem bepaald, waarbij er op werd gelet dat de plek niet op de rand van het veld lag en bovendien op het oog gelijkmatig was. Was het niet mogelijk aan deze voorwaarden te voldoen, dan kon volgens een vaste regel op korte afstand een ander perceel worden gekozen. De proefplekken waarop de waarnemingen zijn verricht, waren 10 bij 10 m.

Tevens werd nagegaan wie de gebruiker van het perceel was, om toestemming te kunnen vragen voor het doen van waarnemingen en nadere inlichtingen te kunnen inwinnen omtrent het perceel. De gevraagde toestemming is vrijwel steeds zonder meer gegeven. Bij deze werkzaamheden is veelvuldig medewerking ondervonden van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst.

Er zijn twee soorten formulieren gebruikt. De ene soort bevatte een reeks vragen die op het bedrijf betrekking hadden en slechts één keer behoefde te worden beantwoord. De andere soort bevatte vragen die op de afzonderlijke jaren betrekking hebben en dus ieder jaar opnieuw moesten worden beantwoord. Zowel bij de eenmalige als bij de jaarlijkse vragenlijsten moest onderscheid worden gemaakt tussen bouwland- en graslandformulieren.

Het verzamelen der gegevens bij de landbouwers geschiedde in hoofdzaak door de assistenten van de Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst. Zonder medewerking van deze dienst zou het niet mogelijk geweest zijn een dergelijk omvangrijk materiaal bijeen te brengen. Deze medewerking verdient te meer waardering, omdat de rayonassistenten door hun functie reeds zwaar belast zijn. In een aantal gebieden verzorgden de gebruikers zelf de opgaven.

De bewerking der verzamelde gegevens geschiedde – nadat zij op de vereiste wijze waren gecodeerd – op de hollerith-installatie van de afdeling Bewerking van waarnemingsuitkomsten van de Centrale organisatie voor T.N.O. De hierop verrichte tellingen dienden als grondslag voor de statistische bewerking.

De voorbereidende berekeningen voor het correlatie-onderzoek werden op de genoemde hollerithmachine verricht. Bij de verdere bewerking werd de zg. multiële factoranalyse toegepast. Hierdoor wordt inzicht verkregen in de samenhang tussen de beschouwde factoren. Uiteraard komen hiervoor slechts de numerieke factoren in aanmerking. In het bijzonder is nagegaan welke factoren samenhangen met de opbrengst.

In hoofdstuk II wordt een aantal algemene overzichten besproken, waarbij wordt getracht een indruk te verkrijgen van de representativiteit van het geheel der waarnemingsuitkomsten. De daaropvolgende hoofdstukken behandelen de wiskundige be-

werking der verkregen gegevens. In hoofdstuk III is een inleiding tot deze methode van bewerking gegeven in de vorm van een meetkundige beschouwing, terwijl in hoofdstuk V de algebraïsche grondslag van de gebruikte methode wordt uiteengezet. Hoofdstuk IV bevat de resultaten der bewerkingen met commentaar op de uitkomsten. Dit hoofdstuk valt uiteen in twee gedeelten, nl. (1) uitkomsten voor grasland op verschillende grondsoorten en (2) uitkomsten voor bouwland, eveneens op verschillende grondsoorten en bovendien onderscheiden naar gewas.

#### HET REGIONALE ONDERZOEK

Naast het hierboven besproken landelijke onderzoek is een analoog onderzoek uitgevoerd met het doel de betekenis na te gaan van een aantal bodemtypen voor de opbrengst van landbouwgewassen. Dit werd uitgevoerd in twee beperkte gebieden; één tussen Borger en Rolde en het andere in de gemeente Venray. Beide gebieden bestaan hoofdzakelijk uit zandgronden en komen ook in andere opzichten sterk overeen, o.a. wat betreft de aard der bedrijven, de ontsluiting en het ontwikkelingspeil der boeren. Er zijn echter ook opvallende verschillen, o.a. in klimaat, ontstaan en structuur van het landschap en geaardheid der bevolking.

De keuze van de proefplekken was hier niet volgens het toeval. Er is namelijk voor gezorgd dat er van iedere bodemreeks een voldoende aantal plekken in onderzoek kwam en bovendien is het aantal gewassen beperkt tot drie, nl. rogge, haver en aardappelen. Aanvankelijk werd gestreefd naar ongeveer 25 plekken per bodemtype per gewas. Doordat ieder jaar dezelfde proefplekken werden onderzocht, nam het aantal plekken per gewas in de loop van het onderzoek af. Aanvankelijk werd de beschikking gekregen over ca. 500 proefplekken bij Borger en een even groot aantal in Venray. Deze proefplekken zijn uitgezocht door de Stichting voor Bodemkartering en zijn typische voorbeelden van de verschillende bodemreeksen.

De wijze van verzamelen der gegevens en de bewerking is analoog geweest aan die van het landelijke onderzoek. Het regionale onderzoek is uitgevoerd in de jaren 1951 t/m 1953 (PAPE [36]<sup>1</sup>); het viel dus niet volkomen samen met het landelijke produktie-niveauonderzoek. In dit verslag worden de uitkomsten desalniettemin gebruikt, in hoofdzaak om na te gaan of er aanwijsbare verschillen tussen de noordelijke en de zuidelijke zandgronden bestaan en om de bij het landelijke onderzoek gevonden uitkomsten nader te belichten. Bovendien kon hiermede dikwijls worden nagegaan of bepaalde interpretaties met dit materiaal in overeenstemming waren. Uiteraard kan dit alleen gebeuren voor bouwland, omdat grasland in het regionale onderzoek ontbreekt.

<sup>1</sup> Getallen tussen haken [ ] verwijzen naar de literatuuropgaven.

## II. ALGEMENE GEGEVENS OMTRENT HET BESCHIKBARE MATERIAAL

### DE PROEFPLEKKEN

Het aantal proefplekken waarop het onderzoek is verricht, varieerde van jaar tot jaar enigszins. Allerlei oorzaken hebben deze verschillen doen ontstaan. In de eerste plaats bleek het in 1950 niet mogelijk alle plekken die op de kaart waren aangewezen, tijdig in het onderzoek te betrekken. Hierdoor is het aantal proefplekken dat in beschouwing kon worden genomen, in 1951 groter dan in 1950. Na 1951 zijn geen nieuwe proefplekken in het onderzoek betrokken. Anderzijds vervielen er plekken, doordat de desbetreffende percelen een andere bestemming kregen; b.v. bouwterrein, wegen, tuinbouw. Door deze wijzigingen is het aantal in het onderzoek opgenomen proefplekken in 1951 het grootst geweest. Bovendien kwamen niet ieder jaar de gegevens van alle proefplekken volledig binnen. De desbetreffende proefplekken moesten dan voor een jaar geheel of gedeeltelijk buiten beschouwing blijven. Ook werd de continuïteit in enige gevallen verstoord door verandering in de leiding van het bedrijf. Naast deze verschillen in aantal plekken kwam het geregeld voor dat een gedeelte van de vragenlijst niet was – of niet meer kon worden – beantwoord. Het aantal plekken, waarvan een bepaald gegeven bekend is, verschilde daardoor dikwijls van de aantallen waarvan andere gegevens bekend waren. In de statistische tabellen waarin de gegevens zijn samengevat, zijn de totale aantallen vrijwel steeds verschillend, hetgeen dus te wijten is aan bovengenoemde onvolledigheid van het materiaal. Aangezien de oorzaken van deze onvolledigheid niet systematisch zijn, zal zij in het algemeen de representativiteit niet verstoren, tenzij het aantal ontbrekende gegevens op een groot deel van het aantal proefplekken betrekking heeft.

Hieronder worden een aantal algemene statistische overzichten gegeven, die betrekking hebben op het gehele bedrijf of op kenmerken die zowel voor grasland als voor bouwland gelden en daarom beter gezamenlijk kunnen worden beschouwd. In verband met het feit dat het aantal proefplekken in 1951 het grootst was, hebben de tabellen – behoudens enkele uitzonderingen waarbij opmerkelijke afwijkingen optreden – betrekking op dit jaar. Hierdoor wordt een inzicht verkregen in de verdeling der proefplekken naar verschillende kenmerken van de percelen, resp. van de bedrijven, waarop zij zijn gelegen. Deze kenmerken zijn: de geografische ligging, de grondsoort en de grootte en vorm der percelen. De kenmerken die een indruk geven van het bedrijf waarop de proefplek is gelegen, zijn: de bedrijfsgrootte, de aard van het bedrijf, het percentage van het bouwland dat met graan is beteeld, de afstanden van de percelen tot de boerderij en de bereikbaarheid der percelen vanaf de boerderij. Voorts zijn nog enige gegevens opgenomen omtrent het gebruik van het grasland vóór 1950 en omtrent de verdeling van de rassen van een paar gewassen in een enkel jaar.

Bij enige van de hiervoor genoemde uitkomsten was het mogelijk, door vergelijking met uitkomsten gebaseerd op gegevens verzameld door andere instanties, o.a. het

TABEL 1. Verdeling der proefplekken en van de landbouwgrond per district, in 1951

District	Aantal proefplekken					Oppervlakte gras- en bouwland in ha <sup>1</sup>	Proefplekken (%)			Proef- plekken (%)	Areeal gras- en bouwland (%)
	gras- land	kunst- weiden	bouw- land	totaal	gras- land		kunst- weiden	bouw- land			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Kleibouwstreek Groningen . . . . .	8	2	122	132	114 446	6,1	1,5	92,4	4,1	5,1	
Kleibouwstreek Friesland . . . . .	28	4	38	70	51 835	40,0	5,7	54,3	2,2	2,3	
N.O.P. . . . .	11	-	59	70	37 924	15,7	-	84,3	2,2	1,7	
Westelijke bouwstreek . . . . .	103	6	408	517	310 788	19,9	1,2	78,9	16,0	14,0	
IJsselstreek; Lijmers . . . . .	41	-	13	54	46 729	75,9	-	24,1	1,7	2,1	
Rijn, Waal, Maas . . . . .	165	-	61	226	143 863	73,0	-	27,0	7,0	6,5	
Kleiweide-noord . . . . .	82	-	12	94	70 134	87,2	-	12,8	2,9	3,2	
Kleiweide-west . . . . .	128	1	9	138	71 569	92,8	0,7	6,5	4,3	3,2	
Veenweide-noord . . . . .	120	2	3	125	47 420	96,0	1,6	2,4	3,9	2,1	
Veenweide-west . . . . .	154	-	10	164	119 038	93,9	-	6,1	5,1	5,4	
Weidegebied Overijssel . . . . .	54	1	7	62	73 265	87,1	1,6	11,3	1,9	3,3	
Veenkoloniën . . . . .	15	11	86	112	77 815	13,4	9,8	76,8	3,4	3,5	
Zandgrond Drente, Westervolde . . . . .	96	24	161	281	137 090	34,2	8,5	57,3	8,7	6,2	
Woudstroken . . . . .	112	6	22	140	127 931	80,0	4,3	15,7	4,3	5,8	
Zandgrond-oost . . . . .	175	7	90	272	254 592	64,3	2,6	33,1	8,4	11,4	
Zandgrond-centraal . . . . .	105	1	33	139	102 853	75,6	0,7	23,7	4,3	4,6	
Zandgrond-zuid . . . . .	176	48	285	509	342 632	34,6	9,4	56,0	15,7	15,3	
Loessgebied . . . . .	29	8	47	84	48 732	34,5	9,5	56,0	2,6	2,2	
Duinzandgebied . . . . .	15	1	1	17	31 725	88,2	5,9	5,9	0,5	1,4	
Texel en Wieringen . . . . .	6	6	15	27	15 868	22,2	22,2	55,6	0,8	0,7	
Nederland . . . . .	1623	128	1482	3233	2 226 249	50,2	4,0	45,8	100,0	100,0	

<sup>1</sup> Berekend uit: *Verslag over de Landbouw in Nederland over 1951*; tabel B 8.



Centraal Bureau voor de Statistiek (C.B.S.), een indruk te verkrijgen van de representativiteit der steekproef, die wordt gevormd door de gezamenlijke proefplekken. In verschillende opzichten blijkt deze redelijk goed.

#### DE GEOGRAFISCHE VERSPREIDING DER PROEFPLEKKEN

De verspreiding der proefplekken wordt weergegeven in tabel 1. Hiertoe is het gehele land verdeeld in districten, welke zijn opgebouwd uit de gebruikelijke landbouwgebieden (zie bijlage A). De landbouwgebieden zelf zijn in het algemeen te klein om te kunnen verwachten, dat de in een gebied voorkomende proefplekken hiervoor representatief zouden zijn. Uit de genoemde tabel blijkt dat, globaal genomen, de procentuele verdeling der proefplekken over de districten (kolom 10) goed overeenstemt met die van de oppervlakten gras- en bouwland tezamen (kolom 11). Hieruit volgt dat de steekproef, voor zover het de verdeling over de districten betreft, als representatief is te beschouwen.

TABEL 2. Aantal proefplekken

	1950	1951	1952
Grasland ouder dan 10 jaar . . . . .	1225	1375	1319
Grasland jonger dan 10 jaar . . . . .	259	248	271
Kunstweiden. . . . .	102	128	81
Bouwland . . . . .	1353	1482	1411
Totaal. . . . .	2939	3233	3082

De verdeling der proefplekken over grasland en bouwland blijkt niet geheel overeen te stemmen met de verhouding tussen de oppervlakten van blijvend grasland, kunstweide en bouwland (zie tabel 2 en 3). Van het gezamenlijke gras- en bouwland besloeg het blijvend grasland in 1951 voor geheel Nederland namelijk 57,6%. De steekproef onderschat dus enigszins het graslandaandeel in de Nederlandse landbouw. Dit komt in hoofdzaak door te weinig proefplekken op grasland in de kleibouwstreken en in de noordelijke en zuidelijke zandgebieden, waar te geringe overschotten in de andere gebieden tegenover staan. Zoals uit tabel 3 blijkt, stemmen de percentages der graslandproefplekken in de meerderheid der districten niet geheel overeen met de procentuele aandelen van grasland in het landbouwoppervlak. In dit opzicht kan slechts worden gesproken van een geringe representativiteit in tegenstelling met de verdeling der proefplekken over de districten.

#### DE GRONDSOORTEN

Van iedere proefplek is een profielbeschrijving gemaakt. De plekken zijn op grond hiervan in te delen naar bodemreeksen. Deze indeling is tamelijk fijn en vele der onderscheiden reeksen omvatten weinig of geen in het onderzoek betrokken proefplekken. Van representativiteit per reeks is dan uiteraard geen sprake meer. Hierom onder-

TABEL 3. Procentuele verdeling van de landbouwgrond en de proefplekken per district, in 1951

District	Grasland		Kunstweide		Bouwland	
	opper- vlakke	proef- plekken	opper- vlakke	proef- plekken	opper- vlakke	proef- plekken
Kleibouwstreek Groningen . . . . .	18,4	6,1	1,5	1,5	80,1	92,4
Kleibouwstreek Friesland . . . . .	59,5	40,0	2,4	5,7	38,1	54,3
Noordoostelijke Polder . . . . .	4,2	15,7	12,0	—	83,8	84,3
Westelijke bouwstreek . . . . .	27,8	19,9	0,8	1,2	71,4	78,9
IJsselstreek, Lijmers . . . . .	68,7	75,9	0,5	—	30,8	24,1
Rijn, Waal, Maas . . . . .	77,7	73,0	0,3	—	22,0	27,0
Kleiweide-noord . . . . .	89,8	87,2	0,5	—	9,7	12,8
Kleiweide-west . . . . .	87,6	92,8	0,6	0,7	11,8	6,5
Veenweide-noord . . . . .	97,8	96,0	0,2	1,6	2,0	2,4
Veenweide-west . . . . .	92,2	93,9	0,1	—	7,7	6,1
Weidegebied Overijssel . . . . .	86,6	87,1	0,6	1,6	12,8	11,3
Veenkoloniën . . . . .	18,6	13,4	5,1	9,8	76,3	76,8
Zandgronden Drente, Westerwolde . . . . .	51,5	34,2	3,8	8,5	44,7	57,3
Woudstreken . . . . .	88,7	80,0	0,8	4,3	10,5	15,7
Zandgronden-oost . . . . .	65,4	64,3	1,4	2,6	33,2	33,1
Zandgronden-centraal . . . . .	73,8	75,6	0,5	0,7	25,7	23,7
Zandgronden-zuid . . . . .	44,1	34,6	3,4	9,4	52,5	56,0
Loessgebied . . . . .	48,5	34,5	0,4	9,5	51,1	56,0
Duinzandgebied . . . . .	85,6	88,2	0,5	5,9	13,9	5,9
Texel en Wieringen . . . . .	66,1	22,2	2,6	22,2	31,3	55,6
Nederland . . . . .	57,6	50,2	1,7	4,0	40,7	45,8

scheiden wij niet de reeksen, maar de grovere indeling in associaties. Aangezien de indeling eerst bij het materiaal van 1952 definitief kon worden ingevoerd, worden in de tabellen de uitkomsten over dat jaar opgenomen. In de voorafgaande jaren werden in plaats van bodemreeksen slechts voorlopige karakteriseringen ingevoerd. Voor 1950 is een indeling in zand, zeeklei, rivierklei, veen, veenkoloniale grond en loessleem genomen, terwijl voor 1951 hieraan nog klei op veen en beekbezinking zijn toegevoegd. Voor de definitieve indeling, die uiteindelijk voor 1952 is gebruikt, verwijzen wij naar bijlage C.

In tabel 4 wordt de verdeling der proefplekken van 1952 over de verschillende bodem-associaties weergegeven. Naast de absolute aantallen zijn in kolom 3 de percentages vermeld van de proefplekken, die op de onderscheiden grondsoorten voorkomen. Deze percentages kunnen worden vergeleken met de percentages, die de desbetreffende grondsoorten uitmaken van het gehele Nederlandse landbouwareaal. Voor deze vergelijking zijn twee reeksen van percentages beschikbaar. De ene kan worden afgeleid uit de opgaven van het Centraal Bureau voor de Statistiek omtrent de oppervlakten der grondsoorten. Deze C.B.S.-cijfers zijn ontleend aan de „Voorlopige bodemkaart

TABEL 4. Verdeling der proefplekken van 1952 naar de bodemassociaties

Bodemassociatie	Aantal proefplekken	Proefplekken in %	Oppervlakten vlg. C.B.S. <sup>2</sup> in %	Oppervlakten vlg. OTTO <sup>3</sup> in %
1	2	3	4	5
Jonge ontginningsgronden	304	9,9	} 49,8	} 37,5
Idem op leem . . . . .	75	2,4		
Zandgronden . . . . .	665	21,6		
Idem op leem . . . . .	95	3,1		
Beekbezinkingsgronden .	97	3,1		
Veenkoloniale gronden .	113	3,7		4,5
Loessleemgronden . . . .	69	2,2	1,9	2,1
Veengronden . . . . .	296	9,6	7,9	8,1
Jonge zeekleigronden . .	875	28,4	27,2	30,4
Oude zeekleigronden . . .	102	3,3	3,1	2,9
Rivierkleigronden . . . .	374	12,1	10,1	10,3
Overige gronden <sup>1</sup> . . . . .	17	0,5	-	-
Totaal . . . . .	3082	100,0	100,0	100,0

<sup>1</sup> Niet geclassificeerde gronden wegens verwerking e.d.

<sup>2</sup> Berekend uit *Jaarcijfers voor Nederland 1951-1952 van het Centraal Bureau voor de Statistiek*, tabel 1, blz. 3.

<sup>3</sup> Ir. W. M. OTTO in *Landbouwvoorlichting* 11 (1954) 5 (mei) 254.

van Nederland", die door de Stichting voor Bodemkartering werd gepubliceerd. Deze indeling is weinig gespecificeerd en hiermede stemmen onze percentages dan ook slechts globaal overeen. Het veel meer gedetailleerde overzicht, dat door ir. W. M. OTTO is gegeven, maakt een betere vergelijking mogelijk. Bij de berekening der oorspronkelijke percentages is door OTTO een aantal oppervlakten opgenomen (dorpen, rivieren, e.d.), die bij het P.N.O. buiten beschouwing moesten blijven. De overblijvende percentages zijn zodanig herleid, dat hun som 100 werd. De overeenstemming tussen de verdeling der proefplekken en die van de oppervlakten der grondsoorten volgens OTTO blijkt goed te zijn. In het bijzonder ten aanzien van de zandgronden is deze veel beter dan de overeenstemming met de C.B.S.-cijfers (proefplekken 37,0%, OTTO 37,5%). De overeenstemming voor de andere grondsoorten is niet slechter dan die met de C.B.S.-uitkomsten.

#### DE GROOTTE DER PERCELEN

Het gemiddelde oppervlak van de percelen waarop proefplekken zijn gelegen, is over geheel Nederland genomen 1,9 ha. Dit getal kan niet overeenstemmen met de gemiddelde grootte van alle percelen die in het land voorkomen, omdat de grote percelen een grotere kans lopen in de steekproef te worden opgenomen. Hierdoor is het gemiddelde oppervlak der percelen met proefplekken groter dan het gemiddelde van alle percelen. Een benadering van de werkelijke gemiddelde grootte der percelen is

echter op grond van de volgende overwegingen wel uit de gegevens van het produktie-niveauonderzoek af te leiden.

In de toevallige steekproef, die door de percelen met proefplekken wordt gevormd, is het aantal percelen van een bepaalde grootteklasse evenredig met het areaal, dat wordt ingenomen door alle percelen van de desbetreffende klasse. De procentuele verdeling der steekproefpercelen over de grootteklassen is dus gelijk aan die der oppervlakten die door de onderscheiden klassen worden ingenomen. Voorts is van iedere klasse de gemiddelde perceelsgrootte der P.N.O.-percelen te berekenen. Door deze gemiddelde perceelsgrootte te delen op het totale areaal van de desbetreffende klasse, vindt men het aantal percelen in deze klasse per gebied. Door optelling van deze aantallen wordt het totale aantal percelen van een gebied verkregen en hieruit volgt – door deling van het totale areaal van het gebied door het gevonden aantal – een benadering van de gemiddelde grootte der percelen.

Bij de berekening is een klasse-indeling gebruikt, met intervallen van 1 ha tot de

TABEL 5. Gemiddelde grootte der percelen in 1951

District	Gemiddeld oppervlak			Aantal percelen		
	bou- land ha	kunst- weiden ha	gras- land ha	bou- land	kunst- weiden	gras- land
1	2	3	4	5	6	7
Kleibouwstreek Groningen . . .	1,95	2,00	(1,11)	47 064	828	18 932
Kleibouwstreek Friesland . . .	1,13	(1,09)	2,07	17 485	1 128	14 901
N.O.P. . . . .	13,41	–	2,75	2 371	–	576
Westelijke bouwstreek . . . . .	1,64	(1,03)	1,09	135 335	2 255	79 370
IJsselstreek; Lijmers . . . . .	0,57	–	1,58	25 249	–	20 312
Rijn, Waal, Maas . . . . .	0,83	(1,50)	1,95	38 065	300	57 343
Kleiweide-noord . . . . .	1,20	(2,80)	1,83	5 655	135	34 409
Kleiweide-west . . . . .	(1,16)	(3,00)	1,32	7 268	155	47 478
Veenweide-noord . . . . .	(7,8)	(1,71)	1,80	120	56	25 771
Veenweide-west . . . . .	1,62	–	2,15	5 644	–	51 035
Weidegebied Overijssel . . . . .	(1,39)	(1,80)	1,19	6 764	244	53 296
Veenkoloniën . . . . .	1,00	1,10	0,80	59 357	3 585	18 142
Zandgrond Drente, Westerwolde	0,63	0,96	1,29	97 396	5 392	54 692
Woudstreken . . . . .	0,51	–	0,88	26 378	–	128 903
Zandgrond-oost . . . . .	0,51	(0,45)	0,80	165 719	8 171	207 997
Zandgrond-centraal . . . . .	0,40	(0,50)	0,79	65 933	1 106	96 110
Zandgrond-zuid . . . . .	0,52	0,66	0,82	346 217	17 686	184 056
Loessgebied . . . . .	0,46	0,39	0,75	53 985	531	31 523
Duinzandgebied . . . . .	(1,70)	(3,00)	1,77	2 598	37	15 349
Texel en Wieringen . . . . .	2,15	(0,45)	(0,75)	2 313	932	13 980
Nederland (berekend) . . . . .	0,83	0,76	1,09	1 090 630	51 218	1 176 239
(door optelling) . . . . .				1 110 916	42 541	1 154 175

Indien het aantal waarnemingen zeer gering is, zijn de gemiddelde oppervlakten tussen haakjes geplaatst.

grootte van 9 ha en meer, terwijl de eerste klasse is gesplitst in twee delen, namelijk kleiner dan 0,5 ha en van 0,5 ha tot en met 0,9 ha. Deze indeling is fijn genoeg om een redelijke benadering van de gemiddelde grootte te verkrijgen.

Zoals boven reeds is vermeld, werd de gemiddelde grootte per klasse uit het gegeven materiaal afgeleid. Dit staat in verband met de scheefheid der verdeling, waardoor het midden van de klasse meestal een te hoge waarde van het gemiddelde zou geven.

De berekeningen zijn, zowel per district als voor het gehele land, afzonderlijk uitgevoerd voor grasland, bouwland en kunstweiden. De resultaten zijn weergegeven in tabel 5. Voor geheel Nederland vinden wij als gemiddelde perceelsgrootte 0,94 ha, dus ongeveer de helft van het bruto gemiddelde der steekproefpercelen (1,9 ha). De bouwlandpercelen zijn gemiddeld kleiner dan die van grasland, terwijl de kunstweiden gemiddeld nog kleiner zijn. Laatstgenoemde soort percelen wijkt echter niet veel af van de bouwlandpercelen. Daar geen officiële of andere gegevens omtrent de grootte der percelen beschikbaar zijn, is vergelijking met de hier verkregen uitkomsten niet mogelijk.

Met behulp van de gevonden gemiddelden en uit de inventarisaties bekende arealen zijn de in tabel 5 (kolom 5 t/m 7) vermelde aantallen percelen berekend. Voor het totale aantal percelen werd voor geheel Nederland ca. 2,3 miljoen gevonden. Dit getal is ook elders wel genoemd [19, blz. 29].

Door de geringere aantallen gegevens zijn de berekende gemiddelde oppervlakten in de afzonderlijke gebieden minder nauwkeurig. Indien de aantallen zeer gering waren, zijn de uitkomsten tussen haakjes weergegeven. De berekende aantallen zijn in die gevallen eveneens niet nauwkeurig. Dit betreft echter meestal betrekkelijk kleine aantallen percelen. De verschillen tussen de op grond van de verdeling berekende aantallen percelen in geheel Nederland en de totalen verkregen door optelling der districten zijn gering, behalve voor de kunstweiden. In het laatstgenoemde geval zijn er echter vele districten waar geen of te geringe aantallen steekproefpercelen voorkomen.

Ook in de afzonderlijke districten zijn de graslandpercelen gemiddeld meestal groter dan de bouwlandpercelen. Uitzonderingen vormen hierop de veenkoloniën en de kleibouwstreken van Groningen en de westelijke provincies en de Noordoostelijke Polder, alle uitgesproken akkerbouwgebieden. De zandgebieden onderscheiden zich door de veel kleinere percelen, zowel grasland als bouwland. In het rivierkleigebied zijn de bouwlandpercelen klein.

## DE VORM DER PERCELEN

Van alle percelen, waarop proefplekken voorkwamen, is getracht de verhouding tussen lengte en breedte vast te stellen. Dit heeft uiteraard alleen zin indien de percelen bij benadering een rechthoekige vorm bezitten. Indien dit niet het geval was, is de verhouding als onbekend genoteerd. Het percentage onbekende verhoudingen in kolom 5 van tabel 6 geeft een vage aanduiding van de mate waarin onregelmatig gevormde percelen voorkomen. Dergelijke percelen maken gemiddeld 22% van het totaal aantal uit; voor grasland is dit percentage 18, voor bouwland 26. Dit zou erop kunnen wijzen dat er bij bouwland veel meer onregelmatig gevormde percelen voorkomen dan bij

TABEL 6. Gemiddelde verhouding tussen lengte en breedte van de percelen

District	Gemiddelde verhouding voor			Onbekende verhoudingen in %	Aantal percelen met verhoudingen			
	grasland	bouwland	totaal		< 1,5	1,5-4,9	5,0-9,9	10,0 en meer
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Kleibouwstreek Groningen . . . . .	3,3	4,0	3,9	19	17	63	18	9
Kleibouwstreek Friesland . . . . .	2,5	2,5	2,5	43	11	26	2	1
N.O.P. . . . .	2,3	2,7	2,7	3	11	53	4	-
Westelijke bouwstreek . . . . .	3,4	3,1	3,2	27	110	197	48	24
IJsselstreek; Lijmers . . . . .	2,9	2,8	2,9	26	15	19	5	1
Rijn, Waal, Maas . . . . .	3,2	4,0	3,3	37	30	79	26	7
Kleiweide-noord . . . . .	2,1	3,1	2,3	32	26	33	4	1
Kleiweide-west . . . . .	5,7	6,9	5,7	23	8	40	28	30
Veenweide-noord . . . . .	4,0	1,9	3,9	26	17	49	18	9
Veenweide-west . . . . .	5,3	3,5	5,3	12	20	52	38	34
Weidegebied Overijssel . . . . .	2,6	1,6	2,5	21	18	25	4	2
Veenkoloniën . . . . .	3,3	2,9	3,0	11	29	56	9	6
Zandgrond Drente, Westerwolde . . . . .	3,9	3,4	3,6	20	50	119	32	23
Woudstreken . . . . .	2,8	3,7	3,1	9	36	74	12	6
Zandgrond-oost . . . . .	2,4	2,9	2,5	23	67	122	13	7
Zandgrond-centraal . . . . .	2,7	4,6	3,1	45	20	44	8	4
Zandgrond-zuid . . . . .	2,8	3,0	2,9	15	104	259	48	20
Loessgebied . . . . .	3,2	4,2	3,7	0	15	44	17	8
Duinzandgebied . . . . .	2,1	-	2,1	6	2	14	-	-
Texel en Wieringen . . . . .	1,5	1,9	1,7	4	12	14	-	-
Nederland . . . . .	3,4	3,2	3,3	22	618	1382	334	192

grasland. Het percentage varieert sterk, indien wij de afzonderlijke districten beschouwen. De hoogste waarden vinden wij in het centrale zandgebied en de Friese kleibouwstreek. In eerstgenoemd district is dit percentage even groot voor grasland als voor bouwland, in het tweede betreft het in hoofdzaak bouwland. In de rivierkleigebieden zou de onregelmatigheid meer onder de bouwlandpercelen voorkomen. In het noordelijk kleiweidedistrict, waar ongeveer 1/3 deel der percelen onbekende verhoudingen heeft, wordt dit hoge percentage daarentegen door de graslandpercelen veroorzaakt. Het lage percentage in de Friese woudstreken ontstaat door de vele graslandpercelen, die in dat district voorkomen en zeer weinig onbekende verhoudingen bezitten. Ook in de veenkoloniën blijkt het percentage met onbekende verhoudingen van de bouwlandpercelen groter te zijn dan dat van de graslandpercelen, evenals in het westelijke veenweidedistrict, waar echter het bouwland slechts weinig voorkomt.

De gemiddelde verhouding tussen lengte en breedte (kolom 4 van tabel 6) is 3,3. Deze is voor grasland en bouwland, gemiddeld over het gehele land vrijwel gelijk. De meest langgerekte percelen komen voor in de westelijke weidedistricten; de gemiddelde verhoudingen hebben daar vrijwel uitsluitend betrekking op graslanden. Er

blijkt in dit opzicht verschil te bestaan tussen de Groningse en Friese kleibouwstreken. In de eerstgenoemde zijn de bouwlandpercelen langer dan de graslandpercelen, terwijl in de andere de bouwland- en graslandpercelen dezelfde lengte-breedteverhouding hebben. De zandgronden hebben, globaal genomen, verhoudingen, die overeenstemmen met de landsgemiddelden of die iets lager liggen. De gemiddelden zijn hier per district voor de graslandpercelen meestal lager dan voor de bouwlandpercelen. Dit is eveneens het geval in de rivierkleidistricten. Voor de weidestrecken heeft deze vergelijking weinig zin, wegens de geringe aantallen bouwlandproefplekken in deze districten.

In de kolommen 6 tot en met 9 van tabel 6 wordt per district een frequentieverdeling van de percelen – grasland en bouwland tezamen – gegeven in de klassen: bijna vierkante percelen (lengte : breedte  $< 1,5$ , kolom 6), normale percelen (kolom 7), gerekte percelen (kolom 8) en zeer lange percelen (kolom 9). De normale percelen vormen ruim de helft van het aantal percelen met bekende verhouding van lengte en breedte; de bijna vierkante een kwart en de zeer lange bijna 8%. De vrijwel vierkante percelen zijn relatief sterk vertegenwoordigd in kleiweide noord, de IJsselstreek en Lijmers en in het weidegebied van Overijssel met het daarop aansluitende oostelijke zandgebied. In het westelijk kleiweide- en de beide veenweide-districten, de Groningse kleibouwstreek, de Noordoostelijke Polder en het loessgebied komen de bijna vierkante percelen slechts weinig voor. Aan de andere kant vinden wij vele zeer lange percelen – d.w.z. tien of meer keren zo lang als breed – in de westelijke weidegebieden. Zij komen in het geheel niet voor in de Noordoostelijke Polder en weinig in de Friese kleibouwstreek, de IJsselstreek, kleiweide-noord, het weidegebied van Overijssel en het oostelijke zanddistrict. De overige districten wijken hierin niet ver af van het landelijke gemiddelde. De gerekte percelen (kolom 8) zijn het sterkst vertegenwoordigd in de twee kleiweidestrecken en het noordelijke veenweidedistrict.

#### DE GROOTTE DER BEDRIJVEN

Evenals bij de grootte der percelen het geval was, kan het gemiddelde oppervlak der bedrijven waarop proefplekken voorkomen, niet representatief zijn voor de gemiddelde grootte van de in dat gebied voorkomende bedrijven. Op dezelfde wijze als bij de berekening der gemiddelde perceelsgrootte is een benadering te geven van de gemiddelde bedrijfsgrootte.

De op deze wijze berekende gemiddelde bedrijfsgrootten in de onderscheiden districten en voor het gehele land zijn in tabel 7 vermeld. Het door optelling der aantallen in de districten berekende gemiddelde voor het gehele land (10,7 ha) blijkt dicht te liggen bij de gemiddelde grootte der bedrijven in gebruik bij landbouwers (10,4 ha) welke uit de C.B.S.-opgaven voor 1950 is af te leiden. Door het verschil in jaar – de berekeningen zijn uitgevoerd op grond van gegevens die gedeeltelijk uit 1951 afkomstig waren – en de vele benaderingen tijdens de berekeningen, is de overeenstemming van onze uitkomst met die van het C.B.S. als goed te beschouwen<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Indien het landelijke gemiddelde niet door middel van optelling van de berekende aantallen bedrijven in de districten, maar onmiddellijk uit de landelijke verdeling der proefplekken over de grootteklassen wordt bepaald, dan vinden wij een gemiddelde van 10,5 ha.

TABEL 7. Aantal bedrijven en gemiddelde bedrijfs grootte per district

District	Totale oppervlakte in ha	Aantal bedrijven	Gemiddeld opper- vlak per bedrijf in ha
1	2	3	4
Kleibouwstreek Groningen . . .	114346	3957	28,9
Kleibouwstreek Friesland . . .	51835	4347	11,9
N.O.P. . . . .	37924	1807	20,9
Westelijke bouwstreek . . . . .	310788	18179	17,1
IJsselstreek; Lijmers . . . . .	46729	7310	6,4
Rijn, Waal, Maas . . . . .	143963	13333	10,8
Kleiweide-noord . . . . .	70134	4013	17,5
Kleiweide-west . . . . .	71569	5204	13,8
Veenweide-noord . . . . .	47420	3277	14,5
Veenweide-west . . . . .	119038	8490	14,0
Weidegebied Overijssel . . . . .	73265	7714	9,5
Veenkoloniën . . . . .	77815	4039	19,3
Zandgrond Drente, Westerwolde	137090	14402	9,5
Woudstreken . . . . .	127931	13742	9,3
Zandgrond-oost . . . . .	254592	30112	8,5
Zandgrond-centraal . . . . .	102853	17016	6,0
Zandgrond-zuid . . . . .	342632	40916	8,4
Loessgebied . . . . .	48732	6228	7,8
Duinzandgebied . . . . .	31725	3028	10,5
Texel en Wieringen . . . . .	15868	846	19,1
Nederland . . . . .	2226249	207960	10,7
C.B.S. 1950 <sup>1</sup> . . . . .	2145368	206477	10,4

<sup>1</sup> In gebruik bij landbouwers. *Statistisch Zakboek 1951-'52 van het Centraal Bureau voor de Statistiek*, blz. 30.

Tussen de districten blijken er grote verschillen in berekende gemiddelde bedrijfs grootte te bestaan. De grootste bedrijven werden gevonden in de Groningse kleibouwstreek, waarbij het grote verschil met de overeenkomstige streek in Friesland, waar vele kleinere bedrijven voorkomen, opvalt. Indien wij de Noordoostelijke Polder buiten beschouwing laten, omdat hier geen historische ontwikkeling heeft plaatsgevonden, volgt hierop volgens de uitkomsten het veenkoloniale gebied als het district met de grootste bedrijfsoppervlakten.

Een volgende groep wordt gevormd door het noordelijke kleiweidegebied en de westelijke kleibouwstreek. De overige noordelijke en westelijke weidedistricten hebben alle bedrijven van omstreeks 14 ha. Daarop volgt het rivierkleigebied van Rijn, Maas en Waal, dat ongeveer de gemiddelde bedrijfs grootte van het gehele land heeft. Op de zandgronden van Noord-Nederland en in het weidegebied van Overijssel zijn de bedrijven gemiddeld ongeveer 9,5 ha groot. De bedrijven op de Overijsselse en Achterhoekse zandgronden en op die van Noord-Brabant en Limburg zijn gemiddeld 1 ha kleiner. De kleinste gemiddelden werden gevonden voor het centrale zandgebied van



de Veluwe en Utrecht en het daarop aansluitende rivierkleigebied langs de IJssel en de Lijmers.

### DE AARD DER BEDRIJVEN

De bedrijven waarop de proefplekken voorkomen, worden onderscheiden naar het deel van de oppervlakte dat het grasland inneemt. In navolging van KOPPEJAN [11, blz. 13] geven wij de volgende indeling der bedrijven:

zuiver veeteelt	: minstens 90%	grasland
overwegend veeteelt	: 70-89%	grasland
gemengd bedrijf	: 30-69%	grasland
overwegend akkerbouw	: 10-29%	grasland
zuiver akkerbouw	: minder dan 10%	grasland

De percentages grasland van de steekproefbedrijven zijn grotendeels bepaald naar de toestand in 1950. Het gemiddelde percentage bedroeg in de steekproef 54%. Dit stemt goed overeen met het percentage dat het grasland uitmaakte van de totale cultuurgrond (1950: 56, 1951: 57).

TABEL 8. Procentuele verdeling der proefplekken naar de aard der bedrijven

District	Zuiver akkerbouw	Overwegend akkerbouw	Gemengd bedrijf	Overwegend veeteelt	Zuiver veeteelt	Totaal (aantal)
1	2	3	4	5	6	7
Kleibouwstreek Gronin- gen . . . . .	70,8	24,6	2,3	1,5	0,8	130
Kleibouwstreek Friesland	21,5	24,7	33,8	9,2	10,8	65
N.O.P. . . . .	90,0	10,0	-	-	-	10
Westelijke bouwstreek .	31,1	37,2	23,4	3,3	5,0	517
IJsselstreek; Lijmers . .	4,1	2,0	32,7	51,0	10,2	49
Rijn, Waal, Maas . . . .	1,4	4,6	42,4	27,4	24,2	219
Kleiweide-noord . . . .	6,5	6,5	4,3	6,5	76,2	92
Kleiweide-west . . . . .	0,7	1,5	5,9	17,6	74,3	136
Veenweide-noord . . . .	0,8	-	0,8	8,9	89,5	124
Veenweide-west . . . . .	3,7	2,5	1,8	8,0	84,0	163
Weidegebied Overijssel .	1,7	-	8,3	38,3	51,7	60
Veenkoloniën . . . . .	64,3	19,6	10,7	2,7	2,7	112
Zandgrond Drente, Westerwolde . . . . .	11,1	18,9	45,7	17,1	7,2	280
Woudstreken . . . . .	-	2,2	10,1	43,5	44,2	138
Zandgrond-oost . . . . .	-	1,5	58,2	38,8	1,5	268
Zandgrond-centraal . . .	2,3	2,3	36,8	44,3	14,3	133
Zandgrond-zuid . . . . .	2,8	18,4	71,9	4,7	2,2	506
Loessgebied . . . . .	2,4	27,4	60,7	5,9	3,6	84
Duin- en zandgebied . . .	-	-	5,9	17,6	76,5	17
Texel en Wieringen . . .	3,7	26,0	33,3	33,3	3,7	27
Nederland: Aantal. . . .	419	472	1060	502	677	3130
Percentage . . . . .	13,4	15,1	33,9	16,0	21,6	100,0

In tabel 8 is de verdeling der proefplekken naar deze bedrijfstypen weergegeven. Over het gehele land genomen, blijken de gemengde bedrijven ongeveer een derde van het aantal uit te maken. De akkerbouwbedrijven zijn minder in aantal (28,5 %) en de veeteeltbedrijven vormen de grootste groep (37,6%). Er zijn in de steekproef meer zuivere veeteeltbedrijven dan zuivere akkerbouwbedrijven.

Bij beschouwing der afzonderlijke districten blijken de verhoudingen dikwijls sterk af te wijken van het landelijke beeld. De zuivere akkerbouwbedrijven overheersen sterk in de Groningse kleibouwtreek en de veenkoloniën. De Friese en de westelijke kleibouwtreek vertonen relatief minder zuivere akkerbouwbedrijven; het accent is hier meer gelegen op de bedrijven met overwegend akkerbouw en de gemengde bedrijven. In de vijf weidestrecken vormen steeds de zuivere veeteeltbedrijven de grootste groep; de bedrijven met overwegend veeteelt nemen de tweede plaats in. Andere bedrijfs-

TABEL 9. Procentuele verdeling der bedrijven met bouwlandproefplekken naar het percentage granen op bouwland

District	Percentage van de bedrijven met				Gemiddeld percentage graan	Aantal bedrijven	Gem. per- centage gra- nen volgens Landbouw- verslag <sup>1</sup>
	geen graan	minder dan 50 %	50 tot 75 %	75 % en meer			
1	2	3	4	5	6	7	8
Kleibouwtreek Gronin- gen . . . . .	—	49,0	48,3	2,7	49	110	50
Kleibouwtreek Friesland N.O.P. . . . .	—	97,2	2,8	—	20	36	22
Westelijke bouwtreek. . .	—	80,0	10,0	10,0	44	10	47
IJsselstreek; Lijmers . . .	—	86,6	12,9	0,5	36	395	39
Rijn, Waal, Maas. . . . .	—	8,3	75,0	16,7	63	12	67
Kleiweide-noord . . . . .	7,0	40,4	40,4	12,2	45	57	46
Kleiweide-west . . . . .	—	77,8	22,2	—	41	9	34
Veenweide-noord . . . . .	22,2	66,7	11,1	—	31	9	23
Veenweide-west . . . . .	33,3	33,3	33,3	—	38	3	50
Weidegebied Overijssel . .	—	90,0	10,0	—	39	10	41
Veenkoloniën . . . . .	—	16,7	66,6	16,7	57	6	61
Zandgrond Drente, Westerwolde . . . . .	1,2	65,9	32,9	—	45	85	49
Woudstreken . . . . .	—	43,2	51,6	5,2	51	153	57
Zandgrond-oost . . . . .	5,0	50,0	40,0	5,0	45	20	53
Zandgrond-centraal . . . .	—	12,3	56,8	30,9	66	81	68
Zandgrond-zuid . . . . .	—	6,1	54,5	39,4	68	33	68
Loessgebied . . . . .	0,4	13,7	55,9	30,0	65	263	69
Duinzandgebied . . . . .	—	15,0	52,5	32,5	65	40	66
Texel en Wieringen . . . .	—	100,0	—	—	43	1	41
	—	25,0	58,3	16,7	62	12	61
Nederland: Aantal . . . . .	10	677	501	157	49	1345	54
Percentage . . . . .	0,8	50,3	37,2	11,7			

<sup>1</sup> Berekend uit: *Verslag over de Landbouw in Nederland over 1950*; tabel B9.

vormen komen hier weinig voor. In de zandgebieden – met uitzondering van de Friese woudstreken en het centrale zandgebied – overheerst het gemengde bedrijf. In enkele zanddistricten – met name Drente en Westerwolde en in het Zuiden – volgt hierop de groep van de overwegend en zuivere akkerbouwbedrijven. In de overige zanddistricten komen vrij veel bedrijven met overwegend veeteelt voor, welke in het centrale gebied zelfs de grootste groep vormen, terwijl in de Friese woudstreken vrijwel uitsluitend bedrijven met overwegend of zuiver veeteelt voorkomen. De verdeling der bedrijven in het loessgebied stemt overeen met die in het aangrenzende zuidelijke zandgebied.

#### GRAANVERBOUW PER BEDRIJF

Alleen in het geval dat zich op het bedrijf een proefplek op bouwland bevond, is gevraagd naar het deel van het bouwland van het bedrijf waarop graan werd verbouwd. Voor het grootste deel van de desbetreffende bedrijven is deze vraag in 1950 beantwoord; voor de nieuwe gevallen echter eerst in 1951. De opgaven hebben, wegens de beperking tot bouwlandproefplekken, slechts betrekking op een gedeelte van de steekproef. Het feit dat een proefplek op bouwland werd gevonden, betekent niet dat het op een akkerbouwbedrijf ligt, al zullen deze in dit gedeelte van de steekproef relatief wel meer voorkomen. Het is immers mogelijk dat op een bedrijf met overwegend grasland de proefplek toevallig op een bouwlandperceeltje wordt aangetroffen. Alleen de geheel uit grasland bestaande bedrijven zijn uitgesloten (tabel 9).

Door deze verdeling van de steekproef kan uiteraard uit het voor geheel Nederland gevonden gemiddelde percentage 49 niet de conclusie worden getrokken dat dit deel van het bouwland met graan is beteeld. Dit percentage blijkt iets lager te zijn dan de 54 %, die het graanareaal in 1950 van het bouwland uitmaakte.

De onderlinge verschillen tussen de gebieden stemmen overeen met die, welke uit andere bronnen bekend zijn.

#### DE AFSTAND TOT DE BOERDERIJ

Van iedere proefplek is nagegaan hoe groot de afstand van het perceel tot de boerderij was. Op grond van deze gegevens is een verdeling in de volgende afstandsklassen gemaakt: een klasse van percelen die vlak bij de boerderij zijn gelegen (tot 0,1 km), een klasse van 0,1 tot 0,5 km, tot 2 km drie klassen van 0,5 km, een klasse van 2 tot en met 5 km en een van meer dan 5 km. De procentuele verdeling van de ligging der percelen, waarin zich de proefplekken bevinden, ten opzichte van de boerderij is in tabel 10 weergegeven. Het blijkt dat deze verdeling voor de graslandpercelen anders is dan voor de bouwlandpercelen. Zowel voor grasland als voor bouwland ligt de grootste concentratie in de klasse van 0,1 tot 0,5 km. Bij de volgende klassen daalt het percentage van de bouwlandpercelen geleidelijk<sup>3</sup>. De daling bij grasland is sneller maar gaat op een grotere afstand dan 1,5 km weer in een stijging over, die vooral bij jong grasland duidelijk is te zien. Het verloop bij kunstweiden is analoog aan dat bij de bouwlanden, zoals ook te verwachten is, omdat dit akkerbouwpercelen zijn die tijdelijk in gras liggen.

<sup>3</sup> De stijgingen in kolom 7 zijn een gevolg van de grotere klassebreedte.

TABEL 10. Procentuele verdeling der percelen naar afstand tot de boerderij

	Afstand tot de boerderij									Totaal					
	< 0,1 km		0,1 t/m 0,5 km		0,6 t/m 1,0 km		1,1 t/m 1,5 km		1,6 t/m 2,0 km		2,1 t/m 5,0 km		> 5,0 km		
	2	3	4	5	6	7	8	9							
Blijvend grasland . . . . .	18,3	37,7	16,0	6,5	7,0	11,2	3,2	100,0							
oud . . . . .	17,9	36,8	16,2	7,2	7,3	11,2	3,4	100,0							
jong . . . . .	20,0	43,7	15,0	2,5	5,4	11,3	2,1	100,0							
Kunstweiden . . . . .	14,6	39,0	18,4	9,6	6,3	10,2	1,9	100,0							
Totaal grasland . . . . .	18,0	37,9	16,2	6,7	7,0	11,1	3,1	100,0							
Bouwland . . . . .	16,7	35,7	21,2	8,4	6,8	9,7	1,5	100,0							

TABEL 11. Percentage bouwlandproefplekken van het totaal aantal proefplekken per afstandsklasse en per groep van gebieden

Groep van gebieden	Afstand tot de boerderij									Totaal					
	< 0,1 km		0,1 t/m 0,5 km		0,6 t/m 1,0 km		1,1 t/m 1,5 km		1,6 t/m 2,0 km		2,1 t/m 5,0 km		> 5,0 km		
	2	3	4	5	6	7	8	9							
Kleibouwstreken . . . . .	82,0	76,4	81,3	84,4	73,2	75,8	45,4	78,3							
Rivierkleigebieden . . . . .	43,3	19,8	27,7	42,9	38,1	16,3	16,7	26,8							
Weidestreken . . . . .	4,0	4,1	9,0	6,5	15,4	2,9	9,1	5,7							
Zandgebied-noord . . . . .	31,9	52,3	44,1	44,1	32,3	28,6	22,2	42,9							
Zandgebied-midden . . . . .	29,7	28,9	31,7	37,5	26,1	32,3	50,0	30,2							
Zandgebied-zuid . . . . .	41,8	60,1	66,0	65,8	46,5	48,8	33,3	55,2							
Nederland . . . . .	43,2	43,6	51,9	50,4	44,3	41,9	28,9	45,1							

Een ander beeld verkrijgen wij, indien wij per klasse het percentage bouwlandplekken van het totale aantal proefplekken beschouwen. Deze percentages, die immers een indruk geven van de verhoudingen der grasland- en bouwlandoppervlakken binnen de afstandsklassen, zijn vermeld in tabel 11. Het percentage van de bouwlandproefplekken in alle klassen in geheel Nederland tezamen is 45,1, zoals uit de onderste regel van de tabel blijkt. In de twee klassen, die het dichtst bij de boerderij liggen, is dit percentage – landelijk gezien – onder het gemiddelde. In de twee klassen van 0,6 tot en met 1,5 km is het bouwlandaandeel niet alleen groter dan gemiddeld, maar ook absoluut treft men hier meer bouwland dan grasland aan. In de verdere klassen neemt het percentage voortdurend af. Landelijk gezien vinden wij, uitgaande van de boerderij tot op een afstand van 0,5 km overwegend grasland, vervolgens een traject van 1 km, waarin het bouwland iets meer dan de helft beslaat en verderop gaat het grasland steeds meer de boventoon voeren.

Tussen de afzonderlijke gebieden, zoals deze in tabel 11 zijn samengevoegd, bestaan er grote verschillen in de percentages die het bouwland in de onderscheiden afstandsklassen inneemt. In de kleibouwstreken overheerst steeds het bouwland en alleen in de verst verwijderde klasse is iets meer dan de helft grasland. In laatstgenoemde klasse waren echter slechts 11 proefplekken opgenomen zodat het gevonden percentage weinig betrouwbaar is. De rivierkleigebieden vallen op door het relatief grote aantal bouwlandproefplekken vlak bij de boerderij, voornamelijk als gevolg van de structuur van het landschap. Verder neemt binnen de eerste kilometer het grasland verreweg het grootste gedeelte in. In de strook van 1 tot 2 km komen ongeveer 40% bouwlandproefplekken voor. Op grotere afstand omvatten de graslandproefplekken meer dan 80%. In de weidestrecken komen uiteraard weinig bouwlandproefplekken voor en de variatie in het percentage daarvan in de afstandsklassen is daardoor van geen belang. In de noordelijke zandgebieden ligt vlak bij de boerderij meer gras- dan bouwland. Tot op 1 km afstand werd iets meer bouwland dan grasland aangetroffen, terwijl het bouwlandpercentage in de verdere klassen geleidelijk afneemt. In het zandgebied van Overijssel, Gelderland en Utrecht overheerst in alle klassen het grasland, behalve bij de verst van de boerderij gelegen proefplekken. Van deze laatste is het aantal zo gering, dat aan dit percentage geen betekenis kan worden gehecht. In het zuidelijke zandgebied liggen vlak bij de boerderij voornamelijk graslandproefplekken. Tot 1,5 km van de boerderij werden meer bouwland- dan graslandproefplekken gevonden. Daarna neemt het bouwlandpercentage weer voortdurend af.

Deze uitkomsten stemmen overeen met het volgende algemene beeld der bedrijven. Vlak bij de boerderij liggen de kalver- en paardeweiden, zodat hier het grasland overheerst. Op iets grotere afstand liggen de weiden voor melkvee en – indien aanwezig – bouwland. Dit grasland neemt relatief toe en overheerst op afstanden groter dan 2 km, uiteraard met uitzondering van de zuivere akkerbouwbedrijven. De graslanden op grotere afstand zullen meer worden gebruikt voor mestvee en pinken en bovendien als hooiland. Dat de veraf gelegen percelen dikwijls als grasland in gebruik zijn, is in vele gevallen een gevolg van de structuur van het landschap. De boerderijen staan op de hogere gronden, die als bouwland gebruikt kunnen worden. Vele meer afgelegen percelen liggen lager en zijn slechts als grasland te gebruiken.

## DE BEREIKBAARHEID VAN DE PROEFPLEK

Voor iedere proefplek is de bereikbaarheid nagegaan. Deze heeft uitsluitend betrekking op de kwaliteit van de weg en niet op de lengte. Er zijn drie kwaliteitsklassen onderscheiden, namelijk goed, matig en slecht. Bij deze indeling naar kwaliteit speelt uiteraard de subjectieve mening van de beoordelaar – i.c. de veldassistent van het C.I.L.O. – een rol, vooral bij grensgevallen. Van alle proefplekken is 62% goed, 31% matig en 7% als slecht bereikbaar gekwalificeerd. Zoals blijkt uit tabel 12, waarin de procentuele verdeling der plekken voor een aantal groepen van districten is weergegeven, zijn er in de verdelingen over de klassen van bouwland en grasland over het gehele land geen grote verschillen. Bij grasland werden relatief meer slecht bereikbare proefplekken aangetroffen dan bij bouwland en iets minder matig bereikbare. Van de kunstweiden is een groot gedeelte matig bereikbaar, hetgeen voornamelijk wordt ver-

TABEL 12. Procentuele verdeling der proefplekken naar bereikbaarheid. (Getallen tussen haakjes hebben betrekking op zeer kleine aantallen proefplekken).

Gebied en gebruik	Bereikbaarheid		
	goed	matig	slecht
<b>Kleibouwstreken</b>			
Bouwland . . . . .	71	24	5
blijvend grasland . . . . .	61	36	3
kunstweiden . . . . .	74	13	13
<b>Rivierkleistreken</b>			
bouwland . . . . .	59	31	10
blijvend grasland . . . . .	55	29	16
kunstweiden . . . . .	(100)	–	–
<b>Weidestreken</b>			
bouwland . . . . .	55	37	8
blijvend grasland . . . . .	64	26	10
kunstweiden . . . . .	(60)	(40)	–
<b>Zandgebied-noord<sup>1</sup></b>			
bouwland . . . . .	18	81	1
blijvend grasland . . . . .	42	54	4
kunstweiden . . . . .	7	93	–
<b>Zandgebied-midden</b>			
bouwland . . . . .	96	2	2
blijvend grasland . . . . .	90	9	1
kunstweiden . . . . .	(86)	(14)	–
<b>Zandgebied-zuid</b>			
bouwland . . . . .	63	28	9
blijvend grasland . . . . .	50	31	19
kunstweiden . . . . .	72	16	12
<b>Nederland . . . . .</b>	<b>62</b>	<b>31</b>	<b>7</b>
bouwland . . . . .	62	33	5
blijvend grasland . . . . .	63	28	9
kunstweiden . . . . .	54	40	6

<sup>1</sup> Inclusief de veenkoloniën

oorzaakt door de plekken in het noordelijk zandgebied en vooral in de veenkoloniën.

Bij vergelijking van de onderscheiden gebieden blijken er vrij veel verschillen te bestaan. In de kleibouwstreken blijken de bouwlandplekken in overheersende mate een goede verbinding met de boerderij te bezitten. Een verdergaande splitsing naar gebied doet zien, dat in het Groningse zeekleigebied relatief veel als slecht bereikbaar beschouwde bouwlandproefplekken voorkomen (22 %) en dat daarnaast nog 46 % als matig bereikbaar werd beoordeeld. Deze hoge percentages worden sterk beïnvloed door de toestand in het Oldambt. In de Friese en de westelijke bouwstreken werd de toestand van de wegen als veel beter beschouwd. Bij de graslandproefplekken is de toestand in de kleibouwstreken ongeveer gelijk aan die gemiddeld in het gehele land, met zeer weinig slecht bereikbare plekken. De weg naar de kunstweiden is hier overwegend als goed beoordeeld.

De rivierkleistreken bezitten zowel voor bouwland als voor grasland relatief veel slechte verbindingswegen en minder goede dan gemiddeld in het gehele land voorkomen. In de weidestreken zijn bij grasland de verhoudingen nagenoeg gelijk aan die van het gehele land. De bouwlandproefplekken zijn iets minder goed bereikbaar dan gemiddeld. Gezien het geringe aantal van deze proefplekken is dit verschil van weinig belang.

Ten aanzien van de bereikbaarheid zijn de drie zandgebieden sterk verschillend. In de noordelijke gebieden overheersen de matig bereikbare. Slechte verbindingswegen komen hier echter weinig voor. Het overwegen der matige bereikbaarheid is bij de graslandproefplekken minder uitgesproken dan bij bouwland en kunstweiden. Dit beeld wordt sterk beïnvloed door de toestand in de veenkoloniën. In het zandgebied van Midden-Nederland komen vrijwel alleen goede verbindingswegen voor. Hier speelt waarschijnlijk de in het landschap verspreide ligging der boerderijen, die in dit gebied veel voorkomt, een rol. Op de zuidelijke zandgronden blijkt de bereikbaarheid van de bouwlandproefplekken de gemiddelde verdeling te bezitten. Bij grasland komen meer slechte verbindingswegen voor tegenover minder goede. Van de kunstweideplekken zijn er zowel meer goed als meer slecht bereikbaar dan in het gehele land.

#### HET GEBRUIK VAN GRASLAND

In tabel 13 is een overzicht gegeven van de wijze waarop de in 1950 in het onderzoek betrokken percelen met blijvend grasland vóór 1950 werden gebruikt. Dit overzicht is gemaakt uit opgaven van de boeren. Er blijkt dat een groot gedeelte (39 %) alleen werd beweid. De daarop in grootte volgende groep is die van de wisselweiden (29 %). Hieronder bevindt zich ieder jaar een aantal dat in dat jaar alleen beweid wordt. In 1950 vormde het totale aantal alleen beweidde percelen ongeveer 50%. [27] Hieruit volgt dat van de wisselweiden ongeveer een derde deel in dat jaar uitsluitend werd beweid. Uitsluitend hooien of maaien voor stalvoer kwam sporadisch voor (tezamen minder dan 1 % van de percelen). In 23 % der gevallen werd hooien met naweiden opgegeven en in 8 % hooien met voor- en naweiden. Tezamen vormt dus de groep hooien en weiden 31 % van de gevallen. Uit in 1947 door het C.B.S.<sup>4</sup> verzamelde gegevens

<sup>4</sup> Afgeleid uit: *Uitkomsten der inventarisatie van land- en tuinbouw* (C.B.S.) 1947

TABEL 13. Procentuele verdeling van de gebruikswijze van het grasland vóór 1950

District	Hooien	Hooien en na-weiden	Hooien en voor- en na-weiden	Wissel-weiden	Maaien voor stalvoer	Steeds weiden	Totaal (Aantal)
1	2	3	4	5	6	7	8
Kleibouwstreek Groningen . . .	—	10,0	—	40,0	—	50,0	10
Kleibouwstreek Friesland . . .	—	40,8	—	29,6	—	29,6	27
N.O.P. . . . . . . . . . . . . . . .	—	—	—	11,1	—	88,9	9
Westelijke bouwstreek . . . . .	—	4,6	2,3	43,7	—	49,4	87
IJsselstreek Lijmers . . . . .	—	7,5	2,5	65,0	—	25,0	40
Rijn, Waal, Maas . . . . .	—	19,6	1,3	22,9	—	56,2	153
Kleiweide-noord . . . . .	—	23,2	15,9	31,7	2,4	26,8	82
Kleiweide-west . . . . .	—	17,5	6,8	30,1	—	45,6	103
Veenweide-noord . . . . .	2,6	46,2	17,9	6,8	0,9	25,6	117
Veenweide-west . . . . .	0,8	20,0	5,6	36,0	—	37,6	125
Weidegebied Overijssel . . . . .	—	38,2	7,3	20,0	—	34,5	55
Veenkoloniën . . . . .	—	28,6	28,6	14,2	—	28,6	7
Zandgrond Drente, Westerwolde	0,9	40,2	5,6	13,1	—	40,2	107
Woudstreken . . . . .	1,8	39,1	22,6	19,1	0,9	16,5	115
Zandgrond-oost . . . . .	—	17,8	5,9	51,1	—	25,2	135
Zandgrond-centraal . . . . .	1,4	19,7	5,7	36,6	—	36,6	71
Zandgrond-zuid . . . . .	0,5	11,1	2,8	22,8	—	62,8	180
Loessgebied . . . . .	—	40,0	—	20,0	—	40,0	5
Duinzandgebied . . . . .	—	20,0	—	60,0	—	20,0	15
Texel en Wieringen . . . . .	—	—	—	33,3	—	66,7	6
Nederland: Aantal . . . . .	9	339	108	419	4	571	1449
Percentage . . . . .	0,6	23,4	7,4	28,9	0,3	39,4	100,0

volgt: hooien 2%, hooien met naweiden 26%, wisselend gebruik 26% en uitsluitend weiden 46%. Voor zover de indelingen vergelijkbaar zijn, schijnt er een afneming van het percentage der uitsluitend beweede percelen te hebben plaatsgevonden, ten gevolge waarvan de andere percentages iets zijn gestegen.

Van de afzonderlijke gebieden vallen de zuidelijke zandgronden, de rivierklei van Rijn, Maas en Waal en de westelijke bouwstreek op, doordat daar op de helft of meer dan de helft van de graslandpercelen uitsluitend wordt geweid. In de overige zandgebieden en de weidestreken is dit in mindere mate het geval. Het wisselend gebruik overheerst in het oostelijke zandgebied en heeft een groot aandeel in de weidepercelen van de westelijke bouwstreek. Het hooien en weiden heeft op de grootste groep percelen plaats in het noordelijke veenweidegebied, op de zandgronden van Drente en de Friese woudstreek.

#### DE VERDELING DER RASSEN

Teneinde nog in een ander opzicht een indruk van de representativiteit van het materiaal te verkrijgen is, voor enkele gewassen — namelijk haver en winter tarwe — de



verdeling der in 1950 gebruikte rassen op de proefplekken nagegaan. In tabel 14 zijn de resultaten hiervan vermeld, naast de uit andere bron<sup>5</sup> bekende gegevens omtrent de procentuele verdeling der met de verschillende rassen bezaaide arealen. Het blijkt dat voor beide hier beschouwde gewassen een goede representativiteit ten aanzien van de verdeling der rassen over het gehele land bestaat.

TABEL 14. Procentuele verdeling der in Nederland verbouwde rassen van haver en winter tarwe in 1950

Haverras	Volgens het P.N.O.	Volgens de rassenlijst 1951	Wintertarwas	Volgens het P.N.O.	Volgens de rassenlijst 1951
1	2	3	4	5	6
Marne . . . . .	37	37	Alba . . . . .	47	49
Adelaar . . . . .	22	24	Staring . . . . .	31	26
Gouden regen II . .	12	6	Carsten's V . . . .	5	8
Zonne II . . . . .	10	13	Mendel . . . . .	4	4
Zege . . . . .	6	6	Lovink . . . . .	3	3
Binder . . . . .	6	5	Juliana . . . . .	3	6
Zwarte president . .	3	3	Titan . . . . .	3	1
Diverse rassen . . .	4	6	Elisabeth . . . . .	1	1
			Diverse rassen . . .	3	2
Aantal percelen . .	179			142	

#### DE REPRESENTATIVITEIT DER UITKOMSTEN

Uit de in dit hoofdstuk vermelde algemene gegevens omtrent proefplekken en bedrijven blijkt dat het totale materiaal ten aanzien van de meeste facetten waarvan ook uit andere bron gegevens beschikbaar zijn – geografische aspecten, verspreiding over de grondsoorten, gemiddelde bedrijfsgrootte, aard der bedrijven, verdeling der rassen van tarwe en haver in 1950 – als representatief kan worden beschouwd. Op grond hiervan mag worden verondersteld, dat dit materiaal ook ten opzichte van facetten, waarvoor geen vergelijkbare verdelingen bekend zijn, als representatief kan gelden. Dit kan worden aangenomen als de gegevens betrekking hebben op geheel Nederland of op de in het onderzoek beschouwde districten, waarin de proefplekken in voldoende aantal aanwezig zijn. Niet mag worden aangenomen dat er ook nog representativiteit bestaat ten opzichte van kleinere gebieden, b.v. een onderdeel van een district. Conclusies die betrekking zouden hebben op een dergelijk gebied, kunnen alleen betrouwbaar zijn indien zij nog op andere wijze worden bevestigd.

<sup>5</sup> Beschrijvende rassenlijst voor landbouwgewassen 1951 blz. 262 resp. 258.

### III. INLEIDING TOT DE GEBRUIKTE METHODE VAN WISKUNDIGE BEWERKING (MULTIPELE FACTORANALYSE)

De wiskundige bewerking der gegevens heeft ten doel de relaties op te sporen tussen de opbrengst en de vele daarop invloed uitoefenende factoren. De klassieke methode zou bestaan uit het berekenen van regressievergelijkingen, waarmee de opbrengst wordt „verklaard” uit de factoren die in de berekening zijn opgenomen. Door het grote aantal factoren, waarvan bij het P.N.O. gegevens zijn verzameld, zou de berekening van deze regressievergelijkingen zeer omvangrijk worden. Het beeld dat wij op grond van een dergelijke regressieberekening van de invloed der afzonderlijke factoren zouden verkrijgen, wordt bovendien in hoge mate onduidelijk ten gevolge van de onderlinge correlaties tussen de verklarende factoren. Voorts zouden ongetwijfeld vele der in de vergelijkingen voorkomende coëfficiënten niet significant blijken te zijn, waardoor het resultaat grotendeels waardeloos wordt.

Er moest dus een andere wijze van bewerken worden gevolgd om inzicht te verkrijgen in de samenhang der factoren, waaronder ook de opbrengst voorkomt. Hiertoe is gebruik gemaakt van de methode der multipele factoranalyse [13]. Deze methode is door THURSTONE ontwikkeld naar aanleiding van onderzoekingen op het gebied der psychologie, waar hij op analoge problemen met vele factoren stuitte.

Zonder in te gaan op de rekentechnische zijde van deze methode (zie hoofdstuk V), zullen wij trachten in het volgende een beeld te geven van het wezen hiervan. Hiertoe leent zich het beste een beschouwingswijze, die gebruik maakt van meetkundige begrippen en redeneringen. Meetkundig beschouwd komt de werkwijze op het volgende neer:

De gezamenlijke numerieke gegevens, die betrekking hebben op een zelfde proefplek, kunnen worden opgevat als coördinaten van een punt in een ruimte van de dimensie gelijk aan het aantal der beschouwde factoren, analoog aan het in fig. 3 weergegeven driedimensionale geval.

De punten van alle proefplekken tezamen vormen een puntenwolk, waarvan de vorm wordt bepaald door de grootte der verschillen, die de afzonderlijke factoren vertonen. Ter vereenvoudiging worden niet de waarden van de factoren zelf, maar de afwijkingen van het gemiddelde uitgezet en als eenheden, waarin de factoren worden uitgedrukt, worden de standaardafwijkingen genomen. Door deze keuze van eenheden is dus de standaardafwijking van iedere factor en ook zijn variantie gelijk aan 1. De oorsprong van het coördinatenstelsel is het zwaartepunt van de puntenwolk.

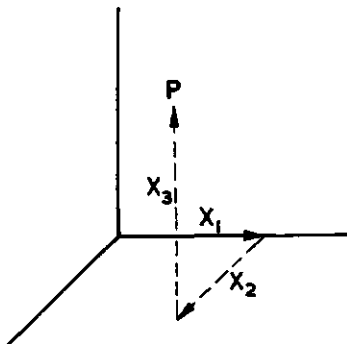
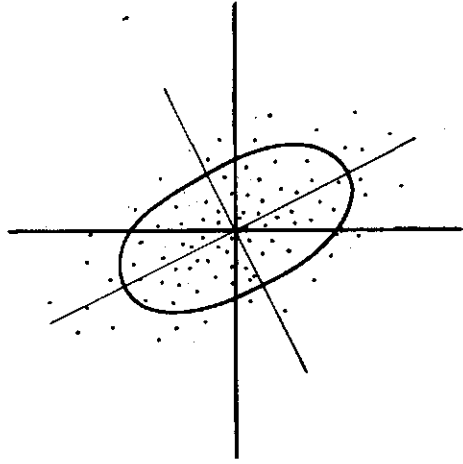


FIG. 3

FIG. 4

Nu brengen wij een hyperellipsoïde aan, die zo goed mogelijk bij de vorm van de wolk past, op de wijze zoals in fig. 4 voor het tweedimensionale geval is aangeduid. Het centrum van deze hyperellipsoïde valt samen met de oorsprong van het assenstelsel. De hoofdasen van een ellipsoïde staan, zoals bekend is, onderling loodrecht op elkander. Zij vormen tezamen dus een figuur, die congruent is met het oorspronkelijke assenstelsel en beide bezitten dezelfde oorsprong. Deze figuren kunnen dus door draaiing in elkander overgaan.



Wij bepalen nu van de hyperellipsoïde de hoofdasrichtingen, te beginnen met de langste. Deze as reduceren wij, d.w.z. de invloeden der factoren worden geëlimineerd voor zover zij deze as bepalen. Anders gezegd, wij projecteren de puntenwolk en de ellipsoïde evenwijdig aan de gevonden langste as op de ruimte die in het centrum loodrecht staat op de beschouwde as. De hoofdasrichtingen van de resterende hyperellipsoïde – van welke de dimensie één lager is, dan die waarvan wij zijn uitgegaan – zijn dezelfde als die van de oorspronkelijke; uiteraard zonder de gereduceerde as. De langste as van de rest-hyperellipsoïde wordt nu opgespoord en gereduceerd, waarna evenzo de derde en volgende assen worden behandeld. Gaandeweg komt er steeds minder verschil tussen de overschietende assen, zodat de resterende ellipsoïden vrijwel een (hyper)sferische vorm bezitten. In dat stadium heeft het weinig zin nog naar de langste as te zoeken; de resterende puntenwolk is dan niet meer duidelijk in een bepaalde richting gerekt en er zijn ook geen bepaalde richtende factoren meer aan te geven.

Beschouwen wij nu de ligging van de eerst gevonden langste as. Uit de stand van deze as ten opzichte van de oorspronkelijke coördinaatassen blijkt, in welke mate iedere factor invloed op deze ligging uitoefent. De invloed van iedere factor wordt weergegeven door de projectie van de eenheid van de langs de desbetreffende coördinaatassen afgezette factor op de langste as der ellipsoïde, m.a.w. door de cosinus van de hoek tussen de coördinaatassen en de langste as. De invloeden der factoren tezamen bepalen dus de stand van de langste as ten opzichte van het oorspronkelijke assenstelsel. De getallen, die de grootte der invloeden van de afzonderlijke factoren aangeven, vormen een *samenhangend complex of aspect*<sup>6</sup>. Het woord samenhangend dat hier wordt gebruikt, behoeft niet noodzakelijk op een verband te wijzen, maar duidt slechts op een gelijktijdig optreden van de door de desbetreffende factoren veroorzaakte verschijnselen. Op overeenkomstige wijze bepalen de factoren de stand van de tweede as en dit

<sup>6</sup> De naam *aspect* is voorgesteld door dr. ir. G. HAMMING.

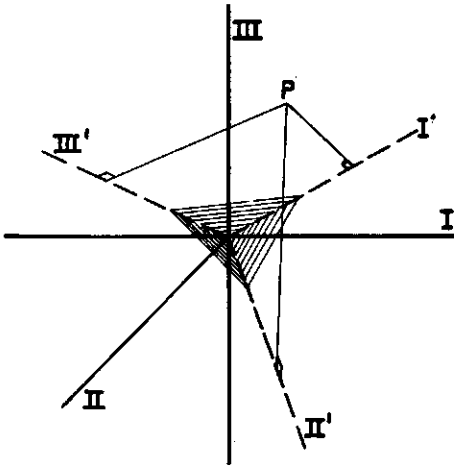


FIG. 5

geeft aanleiding tot het ontstaan van een tweede aspect. Zo voortgaande zouden wij evenveel aspecten kunnen vinden als de hyperellipsoïde assen bezitten; dus maximaal een aantal gelijk aan de dimensie van de ruimte. Al ware dit praktisch uitvoerbaar, dan zouden toch de aspecten, behorende bij de kortere assen, van weinig of geen belang zijn. Dit zou ook blijken uit de zeer kleine projecties, die worden verkregen indien de eenheden op de coördinaatassen worden geprojecteerd op deze assen der ellipsoïde.

Dit laatste wil zeggen, dat deze factoren met slechts een zeer klein gedeelte van hun varianties (de eenheid was immers de standaardafwijking!) aan het bij de as behorende aspect deelnemen. Deze latere assen en hun aspecten kunnen worden verwaarloosd, zodat kan worden volstaan met het zoeken van een beperkt aantal der opeenvolgende lange assen. Hierdoor worden de werkzaamheden uiteraard sterk beperkt. Uit het cijfermateriaal dat de opeenvolgende restellipsoïden bepaalt, blijkt tijdens de berekeningen in hoeverre het nog zin heeft verdere aspecten te onderzoeken.

Nadat aldus een aantal van bij voorbeeld  $p$  hoofdasen van de hyperellipsoïde is bepaald, kunnen wij ertoe overgaan deze als een nieuw stelsel van  $p$  onderling loodrechte coördinaatassen te beschouwen (vergelijk fig. 5, waarin een driedimensionaal geval is geschetst). Ten opzichte van dit nieuwe stelsel kan een punt slechts  $p$  coördinaten hebben, m.a.w. ten opzichte van dit stelsel is slechts een  $p$ -dimensionale ruimte bepaald. Iedere as van het oorspronkelijke stelsel, waarlangs een bepaalde factor werd afgezet, is nu gedeeltelijk vastgelegd door de cosinussen van de ingesloten hoeken met de  $p$  nieuwe assen. De waarden van deze cosinussen geeft men ook de naam *gewichten*. De som der kwadraten van de cosinussen der hoeken met alle in de oorspronkelijke ruimte mogelijke onderling loodrechte assen is gelijk aan 1. Nu hebben wij slechts  $p$  van alle mogelijke assen genomen. De som van de kwadraten der cosinussen van de hoeken met deze selectie van assen geeft aan in hoeverre de desbetreffende factor meespeelt in de aspecten behorende bij de genomen keuze van  $p$  assen. M.a.w. deze som geeft aan in hoeverre de variantie van deze factor samenhangt met de andere factoren in de aspecten. Beschouwen wij in het bijzonder één enkel aspect, dan geeft het kwadraat van het gewicht van een factor in dat aspect aan welk deel van de variantie van deze factor in het aspect optreedt.

Wij denken ons nu op iedere oorspronkelijke coördinaatas de eenheid uitgezet en daarna dit stel van onderling loodrechte eenheidsfactoren geprojecteerd op de  $p$ -dimensionale ruimte. Iedere eenheidsvector gaat dan over in een andere vector en het stel projecties staat in het algemeen niet meer onderling loodrecht op elkander. De

correlatiecoëfficiënt tussen twee factoren is nu, voor zover het verband in de  $p$  aspecten tot uiting komt, evenredig met het produkt van de lengten der bijbehorende projecties en de cosinus van de ingesloten hoek. De figuur van twee projecties en de ingesloten hoek is alleen afhankelijk van de stand van de  $p$ -dimensionale ruimte, maar onafhankelijk van de stand van het assenstelsel in die ruimte. Dit assenstelsel kan dus op iedere gewenste manier om de oorsprong worden gedraaid (fig. 5), zonder dat daardoor de onderlinge correlaties der factoren worden beïnvloed. Hiervan kan gebruik worden gemaakt indien wij een bepaalde factor – b.v. de opbrengst – in het bijzonder willen beschouwen in zijn relaties met de overige factoren. Wij draaien ons stelsel van  $p$  onderling loodrechte assen zodanig, dat één der assen samenvalt met de projectie van de opbrengstas in de  $p$ -dimensionale ruimte. De stand van deze nieuwe as wordt bepaald door de gewichten van de opbrengst in de gevonden  $p$  aspecten. Door de draaiing van onze  $p$  assen veranderen de coördinaten van de projecties van de uiteinden der oorspronkelijke eenheidsvectoren en dientengevolge de waarden die in de  $p$  aspecten voorkomen. De lengte der projecties veranderen niet en dus ook niet de som der kwadraten van de bij een factor behorende gewichten. Het door de draaiing veranderde aspect, waarin de in het bijzonder beschouwde factor – *de richtfactor* – maximaal voorkomt, noemen wij het *hoofdaspect voor deze factor*. Wij spreken dus b.v. over het hoofdaspect voor de opbrengst.

De nieuwe coördinaten langs de richtende as van het stelsel geven voor iedere andere factor de waarde aan van de samenhang met de richtfactor, welke langs die as loopt. Het teken geeft aan of dit een positieve dan wel een negatieve samenhang is. Het kwadraat van het gewicht van de richtfactor in zijn hoofdaspect geeft aan in hoeverre de variantie van de desbetreffende factor samenhangt met de in aanmerking genomen factoren. Ten opzichte van de overige assen heeft de richtfactor coördinaten, die alle nul zijn. De samenhang met vele der factoren afzonderlijk – de kwadraten der overeenkomstige coördinaten na de draaiing geven aan welk deel der variantie een aandeel in het hoofdaspect levert – is meestal zo gering, dat zij als toevallig kunnen worden beschouwd en dus te verwaarlozen zijn. Indien wij hierbij een grens stellen en alleen de hogere waarden als van belang beschouwen, hebben wij hiermee een middel om de belangrijke factoren te onderscheiden van de overige. Wij houden dan een aantal belangrijke factoren over, die met de richtfactor samenhangen en eventueel dus kunnen dienen om deze te verklaren. Dit aantal is gewoonlijk aanmerkelijk kleiner dan het oorspronkelijke aantal factoren.

Een visueel beeld van de samenhang der factoren wordt verkregen indien wij twee aspecten zodanig op een rechthoekig assenstelsel afbeelden, dat de bij een zelfde factor behorende gewichten als coördinaten worden opgevat. Iedere factor wordt dan weergegeven door een punt, dat wij verbinden met de oorsprong van het assenstelsel. Als voorbeeld worden in de figuren 6 en 7 stralenwaaiers weergegeven, respectievelijk voor haver in 1950 en voor oud grasland in 1952. Hieruit blijkt tevens dat factoren, die in het hoofdaspect voor de opbrengst onbelangrijk zijn, in andere aspecten wel degelijk blijken samen te hangen met andere factoren. Bij voorbeeld blijkt in het tweede aspect, dat voor de figuren werd gebruikt, een sterke samenhang tussen de waterstanden in de verschillende kwartalen. Omdat onze belangstelling in hoofdzaak uit-

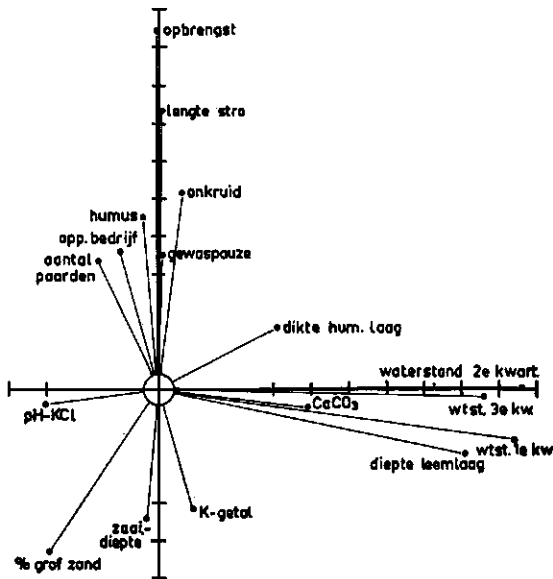


FIG. 6.  
Grafische voorstelling van het samengaan van de belangrijkste factoren in het hoofdaspect voor de opbrengst bij haver op zand (1951)

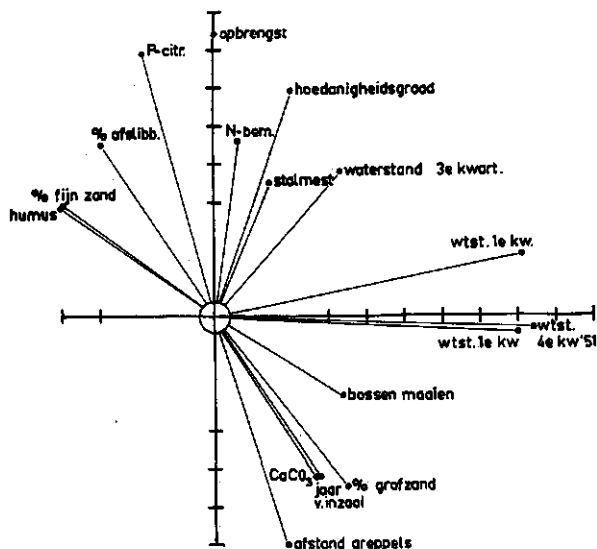
gaat naar de factoren, die de opbrengst kunnen beïnvloeden, beperken wij ons in het volgende tot de hoofdaspecten voor de opbrengst.

In de zo verkregen stralenwaaiers geven de hoeken tussen twee stralen een aanwijzing omtrent de enkelvoudige correlatie tussen de bijbehorende factoren. Van deze soort tweedimensionale figuren zijn er evenveel te maken als er paren van aspecten zijn aan te wijzen. Dit zijn steeds projecties van de in de meerdimensionale afbeelding voorkomende stralenstelsels, die worden verkregen door per factor de gewichten in alle aspecten door een punt af te beelden. Indien wij slechts interesse hebben voor één richtfactor, dan kan worden volstaan met de tweedimensionale figuur van het desbetreffende hoofdaspect en een willekeurig ander aspect.

In deze figuren zijn onmiddellijk de onderling samenhangende factoren af te lezen. Twee vectoren, behorende bij niet samenhangende factoren, staan loodrecht op elkander. Hoe kleiner de hoek tussen twee vectoren is, hoe meer ze samengaan. Aan de andere kant is de samenhang ook gering indien de vectoren een geringe lengte hebben. De enkelvoudige correlatiecoëfficiënt is immers evenredig met het produkt van de lengten der vectoren en de cosinus van de ingesloten hoek. In de figuur overzien wij dus het geheel van de samenhangen met de richtfactoren, die in het materiaal voorkomen en tevens in hoeverre daarbij iedere factor betrokken is.

Bij de interpretatie van de gevonden aspecten is het noodzakelijk zich strikt te beperken tot wat de cijfers, c.q. de figuren, laten zien en moeten wij trachten hiervan een landbouwkundige verklaring te geven. Indien wij een hoofdaspect voor b.v. de opbrengst beschouwen, dan geeft ons dit van de overige factoren niet anders dan de samenhangen met de opbrengst. Voor de onderlinge samenhang van de overige factoren geeft het hoofdaspect voor de opbrengst slechts gedeeltelijk aanwijzingen. Wil men de samen-

FIG. 7.  
Grafische voorstelling van het samengaan van de belangrijkste factoren in het hoofdaspect voor de opbrengst bij oud grasland op veen (1952)



hang van twee willekeurige factoren nagaan, dan moet men het hoofdaspect van één van deze factoren opsporen, of de lengten en de ingesloten hoek van de met deze factoren overeenkomende vectoren in de p-dimensionale ruimte bepalen.

De samenhang tussen twee factoren, voor zover deze uit de beschouwde aspecten blijkt, wordt in een getal – de correlatiecoëfficiënt – uitgedrukt<sup>7</sup>. Deze correlatiecoëfficiënten geven niet de correlatie aan tussen de oorspronkelijke reeksen, die bij de twee factoren behoren, maar die tussen de op de p-dimensionale ruimte geprojecteerde waarden van deze reeksen. Indien echter het aantal der berekende aspecten zo groot is dat slechts een klein deel van de variantie van de beschouwde factoren in eventueel

<sup>7</sup> Deze correlatiecoëfficiënt is te berekenen door het sommeren van de produkten der bij de factoren behorende overeenkomstige gewichten twee aan twee, waardoor het zg. inwendige produkt (a.b) der desbetreffende rijvectoren wordt verkregen b.v.:

factor	aspect				
	I	II	III	...	P
X	$a_1$	$a_2$	$a_3$	...	$a_p$
Y	$b_1$	$b_2$	$b_3$	...	$b_p$

De correlatiecoëfficiënt is nu:

$$a.b = \sum_{i=1}^p a_i b_i$$

Deze uitdrukking is invariant bij orthogonale draaiing van de assen.

verdere aspecten kan voorkomen, dan geven deze waarden een redelijke benadering van de correlatiecoëfficiënt van de oorspronkelijke reeksen.

Door middel van de multiële factoranalyse, zoals deze in het voorgaande werd uiteengezet, is een onderscheiding te maken tussen voor de opbrengst belangrijke en onbelangrijke factoren. Getracht kan nu worden door middel van regressieberekening het verband tussen de opbrengst en de daarvoor belangrijke factoren nader numeriek te bepalen. Om te voorkomen, dat twee onderling sterk gecorreleerde factoren in de berekening worden opgenomen, moet wederom een schifting van alle belangrijke met de opbrengst samenhangende factoren plaatsvinden. Hiertoe leent zich in principe de zg. bunchmapmethode, welke is ontwikkeld door de Noorse econometrist FRISCH [9, 14]. Door een systematische bewerking worden de factoren onderscheiden in nuttige – d.w.z. factoren die aanleiding geven tot betere „verklaringen” – en schadelijke factoren. De laatstgenoemde moeten bij de verdere bewerkingen buiten beschouwing worden gelaten. Een bezwaar van deze methode is, dat het totale aantal factoren – i.c. inclusief de opbrengst – niet groot mag zijn, wil men het werk binnen redelijke grenzen houden. Een totaal aantal van vijf factoren moet wel als het maximum worden beschouwd. Daar – zoals zal blijken – het aantal in aanmerking komende factoren bij het produktieniveauonderzoek in de regel toch nog veel groter is, wordt het toepassen van de methode der bunchmaps praktisch onmogelijk.

Om deze reden is hier niet geprobeerd verder te gaan dan het vaststellen van de uitkomsten der multiële factoranalyse. In het volgende hoofdstuk is nagegaan in hoeverre de gevonden resultaten een landbouwkundige verklaring kunnen hebben.



## IV. ENIGE RESULTATEN VAN DE FACTOR-ANALYSE EN LANDBOUWKUNDIGE INTERPRETATIE DER UITKOMSTEN

### GRASLAND

#### DE BEPALING DER PRODUKTIECIJFERS

De produktiecijfers die in de twee jaren 1951 en 1952 in de berekeningen zijn opgenomen, zijn schattingen van de gemiddelde opbrengsten over een reeks van jaren. Het zijn dus geen schattingen van de opbrengst in het jaar zelf. Deze reeks van jaren was voor 1952 één jaar langer dan voor 1951, zodat de gemiddelde produktiecijfers in beide jaren niet dezelfde zijn. Als basis voor de taxatie van de produktiecijfers der graslandproefplekken zijn de opbrengstveldjes van de serie CI 203 genomen, en wel van die veldjes waarvan in de meeste gevallen de bruto droge-stofproductie vanaf 1946 bekend was. Deze opbrengst werd bepaald aan de hand van 5 à 6 sneden, welke om de vijf weken worden gemaaid. Op al deze veldjes werd in het jaar van waarneming een zelfde standaardbemesting gegeven. Door het gehele land werd op ca. 300 proefplekken door 2 taxateurs, die de opbrengstveldjes van de serie CI 203 zeer goed kenden, een vergelijking gemaakt tussen de proefplekken en de opbrengstveldjes. Van elke proefplek werd aangegeven met welk opbrengstveldje de meeste overeenkomst bestond, waarna een correctie in negatieve of positieve zin op de desbetreffende opbrengst werd toegepast.

Wij hebben hier gebruik moeten maken van de op de beschreven wijze geschatte produktiecijfers, omdat het technisch niet mogelijk was iedere proefplek regelmatig afzonderlijk te maaien. Doordat de opbrengstcijfers gemiddelden van een aantal jaren voorstellen en dus niet betrekking hebben op het jaar zelf, is het ook niet mogelijk hier verbanden met factoren die in de afzonderlijke jaren optreden, zoals gegeven bemestingen, weersomstandigheden e.d., te vinden.

Ter controle werd de methode van opbrengstschatting op opbrengstveldjes toegepast, die door andere diensten, in verband met streekonderzoekingen waren aangelegd. Uit de correlatie van de schattingen en de gemaaide opbrengst bleek dat deze methode van schatten verantwoord was (FERRARI [7]).

De bovengenoemde ca. 300 proefplekken lagen regelmatig verdeeld over de 6 districten van de veldassistenten, die met het verzamelen der P.N.O.-gegevens waren belast.

Deze proefplekken omvatten ook alle voorkomende typen grasland. In elk district had de veldassistent dus de beschikking over ca. 50 proefplekken, waarvan op landelijk niveau de opbrengst geschat was op de hierboven omschreven wijze.

Elke assistent gebruikte deze ca. 50 proefplekken als standaardplekken om daarmede de overige proefplekken te vergelijken. Hiervoor werden de proefplekken in 1952 twee keer bezocht nl. in de perioden april-mei en medio juni-medio augustus en in het vroege voorjaar van 1953 nog eens. Toen was echter de bewerking van het materiaal over 1950 reeds zover gevorderd dat deze opbrengstcijfers niet meer in de

factoranalyse waren op te nemen. De taxatiecijfers werden aan de hand van de opbrengsten van CI 203 voor het jaar 1951 herleid tot een gemiddelde opbrengst in kg droge stof over de jaren 1946 t/m 1951 en voor 1952 tot een gemiddelde over de jaren 1946 t/m 1952.

#### DE HOOFDASPECTEN VOOR HET PRODUKTIECIJFER

De factoren die een sterke samenhang met de produktiecijfers der oude graslanden vertonen, worden aangewezen doordat deze in de hoofdaspecten voor het produktiecijfer met hoge getallen voorkomen. Doordat de produktiecijfers in 1950 ontbraken, is het niet mogelijk voor dat jaar de benodigde hoofdaspecten te verkrijgen. Voor 1951 en 1952 zijn de hoofdaspecten voor het produktiecijfer in tabel 15 vermeld

TABEL 15. De belangrijkste factoren die in de hoofdaspecten voor het produktiecijfer van oud grasland over 1951 en 1952 voorkomen. (De gewichten zijn met 100 vermenigvuldigd).

Factor	Grasland ouder dan 10 jaar									
	Zeeklei		Klei op veen		Rivierklei		Veen		Zandgrond	
	1951	1952	1951	1952	1951	1952	1951	1952	1951	1952
Produktiecijfer . . . . .	80	83	89	-	70	80	78	73	75	82
Hoedanigheidsgraad . . . . .	53	51	67	-	18	68	66	59	75	79
Oppervlakte bedrijf . . . . .	9	6	15	-	6	28	20	23	35	22
Percentage grasland . . . . .	-42	-13	32	-	-20	41	49	28	-13	20
Veebezetting per ha . . . . .	20	15	24	-	56	21	20	9	1	0
Afstand tot boerderij . . . . .	-36	-49	-67	-	-52	-60	-33	7	-30	-28
Bereikbaarheid . . . . .	-36	-40	-41	-	-51	-31	-27	-19	-10	12
Jaar van inzaai . . . . .	-33	27	23	-	-44	-30	-3	-42	-37	-13
Afstand van de greppels . . . . .	9	1	29	-	9	-26	-11	-60	-16	2
Hoeveelheid N . . . . .	45	1	41	-	37	14	2	46	35	22
Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> . . . . .	20	-12	19	-	-6	-21	-15	4	15	9
Hoeveelheid K <sub>2</sub> O . . . . .	47	-3	24	-	27	9	-8	26	28	25
Hoeveelheid stalmest . . . . .	15	-1	42	-	30	24	37	35	13	42
Hoeveelheid gier . . . . .	44	22	20	-	10	-4	13	7	14	-2
Grondwaterstand 3e kwartaal . . . . .	12	12	10	-	10	-11	4	38	-28	-46
pH-KCl . . . . .	37	30	7	-	41	7	34	28	15	10
Humusgehalte . . . . .	-26	-27	5	-	-7	24	18	29	14	32
CaCO <sub>3</sub> . . . . .	34	29	-2	-	18	-4	-	-42	7	-10
P-citroenzuurbijcijfer . . . . .	20	8	31	-	41	54	54	69	6	16
K-gehalte . . . . .	17	35	53	-	23	67	29	17	-	-
Mg-gehalte . . . . .	-	-	-	-	-	-	-	-	35	32
Grof-zandgehalte . . . . .	38	31	37	-	17	20	-28	-45	-16	-21
Fijn-zandgehalte . . . . .	42	18	3	-	37	18	13	29	6	26
Afslibbaar . . . . .	-44	-41	-38	-	18	-19	48	45	20	30
Kalitoestand . . . . .	-	47	-	-	-	69	-	20	23	2
Mestflatten spreiden . . . . .	24	26	5	-	41	53	28	23	12	40
Aantal proefplekken . . . . .	250	330	122	-	204	252	314	252	354	320

voor die factoren, welke minstens één keer een gewicht van 0,30 of meer bezitten. Gemakshalve zijn in de tabellen de gewichten steeds met 100 vermenigvuldigd.

Uit de gewichten die het produktiecijfer zelf krijgt, blijkt dat de variantie hiervan voor 50 tot 80 procent samenhangt met de beschouwde factoren. Het produktiecijfer kan dus voor dit gedeelte worden „verklaard”, d.w.z. er zouden regressievergelijkingen kunnen worden opgesteld met het produktiecijfer als afhankelijk veranderlijke. De correlatie-index is dan bij benadering gelijk aan het gewicht van het produktiecijfer in het hoofdaspect voor het produktiecijfer. Het zou niet noodzakelijk zijn alle factoren van het hoofdaspect in de eventuele berekeningen op te nemen. Op grond van de gevonden gewichten der verschillende factoren kan een keuze worden gemaakt. Het kwadraat van een gewicht geeft immers aan welk deel van de variantie van de beschouwde factor bij de verklaring van het produktiecijfer een rol speelt. Is dit slechts een kleine fractie dan is de invloed gering en kunnen we haar verwaarlozen. Zoals reeds in het vorige hoofdstuk gezegd is, zijn geen verdere berekeningen gemaakt, maar wordt hieronder getracht de gevonden gewichten landbouwkundig te verklaren.

#### INTERPRETATIE DER GEWICHTEN IN DE HOOFDASPECTEN

Beschouwen wij de gevonden hoofdaspecten, dan blijkt dat de *hoedanigheidsgraad* op alle grondsoorten – met één uitzondering (rivierklei 1951<sup>8</sup>) – een sterke samenhang met het produktiecijfer vertoont. Gezien het veelvuldig voorkomen van deze samenhang, zal in ieder geval de hoedanigheidsgraad als verklarende factor op alle grondsoorten in aanmerking komen. Ook het teken is in overeenstemming met de verwachting die landbouwkundigen hieromtrent hebben. De hoedanigheidsgraad is echter een eigenschap van de grasmatt, die op zijn beurt met verschillende der in het onderzoek opgenomen groeifactoren samenhangt.

De *oppervlakte* van het bedrijf speelt slechts één keer een – overigens niet belangrijke – rol en kan dus verder buiten beschouwing blijven.

Het *graslandpercentage* van het bedrijf speelt wel vaker een rol; deze factor heeft echter een zo wisselend karakter – zowel wat waarde als teken betreft – dat ook zijn invloed hier als sterk toevallig moet worden beschouwd. Het negatieve teken bij zee-klei hangt misschien samen met het voorkomen van de zuivere graslandbedrijven op de zware zee-kleigronden, die ongunstiger produkties hebben dan de lichtere zee-kleigronden. Dit is in overeenstemming met het negatieve gewicht van het percentage afslibbaar materiaal van de zee-klei.

De *veebezetting* per ha grasland treedt slechts eens op met een gewicht van 0,56 (rivierklei 1951) en is dus in het algemeen van minder belang.

De *afstand tot de boerderij* blijkt in de meeste gevallen van belang en heeft dan ook het verwachte negatieve teken. Het gewicht van deze factor is het hoogste bij zee-klei, klei op veen en rivierklei. Dit zijn ook de gebieden waar men de grootste variatie in afstand aantreft. Dit laatste wordt dan veroorzaakt door een slechte verkaveling (rivierklei)

<sup>8</sup> Op deze grondsoort moest voor 1951 een nogal belangrijke correctie worden aangebracht op de hoedanigheidsgraad, die eerst in de gegevens van 1952 in rekening werd gebracht. Waarschijnlijk is dit de oorzaak van de afwijking in 1951.

of door een zeer langgerekte kavelvorm, zoals op klei op veen en een deel van de zee-klei voorkomt.

Dit zelfde geldt voor de *bereikbaarheid*, d.w.z. de kwaliteit van de weg in de genoemde gebieden. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen: goed, matig, slecht, die respectievelijk met 1, 2 en 3 werden aangeduid. Een hoog getal wijst dus op een slechte verbindingsweg, waardoor het negatieve teken van de gewichten begrijpelijk wordt. De twee laatstgenoemde factoren hangen zeer sterk samen.

De *ouderdom* van het grasland – weergegeven door middel van het jaar van inzaai – schijnt ook dikwijls in belangrijke mate tot het opbrengstaspect bij te dragen. De negatieve tekens ontstaan doordat een hoog jaartal behoort bij een betrekkelijk jong graslandperceel. De oudere graslandpercelen hebben blijkbaar hogere produktiecijfers. Dit zijn uiteraard de percelen die voor grasland het meest geschikt zijn.

De *afstand van de greppels* bleek alleen in 1952 op veengrond van belang. Hier gaat een grote greppelafstand samen met lage produktie. Of deze grote greppelafstand samenvalt met een slechte ontwatering wordt mede bepaald door de hoogteligging t.o.v. het grondwater, die echter bij de verschillende veenpercelen niet veel zal uiteenlopen. Voor het overige kan deze factor buiten beschouwing blijven.

Een invloed van de *stikstofbemesting* is dikwijls te constateren; in andere jaren bleek hiervan echter niets. De hoge gewichten van de stikstofbemesting laten zich – ten gevolge van de gebruikte methode van produktieraming – moeilijk verklaren. Deze zijn immers geschat onder de veronderstelling dat de stikstofbemesting 70 kg per ha zou bedragen. Hierdoor is het uitgesloten dat de stikstofbemesting in één jaar werkelijk invloed zou uitoefenen op de geraamde opbrengstcijfers. Er bestaat wel een mogelijkheid dat een meerjarige hoge stikstofbemesting een gunstige invloed heeft op het plantbestand en zo een hoger produktiecijfer veroorzaakt. Dit zou dan echter zowel voor 1952 als voor 1951 moeten gelden. In het geval van zeelei speelt misschien de indeling in grondsoorten, die in 1952 door een andere werd vervangen, een rol.

Voor de *kalibemesting* bleek slechts in één geval (zeelei 1951) een belangrijke samenhang met de opbrengst te bestaan.

Ook de samenhang met de *fosfaatbemesting* was van weinig betekenis.

De *stalmestgift* blijkt in een aantal gevallen van belang te zijn; de *gierbemesting* echter niet. De positieve samenhang van de stalmestgift met het produktiecijfer in vrijwel alle gevallen komt tot uiting in een verbetering van het grasbestand op langere termijn. Het geven van stalmest is – zeker op de graslandbedrijven die in hoofdzaak op klei op veen, rivierklei en veen liggen – een vast gebruik, dat tot een blijvende verbetering van de grasmat leidt. Bij de gierbemesting daarentegen hebben wij te maken met een invloed van voorbijgaande aard, vooral ten aanzien van de stikstofbemesting, die bij de wijze waarop het produktiecijfer is bepaald geen invloed heeft, daar hierbij is gecorrigeerd op een gift van 70 kg N per ha.

Van de *waterstanden* bleek alleen die van het derde kwartaal in een paar gevallen – t.w. op veen en zandgrond – een samenhang met de opbrengst te vertonen. Dat deze gemiddelde grondwaterstand slechts op zandgronden een duidelijk negatief gewicht heeft, is te begrijpen in verband met het geringe vochthoudende vermogen dat vooral de hogere zandgronden kenmerkt. Zoals uit tabel 16 blijkt, hebben de zuidelijke gras-

TABEL 16. Enige regionale verschillen bij blijvend grasland op zandgrond. Gemiddelde waarden.

	pH-KCl	Humus- gehalte	Waterstand 3e kwartaal 1951 b.m. in cm	Geschatte opbrengst in kg ds per are	
				1951	1952
Zand-noord . . . . .	5,0	17,1	95	93,4	74,6
Zand-midden . . . . .	5,4	9,1	105	89,7	70,7
Zand-zuid . . . . .	5,5	8,2	85	88,6	66,3

landen op zandgrond zowel een lagere ligging als een lagere opbrengst, zodat uit deze regionale tegenstelling eerder een positief gewicht voor de grondwaterstand kon worden verwacht. Dat het tegendeel geldt is een aanwijzing dat plaatselijk, dus bij gelijke weersomstandigheden, de laaggelegen percelen wel meer produktief zijn. Zowel op de rivierkleigronden (zeer zwak) als op de zandgronden heeft de grondwaterstand in 1952 een sterkere samenhang met het produktiecijfer dan in 1951, wat misschien in verband staat met het feit dat 1952 relatief droger was dan 1951.

Van de factoren der grondanalyse blijken enige in belangrijke mate met het produktiecijfer samen te hangen. Meestal is deze samenhang op de verschillende grondsoorten niet even sterk. Zo valt bij de zeekleigronden het vrij belangrijke negatieve gewicht van het *humusgehalte* op. Dit houdt verband met de ligging van de graslanden op humeuze zeekleigronden. Deze liggen nl. in de lage delen, bij voorbeeld op de zg. poelgronden in Zeeland, die dikwijls last van zout grondwater ondervinden. Dit geeft aanleiding tot een grasmat van minder producerende grassoorten. Ook op zandgronden gaat een hoog humusgehalte meestal samen met een lage ligging (zie bijlage R). In deze combinatie beïnvloeden genoemde factoren hier de opbrengst gunstig, zodat hun invloeden moeilijk kunnen worden gescheiden. De noordelijke zandgronden hebben een veel hoger humusgehalte dan de zuidelijke (tabel 16). Bovendien is hun opbrengst hoger, zodat men reeds op grond van deze regionale tegenstelling een positief gewicht voor het humusgehalte kan verwachten.

Het percentage *afslibbaar materiaal* heeft negatieve gewichten op de zeeklei- en klei-op-veengronden. Dit verschijnsel hangt waarschijnlijk hiermede samen dat wij bij een hoog percentage afslibbaar materiaal te maken hebben met zg. knip- en komgronden, die in het algemeen een grotere zomerdepressie hebben. Het positieve verband dat bij veengronden werd gevonden, wijst erop dat een zeker slibgehalte in veengrond gunstig werkt.

Bij zeekleigronden moet men de werking van het *CaCO<sub>3</sub>-gehalte* op tegengestelde wijze verklaren als die van het percentage afslibbaar materiaal. Bij een hoog percentage CaCO<sub>3</sub> heeft men juist te maken met de niet-knippen gronden, die dus een veel gunstiger profiel hebben, waarbij vooral de vochthoudendheid en de nalevering van vocht uit de diepere lagen zeer goed is, wat een goede grasproduktie ten gevolge heeft.

De *pH-KCl* heeft op alle grondsoorten een positief gewicht. Bij zandgrond geven de plaatselijke verhoudingen hierbij kennelijk de doorslag, omdat - regionaal gezien, zie tabel 16 - een hogere pH gemiddeld niet samengaat met een hogere opbrengst. Plaatselijk, van perceel tot perceel, is dit blijkbaar wel het geval. Hierbij moet echter

worden opgemerkt dat de pH sterk samenhangt met het P-citroenzuurcijfer (bijlage R). Het is veelal zo, dat bij een goede bemesting van de grond in de loop der jaren ook wel eens een kalkbemesting is gegeven en dat door het geregelde gebruik van thomas-slakkenmeel de pH gaat stijgen. Op de zeeklei komt hier bovendien de koppeling met de gunstiger lichtere zeekleigronden bij, zoals deze hierboven reeds is vermeld in verband met het gehalte aan afslibbare delen en het  $\text{CaCO}_3$ -gehalte. Dat bij veengronden ook een vrij hoog positief gewicht wordt gevonden zal zijn te verklaren door de grote spreiding in vruchtbaarheidstoestand, waarop wij hieronder bij de beschouwing van het P-citroenzuurcijfer nader terugkomen. Hetzelfde geldt voor de rivierkleigronden, althans voor 1951.

Het P-citroenzuurcijfer, dat over het algemeen een goede waardemeter voor de vruchtbaarheid van de grond is, geeft op verschillende grondsoorten uiteenlopende gewichten te zien. Waarschijnlijk is dit te verklaren uit de verschillen in variatie in het fosfaatgehalte bij de onderscheiden grondsoorten. Het is bekend dat men de grootste variatie aantreft op de klei op veen, de rivierklei en de veengronden, hetgeen ten dele een gevolg is van het verschil in gebruik van het grasland in deze gebieden. Waar men alleen beweiding toepast is het fosfaatgehalte het hoogst. Bij de zeeklei- en de zandgronden, waar men in het algemeen hoge fosfaatgehalten op grasland heeft, zijn de gewichten laag.

Voorts blijken incidenteel het *magnesiumgehalte* (alleen op zandgrond bepaald), het *kaligehalte*, respectievelijk *kaligetal* en het *grof-zandgehalte* belangrijk. Dit geldt ook in hoge mate voor humus- en magnesiumgehalte, die op zandgrond duidelijk positieve gewichten hebben. De cijfers betreffende de bemestingstoestand blijken bij grasland alle een positief gewicht te hebben. Dit is een aanduiding, dat de bemestingstoestand voor de graslandopbrengsten een knelpunt van betekenis is.

Van de factoren die de verzorging karakteriseren, blijkt alleen het aantal keren *spreiden van de mestflatten* van belang, voornamelijk op de rivierklei- en zandgronden.

In het algemeen blijken dus de volgende factoren sterk met de opbrengst samen te hangen: de hoedanigheidsgraad, de afstand tot de boerderij, de bereikbaarheid, het percentage afslibbaar materiaal, de pH-KCl en het P-citroenzuurcijfer. De overige factoren bezitten slechts incidenteel een samenhang met de opbrengst. De hier genoemde factoren zijn dikwijls niet onafhankelijk van elkaar. Van onderling sterk samenhangende factoren mag er slechts één in eventuele verdere berekeningen worden opgenomen.

Het is mogelijk dat bij beperking tot een bepaald gebied zekere factoren die in het algemeen van gering belang blijken, regionaal wel van betekenis zijn. Het aantal proefplekken laat echter geen splitsing naar gebieden toe, daar de aantallen per gebied te gering zijn voor enigermate betrouwbare uitkomsten.

#### DE ONDERLINGE SAMENHANG VAN EEN AANTAL FACTOREN WELKE DE OPBRENGST VAN GRASLAND BEÏNVLOEDEN (BIJLAGE R)

##### *Het humusgehalte*

Het gehalte aan organische stof is op grasland (behoudens bij klei op veen) zeer

duidelijk negatief gecorreleerd met de hoogte van de grondwaterstand en met de pH, welke factoren onderling niet gekoppeld zijn.

De humusarme percelen hebben dus gemiddeld een diepere grondwaterstand en een hogere pH. Zoals uit tabel 16 blijkt, zijn de graslanden op de noordelijke zandgronden aanmerkelijk rijker aan humus dan die in het zuiden des lands. De noordelijke graslanden hebben tegelijk een iets hogere ligging, zodat de landelijk gevonden negatieve correlatie tussen humus en grondwaterstand niet aan een regionale tegenstelling kan worden toegeschreven, maar plaatselijk van perceel tot perceel zal gelden. De negatieve correlatie tussen humusgehalte en pH kan daarentegen wel door de regionale tegenstelling in de hand zijn gewerkt.

Op kleigrond zijn de humusarme percelen lichter en armer aan kali. Met de bemestingsfactoren is er verder weinig samenhang, behoudens de zeer sterke positieve correlatie tussen humus en Mg-gehalte, die van bouwlanden wel bekend is.

#### *Het slibgehalte*

Het percentage afslibbare delen op kleigronden is vrijwel steeds negatief gecorreleerd met alle bemestingsfactoren, inclusief de pH. Hierin komt de overschatting van de vruchtbaarheid van de zware, ontkalkte kleigronden, die vaak als grasland in gebruik zijn, tot uiting. Slechts het kaligehalte heeft geen duidelijk negatieve samenhang met het slibgehalte. De geringere bemesting op de zwaardere grond wordt hier wellicht gecompenseerd door de grote natuurlijke voorraad aan kali.

#### *De onderlinge samenhang der bemestingsfactoren*

Deze is bij grasland zeer duidelijk. De analyse van KOOPMANS [33] heeft aangetoond dat deze samenhang behouden blijft, wanneer men alleen de kunstmest in beschouwing neemt. Waar veel stikstof wordt gegeven, vergeet men ook de fosfaat en kali niet.

De samenhang tussen bemesting en bemestingstoestand is zwak. Op de zandgronden overheerst een traditionele tendens; er wordt nl. bij betere fosfaattoestand ook meer fosfaat gegeven. Op veengrond is dit b.v. niet het geval. Zeer duidelijk is de samenhang tussen pH en P-citroenzuurcijfer, ongetwijfeld het resultaat van de traditionele bemesting met thomasslakkenmeel.

#### *De samenhang van de afstand tot de boerderij met enige opbrengstfactoren*

De afstand die afgelegd moet worden om het perceel te bereiken is negatief gecorreleerd met de stikstofbemesting (behalve bij zeeklei), de kalibemesting (behalve op veengrond) en met het kaligehalte van de grond. De samenhang met de fosfaatgift is onbeduidend, maar draagt nergens een negatief teken. Blijkbaar worden veraf gelegen percelen relatief slechter met stikstof en kali dan met fosfaat bemest. De samenhang met het P-citroenzuurcijfer is bij rivierklei en bij klei op veen negatief, wat erop zou wijzen dat op deze gronden in het verleden de fosfaatgift op verre percelen toch ook krapper werd bemeten.

De reden, waarom op verafgelegen percelen minder kali wordt gegeven, is bekend uit het onderzoek van KOOPMANS [33] betreffende hetzelfde materiaal. Het verschijnsel is uitsluitend daaraan te wijten, dat de gier vrijwel niet aan veraf gelegen percelen ten goede komt. Het is mogelijk dat de geringere stikstofbemesting aan dezelfde oorzaak moet worden toegeschreven.

## BOUWLAND

## INLEIDING

Het cijfermateriaal van bouwland heeft in vergelijking met dat van grasland het nadeel, dat het betrekking heeft op verschillende gewassen. Daardoor worden de aantallen proefplekken die bij één berekening zijn betrokken, veel kleiner. Ze bedragen zelfs voor hoofdgewassen dikwijls nog geen honderd stuks per jaar.

Er is nog een andere reden, waarom de uitkomsten betreffende de akkerbouwgewassen, meer dan bij grasland, door toeval worden beheerst. Bij het grasland is niet gewerkt met de opbrengst van afzonderlijke jaren, maar met een taxatie, waaraan de gegevens van een reeks jaren ten grondslag liggen. Deze methode schakelt de schommelingen die de klimaatsinvloeden van jaar tot jaar vertonen, in hoge mate uit.

Het is moeilijk na te gaan in hoeverre de weersomstandigheden oorzaak zijn van de aanmerkelijke schommelingen, die onze cijfers betreffende akkerbouwgewassen van jaar tot jaar vertonen. Wellicht heeft het toeval hierbij ook een rol gespeeld. Ten gevolge van de vruchtwisseling heeft het onderzoek per gewas ieder jaar weer op andere proefplekken betrekking, zodat bij kleine aantallen de geartheid van het materiaal sterk kan worden gewijzigd en andere samenhangen kunnen worden gevonden.

Dit bemoeilijkt het generaliseren van de gevonden samenhangen. Zo gaat b.v. een hoog percentage granen op bouwland meestal samen met een lagere gemiddelde opbrengst van een gewas. Dit komt tot uiting doordat het gewicht van deze factor in het hoofdaspect voor de opbrengst een negatief teken draagt. Dit is gemakkelijk te verklaren, immers, juist op de minder goede gronden vindt men de meest frequente graanverbouw en granen staan bovendien als een schrale voorvrucht bekend. In 1950 vormden de aardappelen echter een uitzondering, in 1952 de haver. Hiervoor is geen plausibele verklaring aan te voeren, zodat men wel aan toeval moet denken. Dit stemt echter ook tot voorzichtigheid in gevallen, waarin wel een verklaring voor de hand schijnt te liggen.

Bij de opzet van het onderzoek is het risico aanvaard dat de aantallen proefplekken per gewas en per jaar te klein zouden blijken om algemeen geldige samenhangen te ontdekken. De uitkomsten van de berekeningen wijzen inderdaad in die richting.

Een ander punt waarover van meet af aan onzekerheid heeft bestaan, betreft de eisen die men aan de bepaling van de opbrengst moet stellen. Aan dit aspect is bij de taxaties veel zorg besteed, maar de mogelijkheid bestaat, dat een geringere nauwkeurigheid van de opbrengstcijfers het resultaat ongunstig heeft beïnvloed. De gebruikte taxatiemethoden zijn beschreven in een publikatie van DE LINT EN POSTMA [34].

Aan bovengenoemde bezwaren kan tot op zekere hoogte worden tegemoet gekomen door per grondsoort de bij verschillende gewassen verkregen uitkomsten gezamenlijk te bezien, daarbij uitgaande van de overweging dat de eisen die akkerbouwgewassen aan de groeifactoren stellen, niet zo heel ver uiteenlopen. Natuurlijk moet wel voorbehoud worden gemaakt ten aanzien van b.v. vochtuithouding, zuurgraad en stikstofvoorziening, maar daarmee kan altijd nog rekening worden gehouden doordat gegevens afkomstig van verschillende akkerbouwgewassen niet worden gemiddeld maar slechts gezamenlijk worden bekeken. Op deze wijze wordt een globale indruk



verkregen over de vraag of de schommelingen die bepaalde groeifactoren van perceel tot perceel vertonen, corresponderen met schommelingen in de opbrengst. Hierbij wordt niet de vraag beantwoord of een factor onder proefomstandigheden de opbrengst kan beïnvloeden, maar slechts de mogelijkheid gesteld dat deze factor in de praktijk een knelpunt van algemene betekenis kan vormen.

Verder kunnen de conclusies niet gaan. De vraag op welk peil een groeifactor moet worden gebracht om oogstdepressies te voorkomen, kan niet worden beantwoord. Dit is principieel onmogelijk, omdat de wiskundige analyse uitgaat van enkelvoudige correlatiecoëfficiënten. Wanneer een groeifactor positief gecorreleerd is met de opbrengst, kan dus niet worden uitgemaakt of en waar ten aanzien van deze factor in het onderzochte materiaal een verzadigingsniveau wordt bereikt, m.a.w. of de gevonden samenhang als men hem grafisch voorstelt een gebogen of een rechte lijn oplevert.

Bij het optreden van een echt optimum, waarbij dus zowel hogere als lagere waarden tot oogstdepressie leiden, bestaat zelfs gevaar dat een zeer wezenlijke samenhang niet wordt gezien. Dit is voor verschillende factoren denkbaar, b.v. zwaarte van de grond, stikstofbemesting, waterstanden. Hierbij kan echter worden opgemerkt, dat de kans dat de waarden boven en beneden het optimum elkaar precies opheffen, niet groot is.

De hiergenoemde beperkingen zijn inherent aan de methode. Over de vraag of andere methoden die hiermede wel rekening houden, op dit materiaal met succes kunnen worden toegepast, kan men meer of minder optimistisch zijn. In het algemeen zullen deze hogere eisen stellen aan het aantal gegevens. Geen enkele wiskundige analyse kan echter bewijzen voor een causale samenhang verschaffen. Daarom moet in ieder geval worden nagegaan of een duidelijke samenhang op andere wijze causaal kan worden verklaard.

Bij het landelijk onderzoek kunnen klimaatsverschillen grote invloed uitoefenen. Klimaatsfactoren zijn niet in dit onderzoek opgenomen, hoewel ze regionaal zeker verschillen. Zo is het zeer goed mogelijk dat de verschillen in de opbrengst van bepaalde gewassen die er tussen het noorden en het zuiden des lands bestaan, geheel of gedeeltelijk samenhangen met klimaatsverschillen. Deze regionale verschillen in opbrengstniveau veroorzaken automatisch een schijnbare samenhang tussen de opbrengst en alle groeifactoren die in noord en zuid uiteenlopen zonder dat in werkelijkheid een verband behoeft te bestaan. Dit werpt de vraag op, of samenhangen die bij een landelijk onderzoek worden gevonden, ook bij plaatselijk onderzoek, in één klimaatsgebied dus, gelden. Het produktieniveauonderzoek dat in de jaren 1951-'53 bij Borger en Venray op enige uitgekozen bodemtypen is verricht (PAPE [36]), biedt de mogelijkheid plaatselijk met landelijk onderzoek te vergelijken. Enige resultaten van de wiskundige analyse van dit plaatselijk onderzoek, die niet zijn gepubliceerd, zijn daarom hieronder opgenomen.

#### OVERZICHT DER HOOFDASPECTEN OP BOUWLAND

In de tabellen 17 en 18 worden de hoofdaspecten voor de opbrengsten der akkerbouwgewassen vermeld. Uiteraard beperken deze zich tot de belangrijkste gewassen,

TABEL 17. De hoofdaspecten voor de opbrengst van graangewassen. (De gewichten zijn met 100 vermenigvuldigd).

Factor	Rogge op zandgrond			Haver op zandgrond			Wintertarwe op zeekleigrond			Zomergerst op zeekleigrond			Haver op zeekleigr.
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951
Opbrengst in kg per ha . . . . .	80	83	97	97	94	87	97	89	85	51	95	80	98
Oppervlakte van het bedrijf . . . . .	7	32	5	20	36	-16	40	16	-28	-26	49	27	-20
Percentage grasland van het bedrijf . . . . .	15	21	17	33	6	21	-10	9	7	44	-40	-32	-6
Percentage granen van het bouwland . . . . .	-13	-11	-25	-40	-26	25	-10	-17	-3	-2	-25	5	-12
Veebezetting per ha grasland . . . . .	-3	-5	27	-25	-16	-31	-4	-21	-4	-15	0	20	-10
Aantal paarden per bedrijf . . . . .	23	-2	22	13	34	-2	18	-1	-31	20	51	34	-19
Oppervlakte van het perceel . . . . .	-4	28	-3	20	-15	-2	-6	-17	18	-11	44	49	2
Afstand tot de boerderij . . . . .	-38	-1	-8	-21	-13	-12	17	32	14	39	27	-21	23
Greppel- of drainafstand . . . . .	-	-16	17	-	-15	-3	32	35	0	-	7	-14	16
Gewaspauze . . . . .	16	16	26	-17	35	-22	10	6	11	-68	35	-4	31
Frequentie N-bemesting . . . . .	10	-13	13	-12	-8	-4	-38	-2	21	-31	53	15	21
Hoeveelheid N-bemesting* . . . . .	0	-3	-2	-12	-14	17	-40	-9	0	-18	-32	-6	27
Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting* . . . . .	-26	10	0	-36	-8	9	3	-8	-24	6	-10	13	-1
Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting* . . . . .	-1	-7	6	-11	3	28	9	-17	25	0	20	25	10
Hoeveelheid stalmest . . . . .	17	-30	-24	-10	-7	10	1	7	-37	-30	-	11	-22
Zaaidatum . . . . .	3	36	16	-29	-3	-1	0	-19	13	-22	-20	-13	8
Hoeveelheid zaaizaad . . . . .	0	-17	-17	25	24	-2	29	3	-13	-16	-15	-60	5
Aantal keren schoffelen . . . . .	11	42	28	-5	23	-12	19	10	-32	11	6	23	-11
Onkruidbezetting naar taxatie . . . . .	13	24	44	36	51	20	1	54	8	32	20	73	8
Rijenafstand . . . . .	10	20	29	1	-18	-4	-6	-9	17	-38	-40	36	-6
Zaaidiepte . . . . .	10	73	3	-34	-34	-49	8	-44	-12	-5	-36	-11	-23
Lengte van het gewas . . . . .	48	79	83	84	73	73	39	47	56	-19	64	32	73
pH-KCl . . . . .	12	12	-14	-16	-4	19	-43	-15	-20	16	16	11	15
Humusgehalte . . . . .	23	29	25	20	45	22	-8	29	29	39	23	-18	0
CaCO <sub>3</sub> -gehalte . . . . .	-	3	26	-	-9	-1	-15	-28	38	50	26	41	41
P-citroenzuorcijfer . . . . .	0	12	3	4	-5	8	34	48	9	-11	-9	-10	-3
K-getal resp. K-gehalte . . . . .	1	-4	-3	-15	-31	-2	-16	27	24	25	1	2	43
Mg-gehalte . . . . .	30	19	23	33	25	36	-	-	-	-	-	-	-
Percentage grof zand . . . . .	-13	43	-28	21	-43	-23	18	10	-12	-62	-25	19	-1
Percentage fijn zand . . . . .	18	-35	16	-20	-	12	3	-38	28	16	-18	-12	-59
Percentage afslibbaar . . . . .	7	-30	28	-18	11	8	-17	22	8	68	6	17	1
Grondwaterstand vorig jaar 4e kwartaal . . . . .	-	-22	-23	-	-	-	-	17	-15	-	-	-	-
Grondwaterstand 1e kwartaal . . . . .	-	-9	-40	-	-14	8	-	8	-1	-	-16	-15	11
Grondwaterstand 2e kwartaal . . . . .	-	-11	-27	-	0	4	-	-18	9	-	-19	-8	-42
Grondwaterstand 3e kwartaal . . . . .	-10	-23	-20	-67	-2	18	25	-22	3	9	12	-18	-34
Aantal keren ploegen . . . . .	-	0	-19	-	11	-1	-	-9	-31	-	-12	24	-7
Aantal proefplekken . . . . .	208	188	190	96	128	62	102	92	62	68	54	70	60

\* In 1950 uitsluitend uit kunstmest; in 1951 en 1952 inclusief de zuivere N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O uit organische mest.

TABEL 18. De hoofdaspecten voor de opbrengst van hakvruchten. (De gewichten zijn met 100 vermenigvuldigd).

Factor	Aardappelen op zandgrond			Suikerbieten op zeeklei		
	1950	'51	'52	1950	'51	'52
Opbrengst . . . . .	98	65	81	98	89	91
Oppervlakte van het bedrijf . . . . .	22	-20	6	22	9	46
Afstand tot de boerderij . . . . .	-15	-2	-1	0	-34	-12
Percentage grasland . . . . .	9	-42	-37	-21	-11	-5
Percentage granen . . . . .	10	-54	-43	-20	-37	-17
Veebezetting . . . . .	1	38	21	7	-39	-9
Aantal paarden . . . . .	26	-46	-5	8	25	3
Hoeveelheid N-bemesting* . . . . .	42	11	-4	-16	-	3
Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting* . . . . .	-52	-15	13	-5	12	-6
Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting* . . . . .	-9	15	1	1	14	-20
Hoeveelheid stalmest . . . . .	16	-8	5	1	6	10
Hoeveelheid gier . . . . .	-	-	66	-	-	-9
Ploegdatum . . . . .	28	-29	-6	-3	3	2
Poot- of zaaidatum . . . . .	35	-39	8	-44	-23	-33
Onkruidbezetting naar taxatie . . . . .	2	8	0	-22	36	41
Rijenafstand . . . . .	-27	-19	-8	0	-40	6
Aantal planten per are . . . . .	44	2	-2	15	31	-16
Humusgehalte . . . . .	50	42	50	31	-17	13
pH-KCl . . . . .	-26	-9	18	20	22	25
CaCO <sub>3</sub> -gehalte . . . . .	-	-1	59	28	-6	28
P-citroenzuurecijfer . . . . .	0	39	20	5	-14	-19
K-getal resp. -gehalte . . . . .	18	-13	6	27	-13	42
Mg-gehalte . . . . .	35	23	61	-	-	-
Grof-zandgehalte . . . . .	-	15	-14	-25	37	-13
Fijn-zandgehalte . . . . .	-1	-24	16	-15	20	4
Percentage afslibbaar materiaal . . . . .	-3	-3	7	27	-34	22
Grondwaterstand 1e kwartaal . . . . .	-	-8	-40	-	-43	-6
Grondwaterstand 2e kwartaal . . . . .	-	-10	-25	-	12	-19
Grondwaterstand 3e kwartaal . . . . .	-9	-8	-16	6	-6	-5
Aantal keren ploegen . . . . .	-	37	11	-	-1	-39
Suikergehalte . . . . .	-	-	-	-1	-43	-2
Loofopbrengst . . . . .	-	-	-	48	67	66
Hoeveelheid zaaizaad . . . . .	-	-	-	-	-22	40
Aantal percelen . . . . .	72	112	76	88	70	76

\* In 1950 uitsluitend uit kunstmest; in 1951 en 1952 inclusief de zuivere N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en K<sub>2</sub>O uit organische mest.

omdat van de overige te weinig proefplekken in het onderzoek betrokken waren. In het bijzonder was dit het geval met aardappelen op zeekleigronden. Hierbij moest een splitsing worden gemaakt in consumptie- en pootaardappelen met het gevolg dat van beide een te klein aantal gegevens beschikbaar was.

Teneinde de tabellen niet te omvangrijk te maken zijn, behoudens enkele uitzonde-

ringen, alleen die factoren opgenomen waarvan minstens een van de bij de verschillende gewassen gevonden gewichten groter was dan 0,30. Bovendien zijn, om een overzichtelijk beeld te verkrijgen, alle gewichten met 100 vermenigvuldigd. De aspecten van het regionale onderzoek zijn niet in extenso opgenomen, maar wel incidenteel in verschillende tabellen vermeld, voornamelijk om ze met de landelijke resultaten te kunnen vergelijken.

*Factoren welke de waterhuishouding van de grond beheersen*

1. De grondwaterstanden

*Zandgrond.* De afstand van het maaiveld tot het freatisch oppervlak is als factor voor de grondwaterstand in de berekeningen opgenomen. Hiervoor waren in vele gevallen gegevens uit de verschillende seizoenen beschikbaar. In tabel 19 zijn de gewichten voor de waterstand in het derde kwartaal (dus de zomerwaterstand) in het hoofdaspect voor de opbrengst weergegeven.

TABEL 19. Gewichten van de zomerwaterstand in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek .	-10	-23	-20	-	-67	-2	18	-	-9	-8	-11	-
Borger												
alle waarnemingen .	-	-	-20	-16	-	-	-18	-4	-	-	-68	18
alleen ras Voran . .	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-48	11
Venray . . . . .	-	-	-36	-26	-	-	-36	-	-	-	-	3

Bij de *landelijke* gegevens overheersen in het opbrengstaspect negatieve gewichten voor de zomerwaterstand. Dit komt met de verwachting overeen, omdat op de hooggelegen bouwlanden op zandgrond verdrogingsverschijnselen algemeen voorkomen. Hieruit blijkt dus een samengaan van grote grondwaterdiepten met lage opbrengsten. Opgemerkt moet worden dat de regionale tegenstelling tussen noordelijke en zuidelijke zandgronden kan bijdragen tot het gevonden resultaat. De gemiddelde hoogteligging van de zuidelijke proefpercelen boven het grondwater overtreft die van de noordelijke, terwijl de gemiddelde opbrengsten lager zijn (bijlagen D en E). Dit zou dus, ook al zou het verschil tussen noord en zuid niets met waterstanden te maken hebben, maar b.v. met klimaatsverschillen, leiden tot de gevonden samenhang.

Wij vinden echter ook bij de *plaatselijke* onderzoeken een overheersen van negatieve gewichten voor de waterstanden en dit pleit dus voor een causale samenhang tussen grondwaterstand en opbrengst. Het is in dit verband interessant om in de plaatselijke onderzoeken produktie en waterstand te vergelijken op diverse bodemtypen (bijlagen H, I en N).

Men zou verwachten dat bij vergelijking van bodemtypen op bouwland de hoger gelegen minder opbrengst geven wegens verdroging. Het andere uiterste, oogstdepressie door te lage ligging, komt minder voor, omdat men de lage percelen meest als

grasland exploiteert of bij de gewassenkeuze al rekening houdt met de kans op wateroverlast. Wanneer men goed vergelijkbare bodemtypen onderzoekt, b.v. de heideontginningen, ziet men de verwachte tendens. Bij de granen b.v. vertoont een gemiddelde over de 3 proefjaren zowel bij Borger als bij Venray een stijgende lijn in de volgorde: hoge – middelhoge – lage heideontginning (bijlagen H en I).

De hoogstgelegen bouwlanden met diepere grondwaterstanden zelfs dan de hoge heide en de stuifzanden, zijn in beide gevallen de oude bouwlanden, dus de essen in het noorden en daarmee gelijk te stellen gronden in het zuiden. Door de goede vruchtbaarheidstoestand van deze oude bouwlanden (vooral die op een ondergrond van leem) zijn de gemiddelde opbrengsten van hooggelegen percelen niet lager dan die van de gezamenlijke laaggelegen percelen (in Borger de bodemtypen M en L, in Venray M, L en A).

Als dus in een gezamenlijke wiskundige bewerking een negatieve samenhang wordt gevonden tussen hoogteligging en opbrengst, is dit niet een gevolg van tegenstellingen tussen de bodemtypen. Wij mogen daarom wel aannemen dat binnen ieder bodemtype een duidelijke samenhang aanwezig is in deze zin, dat in het algemeen de laagstgelegen percelen de beste opbrengst leveren. Deze veronderstelling wordt gesteund door hetgeen verwante bodemtypen te zien geven. Het feit dat de middelhoge heide-ontginning meer opbrengt dan de hoge, maakt het waarschijnlijk dat binnen deze bodemtypen – waartussen de scheiding niet scherp is te trekken – de hoogteligging ook een overeenkomstig verschil in vruchtbaarheid zal meebrengen. De vraag of bij de oude bouwlanden, die 's zomers gemiddeld 2,5 m boven het grondwater liggen, verschillen in grondwaterstand nog invloed hebben, is niet nagegaan. De duidelijk negatieve gewichten, die wij bij Borger en Venray voor de waterstanden vonden in materiaal, waarin deze bodemtypen een groot aandeel hebben, is misschien een aanwijzing in die richting.

*Zeeklei.* Op de zeeklei is in het algemeen geen duidelijke samenhang te zien tussen de waterstanden en de opbrengsten. De negatieve gewichten uit tabel 20 behoeven nog niet op een te diepe ontwatering te wijzen; ze kunnen ook voortvloeien uit regionale tegenstellingen. In het noordelijke zeekleigebied was de gemiddelde zomerwaterstand ca. 130 cm beneden het maaiveld, tegen 97 cm in het zuiden. Dit is een vrij belangrijk verschil, dat bij opbrengstverschillen tussen deze gebieden, hoe ook veroorzaakt, het optreden van een duidelijk gewicht voor de waterstand in het hoofdaspect voor de opbrengst kan bevorderen. De vrij hoge negatieve gewichten voor tarwe (1951) en haver (1951) kunnen wellicht op deze wijze worden verklaard, omdat juist in deze beide gevallen het noorden een groot aantal percelen opleverde met gemiddeld lagere opbrengsten dan in het zuidwesten (bijlage G).

TABEL 20. Gewichten van de zomerwaterstand in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver			Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek . .	25	-22	3	9	12	-18	-	-34	-	6	-6	-5

Wanneer wij hiermee rekening houden, blijft er in het cijfermateriaal geen aanwijzing over dat verschillen in zomerwaterstanden op onze zeekleigronden aanleiding geven tot verschillen in opbrengst. Dit is wel in overeenstemming met de indruk, dat de zeekleigebieden in het algemeen goed zijn ontwaterd en anderzijds weinig last hebben van verdroging.

## 2. De granulaire samenstelling van de grond

*Zandgrond.* De gewichten dragen voor het percentage fijn zand en het percentage afslibbaar materiaal steeds hetzelfde teken en wel tegengesteld aan dat van het gewicht van grof zand. Dit vloeit voort uit het feit dat slibgehalte en gehalte fijn zand in zandgronden in positieve zin met elkaar samenhangen, terwijl beide negatief zijn gecorreleerd met het gehalte grof zand. Positieve en negatieve tekens voor de granulaire samenstelling van de grond komen ongeveer in dezelfde mate in het hoofdaspect voor de opbrengst voor, zodat hierin geen bepaalde tendens te ontdekken valt. Dat grof zand – tegen de verwachting in – niet steeds een duidelijk negatief gewicht heeft, kan samenhangen met het feit dat grofzandige gronden alleen bij gunstige waterstand als bouwland in gebruik zijn (vgl. blz. 80).

TABEL 21. Gewichten van de diverse fracties in het hoofdaspect van de opbrengst bij *zandgrond*

	Rogge			Haver			Aardappelen		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Grof zand . . . . .	-13	43	-28	21	-43	-23	-	15	-14
Fijn zand . . . . .	18	-35	16	-20	-	12	-1	-24	16
Afslibbaar . . . . .	7	-30	28	-18	11	8	-3	-3	7

TABEL 22. Idem bij *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Suikerbieten			Haver
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951
Grof zand . . . . .	18	10	-12	-62	-25	19	-25	37	-13	-1
Fijn zand . . . . .	3	-38	28	16	-18	-12	-15	20	4	-59
Afslibbaar . . . . .	-17	22	8	68	6	17	27	-34	22	1

*Zeeklei.* Bij kleigrond is dit anders. Het gewicht voor slibgehalte draagt hier maar in enkele gevallen hetzelfde teken als dat voor het percentage fijn zand. Waarschijnlijk zijn slib en fijn zand alleen bij de lichte gronden positief gecorreleerd. Bij een zware grond die voornamelijk uit slib en fijn zand bestaat, hangen hun gehalten onderling uiteraard negatief samen.

Bij de kleigronden geeft het percentage afslibbaar naast twee negatieve, acht positieve gewichten, waarbij één zeer hoog (zomergerst, 1950). In dit laatste geval kan geen tegenstelling tussen noord en zuidwest in het spel zijn, omdat het aantal percelen zomergerst in het noorden zeer klein is.

Overigens is een regionale interactie niet uitgesloten, omdat gemiddeld de noordelijke kleigronden in ons materiaal een wat hoger slibgehalte hadden (40% tegen de overige zeekleigronden gemiddeld 36%). Dit zou, gezien de tevens meestal lagere opbrengst, het optreden van negatieve gewichten voor het slibgehalte in de hand werken. Dat deze negatieve gewichten schaars zijn wijst erop dat plaatselijk de zwaardere grond een betere opbrengst gaf.

In beginsel is de gebruikte bewerkingsmethode ongeschikt voor het vinden van een plaatselijke samenhang tussen de zwaarte van de grond en de opbrengst. Het staat immers vast, dat deze samenhang sterk zal afhangen van het traject waarin men zich bevindt. In een groep zeer lichte gronden is een positieve samenhang te verwachten, in een groep zware percelen zal een tegengestelde verhouding kunnen optreden. Het overwegen van positieve cijfers zou dus een aanwijzing vormen dat het materiaal in het algemeen „aan de lichte kant” van het optimum is gelegen.

### 3. Het humusgehalte van de bouwvoor

*Zandgrond.* Bij de factor humuspercentage treffen wij bij het hoofdaspect voor de opbrengst bij het *landelijk* onderzoek steeds een positief gewicht aan. Dit komt overeen met de verwachting, want op de zandgronden wordt, vooral bij bouwland met iets diepere grondwaterstand een hoog gehalte aan humus gunstig geacht. Het is echter niet zeker dat de gevonden gewichten voortvloeien uit een rechtstreeks causaal verband tussen humusgehalte en opbrengst. Speciaal bij deze factor treedt er een groot regionaal verschil op in deze zin, dat de noordelijke zandgronden een aanmerkelijk hoger humusgehalte hebben dan de zuidelijke en tevens meer opbrengen (bijlagen D en E).

TABEL 23. Gewichten van het humusgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	23	29	25	-	20	45	22	-	50	42	50	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	3	-8	42	-	9	0	11	-	-24	-43	-27
alleen „Voran” . . . . .					-	22	-	-	-	31	51	-6
alleen „Adelaar” . . . . .					-	21	-	-				
alleen „Marne” . . . . .					-	2	18	-	-	-49	-	-
Venray . . . . .	-	-23	53	36	-	2	18	-	-	-49	-	-

Natuurlijk is een samenhang tussen deze feiten mogelijk in die zin, dat het hoge humusniveau van de noordelijke zandgronden rechtstreeks bijdraagt tot hun hoge produktiviteit. Het kan echter ook zijn dat een klimaatsverschil tussen noord en zuid in het spel is, dat zowel de opbrengsten als de humusvorming bevordert. Hoe het ook zij: het regionaal samengaan van hoge opbrengsten met hoge humusgehalten resulteert bij een landelijk correlatief onderzoek steeds in positieve coëfficiënten.

Het is daarom interessant om de gegevens van het *plaatselijk* onderzoek, waar dus

het klimaat niet als variabele behoef te worden aangemerkt, in de beschouwingen te betrekken. Hier schijnen de verhoudingen iets anders te liggen. Binnen de onderzoeksgebieden Borger en Venray schijnt het samengaan van hoge humuscijfers met hoge opbrengsten minder duidelijk te zijn.

Bij de haver treden geen negatieve gewichten op, dus de verwachting dat juist dit gewas een humeuze grond waardeert, wordt vervuld.

Bij de rogge zien we één maal een hoog negatief gewicht (Venray 1951). Dit kan worden verklaard doordat in dat jaar de hooggelegen bodemtypen (vooral de oude bouwlanden en stuifzanden), die een laag humusgehalte hebben, betere opbrengsten gaven dan de lagere ontginningen. Dit hing wellicht samen met de vele neerslag die in dat jaar was gevallen. In Borger waren de gewichten voor humusgehalte in 1951 en 1952 bij rogge onbetekenend. In 1952 en 1953 gaven de lage ontginningen, die hogere humusgehalten in de bouwvoor hebben, goede opbrengsten, hoger dan het type B van oud bouwland (bijlage H).

Bij de aardappelen treffen wij bij de plaatselijke onderzoeken hoge negatieve gewichten aan. Wat betreft Borger blijkt echter dat, wanneer het onderzoek beperkt blijft tot het ras „Vorán”, de verhouding wordt omgekeerd. Ook PAPE [36] constateerde een grote invloed van de rassenkeuze op het resultaat van het onderzoek bij Borger en verklaarde dit aldus, dat op de humeuze oude bouwlanden dicht bij de boerderijen veelal consumptie-aardappelen worden verbouwd die minder produktief zijn, terwijl op de ontginningen het ras „Vorán” overheerst. Om deze reden zijn de cijfers betreffende Vorán apart onderzocht en deze geven een overwegend positieve samenhang tussen humuspercentage en opbrengst.

In Venray is slechts een gewicht betreffende 1951 ter beschikking en dit is hoog, maar negatief. Blijkens bijlage I waren in dit jaar de aardappelopbrengsten op de oude bouwlanden bij Venray zeer veel hoger dan op alle ontginningen. Wat de humus betreft onderscheiden deze oude bouwlanden zich door een laag gehalte in de bouwvoor, maar een dik humusdek. Deze laatste factor is in dit geval in de analyse opgenomen en toont volgens verwachting een hoog positief gewicht (73).

Resumerend kan worden gezegd dat ook plaatselijk de verwachte positieve samenhang van humus met de opbrengst meestal wordt gevonden. Dit is een aanwijzing dat het hogere opbrengstniveau van de noordelijke zandgronden, althans gedeeltelijk, in causaal verband mag worden gebracht met het hoge humusgehalte.

*Zeeklei.* Ook op kleigrond komt enkele keren het humusgehalte met een duidelijk positief gewicht voor in het hoofdaspect voor de opbrengst, maar in tegenstelling tot de zandgronden is dit niet steeds het geval. Regionale tegenstellingen tussen noordelijke en zuidwestelijke zeeklei kunnen hier geen rol spelen, want het verschil in humusgehalte is uiterst klein. De droogmakerijen hebben echter in vele gevallen hogere humusgehalten en dit zou, b.v. in 1950 toen de droogmakerijen met 36 percelen wintertarwe in de steekproef voorkwamen (bij zeer lage gemiddelde opbrengsten), hebben kunnen bijdragen tot het optreden van een negatief gewicht. In het algemeen zijn de opbrengsten in de droogmakerijen lager dan in de jonge zeekleigebieden van het zuidwesten. Dat desondanks de positieve gewichten voor humus in het hoofdaspect voor de opbrengst



TABEL 24. Gewichten voor het humusgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	-8	29	29	39	23	-18	0	31	-17	13

overheersen, zou er op kunnen wijzen, dat plaatselijk de percelen met hogere humuscijfers ook vruchtbaarder zijn. Er bestaat echter een duidelijke samenhang tussen humusgehalte en het gehalte aan afslibbare delen (vgl. blz. 79), welke laatste waarde in het algemeen ook positief met de opbrengst samenhangt. Dit maakt het moeilijk de invloeden te scheiden.

### *De zuurgraad van de grond*

#### Zandgrond

TABEL 25. Gewichten van de pH-waarde in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	12	12	-41	-	-16	- 4	19	-	-26	- 9	18	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-19	5	-11	-	-18	3	-25	-	48	47	15
alleen „Voran” . . . . .									-	25	5	-
alleen „Adelaar” . . . . .					-	-40	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	- 9	-	-				
Venray . . . . .	-	8	8	- 8	-	12	6	-	-	- 9	-	-

De gewichten van de factor pH-KCl in het landelijk onderzoek zijn meestal laag, de twee wat hogere gewichten dragen een negatief teken. Bij de interpretatie hiervan moet rekening worden gehouden met regionale tegenstellingen. Op de noordelijke zandgronden liggen de pH-waarden aanmerkelijk lager dan in het zuiden, terwijl, vooral bij haver en aardappelen de opbrengsten hoger zijn (bijlagen D en E). Het regionaal verschil in pH-waarde bedraagt gemiddeld ongeveer een half punt. Dit is een aanmerkelijk verschil. Het samengaan van hoge opbrengsten in het noorden met lage pH-waarden doet bij het landelijk onderzoek negatieve gewichten verwachten en deze overheersen bij de haver en de aardappelen inderdaad. Dat ze dit niet in een nog sterkere mate doen, doet vermoeden, dat er plaatselijk een compensatie plaatsvindt door samengaan van hoge pH-waarden met hoge opbrengsten.

De gegevens van Borger en Venray steunen deze veronderstelling echter niet in alle gevallen (bijlagen H en I). Venray toont vijf positieve tekens tegen één negatief (de gewichten zijn laag). Bij Borger leveren de aardappelen een positief teken, in 1951 en 1952 met behoorlijk hoge waarden; daarentegen overheerst bij de granen het negatieve gewicht. Dit zou dus betekenen dat te Venray inderdaad een zeker samengaan

van lage pH-waarden met lage opbrengsten valt op te merken. Aan verschillen tussen de bodemtypen kan dit niet liggen. Behalve de lage heide-ontginning, die schaars in het materiaal vertegenwoordigd is, verschillen de bodemtypen in dit opzicht bijna niet. De hoogste pH heeft het stuifzand, dat echter weinig produktief is.

De cijfers betreffende Borger duiden erop, dat hier hoge pH-waarden samengaan met hoge aardappelopbrengsten en lage graanopbrengsten. Het ligt voor de hand om hier een invloed te vermoeden van het feit dat de oude bouwlanden lagere pH-waarden hebben dan de ontginningen, terwijl ze vooral bij de granen gemiddeld wat meer opbrengen. De duidelijk positieve gewichten voor aardappelen in het plaatselijk onderzoek stemmen overeen met gegevens, uit hetzelfde materiaal betreffende Borger (PAPE [36], blz. 41, fig. 23), volgens welke daar pH-waarden (water) beneden 5, niet zeldzaam zijn, terwijl de overeenkomstige opbrengsten laag liggen. Plaatselijk zouden op onze zandgronden dus nog wel duidelijke oogstdepressies wegens te lage pH-waarden, althans bij aardappelen, voorkomen. Dat dit in het landelijk onderzoek niet blijkt, kan dus worden geweten aan de regionale tegenstelling, waarbij de zuidelijke zandgronden als geheel, ondanks hogere pH-waarde, lagere opbrengsten geven dan het noorden.

### Zeeklei

TABEL 26. Gewichten van de pH-waarde en van het kalkgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver			Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952
pH-KCl . . . . .	-43	-15	-20	16	16	11	-	15	-	20	22	25
Kalkgehalte . . . . .	-15	-28	38	50	26	41	-	41	-	28	-6	28

Bij zomergerst, haver en suikerbieten hebben de pH-waarde en het kalkgehalte (op één geval na) steeds een positief gewicht. Bij de haver kan hiertoe het feit hebben bijgedragen dat de zuidwestelijke zeekleigebieden een hogere opbrengst hadden dan het noorden en de droogmakerijen, waar de pH-waarde lager ligt. Bij de suikerbieten kan de lagere opbrengst van de noordelijke kleigronden ook een dergelijk effect veroorzaken, maar hier is het aantal gevallen afkomstig uit het noorden relatief gering.

De gegevens betreffende zomergerst zijn vrijwel geheel uit het Z.W. kleigebied afkomstig, zodat regionale tegenstellingen met mogelijke interacties van klimaatsinvloeden hier geen rol kunnen spelen. De positieve gewichten voor de pH-KCl bij zomergerst en bieten kunnen daarom ongedwongen in verband worden gebracht met de bekende voorkeur van deze gewassen voor een goede kalktoestand. Dit impliceert tevens dat in de praktijk op de zuidwestelijke zeekleigronden deze kalktoestand in vele gevallen voor deze gewassen niet optimaal is.

Een geheel ander beeld biedt de wintertarwe. Ondanks het feit dat de noordelijke zeekleigronden en de droogmakerijen, wat de opbrengst betreft, steeds achterstaan bij de zuidwestelijke kleigronden, die tevens hogere pH-cijfers hebben, zien wij in de drie

proefjaren steeds een negatief teken voor de pH en in twee van de drie jaren ook voor het kalkgehalte. Dit wijst erop, dat regionaal een krachtige tendens aanwezig is tot lagere opbrengsten voor wintertarwe bij hoge pH-waarden. Nu zijn inderdaad de eisen die tarwe aan de zuurgraad stelt, niet zo hoog als die van gerst en bieten, maar van een ongunstige invloed van hoge pH-waarden op tarwe is nooit iets gebleken.

In dit verband verdient het echter de aandacht dat op onze zeekelegronden hoge pH-waarden samengaan met minder goede fosfaattoestand (bijlage F), terwijl oogst-depressies door fosfaatgebrek op zeekele volgens DRAISMA [22] vrij veel voorkomen. Uit zijn gegevens blijkt tevens dat wintertarwe aanmerkelijk minder zwaar met fosfaat wordt bemest dan andere gewassen (tabel 31). Het is dus mogelijk dat frequent fosfaatgebrek bij wintertarwe, dat tot uiting komt in een positief gewicht voor de P-citroen-zuurcijfers in het hoofdaspect voor de opbrengst (verg. tabel 30), in deze gebieden schijnbaar een negatief gewicht voor de pH-waarde ten gevolge heeft, zonder dat hier sprake is van enige gevoeligheid ten aanzien van de zuurgraad.

### De stikstofbemesting

#### Zandgrond

TABEL 27. Gewichten van de stikstofbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	0	-3	-2	-	-12	-14	17	-	42	11	-4	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-7	-3	12	-	-6	-54	21	-	-18	-6	20
alleen „Vorán” . . . . .					-				-	-23	21	19
alleen „Adelaar” . . . . .					-	17	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	0	-	-				
Venray . . . . .	-	18	-14	-18	-	9	-22	-	-	12	-	-2

De stikstof neemt in zoverre een bijzondere plaats in, dat in de praktijk in tegenstelling tot andere meststoffen geen overmaat wordt gegeven, althans niet bij granen uit vrees voor een te zwaar gewas. Het aantal gevallen waarin door verhogen van de gift nog een opbrengstvermeerdering kan worden verkregen is voor stikstof ongetwijfeld veel groter dan voor fosfaat of kali. Uit dien hoofde zou men ook een duidelijk positief gewicht voor de stikstofbemesting in het opbrengstaspect verwachten; bij de aardappel treffen wij dit in 1950 ook aan. Bij de granen zien we echter een overheersen van negatieve gewichten hoewel het noorden, in vergelijking met de zuidelijke provincies, hogere opbrengsten bij hogere stikstofgiften geeft, hetgeen bij landelijk onderzoek dus een positief gewicht zou doen verwachten. Dit wijst erop dat plaatselijk de zwaarst bemeste percelen gemiddeld toch niet het meest produktief zijn en dat deze tendens vooral bij de granen het eindresultaat beheerst.

Bij de interpretatie hiervan moeten wij bedenken dat stikstof door de boer wordt gehanteerd als een middel om opbrengstverschillen tussen de percelen te nivelleren.

Zodra de vrees bestaat dat een perceel niet aan de verwachting zal voldoen door een slechte voorvrucht, slechte opkomst, stagnatie in de groei, wordt de stikstofzak gehanteerd. Speciaal bij granen wordt hierbij gestreefd naar een bepaald niveau, dat men niet durft te overschrijden uit vrees voor legering; hierdoor wordt dus de niveleringstendens versterkt. De schommelingen in de stikstofgiften leiden dan niet meer tot een versterking van variaties in opbrengst, maar tot een verzwakking. Als de nivelering mislukt, is een negatieve samenhang tussen stikstofgift en opbrengst het gevolg.

Onze resultaten doen vermoeden dat deze tendens alle anderen overheerst, zowel op zand als op klei en niet alleen bij granen. Het zou zelfs kunnen zijn dat er plaatselijk reeds verschil in de stikstofgift tussen de bodemtypen voorkomt in die zin dat b.v. oud bouwland gemiddeld minder ontvangt dan arm stuifzand of hoge heide-ontginning. De plaatselijke onderzoeken in Borger en Venray maken het ons mogelijk dit na te gaan (bijlage J).

In Borger zijn de gemiddelde stikstofgiften op rogge per bodemtype vrijwel gelijk, zodat tegenstellingen tussen de bodemtypen hier principieel geen effect kunnen hebben op het resultaat van onze analyse. Bij haver ontvangt de hoge heide-ontginning, die verreweg de laagste opbrengst geeft, 10 kg N meer dan de andere gronden. Hier zien wij dus iets van de verwachte tendens. Bij de aardappelen ontvangt de heideontginning op keileem (niet het beste bodemtype) 10 kg N méér. De verschillen zijn zeer gering.

In Venray zijn de contrasten iets groter. Op het stuifzand zijn de rogge-opbrengsten, behalve in het vochtige jaar 1951, zeer laag. Op dit bodemtype ontvangt de rogge 20 kg N méér dan op de beste oude bouwlanden en heide-ontginningen. Hiermee zijn de negatieve gewichten voor de stikstof in het hoofdaspect voor de opbrengst van 1952 en 1953 dus in overeenstemming. Voor haver zijn alleen in 1951 voldoende gegevens aanwezig. De opbrengstverschillen zijn in dit vochtige jaar klein. De oude bouwlanden brengen wat meer op bij hogere stikstofbemestingen. Dit kan dus niet bijdragen tot een negatief gewicht.

Bij de aardappelen zien wij dat de minder producerende bodemtypen (alleen de hoge heide-ontginning is in een behoorlijk aantal vertegenwoordigd) de hoogste stikstofgift ontvangen. De verschillen zijn klein.

Samenvattend kunnen wij zeggen, dat bij een vergelijking van de bodemtypen inderdaad hier en daar blijkt dat de minder produktieve typen wat meer stikstof ontvangen. Deze tendens lijkt echter niet krachtig genoeg om het overheersen van negatieve samenhang tussen opbrengst en stikstofgift in ons onderzoek te verklaren. Waarschijnlijk bestaat deze negatieve samenhang ook binnen ieder bodemtype, ten gevolge van de neiging om in alle gevallen waarbij minder goede groei wordt verwacht of waargenomen, de stikstofgift te verhogen, zonder dat het produktieniveau van de goede percelen wordt bereikt.

Om dit na te gaan, zijn in één geval cijfers bewerkt, afkomstig van één bodemtype. Hiervoor is gekozen de hoge heide-ontginning, met als gewas rogge. Om voldoende aantallen te krijgen, zijn de gegevens van Borger en Venray over drie jaren samengevoegd, onder eliminatie van jaar- en gebiedsinvloeden (bijlage O). Hier worden inderdaad steeds negatieve correlatiecoëfficiënten gevonden, echter niet significant.

Wellicht hebben wij te maken met twee tegengestelde tendenties, die elkaar ongeveer

in evenwicht houden, en wel (1) de opbrengstverhogende werking van stikstof, die een positieve correlatie bevordert en (2) de neiging van de boer om minder goede gewassen extra met stikstof te voorzien, die de correlatie in negatieve richting verschuift. De eerste werking schijnt zelden te overheersen, wellicht in enkele gevallen bij de aardappel. Bij de granen is de negatieve invloed nog duidelijker en dit is begrijpelijk omdat men bij deze gewassen, speciaal op de vruchtbare percelen, voorzichtig is met het geven van stikstof.

### Zeeklei

TABEL 28. Gewichten van de stikstofbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	-40	-9	0	-18	-32	-6	27	-16	-	3

De samenhang van de stikstofbemesting met de opbrengst is overwegend negatief en dit kunnen wij ook in dit geval aldus interpreteren, dat in het algemeen de vruchtbaarste percelen en de gevallen met de beste voorvrucht, de laagste stikstofbestedingen ontvangen en desondanks de hoogste opbrengsten hebben. Regionale verschillen zijn in dit geval niet belangrijk. In de periode vóór 1940 plachten de bemestingen met stikstof op granen in de provincie Groningen zwaarder te zijn dan b.v. in Zeeland, hetgeen in verband kon worden gebracht met de grotere waarde die aan het stro werd gehecht. In ons materiaal, verzameld in de periode 1950-'52, was van dit verschil niets meer te bemerken en wellicht is het inderdaad geheel verdwenen.

Bij de suikerbieten is geen duidelijke samenhang tussen opbrengst en stikstofbemesting gevonden. Bij dit gewas is er wel een regionaal verschil in dien zin, dat in het noorden ca. 20 kg zuivere N per ha minder wordt gegeven en ook de opbrengsten lager liggen. De aantallen percelen in het noordelijk kleigebied zijn echter gering, zodat deze verhouding, die ten gunste van een positieve samenhang werkt, weinig gewicht in de schaal kan leggen.

### *De fosfaattoestand*

#### Zandgrond

TABEL 29. Gewichten van de P-citroenzuurcijfers in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	0	12	3	-	4	-5	8	-	0	39	20	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	58	15	-11	-	28	6	30	-	52	-38	-25
alleen „Voran” . . . . .										40	45	-14
alleen „Adelaar” . . . . .					-	16	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	-6	-	-				
Venray . . . . .	-	1	-8	25	-	20	21	-	-	51	-	-

In het algemeen wordt een geringe, maar positieve samenhang tussen opbrengst en P-citroenzuurcijfer gevonden. Dit kan dus voortvloeien uit het optreden van oogstdepressies door fosfaatgebrek op percelen met lage waarden. DRAISMA [22] schat het aandeel van de percelen op zandgronden dat een onvoldoende fosfaatbemesting ontvangt en waar deze depressies dus kunnen optreden, echter slechts op 8%. Het merendeel hiervan heeft uiteraard lage P-citroenzuurcijfers.

Regionale tegenstellingen kunnen ook wellicht iets bijdragen tot een positief gewicht voor de P-citroenzuurcijfers. De centrale zandgronden hebben nl. hogere P-citroenzuurcijfers dan de overige en ook de hoogste gemiddelde opbrengsten (bijlagen D en E). De verschillen in opbrengst of – in andere gevallen – de aantallen percelen in het centrale zandgebied zijn echter te klein om veel gewicht in de schaal te leggen. Er is weinig verschil tussen de landelijke en plaatselijke uitkomsten. Ook in Borger en Venray overheersen positieve gewichten.

Er kunnen verschillen tussen de bodemtypen in het spel zijn. De oudere bouwlanden hebben duidelijke hogere P-citroenzuurcijfers dan de ontginningen. Deze moeten historisch worden verklaard, want gedurende de proefjaren ontvingen zij niet meer fosfaat (bijlage K). Hoe dit ook zij, de oude bouwlanden leveren in Venray bij haver en aardappelen ook duidelijk hogere opbrengsten en dit kan dus de voor die gewassen gevonden positieve gewichten helpen verklaren, zonder dat hier een directe invloed van de fosfaattoestand kan worden bewezen. In Borger is de hogere produktiviteit van de oude bouwlanden minder duidelijk en bij de aardappel afwezig, zodat hiermee geen positief gewicht van de fosfaatcijfers kan worden verklaard.

De vraag rijst nu of binnen één bodemtype hogere fosfaatcijfers samengaan met de hogere opbrengst. Om dit te onderzoeken, zijn in één geval cijfers bewerkt, die slechts van één bodemtype stammen. Hiervoor is gekozen de hoge heide-ontginning en het gewas rogge (bijlage O). Hier wordt voor het P-citroenzuurcijfer en de opbrengst een significante positieve correlatiecoëfficiënt gevonden. Ook dit bewijst echter nog geen causale samenhang, al staat het vast dat op een deel van deze gronden fosfaatgebrek voorkomt. Er bestaat nl. een negatieve samenhang tussen de afstand van de boerderij tot het perceel en het P-citroenzuurcijfer (blz. 82). Dit opent de mogelijkheid dat de oogstdepressies op percelen met lage cijfers worden veroorzaakt door de minder goede verzorging, waarvan deze lage cijfers mede een symptoom zijn. Waarschijnlijker is het echter dat ook de lage fosfaattoestand een directe bijdrage levert tot het lagere produktieniveau van deze percelen.

### Zeeklei

Op deze grondsoort is het aantal percelen, waarop een oogstdepressie wegens fosfaatgebrek verwacht mag worden (27%), veel groter dan op zand (DRAISMA [22]), zodat hier ook een duidelijker positief gewicht van het P-citroenzuurcijfer in het opbrengstaspect niet zal verwonderen. Dit zien wij echter alleen bij wintertarwe; de andere gewassen tonen een overwegend negatieve tendens, die moeilijk is te verklaren (tabel 30). Regionale verschillen kunnen hiervoor niet verantwoordelijk worden gesteld. De P-citroenzuurwaarden zijn in het noorden (47) gemiddeld weliswaar iets hoger dan in het zuiden (43, bij lagere opbrengsten), maar het aantal percelen zomer-

TABEL 30. Gewichten voor de P-citroenzuurcijfers in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	34	48	9	-11	-9	-10	-3	5	-14	-14

gerst en suikerbieten in het noorden is te gering om gewicht in de schaal te leggen.

Nu zijn er aanwijzingen dat speciaal de wintertarwe de dupe wordt van de minder goede fosfaatvoorziening op *zeekleigronden* (tabel 31).

TABEL 31. Fosfaatbemesting op enige gewassen op de westelijke *zeekleigronden* (volgens DRAISMA [22])

	Percelen zonder fosfaatbemesting (%)	Gemiddelde gift $P_2O_5$ in kg per ha (alle percelen)
Wintertarwe . . . . .	42	43
Zomergerst . . . . .	28	52
Suikerbieten . . . . .	14	77

Deze gegevens hebben betrekking op dezelfde gevallen die in het correlatief onderzoek zijn gebruikt en ontlene hieraan dus een grote waarde.

Het blijkt dus dat wintertarwe, o.a. om redenen van technische aard, duidelijk minder fosfaat ontvangt dan de zomergewassen. Hierdoor komt wellicht opbrengstderiving door fosfaatgebrek bij wintertarwe – uiteraard speciaal bij slechte fosfaattoestand – veel voor en dit zal in het correlatie-onderzoek leiden tot een hoog gewicht van de factor P-citroenzuurcijfer in het hoofdaspect voor de opbrengst. Hiermede is echter nog niet verklaard, waarom zomergerst en suikerbieten steeds (zij het lage) negatieve gewichten noteren voor het P-citroenzuurcijfer.

Dit verschijnsel kan in verband worden gebracht met de duidelijk negatieve samenhang tussen pH-waarde en P-citroenzuurcijfer (verg. blz. 81). Zomergerst en bieten reageren gunstig op hoge kalkgehalten en zo is het voorkomen van de pH-waarde met een positief gewicht in het hoofdaspect voor de hand liggend (tabel 26). Als indirect gevolg hiervan zullen, mits er geen frequent fosfaatgebrek bij deze gewassen voorkomt, de gewichten voor het P-citroenzuurcijfer in negatieve zin worden beïnvloed.

### *De fosfaatbemesting*

#### Zandgrond

Ten opzichte van fosfaat liggen de verhoudingen anders dan bij stikstof. Terwijl bij laatstgenoemde meststof in de praktijk zelden een verzadigingstoestand optreedt, is dit bij fosfaat normaal. Volgens DRAISMA [22] geldt dit zelfs voor 92 % van de percelen op zandgrond. Dit kan omdat een overmaat aan fosfaat zich niet wreekt in een te

TABEL 32. Gewichten voor de fosfaatbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	-26	10	0	-	-36	- 8	9	-	-52	-15	13	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-9	-2	-14	-	-14	-52	21	-	- 3	-28	2
alleen „Voran” . . . . .										1	1	10
alleen „Adelaar” . . . . .					-	16	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	- 6	-	-				
Venray . . . . .	-	15	-7	12	-	10	-21	-	-	27	-	-30

welige vegetatieve ontwikkeling en men er – wellicht niet altijd terecht – op vertrouwt, dat het teveel ten goede zal komen aan volgende gewassen. Toch overheerst ook bij de fosfaatbemesting de negatieve tendens. Evenmin als bij stikstof gaan in de praktijk hoge giften gemiddeld samen met hoge opbrengsten. De betrekkelijke schaarste aan gevallen van ernstig fosfaatgebrek draagt hier uiteraard toe bij.

Bij de aardappelen worden op de zuidelijke zandgronden hogere giften toegediend dan in het noorden, bij lagere opbrengst (bijlage E), hetgeen dus tot een negatief gewicht in de landelijke gegevens kan bijdragen. Dit overheerst echter ook plaatselijk.

Als wij van Borger en Venray diverse bodemtypen vergelijken, blijken geen duidelijke verschillen. Men kan niet zeggen dat de oude bouwlanden, waarvan de P-citroenzuurcijfers en de opbrengsten duidelijk hoger liggen, minder fosfaat als verse bemesting ontvingen (bijlage K). Dit komt overeen met de ervaringen van DRAISMA over het ontbreken van een samenhang tussen fosfaattoestand en fosfaatbemesting. In Borger valt het overigens op dat het bodemtype A (ontginning op leem), dat niet tot de meest produktieve behoort en zeer lage P-citroenzuurcijfers heeft, wat meer fosfaat ontvangt dan andere bodemtypen. Ook in Venray ontvangen de aardappelen op dit bodemtype duidelijk meer fosfaat, terwijl ze weinig opbrengen.

Deze gevallen wijzen dus in de richting van een negatieve samenhang tussen fosfaatbemesting en opbrengst, echter niet voldoende om de overheersend negatieve gewichten van de fosfaatbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst te verklaren. Tegen een veronderstelling dat minder vruchtbare percelen wellicht systematisch hogere fosfaatgiften ontvangen, kan worden aangevoerd dat bij de P-citroenzuurcijfers dan ook een negatief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst is te verwachten, hetgeen niet met de feiten overeenstemt.

De mogelijkheid blijft echter bestaan dat, evenals bij stikstof, binnen ieder bodemtype percelen die door de gebruiker incidenteel minder goed worden geoordeeld uit voorzorg een hogere fosfaatgift ontvangen. In de steekproef welke betrekking had op rogge van hoge heide-ontginning kan deze veronderstelling overigens niet worden bevestigd. Hierbij werd vrijwel geen correlatie tussen fosfaatgift en opbrengst gevonden (bijlage O).



## Zeeklei

TABEL 33. Gewichten voor de fosfaatbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	3	-8	-24	6	-10	13	-1	-5	12	-6

Volgens DRAISMA [22] kan op deze grondsoort bij 27% van de gevallen een oogst-depressie worden verwacht wegens fosfaatgebrek. De verzadigingstoestand is hier dus in mindere mate regel dan op zandgrond. Dit vergroot de kans op het voorkomen van positieve gewichten voor fosfaatbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst, maar zoals tabel 33 laat zien, overheersen negatieve en onbeduidende gewichten in bijna dezelfde mate als op zandgrond.

Ook hier gaan dus de hoge giften gemiddeld niet samen met hoge opbrengsten. In dit geval kunnen wij weer denken aan een neiging, om percelen die incidenteel minder goed worden beoordeeld, een hogere gift toe te dienen.

*Kaligehalte en kalibemesting*

## Zandgrond

Wat de kalitoestand betreft was voor zandgrond alleen het kaligetal beschikbaar, dat wegens de sterke binding aan het humusgehalte voor het correlatie-onderzoek niet interessant is.

TABEL 34. Gewichten voor de kalibemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	-1	-7	6	-	-11	3	28	-	-9	15	1	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-31	-15	12	-	3	-5	14	-	-9	-49	5
alleen „Voran” . . . . .					-	-6	-	-	-	-47	22	3
alleen „Adelaar” . . . . .					-	-3	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	-3	-	-				
Venray . . . . .	-	2	-6	7	-	5	-33	-	-	18	-	3

Volgens DRAISMA [22] heeft 61% van de bouwlanden op zandgrond een te lage kali-reserve. Van deze percelen ontvangt 29% te weinig kali om een optimale opbrengst te kunnen verwachten. Er is dus wel een basis voor een positieve samenhang tussen kalibemesting en opbrengst. Desondanks zijn de gewichten in tabel 34 overwegend negatief.

Regionale tegenstellingen zullen op het gewicht voor kalibemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst waarschijnlijk weinig invloed uitoefenen. De granen op de zui-

delijke zandgronden ontvangen wat minder kali dan in het noorden. Bij de rogge wordt de hieruit resulterende positieve samenhang weer verstoord door het centrale zandgebied, dat hoge opbrengsten combineert met lage kalibemestingen. Bij de haver hebben de noordelijke en centrale zandgronden hogere kaligiften en opbrengsten in vergelijking met het zuiden en hieruit zou een duidelijk positief gewicht voor de kali kunnen voortvloeien. Dit is echter alleen in 1952 aanwezig. De aardappelen ontvangen in het zuiden duidelijk meer kali dan in het noorden maar produceren minder. Deze negatieve tendens wordt echter weer verzwakt door het centrale zandgebied met zijn zeer hoge kaligiften en hoge opbrengsten (maar minder waarnemingen).

De bodemtypen van de plaatselijke onderzoeken ontvangen gemiddeld alle ongeveer dezelfde hoeveelheid kali (bijlage L). Schommelingen van enig belang zien wij alleen bij de haver te Venray, maar het is twijfelachtig of hiervan enige invloed is te verwachten op de relatie tussen opbrengst en kaligift.

Ter verklaring van de negatieve gewichten van de kalibemesting kunnen wij evenals voor de stikstof en fosfaatbemesting veronderstellen dat, ongeacht het bodemtype, de percelen die minder vruchtbaar worden geacht de hoogste bemesting ontvangen, zodat gemiddeld de beste opbrengsten niet samengaan met de hoogste kaligiften.

## Zeeklei

TABEL 35. Gewichten voor kaligehalte en kalibemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op zeeklei

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Kaligehalte . . . .	-16	27	24	25	1	2	43	27	-13	42
Kalibemesting . . .	9	-17	25	0	20	25	10	1	14	-20

Volgens DRAISMA [22] is het percentage akkerbouwpercelen op zeeklei waar oogstdepressie wegens kaligebrek kan worden verwacht, ongeveer 24. Deze percelen zullen gemiddeld lagere kaligehalten hebben dan de rest, zodat het resultaat een positief gewicht voor deze factor zal zijn, hetgeen wij ook meestal aantreffen. Er moet echter rekening worden gehouden met de mogelijkheid dat er een indirecte samenhang in het spel is via de zwaarte van de grond. Het percentage afslibbare delen is nl. in hoge mate gecorreleerd met het kaligehalte (bijlage Q). Ook regionale verschillen kunnen enige invloed hebben. Het gemiddelde kalicijfer ligt in het noorden, bij lagere opbrengsten, iets lager dan in het zuidwestelijk kleigebied.

De gewichten voor de kalibemesting zijn eveneens overwegend positief. Dit is opvallend, omdat zowel bij stikstof als bij fosfaat de negatieve tendens overheerst. De regionale verschillen hebben, wat de gift betreft, weinig te betekenen. Bij de kali op zeeklei zouden dus dikwijls hoge bemestingen wel met hoge opbrengsten zijn gecorreleerd. Dit valt des te meer op, omdat volgens DRAISMA er meer kali wordt gegeven op kaliarme percelen dan op rijke (dit in tegenstelling met fosfaat). Dat desondanks de

samenhang met de kaligift met de opbrengst veelal positief is, kan een aanwijzing zijn, dat in de praktijk door kaligebrek sterke oogstdepressies voorkomen.

### Magnesiumgehalte en magnesiumbemesting op zandgrond

TABEL 36. Gewichten voor het magnesiumgehalte in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	30	19	23	-	33	25	36	-	35	23	61	-
<b>Borger</b>												
alle waarnemingen . . . . .	-	31	4	22	-	26	1	16	-	25	-26	-24
alleen „Voran” . . . . .										59	38	-19
alleen „Adelaar” . . . . .						13	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .						43	-	-				
Venray . . . . .	-	2	42	19	-	19	26	-	-	-9	-	-

TABEL 37. Gewichten voor de magnesiumbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond

	Rogge			Haver			Aardappelen		
	1951	1952	1953	1951	1952	1953	1951	1952	1953
<b>Borger</b>									
alle waarnemingen . . . . .	11	- 7	-21	-28	-24	19	21	43	11
alleen „Voran” . . . . .							5	18	19
alleen „Adelaar” . . . . .				-41	-	-			
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .				-20	-	-			
Venray . . . . .	11	-19	1	- 2	- 5	-	39	-	25

Het magnesiumgehalte komt in de regel met een hoog positief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst voor. Dit zou verklaard kunnen worden door aan te nemen dat het magnesiumgehalte op onze zandgronden een der voornaamste knelpunten vormt, die een verhoging van de opbrengst tegenhouden. Deze veronderstelling wordt gesteund door recente gegevens van het Bedrijfslaboratorium voor Grond en Gewasonderzoek te Oosterbeek, volgens welke 60% van het Nederlandse zandbouwland een onvoldoende magnesiumtoestand heeft [16]. Echter ook hier is voorzichtigheid geboden. Het magnesiumgehalte hangt sterk samen met het humusgehalte omdat dit mineraal in zandgrond bijna uitsluitend aan humus gebonden voorkomt. Wanneer dus magnesium en humus beide steeds met hoge en positieve gewichten in het hoofdaspect voor de opbrengst verschijnen, bestaat de mogelijkheid dat slechts één van beide factoren causaal met de opbrengst samenhangt. Natuurlijk is het ook mogelijk dat humus en magnesium beide een actief aandeel hebben en elkanders positief gewicht ondersteunen. De samenhang is zo sterk dat als b.v. bij het plaatselijk onderzoek blijkt dat de gewichten van het humuspercentage bij aardappelen negatief zijn - waar-

voor bij de bespreking van de factor humus een verklaring werd gegeven – ook de gewichten van het magnesiumgehalte meestal negatief zijn (verg. tabel 23).

Een geheel ander beeld biedt de magnesiumbemesting, welke overigens alleen bij de plaatselijke onderzoeken werd opgenomen. De magnesiumbemesting wordt in velerlei vorm gegeven. Bij Borger en Venray werden in de proefjaren weinig speciale magnesiumbestedingen toegepast, behalve als kiesriet op haver. Meestal werd het Mg in patentkali toegediend en voorts als koolzure magnesiakalk en magnesia-kieselkalk. Rogge werd slechts in enkele gevallen met Mg bemest; bij de haver en vooral aardappelen lag dit anders (bijlage M).

Bij de wiskundige analyse blijkt de hoeveelheid toegediende MgO in het hoofdaspect voor de opbrengst van haver vrijwel steeds met een negatief gewicht voor te komen. Hier gaan hoge magnesiumgiften samen met lage opbrengsten. Dit is wellicht aldus te verklaren, dat percelen haver die na opkomst de bekende symptomen van magnesiumgebrek vertonen, vaak worden overbemest met kiesriet. Het negatieve gewicht van de factor magnesiumbemesting wijst er op, dat deze percelen gemiddeld niet de hoogste opbrengst leveren, wat zeer aannemelijk is.

Bij de aardappelen zien wij doorgaans een hoog positief gewicht voor de magnesiumbemesting in het hoofdaspect voor de opbrengst. Hier liggen de verhoudingen dan ook geheel anders dan bij haver. Overbemesting van zieke gewassen met kiesriet komen bij aardappelen in de praktijk niet voor. Het magnesium wordt hier dus voornamelijk gegeven met kalkmeststoffen en in de vorm van patentkali. In dit laatste geval is er dus een koppeling van de factoren kali en magnesium. Hoe sterk deze is, mag blijken uit tabel 38.

TABEL 38. Percentage gevallen waarin de kali aan aardappelen werd toegediend in de vorm van K-40 en patentkali

	K-40		Patentkali	
	Borger	Venray	Borger	Venray
1951 . . .	74	80	20	13
1952 . . .	61	48	38	24
1953 . . .	33	65	50	28

In de proefjaren kwam meer patentkali ter beschikking en dit wordt weerspiegeld in een relatief stijgend gebruik van deze meststof. Wij kunnen concluderen dat meestal wel een vierde deel van de percelen het magnesium in de vorm van patentkali ontving.

Vrijwel alle aardappelen in Borger en de grote meerderheid in Venray ontvingen magnesium, zoals uit bijlage M blijkt. De verschillen tussen de giften op de verschillende bodemtypen zijn klein. De meeste percelen ontvingen echter het magnesium niet in de vorm van patentkali en zo is het mogelijk dat magnesium in het hoofdaspect voor de opbrengst van aardappelen een ander gewicht vertoont dan de kalibemesting. Het duidelijk positief gewicht van de magnesiumbemesting bij aardappelen wijst op een samengaan van hoge bemesting met hoge opbrengsten.

In andere gevallen werd dikwijls een negatieve samenhang gevonden tussen hoeveelheid meststof en opbrengst die aldus werd verklaard, dat minder goede percelen gemiddeld de zwaarste bemestingen ontvangen. Bij de magnesiumbemesting op aardappelen is hiervan niets te zien. Dit is een aanwijzing dat de meeste percelen sterk op magnesiumbemesting reageren en de dosering van de bemesting onafhankelijk is van de verwachtingen die de boer van het perceel heeft.

De magnesiumbemesting op aardappelen heeft in zoverre een bijzondere positie dat zij wordt gestimuleerd door het waarnemen van gebrekssymptomen in vroeger jaren. Als deze symptomen algemeen voorkomen en niet beperkt zijn tot de mindere percelen, is er geen reden om bij de bemesting met de algemene vruchtbaarheidstoestand rekening te houden. In ieder geval verschaffen de besproken gegevens een aanwijzing, dat magnesiumgebrek bij aardappelen op zandgrond in de praktijk een knelpunt vormt. Deze conclusie is in overeenstemming met het hiervoor genoemde oordeel over de magnesiumtoestand op basis van grondonderzoek.

### *De bedrijfsgrootte*

TABEL 39. Gewichten van de factor „bedrijfsgrootte” in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond en zeeklei

	Zandgrond						Zeeklei												
	rogge			haver			aardappelen			wintertarwe			zomergerst			haver		suikerbieten	
	1950	'51	'52	1950	'51	'52	1950	'51	'52	1950	'51	'52	1950	'51	'52	1951	1950	'51	'52
Landelijk onderzoek . .	7	32	5	20	36	-16	22	-20	6	40	16	-28	-26	49	27	-20	22	9	46

Uit tabel 39 blijkt dat de factor bedrijfsgrootte meestal met een positieve waarde voorkomt, hetgeen er dus op zou wijzen, dat de grote bedrijven doorgaans hogere opbrengsten hebben.

Er bestaan, wat de bedrijfsgrootte betreft, belangrijke regionale verschillen. In bijlage D zijn voor zandgrond enige cijfers gegeven waaruit blijkt dat het centrale zandgebied gemiddeld kleinere bedrijven heeft dan de andere zandgebieden. Toch zijn de bouwlandopbrengsten hier in de regel hoger, hetgeen bij landelijk onderzoek een negatieve samenhang in de hand werkt. Desondanks is bij de rogge, waar het centrale zandgebied ten gevolge van het groot aantal waarnemingen een hoog gewicht in de schaal legt, de samenhang positief, hetgeen dus de conclusie verstevigt, dat plaatselijk, van bedrijf tot bedrijf, de grotere bedrijven hogere opbrengsten hebben.

Het centrale zandgebied heeft maar een relatief gering aantal percelen met haver en aardappelen. Hier is de situatie echter ook zo, dat noordelijk en centraal zandgebied tezamen bij gemiddeld hogere opbrengst een gemiddeld iets geringere bedrijfsgrootte hebben, vergeleken met het zuiden. Dat in de regel desondanks in tabel 39 positieve gewichten voorkomen, wijst dus evenals bij rogge in de richting van een reële samenhang.

Ook op de *zeekleigronden* zijn de gewichten voor bedrijfsgrootte meestal positief,

ondanks het feit dat de westelijke bouwstreek bij hogere opbrengsten een geringere bedrijfsgrootte heeft dan het Groningse kleigebied. In dit laatste gebied zijn overigens slechts bij wintertarwe (in 1951 en 1952) en bij haver (alleen 1951 is bewerkt) voldoende waarnemingen verricht om gewicht in de schaal te leggen en hiermede kunnen de negatieve gewichten voor tarwe (1952) en haver (1951) zonder bezwaar in verband worden gebracht (bijlage G).

De resterende gewichten zijn op één na positief, hetgeen er dus op wijst dat plaatselijk de grotere bedrijven gemiddeld hogere opbrengsten hebben.

### *De afstand tot de boerderij*

#### Zandgrond

TABEL 40. Gewichten van de factor „afstand tot de boerderij” in het hoofdaspect voor de opbrengst op zandgrond

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijke gegevens . . . . .	-38	-1	-8	-	-21	-13	-12	-	-15	-2	-1	-
Borger												
alle gegevens . . . . .	-	-28	12	5	-	-23	10	-12	-	-3	55	-2
alleen „Vorán” . . . . .					-	-19	-	-	-	-6	6	6
alleen „Adelaar” . . . . .					-	-1	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar					-	-1	-	-				
Venray . . . . .	-	-6	21	-34	-	-10	0	-	-	3	-	-61

Bij het landelijk onderzoek blijken opbrengst en afstand tot de boerderij steeds in negatieve zin samen te hangen. De regionale tegenstellingen kunnen hiertoe een bijdrage leveren. Er zijn nl. in dit opzicht grote verschillen (bijlage D). De zuidelijke zandgronden liggen het verst van het bedrijf. Ze hebben gemiddeld ook lagere opbrengsten, hetgeen dus de negatieve gewichten in tabel 40 reeds verklaart, zonder dat er van een directe samenhang sprake hoeft te zijn.

Bij de plaatselijke onderzoeken komen naast negatieve ook positieve gewichten voor, in één geval (aardappelen 1952, Borger) zelfs een hoog positief gewicht. Dit kan samenhangen met het feit, dat hier dicht bij huis dikwijls consumptieaardappelen overheersen en op de veldgronden het zeer produktieve ras Vorán (PAPE [35]). Als de berekeningen beperkt blijven tot het ras Vorán, verdwijnt dan ook het hoge gewicht voor „afstand tot de boerderij” in het jaar 1952.

PAPE [35] heeft aan de samenhang tussen afstand en opbrengst enige beschouwingen gewijd. Hij wijst erop dat naast de plausibele verwachting dat veraf gelegen percelen minder goed worden verzorgd, ook andere factoren een rol kunnen spelen. Oorspronkelijk zijn de dorpen op zandgrond ongetwijfeld ontstaan dicht bij de beste landbouwgronden en zijn deze laatste door organische bemesting nog verbeterd. Thans nog behoren de oude bouwlanden, die veelal dicht bij de bedrijven liggen, tot de beste gronden.

DRAISMA [22] vermeldt bij het landelijk onderzoek een algemene tendens tot afne-

ming van de bemestingstoestand der percelen bij toeneming van de afstand tot de boerderij. Dit uit zich b.v. in een negatieve samenhang tussen de afstand tot boerderij en het P-citroenzuurcijfer en ook in een geringere frequentie van de stal mestgift. Dit zou erop wijzen dat de bereikbaarheid van een perceel inderdaad merkbaar invloed zou hebben op de verzorging en dientengevolge op de produktie. Als men echter de samenhang van de afstand tot de boerderij met de jaarlijkse meststofgiften in de beschouwing betreft, vindt men hiertussen geen duidelijk verband. Het is niet mogelijk om in de huidige kunstmestbemestingen een minder goede behandeling van veraf gelegen percelen aan te tonen. Waarschijnlijk is in dit opzicht in de laatste jaren veel verbeterd.

### Zeeklei

TABEL 41. Gewichten van de factor „afstand tot de boerderij” in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijke gegevens	17	32	14	39	27	-21	23	0	-34	-12

De duidelijk negatieve samenhang, die wij bij de zandgrond aantreffen tussen de afstand van perceel tot boerderij en de opbrengst, ontbreekt op zeeklei bij de granen bijna geheel. In overeenstemming hiermee constateert DRAISMA [22] bij zeeklei een zeer geringe samenhang tussen afstand en bemestingstoestand. Bij de suikerbieten overheerst het negatieve gewicht, hetgeen dus zou aanduiden dat bietenpercelen dicht bij het bedrijf toch beter worden verzorgd.

### *Het aandeel van het grasland in het bedrijf*

#### Zandgrond

TABEL 42. Gewichten van de factor „percentage van het grasland in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge			Haver			Aardappelen		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek . . . . .	15	21	17	33	6	21	9	-42	-37

Het is zeker te verwachten dat de regionale tegenstelling tussen noord en zuid invloed heeft op de verhoudingen. Zowel het aandeel van het grasland op de bedrijven als de opbrengsten liggen in het noordelijke en het centrale zandgebied hoger dan in het zuiden. In overeenstemming met de verwachting geven de granen een positieve samenhang. De aardappelen geven echter negatieve cijfers en dit zou erop kunnen wijzen dat plaatselijk de verhoudingen anders liggen. Het is zeer wel denkbaar dat plaatselijk de bedrijven met een hoog percentage grasland lagere opbrengsten op het bouwland boeken wegens eenzijdige oriëntatie op de veeteelt.

## Zeeklei

TABEL 43. Gewichten van de factor „percentage van het grasland in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	-10	9	7	44	-40	-32	-6	-21	-11	-5

Op zeekleigronden zien wij meestal een negatieve samenhang tussen opbrengsten en het percentage grasland in het bedrijf. Dit ondanks het feit dat de noordelijke kleigronden, in vergelijking met het zuidwestelijke kleigebied, gemiddeld een kleinere oppervlakte grasland hebben bij iets lagere opbrengsten. Dit wijst erop dat plaatselijk de zuivere akkerbouwbedrijven hogere opbrengsten op het bouwland boeken dan de gemengde bedrijven. Men kan dit in verband brengen met de bedrijfsvoering en ook met de kwaliteit van de grond.

### *Het aandeel van de oppervlakte graan in het bedrijf*

#### Zandgrond

TABEL 44. Gewichten van de factor „percentage van de oppervlakte graan in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	-13	-11	-25	-	-40	-26	25	-	10	-54	-43	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-	-	-	-	-47	-19	-23	-	-	-	-
alleen „Adelaar” . . . . .	-	-	-	-	-	-11	-	-	-	-	-	-
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .	-	-	-	-	-	-72	-	-	-	-	-	-
Venray . . . . .	-	-	-	-	-	-51	-27	-	-	-	-	-

Het gewicht van deze factor in het hoofdaspect voor de opbrengst is meestal negatief, met dikwijls hoge absolute waarden. Dit wijst erop dat een hoog percentage granen op het bouwland samengaat met lage gemiddelde opbrengsten. Dit lijkt voor de hand te liggen, immers juist op de minder vruchtbare zandgronden is de graanverbouw overheersend; bovendien worden granen in het algemeen als minder goede voorvruchten beschouwd.

Regionaal zijn er duidelijke verschillen. Op de noordelijke zandgronden bedroeg het percentage granen op het bouwland 59%, op de centrale en zuidelijke zandgronden 70%. Dit zou bij hogere opbrengst in het noorden leiden tot een negatieve correlatie tussen de opbrengst en het percentage granen, ook zonder dat er sprake hoeft te zijn van een causale samenhang. De noordelijke zandgronden zijn echter alleen productiever in vergelijking met de zuidelijke zandgronden. De centrale zandgronden leveren



hoge opbrengsten. In bijlage E en tabel 45 zijn de gemiddelde opbrengsten van het noorden vergeleken met die van de centrale en zuidelijke zandgronden tezamen, waar dikwijls een hoog percentage granen voorkomt.

TABEL 45. Gemiddelde opbrengsten van de bij het produktieniveauonderzoek betrokken percelen in kg per ha

	Rogge			Haver			Aardappelen		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Noordelijke zandgronden . . . . .	2460	3370	3000	3150	4260	3690	36600	32000	33000
Centrale plus zuidelijke zandgronden . . . . .	2300	3390	2980	2650	3530	3170	35000	30400	31600

Bij de rogge is het gemiddelde verschil in opbrengst tussen de twee vergeleken gebieden zo gering, dat de regionale tegenstelling ten aanzien van de intensiviteit van graanverbouw geen invloed gehad kan hebben op de bij het landelijk onderzoek aangetroffen samenhang. Deze samenhang vormt dus een aanwijzing dat binnen de landbouwgebieden de bedrijven met meer intensieve graanverbouw gemiddeld lagere roggeopbrengsten hebben.

Bij haver en in mindere mate bij aardappelen heeft het centrale en zuidelijke zandgebied met intensieve graanverbouw wel duidelijk lagere opbrengsten, hetgeen dus kan bijdragen tot negatieve gewichten van de factor „percentage granen” in het hoofdaspect voor de opbrengst. Deze negatieve gewichten zijn hier dan ook duidelijker dan bij rogge. Echter, ook bij deze gewassen is het waarschijnlijk dat plaatselijk de intensieve graanverbouw samengaat met lage opbrengsten; voor de haver vinden wij aanwijzingen in het plaatselijk onderzoek bij Borger en Venray, waar deze tendens zeer duidelijk is (bijlagen H en I).

De vraag komt op of misschien speciaal bij de haver deze tendentie wordt geaccentueerd door het feit dat juist dit gewas veel op graan volgt en dus bij zware graanverbouw zelden een goede voorvrucht heeft. Tabel 46 geeft enige samenvattende cijfers over de vruchtwisseling.

TABEL 46. Percentage percelen met granen als voorvrucht op *zandgrond*

	Rogge	Haver	Aardappelen
Noordelijk zandgebied . . . . .	13	48	88
Centraal zandgebied . . . . .	30	82	86
Zuidelijk zandgebied . . . . .	16	67	80

Wij zien inderdaad dat speciaal de haver de dupe wordt van een minder goede vruchtwisseling. Dit geldt stellig niet alleen bij de vergelijking van landbouwgebieden, maar ook bij vergelijking van bedrijven binnen een gebied. Aardappelen daarentegen volgen overal meestal op een graan. Dat ook bij dit gewas de opbrengst in negatieve zin samenhangt met het percentage graanverbouw is een aanwijzing, dat niet de vrucht-

wisseling zelf, maar de kwaliteit van de grond of van het bedrijf in hoofdzaak bepalend is voor dit verschijnsel.

### Zeeklei

TABEL 47. Gewichten van de factor „percentage van de oppervlakte graan in het bedrijf” in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver			Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	-10	-17	-3	-2	-25	5	-	-12	-	-20	-37	-17

Evenals bij de zandgronden is het gewicht van deze factor in het hoofdaspect voor de opbrengst overwegend negatief. Dit kan gedeeltelijk voortvloeien uit het feit dat de noordelijke zeekleigronden een meer intensieve graanverbouw hebben bij lagere opbrengsten. Dit uit zich ook in het vaker voorkomen van granen als voorvrucht.

TABEL 48. Percentage percelen met granen als voorvrucht op *zeeklei*

	Haver	Wintertarwe	Suikerbieten
Zeeklei-noord . . . . .	54	15	41
Zeeklei-west . . . . .	22	4	52

Speciaal op de granen volgt in het noorden veel vaker een graan dan in het zuid-westelijke kleigebied. Er is een aantal gevallen, waarbij de opbrengsten in het noorden niet lager waren (b.v. wintertarwe 1950) of waarbij het aantal gevallen in het noorden te gering was om enig gewicht in de schaal te leggen (suikerbieten 1951, zomergerst). Ook in deze gevallen overheerst de negatieve strekking, zodat wij mogen veronderstellen dat deze niet uitsluitend is gebonden aan een regionale tegenstelling, maar ook plaatselijk geldt. Dit betekent dus dat bedrijven met veel granen gemiddeld lagere opbrengsten behalen. In hoeverre de kwaliteit van de grond en het bedrijfstype hiervoor verantwoordelijk zijn, is niet uit te maken.

### Het plantgetal

Als de hoeveelheid zaaizaad bij de granen met een negatief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst voorkomt, kan men denken aan directe schade door te dichte stand, maar ook aan een tendens om op minder vruchtbare gronden meer zaaizaad te gebruiken. Dit aspect schijnt te overheersen bij winterrogge en zomergerst.

Oogstdervingen door een te dunne stand moeten tot uiting komen in positieve gewichten voor de hoeveelheid zaaizaad.

Uit de statistische gegevens (DRAISMA [22]) voor de hoeveelheid zaaizaad blijkt dat deze bij granen gemiddeld hoog ligt (in de buurt van 140 kg zaad per ha). Het veel-

TABEL 49. Gewichten voor de hoeveelheid zaaizaad (granen) of het plantgetal (aardappelen) in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	0	-17	-17	-	25	24	-2	-	44	2	-2	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-12	22	8	-	13	7	-43	-	-	-	-
alleen „Adelaar” . . . . .					-	12	-	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	28	-	-				
Venray . . . . .	-	-28	- 8	-15	-	-18	22	-	-	-	-	-

TABEL 50. Gewichten voor de hoeveelheid zaaizaad (granen) of het plantgetal (suikerbieten) in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	29	3	-13	-16	-15	-60	5	15	31	-16

vuldig voorkomen van oogstdervingen door te dunne stand is onder deze omstandigheden alleen denkbaar als beschadigingen op grote schaal optreden. Bij wintertarwe en vooral haver komen positieve gewichten bij de zaaizaadhoeveelheid voor en dit kan er op wijzen, dat deze granen meer van beschadigingen te lijden hebben dan rogge en gerst. Dit is zeer goed mogelijk. Wij moeten dan bij tarwe aan uitwinteren, bij haver aan vreterij en havermoetheid denken. In de praktijk wordt haver ook wel dichter gezaaid dan zomergerst en rogge, al is het verschil niet groot.

Bij de hakvruchten overheerst een positief gewicht voor de factor: aantal planten per ha. Dit zou er op wijzen, dat men in de praktijk het voor de opbrengst optimale plantgetal doorgaans niet bereikt en dit is zeer begrijpelijk. Er zijn praktische overwegingen, nl. de kosten van het pootgoed, de gewenste sortering bij aardappelen en de moeilijkheden bij de oogst van bieten, die het streven naar een voor de bruto-opbrengst optimaal plantgetal remmen.

#### *De lengte van het gewas bij granen*

Deze grootheid heeft vrijwel steeds een duidelijk positief gewicht (zie tabel 17). Dit ligt voor de hand, omdat in de regel goede gewassen ook hoge gewassen zijn.

Inmiddels is de lengte van het gewas zelf – evenals de opbrengst – een produkt van bodem en verzorging. Om deze reden zal zij steeds een nauwe samenhang met de opbrengst vertonen, hetgeen het optreden van hoge gewichten in het hoofdaspect voor de opbrengst verklaart.

Opvallend is het één keer voorkomen van een negatief gewicht voor de strolengte (zomergerst 1950). Het feit dat de langere gerstrassen in het algemeen minder produk-

tief zijn en vooral verbouwd worden in het noorden des lands, waar de zomergerst-opbrengsten toch reeds lager zijn dan in het zuiden, werkt een negatieve samenhang in de hand. Waarom dit aspect speciaal in 1950 op de voorgrond kwam, is echter niet duidelijk.

### De zaaidiepte

TABEL 51. Gewichten voor de zaaidiepte in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond en zeeklei*

	Zandgrond						Zeeklei						
	rogge			haver			haver	wintertarwe			zomergerst		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek . .	10	73	3	-34	-34	-49	-23	8	-44	-12	-5	-36	-11

Zowel op zand- als kleigrond komt de zaaidiepte bij de zomergranen steeds met een negatief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst voor. Dit betekent dus dat diep zaaien slecht is voor de opbrengst. Dit was ook uit proeven wel bekend, maar onze cijfers wijzen er dus op dat in de praktijk opbrengstdervingen door te diep zaaien veelvuldig voorkomen. Bij de wintertarwe zien wij dezelfde tendens, behoudens een onbeduidend positief gewicht in 1950. Winterrogge geeft positieve gewichten, waarvan er één (1951) zelfs zeer hoog is. Dit is merkwaardig, want juist dit gewas blijkt in proeven bijzonder gevoelig voor te diep zaaien. Er is wellicht een verklaring te vinden voor het feit, dat deze gevoeligheid bij het produktieniveauonderzoek niet tot uiting komt. Toevallig ging aan de proefjaren 1950, '51 en '52 telkens een zeer droge oktobermaand vooraf.

TABEL 52. Regenval in cm in de maand oktober (1949-'51 en veeljarig gemiddelde)

Veeljarig gemiddelde	1949	1950	1951
72	51	30	11

Ondiep zaaien kan bij rogge in deze jaren dus tot een slechte opkomst hebben geleid.

### De zaai- en pootdata

De codering van de zaai- of pootdata is aldus geschied, dat een hoger cijfer werd gegeven naarmate de zaai- of pootdatum later was. Een positief gewicht betekent dus dat met laat zaaien een hogere opbrengst samenging en met vroeg zaaien een lagere opbrengst. De verwachting is hieraan tegengesteld zodat een negatief teken gemakke-

TABEL 53. Gewichten voor de zaai- en pootdata in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zandgrond*

	Rogge				Haver				Aardappelen			
	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953	1950	1951	1952	1953
Landelijk onderzoek . . . . .	3	36	16	-	-29	-3	-1	-	35	-39	8	-
Borger												
alle waarnemingen . . . . .	-	-10	-52	-21	-	0	-13	-28	-	-5	27	22
alleen „Vorán” . . . . .					-	-	-2	-	-	5	-30	29
alleen „Adelaar” . . . . .					-	-	5	-				
alleen „Marne”, 3 jaar . . . . .					-	-	-	-				
Venray . . . . .	-	-	-	-33	-	-	-	-	-	-	-	2

TABEL 54. Gewichten voor de zaaidata in het hoofdaspect voor de opbrengst op *zeeklei*

	Wintertarwe			Zomergerst			Haver	Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952	1951	1950	1951	1952
Landelijk onderzoek	0	-19	13	-22	-20	-13	8	-44	-23	-33

lijker te interpreteren is. Dit vinden we dan ook in de regel bij de zomergranen en de suikerbieten. Een positief teken vinden we bij de rogge, soms bij aardappelen en bij wintertarwe 1952.

De zaai- en pootdata vallen in het algemeen in het noorden des lands later dan in het zuiden. Bij de rogge b.v. wordt in het noorden gemiddeld vijf dagen later gezaaid dan in de centrale en zuidelijke zandgebieden, zonder dat de gemiddelde opbrengst van deze twee groepen duidelijk verschilt. Van een invloed van regionale tegenstellingen kan hier alleen in 1950 enige sprake zijn (vgl. bijlage E).

Het positieve gewicht voor de factor zaaitijd moet voor 1951 en 1952 dus zo worden geïnterpreteerd, dat later zaaien een wat hogere opbrengst gaf. Dit zou in verband gebracht kunnen worden met het feit dat in de drie jaren van het onderzoek de voorafgaande oktobermaand toevallig steeds zeer droog is geweest, zodat wat later zaaien een betere opkomst gaf (zie tabel 52).

Bij het plaatselijke onderzoek hebben wij hier voor de desbetreffende jaren slechts Borger 1951 en 1952 ter vergelijking. Hier heeft laat zaaien steeds een negatief gewicht, evenals het jaar 1953 (na een vochtige oktober 1952) in Borger en Venray. Het is natuurlijk mogelijk, dat in 1951 en 1952 de vochtigheidsstoestand van de grond in Borger beter was dan het landelijk gemiddelde.

#### Wintertarwe

Van de wintertarwe is bekend dat laat zaaien de opbrengst schaadt, zij het minder dan bij rogge of zomergranen. Het positieve gewicht van laat zaaien in het oogstjaar 1952 is ook in dit geval in verband te brengen met de extreme droogte van oktober 1951, toen in één maand slechts 11 mm neerslag viel. In de praktijk is slechte opkomst van wintertarwe op kleigrond wegens droogte een bekend, zij het niet gewoon verschijnsel.

### Haver op zandgrond

Bij het landelijke onderzoek heeft het gewicht van de zaaidatum steeds een negatief teken, zodat hier volgens verwachting laat zaaien samengaat met lagere opbrengst. Tot dit beeld kan het feit bijdragen dat de haver merkwaardigerwijze (in tegenstelling tot de aardappel) in het noordelijk zandgebied vroeger in de grond komt dan in het zuiden. Ook bij het plaatselijke onderzoek (beschikbaar is alleen Borger) is echter dezelfde strekking aanwezig.

### Aardappelen op zandgrond

Volgens de ervaringen met veldproeven wordt ook bij de aardappel de opbrengst gediend met vroeg poten. Wanneer in de praktijk in vele gevallen door te laat poten oogstdepressies ontstaan, zal dit in ons onderzoek moeten blijken uit negatieve gewichten voor de factor pootdatum in het opbrengstaspect. In 1951 toont het landelijke onderzoek volgens deze verwachting een vrij hoog negatief gewicht. In 1952 is het gewicht voor deze factor onbetekenend en bij het plaatselijke onderzoek (Borger) voor het ras Voran negatief. Dat hier wanneer alle aardappelpercelen tezamen worden genomen, een positief gewicht optreedt (dus: laat poten – hoge opbrengst) is aldus te verklaren, dat op de esgronden dicht bij de dorpen vroeger wordt gepoot, terwijl juist daar vaak minder produktieve consumptierassen worden verbouwd. De gegevens van Voran alléén geven dus een zuiverder beeld. De gegevens van 1951 en 1952 leveren dus wel een negatieve tendens op, die wij aldus mogen interpreteren, dat in de praktijk de pootdatum een knelpunt vormt voor het opbrengstniveau. In 1950 en 1953 zien wij echter vrij hoge positieve gewichten. Deze mogen wellicht daarmee in verband worden gebracht, dat maart 1950 zowel als maart 1953 abnormaal droog waren. Het poten van aardappelen in te droge grond is slecht voor de toekomstige groei. In droge voorjaren kan het wachten op regenval bevordelijk zijn voor de opbrengst. Dit leidt tot uitstel en dus latere pootdata. Het is dus niet onlogisch dat in een nat voorjaar een negatief gewicht wordt gevonden voor laat poten en in een droog voorjaar een positief gewicht.

### *Overige factoren (zie tabel 17 en 18)*

De oppervlakte van het perceel en de drainafstand, de veebezetting per ha grasland en het aantal paarden op het bedrijf verschijnen soms met een duidelijk gewicht in het hoofdaspect. De gewichten wisselen echter te sterk om een interpretatie mogelijk te maken. In deze gevallen kunnen interacties die samenhangen met regionale verhoudingen, een grote rol spelen.

De gewaspauze heeft bij rogge en tarwe een positief gewicht, hetgeen betekent dat de hoogste opbrengsten worden behaald op percelen waar de verbouw minder frequent is. Voor gerst en haver zou dit niet steeds gelden.

Ploegdatum en aantal malen ploegen vertonen geen duidelijke tendentie.

Het aantal malen schoffelen heeft bij rogge en zomergerst steeds een positief gewicht; deze factor zal waarschijnlijk enigszins gekoppeld zijn met andere factoren die op de verzorging van het gewas betrekking hebben.

De rijenafstand bij granen heeft alleen bij rogge een duidelijk positief gewicht. Dit

kan hieruit voortvloeien dat op de noordelijke zandgronden met hun wat hogere opbrengsten, ruimere rijenafstanden worden toegepast.

Het cijfer voor onkruidbezetting heeft vrijwel steeds een positief gewicht, d.w.z. dat veel onkruid correspondeert met lage opbrengsten. In hoeverre hier sprake is van directe schade of van koppeling met andere factoren die bij minder goede gewasverzorging in het gedrang komen, moet in het midden blijven.

#### DE ONDERLINGE SAMENHANG VAN EEN AANTAL FACTOREN WELKE DE OPBRENGST VAN BOUWLAND BEÏNVLOEDEN

In de voorafgaande beschouwingen is reeds gebleken, dat de interpretatie van de samenhang tussen de afzonderlijke factoren enerzijds en de opbrengst anderzijds wordt bemoeilijkt, doordat de factoren, waarvan een invloed op de produktie wordt verondersteld, dikwijls ook onderling zijn gecorreleerd.

Om een overzicht te krijgen van de belangrijkste samenhangen, die in dit opzicht bestaan, zijn in bijlagen P en Q voor een aantal factoren de correlatiecoëfficiënten vermeld, waarop de wiskundige analyse, waarvan het resultaat in dit hoofdstuk is weergegeven berust. In de volgende beschouwingen worden de belangrijkste correlaties, welke hierbij aan het licht komen, besproken.

#### *Het humusgehalte*

##### Zandgrond

Het humusgehalte op zandgrond vertoont enige correlatie met de pH en meststofgiften. Deze kunnen voortvloeien uit de regionale tegenstelling tussen de noordelijke zandgronden en de zuidelijke. Deze laatste hebben gemiddeld een duidelijk lager humusgehalte, bij hogere pH en fosfaatgift en lagere stikstofgiften.

Tussen humusgehalte en zomerwaterstand had men wellicht een duidelijk negatieve samenhang verwacht omdat regionaal – maar ook dikwijls plaatselijk – een diepe grondwaterstand samengaat met minder humus in de bouwvoor. Daar staat echter tegenover, dat de oude bouwlanden, die hoger liggen dan de ontginningen, in vele gebieden rijker zijn aan humus. De afwezigheid van een duidelijke correlatie kan de resultante zijn van dergelijke tegenstrijdige tendensen.

De zeer duidelijke correlatie met het Mg-gehalte (0,51, 0,43, 0,71) is reeds bekend. Deze maakt het moeilijk de invloed van beide factoren gescheiden te beoordelen.

De hoge negatieve correlatie tussen humusgehalte en kaligetal vloeit voort uit de wijze waarop dit laatste cijfer wordt berekend.

##### Zeeklei

Het humusgehalte vertoont hoge positieve correlatiecoëfficiënten met het slibgehalte (0,78, 0,17, 0,62, 0,67) en eveneens, wellicht via dit slibgehalte, met het kaligehalte. Met de pH en de bemestingen is de correlatie echter negatief. In deze verhoudingen tekent zich het beeld af van de zware kleigrond, waarvan de vruchtbaarheidstoestand hoog wordt aangeslagen.

De hoge negatieve correlatiecoëfficiënten tussen humusgehalte en de fractie grof zand vormt de keerzijde van de positieve correlatie met het slibgehalte.

## *De grondwaterstanden*

### Zandgrond

Op de afwezigheid van een correlatie met het humusgehalte werd reeds eerder gezien.

Zeer opvallend is de negatieve correlatie tussen de zomerwaterstand en het percentage grof zand (-0,30; -0,43; -0,22). Dit is wellicht zo te verklaren, dat grofzandige gronden bij laag gelegen bouwlanden sterker zijn vertegenwoordigd dan bij bouwlanden met een hoge ligging. Zulke gronden zijn bij hoge ligging weinig aantrekkelijk voor ontginning. Voorts is er een negatieve samenhang tussen diepte van de grondwaterstand en het magnesiumgehalte, welke ditmaal niet te verklaren is door het humusgehalte.

De negatieve samenhang tussen grondwaterstand en pH is niet te verklaren door regionale tegenstellingen; immers in het zuiden des lands zijn én de afstanden tot het grondwater én de pH's hoger dan in het noorden. Bij het plaatselijk onderzoek hebben echter de hoogste bouwlanden dikwijls lagere pH-cijfers (de essen zijn zuurder dan de ontginningen); deze tendens heeft in het landelijke onderzoek blijkbaar de overhand.

De positieve correlatie tussen hoogteligging en P-citroenzuurcijfer kan te danken zijn aan het feit dat de centrale zandgronden gemiddeld de hoogste ligging en ook de hoogste fosfaatcijfers hebben. Echter hebben, volgens de gegevens van PAPE [35] ook plaatselijk de hogere gronden (meest oude bouwlanden) een betere fosfaattoestand. Ook met de fosfaatgift is de correlatie positief. Wanneer men ook de andere meststofgiften, inclusief stalmest, als geheel overziet, is er toch een duidelijke tendens om hoge gronden zwaar te bemesten. Ze worden ook in het voorjaar vroeger ingezaaid, wat blijkt uit de negatieve samenhang met de zaai- of pootdatums.

### Zeeklei

Aangezien de waterstanden op zeeklei veel minder variëren dan op zandgrond en bovendien de waterbeheersing der bouwlanden veel beter is, heeft het weinig zin hieraan in dit verband aandacht te besteden.

## *De bemestingsfactoren*

### Zandgrond

Er is een duidelijke correlatie tussen de bemestingen met stikstof, fosfaat en kali (zie bijlage P). In 1950, toen de cijfers voor alle kunstmestbemestingen exclusief stalmest waren berekend, was er meestal een positieve samenhang tussen de stikstofbemesting en de andere kunstmestbemestingen. De stalmestgift was toen daarentegen minder duidelijk negatief met de fosfaat- en de kaligift gecorreleerd dan met de stikstofgift. Dit zou er dus op wijzen dat de boer wel rekening houdt met de stikstofwerking van stalmest maar minder met de andere voedingsstoffen. Daar geldt dus weer de regel dat wanneer men veel van het een geeft, ook meer van het andere toedient.

Tussen pH en meststofgiften bestaat geen duidelijke samenhang. De pH is duidelijk positief gecorreleerd met kaligetal en magnesiumgehalte en minder duidelijk met het P-citroenzuurcijfer. Bij de positieve samenhang tussen pH en kaligetal kan de regionale tegenstelling noord-zuid een rol spelen, omdat in het zuiden



bij hoge pH, lagere humuscijfers en dus hogere kaligetallen worden gevonden.

Het is in dit verband interessant de aandacht erop te vestigen dat het magnesiumcijfer zowel met het humuspercentage als met de pH-waarde positief is gecorreleerd, ondanks het feit dat de twee laatstgenoemde factoren onderling een negatieve samenhang vertonen (-0,26; -0,24; -0,06). Wij moeten dit wellicht zo verstaan dat dit laatste een gevolg is van de regionale tegenstelling noord-zuid, terwijl plaatselijk, van perceel tot perceel, het magnesiumgehalte positief samenhangt zowel met het humusgehalte als met de pH.

In overeenstemming met de conclusies van DRAISMA [22], die dezelfde gegevens op andere wijze heeft bewerkt, is ook in de correlatiecoëfficiënten geen samenhang op te merken tussen de bemestingstoestand (P-citroenzuurbijfer, kaligetal) en de gift ( $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ). Met bovengenoemde auteur kunnen wij deze bevinding opvatten als de resultante van twee tegenstrijdige tendenties, nl. een traditionele bemesting waarbij reeds goed voorziene percelen zwaar worden bemest, en een bemesting volgens behoefte (al of niet na grondonderzoek) waarbij juist percelen met minder goede bemestingstoestand zwaar worden bemest.

#### Zeeklei

De cijfers betreffende de bemestingstoestand tonen een zeer duidelijke negatieve samenhang tussen pH-waarde en P-citroenzuurbijfer (-0,27; -0,29; -0,22; -0,50; zie bijlage Q). Dit is dus in tegenstelling met hetgeen de zandgronden te zien geven. VAN DER PAAUW deelde mede dat in het algemeen bij kleigronden door het verbeteren van de kalktoestand ook het P-citroenzuurbijfer hoger uitvalt. Aanwezigheid van koolzure kalk leidt ook niet tot lagere fosfaatcijfers bij de analyse. Hij acht het echter niet onmogelijk dat de hier gevonden negatieve samenhang voortvloeit uit de neiging om kalkrijke gronden met hun goede reputatie van vruchtbaarheid, lichter te bemesten. Deze veronderstelling wordt in bijlage Q ten aanzien van stikstof en fosforzuur tot op zekere hoogte bevestigd; met de kaligift ontbreekt deze samenhang echter.

Tussen pH en kaligehalte is ook geen duidelijke relatie te zien; kaligehalte en P-citroenzuurbijfer zijn onderling meestal positief gecorreleerd. Ook tussen kali- en fosfaatgiften bestaat een positief verband; van een samenhang van de stikstofbemesting met de giften van kali en fosfaat kan men echter niet spreken.

De samenhang tussen bemestingstoestand en bemesting is ook door DRAISMA [22] behandeld. In overeenstemming met zijn conclusie, wordt geen samenhang gevonden bij fosfaat, wel bij kali. Hogere kaligehalten gaan samen met lagere giften; hier wordt dus rationeel bemest. De stikstofbemesting is over het algemeen negatief gecorreleerd met de pH, het P-citroenzuurbijfer, het humusgehalte en het percentage afslibbare delen, hetgeen duidelijk wijst op een geringere bemesting naarmate het perceel vruchtbaarder wordt geacht.

#### *De samenhang van de afstand tot de boerderij met enige opbrengstfactoren*

##### Zandgrond

Zoals uit bijlage D blijkt, zijn de zuidelijke zandgronden in vergelijking met de noordelijke, gekenmerkt door grotere gemiddelde afstanden tussen bedrijf en perceel,

diepere waterstand, hogere pH-waarde en lager humusgehalte in de bouwvoor. Bij het landelijk onderzoek is dus een positieve correlatiecoëfficiënt te verwachten tussen afstand tot boerderij, diepte grondwater en pH, en een negatieve tussen afstand en humusgehalte.

In werkelijkheid komt bij het landelijk onderzoek een negatieve samenhang tussen afstand tot de boerderij en grondwaterstand meer voor. Bij de pH vinden wij (zie bijlage P) voor de opeenvolgende jaren de correlatiecoëfficiënten: 0,20; -0,05 en 0,11, dus slechts een zwakke positieve tendens. Bij het humusgehalte is van de verwachte negatieve samenhang niets te merken. Dit is een aanwijzing dat plaatselijk de verhoudingen geheel anders liggen. Hier geldt stellig geen regel, volgens welke veraf gelegen percelen gemiddeld een diepe grondwaterstand, een hoge pH-waarde en een laag humusgehalte hebben. Integendeel, veraf gelegen percelen hebben dikwijls een hoge grondwaterstand. Wat het humusgehalte betreft staat wel vast dat, met name in het zuiden des lands, het humusgehalte in de bouwvoor op oude bouwlanden lager is dan op de ontginningen, die meestal verder van huis liggen (PAPE [35]). Deze plaatselijk positieve samenhang tussen afstand en humusgehalte, schijnt de negatieve samenhang welke voortvloeit uit de tegenstelling noord-zuid, geheel te overdekken. Iets dergelijks zal zich ook ten aanzien van de grondwaterstand voordoen.

Duidelijker is de samenhang tussen afstand en P-citroenzuurcijfer (-0,33; -0,15; -0,17). Deze negatieve samenhang is al meer opgemerkt, ook in het regionaal onderzoek; de verklaring zocht men wel in een mindere verzorging van veraf gelegen land. Het is echter mogelijk dat ook hier regionale tegenstellingen bijdragen tot de gevonden samenhang.

In het centrale zandgebied zijn de afstanden van boerderij tot perceel kleiner dan elders en de gemiddelde fosfaatcijfers zijn hoger, zonder dat er van een causale samenhang sprake behoeft te zijn. DRAISMA [22] heeft opgemerkt dat het aantal keren dat stalmest wordt gegeven op zandbouwland, sterk negatief is gecorreleerd met de afstand tot de boerderij en veronderstelt dat dit wellicht ook een verklaring geeft van de slechtere fosfaattoestand op veraf gelegen percelen.

Tussen de kunstmestgiften (ook de grootte van een stalmestgift) en de afstand tot de boerderij is in ons materiaal geen duidelijke samenhang aanwezig. Van een mindere aanwending van kunstmest op veraf gelegen percelen was dus in de jaren 1950-'52 niets te bemerken. Dit neemt niet weg dat in vroeger jaren dit geheel anders geweest kan zijn.

### Zeeklei

Ook in de zeekleigebieden komen regionale tegenstellingen voor. In het noorden des lands liggen de percelen gemiddeld 1000 m van het bedrijf, in het zuidwestelijke kleigebied bedraagt deze afstand 1370 m (bijlage F). De positieve correlatie tussen de afstand en het gehalte afslibbare delen van een perceel (0,27; 0,40; 0,22; 0,00, zie bijlage Q) kan hiermee niet worden verklaard, want van de percelen zeeklei die onze steekproef omvatte, waren de noordelijke gemiddeld iets zwaarder (40% afslibbaar), dan de westelijke (36%). Het schijnt dus dat plaatselijk de zware percelen gemiddeld wat verder van huis zijn gelegen. Hetzelfde geldt wellicht voor de percelen met lagere pH-waarden (0,00; 0,06; -0,39; -0,21).

Tussen afstand en grondwaterstand is geen duidelijke correlatie te zien, van de twee hoge cijfers heeft het ene een negatief, het andere een positief teken.

De correlatie tussen afstand en zaaidatum is zeer zwak; hier werken de regionale tegenstellingen en de plaatselijke verhoudingen elkaar waarschijnlijk tegen; in het zuidwesten met zijn grotere afstanden zaait men eerder, maar per bedrijf zullen de verste percelen wel niet het eerst aan de beurt komen.

Daar de bemestingen in het zuidwesten wat hoger liggen, is het verklaarbaar dat de correlatiecoëfficiënten tussen de afstand tot de boerderij en de kunstmestgiften overwegend positief zijn. In de samenhang met de bemestingstoestand is weinig lijn te ontdekken (verg. DRAISMA [22], blz. 117-118).

## V. DE ALGEBRAÏSCHE GRONDSLAGEN DER MULTIPELE FACTORANALYSE

Veronderstel, dat omtrent ieder van  $n$  factoren  $N$  waarnemingen zijn verricht. De factoren worden genummerd. De waarnemingen voor de  $i^{\text{de}}$  factor worden aangeduid door:

$$X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, \dots, X_{iN}$$

Wij normaliseren de waarnemingen door iedere waarneming te delen door  $S_i \sqrt{N}$ , waarin  $S_i$  de standaardafwijking van de enkele waarneming van de  $i^{\text{de}}$  factor is. De variantie van iedere factor is dan  $\frac{1}{N}$ . De afwijkingen van het gemiddelde der genormaliseerde waarnemingen geven wij aan door:

$$x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{iN} \quad (1)$$

die tezamen de vector  $\bar{x}_i$  vormen.

De normalisering heeft tot gevolg dat

$$\left. \begin{array}{l} \bar{x}_i \cdot \bar{x}_i = 1 \\ \text{en} \\ \bar{x}_i \cdot \bar{x}_k = r_{ik} \end{array} \right\} \quad (2)$$

indien  $r_{ik}$  de correlatiecoëfficiënt der reeksen waarnemingen van de factoren  $i$  en  $k$  is<sup>9</sup>.

Wij vormen de matrix  $X$  met  $n$  kolommen en  $N$  rijen, waarvan de kolommen worden gevormd door de vectoren  $\bar{x}_i$ :

$$X = \|\bar{x}_1, \bar{x}_2, \bar{x}_3, \dots, \bar{x}_n\|$$

De getransponeerde van  $X$  geven wij aan door  $X^t$ . Stel nu:

$$R = X^t X \quad (3)$$

dan is  $R$  een symmetrische matrix met  $n$  rijen en  $n$  kolommen. Volgens formule (2) zijn de elementen van de hoofddiagonaal van  $R$  gelijk aan 1 en de zijdelingse elementen van  $R$  zijn de correlatiecoëfficiënten tussen de desbetreffende factoren.  $R$  is de correlatie-matrix.  $\blacktriangleright$

Zij  $Z$  een orthogonale matrix  $Z = \|\bar{z}_1, \bar{z}_2, \bar{z}_3, \dots, \bar{z}_m\|$  waarin  $\bar{z}_i$  de vector  $\{z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iN}\}$  is.

$Z$  heeft dus  $m$  kolommen en  $N$  rijen. Is  $I$  de eenheidsmatrix, dan volgt uit de orthogonaliteit van  $Z$ :

$$Z^t Z = Z Z^t = I$$

Stel:

$$B = X^t Z = \left\| \begin{array}{cccc} \bar{x}_1 \cdot \bar{z}_1 & \bar{x}_1 \cdot \bar{z}_2 & \dots & \bar{x}_1 \cdot \bar{z}_m \\ \bar{x}_2 \cdot \bar{z}_1 & \bar{x}_2 \cdot \bar{z}_2 & \dots & \bar{x}_2 \cdot \bar{z}_m \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \bar{x}_n \cdot \bar{z}_1 & \bar{x}_n \cdot \bar{z}_2 & \dots & \bar{x}_n \cdot \bar{z}_m \end{array} \right\| \quad (4)$$

dan is:

$$B^t = Z^t X \quad (5)$$

Dus:

$$B B^t = X^t Z Z^t X = X^t I X = X^t X = R \quad (6)$$

Stel  $\bar{x}_i \cdot \bar{z}_k = a_{ik}$  dan is

---

<sup>9</sup> Door een punt tussen twee vectoren wordt het inwendig produkt aangegeven.

$$\mathbf{B} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix} \quad \text{en dus is:}$$

$$\mathbf{R} = \mathbf{B}\mathbf{B}^t = \begin{pmatrix} \sum a_{1k}^2 & \sum a_{1k} a_{2k} & \dots & \sum a_{1k} a_{nk} \\ \sum a_{2k} a_{1k} & \sum a_{2k}^2 & \dots & \sum a_{2k} a_{nk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \sum a_{nk} a_{1k} & \sum a_{nk} a_{2k} & \dots & \sum a_{nk}^2 \end{pmatrix} \quad (7)$$

waarin steeds wordt gesommeerd over  $k$  ( $= 1, 2, 3, \dots, m$ ).

Stel vervolgens:

$$\mathbf{A}_k = \begin{pmatrix} a_{1k}^2 & a_{1k} a_{2k} & \dots & a_{1k} a_{nk} \\ a_{2k} a_{1k} & a_{2k}^2 & \dots & a_{2k} a_{nk} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ a_{nk} a_{1k} & a_{nk} a_{2k} & \dots & a_{nk}^2 \end{pmatrix} \quad (8)$$

dan is volgens het optellingstheorema voor matrices:

$$\mathbf{R} = \sum_{k=1}^m \mathbf{A}_k \quad (9)$$

Iedere  $\mathbf{A}_k$  heeft de volgende eigenschappen:

- $\mathbf{A}_k$  is symmetrisch met  $n$  rijen en  $n$  kolommen
- $\mathbf{A}_k$  heeft de rang 1, want alle rijen zijn evenredig
- Wanneer  $\bar{a}_{\cdot k} = \{a_{1k}, a_{2k}, \dots, a_{nk}\}$  dan is

$$\mathbf{A}_k \bar{a}_{\cdot k} = \bar{a}_{\cdot k} \sum_{i=1}^n a_{ik}^2$$

Uit formule (7) volgt:

$$\sum_{k=1}^m a_{ik}^2 = 1 \text{ voor iedere } i \text{ (} = 1, 2, 3, \dots, n \text{)}$$

en

$$\sum_{k=1}^m a_{ik} a_{lk} = r_{il} \text{ voor } i \neq l \text{ (} i = 1, 2, 3, \dots, n; l = 1, 2, 3, \dots, n \text{)}$$

$$\text{Uit } \sum_{k=1}^m a_{ik}^2 = 1 \text{ volgt: } |a_{ik}| \leq 1$$

De matrix  $\mathbf{B}$  is in het algemeen niet orthogonaal. Indien  $\mathbf{B}$  wel orthogonaal is, dan is namelijk:

$$\mathbf{R} = \mathbf{B}\mathbf{B}^t = \mathbf{I}$$

zodat dan alle zijdelingse elementen van R gelijk zijn aan nul. Het is mogelijk aan de getallen  $a_{ik}$  een statistische betekenis toe te kennen. Uit  $\sum_{k=1}^m a^2_{ik} = 1$  volgt:

$$\frac{\sum_{k=1}^m a^2_{ik}}{N} = \frac{1}{N}. \text{ Hierin is } \frac{1}{N} \text{ de variantie van de } i^{\text{de}} \text{ factor na de normalisatie. Door beide leden van}$$

$$\frac{\sum_{k=1}^m a^2_{ik}}{N} = \frac{1}{N} \text{ met } S^2_i N \text{ te vermenigvuldigen wordt de normalisatie ongedaan gemaakt.}$$

Er komt:

$$S^2_i \sum_{k=1}^m a^2_{ik} = S^2_i$$

Hieruit volgt, dat de termen  $S^2_i a^2_{ik}$  van  $S^2_i \sum a^2_{ik}$  ieder een deel van de variantie van de  $i^{\text{e}}$  factor aangeven. Deze delen zijn:

$$a^2_{i1} S^2_i, a^2_{i2} S^2_i, \dots, a^2_{im} S^2_i$$

Uit (7), (8) en (9) volgt:

$$\sum_{k=1}^m a_{ik} a_{jk} = r_{ij}$$

Indien  $S_{ij}$  de covariantie is van de  $i^{\text{de}}$  en de  $j^{\text{de}}$  factor, dan is  $\sum_{k=1}^m a_{ik} a_{jk} = \frac{S_{ij}}{S_i S_j}$  en dus:

$$\sum_{k=1}^m a_{ik} S_i a_{jk} S_j = S_{ij} \quad (10)$$

Dus  $a_{ik} a_{jk} S_i S_j$  is een deel van de covariantie van de  $i^{\text{e}}$  en  $k^{\text{de}}$  factor. Analoog aan de splitsing van de varianties worden dus de covarianties – en eveneens de correlatiecoëfficiënten – gesplitst door middel van de  $a_{ik}$ .

Wij bepalen de getallen  $a_{ik}$ . De matrix B bestaat uit m kolommen. Dit aantal kolommen is echter willekeurig. Hierover kan dus nog worden beschikt. De kolomvectoren  $\bar{a}_{.k}$  van B zijn eigen vectoren van de matrices  $A_k$  (eigenschap c). Ieder van deze matrices ontstaat uit een kolom van B door deze kolom met zijn getransponeerde te vermenigvuldigen. Wij bepalen de matrix B zodanig, dat het aantal kolommen van B zo gering mogelijk is. Hiertoe gaan wij uit van de matrix R, die rechtstreeks uit de waarnemingsuitkomsten is te berekenen. Bij beschouwing van R blijkt dat er groepen van onderling sterk gecorreleerde factoren voorkomen naast groepen van minder sterk gecorreleerde factoren, terwijl de factoren van iedere groep meer of minder zijn gecorreleerd met de factoren van de andere groepen. Daar de volgorde van de factoren willekeurig is gekozen, kan worden verondersteld, dat de factoren 1, 2, 3, ..., p onderling sterker zijn gecorreleerd dan de overige n-p factoren. De correlatiecoëfficiënten van de eerste p factoren vormen de correlatiematrix P, die een diagonaal-deelmatrix van R is. De berekening van de eerste kolom van B, dit is de vector

$$\bar{a}_{.1} = \{ a_{11}, a_{21}, \dots, a_{n1} \}$$

berust op de eis dat de componenten van  $\bar{a}_{.1}$  zo goed mogelijk moeten voldoen aan

$$a_{i1} a_{j1} = r_{ij}$$

voor  $i \neq j$  en  $i = 1, 2, 3, \dots, p$  en  $j = 1, 2, 3, \dots, n$ .

Door middel van iteratie is het mogelijk uit P de vector:

$$\{ a_{11}, a_{21}, \dots, a_{p1} \}$$

te bepalen zodat

$$|r_{ik} - a_{ik} a_{k1}| \text{ minimaal is } \left\{ \begin{array}{l} i = 1, 2, 3, \dots, p \\ k = 1, 2, 3, \dots, p \end{array} \right\} i \neq k$$

Deze minimumwaarde is gelijk aan nul indien P, afgezien van de diagonaalelementen, de rang 1 heeft. Op grond van bovengenoemde eis kan de vector  $\{a_{11}, a_{21}, \dots, a_{p1}\}$  op eenvoudige manier worden uitgebreid tot de vector:

$$\bar{a}_{\cdot 1} = \{a_{11}, a_{21}, a_{31}, \dots, a_{n1}\}$$

Door het volgen van deze methode is bereikt, dat de variantiedelen  $a_{ii}^2 S_i^2$  ( $1 \leq i \leq p$ ) van de  $i^{\text{de}}$  factor en  $a_{ki}^2 S_k^2$  ( $1 \leq k \leq n$ )  $k \neq i$  van de  $k^{\text{de}}$  factor dusdanig zijn bepaald, dat deze variantiedelen samen een zo groot mogelijk deel van de covariantie van de  $i^{\text{e}}$  en  $k^{\text{de}}$  factor verklaren. Dit deel van de covariantie is dan volgens formule (10) gelijk aan  $a_{ii} a_{ki} S_i S_k$ .

Wij merken hierbij nog op, dat het voor de interpretatie van de resultaten niet noodzakelijk is de waarde van  $S_i$  en  $S_k$  te kennen. De getallen  $a_{ii}$  en  $a_{ki}$  geven reeds aan welke fracties van de varianties samenwerken.

Bij de kolom vector  $\bar{a}_{\cdot 1}$  van B behoort de matrix  $A_1 = \bar{a}_{\cdot 1} \bar{a}_{\cdot 1}^t$ .

$$\text{Uit} \quad R_1 = R - A_1 \quad (11)$$

is nu de invloed van de eerste p factoren geëlimineerd.

Met  $R_1$  handelen wij als met R, waardoor de tweede kolom van B, dus de vector

$$a_{\cdot 2} = \{a_{12}, a_{22}, a_{32}, \dots, a_{n2}\},$$

wordt gevonden en daaruit

$$R_2 = R_1 - A_2. \quad (12)$$

Dit proces wordt steeds herhaald, totdat een  $R_t$  ontstaat, waarvan de zijdelingse elementen gelijk zijn aan 0.

Het aantal kolommen van B wordt dus bepaald door het aantal groepen dat tijdens de bewerking te onderscheiden is; dit komt bij benadering overeen met het aantal onafhankelijke kolommen uit R, dus met de rang van R.

In de praktijk echter kan de bewerking als geëindigd worden beschouwd wanneer er geen sterk gecorreleerde groepen meer voorkomen. De beoordeling hiervan is echter in zekere mate subjectief.

De vectoren  $\bar{a}_{\cdot 1}$ ,  $\bar{a}_{\cdot 2}$  enz. zijn de in hoofdstuk III blz. 36 genoemde aspecten; de bewerkingen (11) en (12) noemen wij het elimineren van een aspect.

Het is mogelijk de resultaten in figuren aanschouwelijk te maken, zoals in hoofdstuk III fig. 4 en 5 is weergegeven. Uit  $a_{ik} = \bar{x}_i \cdot \bar{z}_k$  (zie blz. 84) kan worden afgeleid:

$$\bar{a}_{\cdot i} = Z^t \bar{x}_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, n) \quad (13)$$

waarin  $\bar{a}_{\cdot i}$  de  $i^{\text{de}}$  rij van B voorstelt en  $\bar{x}_i$  de vector van de afwijkingen van het gemiddelde voor de  $i^{\text{e}}$  factor. Door de orthogonale transformatie (13) wordt de vector  $\bar{x}_i$  met N componenten omgezet in de vector  $\bar{a}_{\cdot i}$  met m componenten, waarin m het aantal aspecten is. Ten opzichte van een orthogonale transformatie zijn zowel de lengten van de afzonderlijke vectoren als de hoeken tussen de vectoren invariant.

Op een ruimte met orthogonaal assenstelsel van de dimensie m kunnen dan de n rijvectoren  $\bar{a}_{\cdot i}$  worden afgebeeld. Alleen de projecties op de coördinaatvlakken worden getekend. In het aldus verkregen beeld wijzen kleine hoeken tussen lange vectoren op een sterk verband. Grote hoeken ( $\pm 90^\circ$ ) of korte vectoren geven aan, dat er weinig of geen verband is tussen de desbetreffende factoren.

Wanneer men in het bijzonder belang stelt in de invloeden op één bepaalde factor kan men het assenstelsel zo draaien, dat één van de assen samenvalt met de bij deze factor behorende vector. Indien de invloeden op de  $i^{\text{e}}$  factor in het bijzonder worden beschouwd dan veranderen de aspecten ten gevolge van de draaiing zodanig, dat in één van de aspecten voor de  $i^{\text{e}}$  factor een van nul verschillend getal optreedt, terwijl in alle andere aspecten op deze plaats een nul staat. Op deze wijze wordt het hoofdaspect<sup>10</sup> voor de  $i^{\text{e}}$  factor verkregen.

Het samengaan van variantiedelen betekent in het meetkundige beeld dat in hoofdstuk III is beschreven, een uittrekking van de puntenwolk in de richting van de desbetreffende factoren. De lengte van de vector  $\bar{a}_{\cdot i}$  is een maat voor de medewerking van de factor i aan deze uittrekking.

<sup>10</sup> Vergelijk hoofdstuk III blz. 37.

## SAMENVATTING

In de jaren 1950-'52 werd een onderzoek verricht aan ca. 3000 volgens toeval gekozen proefplekken op landbouwpercelen. Hier werden opbrengsten geschat en gegevens verzameld betreffende de grond en de verzorging van het gewas.

De statistische gegevens betreffende bemestingen en teeltmaatregelen op de bouwlandpercelen zijn apart gepubliceerd (DRAISMA [22]) evenals die betreffende bemestingen op grasland (KOOPMANS [33]).

Om de betekenis van diverse factoren voor de opbrengst nader te leren kennen, is een multi-pele factoranalyse toegepast die het mogelijk maakt na te gaan, in hoeverre de variantie van iedere afzonderlijke factor samengaat met de schommelingen die de opbrengst van perceel tot perceel vertoont (tabel 15, 17 en 18). Aan de gewichten der afzonderlijke factoren kan worden afgelezen in welke mate ze met de opbrengst samenhangen. Het deel van de opbrengstschommelingen dat door de gezamenlijke schommelingen der onderzochte factoren wordt gedekt, is gelijk aan het kwadraat van het gewicht van de opbrengst in het hoofdaspect.

Hier blijkt dus ook welk aandeel van de opbrengstschommelingen niet door de opgenomen factoren kan worden „verklaard”. Bij het grasland bedraagt dit aandeel 20-50%, in de akkerbouwsector ligt het meestal lager en kan dalen tot enkele procenten. Van dit aandeel staat dus vast dat het zich aan onze analyse onttrekt. Echter ook dat deel van de opbrengstvariantie dat wel correspondeert met schommelingen van de opgenomen factoren is daarmee nog niet causaal verklaard. Slechts in bepaalde gevallen kan een causale samenhang aannemelijk worden gemaakt.

De methode van wiskundige bewerking is uiteengezet in hoofdstuk III, een algebraïsche formulering vindt men in hoofdstuk V.

## DE RESULTATEN

Bij de interpretatie van de gegevens moet men zich steeds realiseren dat op grond van de methode van onderzoek nooit de algemene betekenis van een bepaalde factor voor de plantengroei kan worden vastgesteld; wij vinden slechts aanwijzingen voor de mate waarin deze factor in de praktijk als knelpunt optreedt, waarbij nog steeds de mogelijkheid van schijnrelaties onder het oog moet worden gezien.

Ook de vraag welk peil voor een bepaalde factor optimaal is, kan uit dit onderzoek niet worden beantwoord; mede omdat slechts lineaire relaties zijn onderzocht.

De interpretaties van de samenhang tussen opbrengst en verzorging van het gewas biedt daarenboven nog bijzondere moeilijkheden, doordat er kennelijk een interactie bestaat tussen de natuurlijke vruchtbaarheid van het perceel en de teeltmaatregelen. Zo is bij bouwland de samenhang tussen de opbrengst en de meststofgiften meestal negatief. Dit kan aldus worden verklaard, dat hier de minst vruchtbare percelen of percelen waarvan de boer incidenteel slechte verwachtingen heeft het zwaarst worden bemest, terwijl de opbrengst desondanks beneden het peil van de beste percelen blijft.



## GRASLAND

De opbrengstgegevens van het grasland zijn het resultaat van schattingen van de gemiddelde droge-stof-opbrengsten over een reeks van jaren, verkregen door vergelijking van de proefplekken met een serie over het land verspreide meerjarige opbrengstveldjes.

In tegenstelling tot het bouwland zijn de gewichten van de bemestingsfactoren in het hoofdaspect voor het produktiecijfer bij grasland veelal positief, dikwijls met hoge cijfers. Dit betekent dat op grasland hoge opbrengsten gemiddeld samengaan met hoge meststofgiften en bemestingstoestand. Dit vormt een aanduiding dat er veel graslandpercelen zijn die hun lagere opbrengsten niet danken aan mindere natuurlijke mogelijkheden (zoals dit bij bouwland regel is) maar aan lage bemestingen.

De onderlinge samenhang van enige factoren is behandeld op blz. 46. Van de overige factoren valt in de eerste plaats de hoedanigheidsgraad op, met hoge gewichten in het hoofdaspect voor de opbrengst. Dit getal is echter afgeleid uit de botanische samenstelling van de grasmat, die op zichzelf in hoge mate het resultaat is van bodemfactoren en verzorging.

De bedrijfsgrootte heeft steeds een positief gewicht; de afstand tot de boerderij en slechte bereikbaarheid zijn volgens verwachting negatief gecorreleerd met de opbrengst.

Ook de ouderdom van het grasland heeft meestal een negatief gewicht, hetgeen betekent dat oud grasland het meest produktief is (het ligt uiteraard op de meest geschikte percelen).

De zomerwaterstanden hebben alleen op zandgrond een duidelijk negatief gewicht. Aanduidingen van oogstdepressies door te lage grondwaterstand zien wij verder slechts op rivierklei in 1952.

De invloed van grondwaterstand en humusgehalte is moeilijk te scheiden, omdat op grasland een onderlinge correlatie bestaat. Het humusgehalte heeft alleen op zand- en veengronden een positief gewicht.

In tegenstelling tot het kleibouwland heeft het percentage afslibbare delen op het kleigrasland doorgaans een negatief gewicht. Zeer zware gronden (b.v. knipgronden) worden veelal als grasland gebruikt maar leveren ook dan niet de hoogste opbrengsten.

## BOUWLAND

De opbrengstcijfers zijn verkregen door middel van proefrooiingen voor hakvruchten en schattingen voor granen.

De tabellen 17 en 18 geven een overzicht van de gewichten welke diverse factoren in het hoofdaspect voor de opbrengst hebben. In tegenstelling tot grasland hebben wij hier met een aantal gewassen te maken, waarvan slechts granen, aardappelen op zandgrond en suikerbieten voldoende aantallen omvatten voor een correlatieonderzoek. De versnippering van de gegevens werd tot op zekere hoogte gecompenseerd door de cijfers van alle gewassen gezamenlijk per grondsoort te beoordelen, behoudens gevallen waarin de eisen van de gewassen duidelijk uiteenlopen.

De resultaten van het landelijk onderzoek kunnen, voor zover het om bouwland op

zandgrond gaat, worden vergeleken met die van plaatselijke onderzoeken op uitgekozen bodemreeksen, welke ongeveer gelijktijdig werden uitgevoerd in de omgeving van Borger en Venray (vgl. blz. 49). Deze hebben het voordeel, dat de kans op interacties met klimaatsfactoren veel geringer is dan bij het landelijk onderzoek.

Zoals reeds vermeld, nemen bij de onderzochte factoren de bemestingen een bijzondere positie in. Deze hebben doorgaans een negatief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst. Wij verklaren dit niet in dien zin, dat door hoge bemestingen lage opbrengsten worden verkregen, maar andersom: bij lage opbrengsten worden vaak hoge bemestingen toegediend. In ieder geval, waarin de boer redenen meent te zien van welke aard ook, om een minder goede opbrengst te verwachten, zal hij geneigd zijn de bemestingen hoger af te stemmen en dit brengt de kans op negatieve samenhangen mede. Dit geldt in hoge mate voor stikstof, echter ook voor fosfaat. De kalibemesting van granen op zeelei heeft doorgaans een positief gewicht, hetgeen kan wijzen op ernstige tekorten aan deze voedingsstof in de praktijk.

Bij het regionale onderzoek op zandgrond had de magnesiumbemesting van aardappelen een hoog positief gewicht. De conclusie dat magnesium in de praktijk op onze zandgronden dus een ernstig knelpunt vormt, wordt ondersteund door de hoge gewichten van het magnesiumgehalte bij alle gewassen, al noopt de hoge onderlinge correlatie tussen magnesium- en humusgehalte hier tot voorzichtigheid.

Het kaligehalte heeft meestal een positief gewicht; het kaligetal is echter te zeer afhankelijk van het humusgehalte om een interpretatie mogelijk te maken. Het P-citroenzuurcijfer heeft op zandgrond bij aardappelen een duidelijk, bij granen een onduidelijk positief gewicht. Bij wintertarwe op kleigrond vinden wij tweemaal een hoog positief gewicht, bij gerst en bieten overheersen negatieve gewichten. Dit betekent dat er hoge opbrengsten voorkomen bij lage fosfaatcijfers. Dit kan in verband worden gebracht met het feit dat hoge kalkgehalten op kleigrond, waarvoor gerst en bieten dankbaar zijn, gemiddeld samengaan met lage fosfaatcijfers. Hierin weerspiegelt zich wellicht de overschatting van de vruchtbaarheid van zeer kalkrijke kleigronden door de boer.

Bij wintertarwe, die minder op de pH reageert en het vaak zonder verse fosfaatgift moet stellen (tabel 31), heeft de pH in tegenstelling tot gerst en bieten een negatief gewicht, waarschijnlijk als gevolg van het positief gewicht van de fosfaattoestand.

Op zandgrond is het gewicht van de pH in het hoofdaspect voor de opbrengst niet duidelijk. Hier wordt de plaatselijk (althans bij aardappelen) wel waarneembare positieve tendentie, bij het landelijk onderzoek waarschijnlijk doorkruist door de omstandigheid dat de zuidelijke zandgronden bij hogere pH-waarden wat lagere opbrengsten hebben dan de noordelijke.

Voor de grondwaterstand vinden wij op zandgrond een negatief gewicht: grote afstand tot het grondwater gaat samen met lage opbrengsten. Dit is plausibel: er zijn veel bouwlanden met te lage grondwaterstand, maar weinig met te hoge. Op kleigrond is geen duidelijke tendentie aanwezig.

De granulaire samenstelling van de grond heeft geen zeer duidelijk gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst. Dat grof zand – tegen de verwachting in – niet steeds een negatief gewicht heeft, kan samenhangen met het feit dat grofzandige gronden alleen bij gunstige grondwaterstand in cultuur zijn. Bij zeelei is het overwegen van

positieve gewichten voor het slibgehalte een aanwijzing dat ons bouwland op kleigrond eerder gemiddeld te licht dan te zwaar is (in tegenstelling met grasland).

Het humusgehalte van de bouwvoor heeft op zandgronden steeds een duidelijk positief gewicht, zowel landelijk als plaatselijk. De schijnbare uitzonderingen (tabel 23) zijn waarschijnlijk aan storende interacties toe te schrijven.

De duidelijke onderlinge samenhang van magnesium en humus maakt het moeilijk deze factoren te scheiden. Vermoedelijk zijn ze beide beperkend voor de opbrengst.

De bedrijfsgrootte is meestal met een positief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst vertegenwoordigd in tegenstelling tot de afstand van veld tot boerderij.

Het aandeel grasland in het bedrijf heeft op zandgrond meestal – met uitzondering voor aardappelen – een positief gewicht in het hoofdaspect voor de opbrengst. Vermoedelijk leveren aardappelen toch de hoogste opbrengsten op bedrijven die op akkerbouw zijn gespecialiseerd.

Het aandeel van het graan in de vruchtwisseling heeft een negatief gewicht. Dit werd verwacht omdat sterke graanverbouw op geringere vruchtbaarheid wijst.

Bij granen heeft het gewicht van de hoeveelheid zaaizaad niet steeds hetzelfde teken. Dit moet men wellicht aldus zien: schade door te dunne stand komt wel voor (haver), maar het effect daarvan wordt dikwijls gecompenseerd door een neiging om op minder vruchtbare gronden veel zaaizaad te gebruiken. Bij zomergerst op kleigrond zou de laatste tendentie overheersen met als gevolg een negatief gewicht.

Bij hakvruchten heeft het plantgetal meestal een positief gewicht; dit is een aanwijzing dat men hiermee bij bieten en aardappelen in de praktijk aan de lage kant zit.

De diepte van zaaïen geeft volgens verwachting veel negatieve gewichten aan (tabel 51). Bij rogge echter, een gewas dat diep zaaïen juist erg slecht verdraagt, is dit niet het geval. Toevallig zijn echter in onze proefjaren de voorafgaande oktobermaanden droog, soms zelfs zeer droog geweest (tabel 52), zodat wellicht juist toen diep zaaïen tot betere opkomst heeft geleid. Het feit dat ook laat zaaïen bij rogge met een betere opbrengst samenging, kan aan dezelfde toevallige klimaatsinvloed worden toegeschreven. Als op de gebruikelijke zaaï- of poottijd de grond te droog is, kan men beter wachten.

Bij de andere gewassen leidt laat zaaïen of poten doorgaans tot een negatief gewicht. De uitzonderingen op deze regel (wintertarwe 1952 en aardappelen 1950 en 1953) waren toe te schrijven aan ernstige droogte tijdens zaaïen resp. poten.

De onderlinge correlaties tussen de factoren die in het onderzoek waren betrokken, zijn behandeld op blz. 84 e.v. Enige opvallende correlaties zijn die tussen:

- humusgehalte en magnesiumgehalte (positief);
- humusgehalte en slibgehalte op kleigrond (positief);
- zomergroundwaterstand en grof-zandgehalte op zandgrond (negatief);
- afstand tot de boerderij en fosfaattoestand op zandgrond (negatief);
- P-citroenzuurcijfer en pH op kleigrond (negatief).

## SUMMARY

The investigations on the productivity level in Dutch agriculture were mainly planned to identify the factors determining field crop and grassland yields and if possible to assess the effect of these factors separately. Moreover, the data were collected in such a way that statistical information could be obtained about average yields and about cultivation methods in agricultural practice.

The data were collected during three years (1950–1952) on plots situated on about 3000 fields distributed at random over the country. This made it possible to study factors which cannot easily be varied on experimental fields, e.g. soil profiles or ground water levels. Observations of such factors were made and completed with information about cultivation methods and fertilization obtained from the concerning farmers by means of inquiry forms.

For some factors (and field crop yields) statistical figures were available also from other sources. In these cases a comparison mostly showed a reasonable agreement.

Consequently it may be supposed that our sample was sufficiently representative for Dutch agriculture as a whole. Naturally figures concerning minor parts of the country should be used with caution.

The statistical data on crop management and fertilization on arable fields have been published separately (DRAISMA [22]); the same applies to fertilization on grassland (KOOPMANS [33]).

To get an insight into the significance of several factors connected with field crop and grassland yields a multiple factor analysis has been used.

This method – an elementary introduction of which is given in chapter III – makes it possible to select from all factors those which are more or less significantly connected with yields. The method has been applied to grassland and arable land separately each divided according to soil type (tables 15, 17 and 18).

Following a suggestion by HAMMING a column of loadings in our final factor matrix is called an *aspect*. An aspect determines the direction of a principal axis of an ellipsoid. Taking the system of principal axes as the co-ordinate system, the loadings of a special factor in the aspects are the co-ordinates of a vector in a space of a dimension equal to the number of aspects. By rotation of the orthogonal system of axes, the loadings as well as the aspects are altered but not the vector. If the orthogonal system of axes is rotated in such a way that one of the axes coincides with the vector belonging to a special factor, we call the transformed aspect the *principal aspect* of that factor. The concerning factor now has no components on the other axes of the system. The loadings of the other factor are the cosines of the angles between the vectors belonging to the other factors and the principal vector. The second degree of a loading in the principal aspect indicates the part of the variance of the concerning factor which is associated with the factor of the principal aspect. (For further explanation see THOMSON [12] and FERRARI, PIJL & VENEKAMP [8]).

In this survey only the principal aspects of the yield are discussed.

The part of the yield variance covered by the joint deviations of the investigated factors can be assessed by squaring the loading of the yield in the principal aspect.

The loadings of separate factors indicate their importance for yield deviations. They are calculated from the correlation matrix. The remaining part of the yield variance withdraws itself from the analysis. This does not mean, however, that the first part can be causally explained by the factors involved. Only in certain cases a causal relation can be made probable.

No further calculations have been made to get numerical expressions for the influence of the factors. To avoid intercorrelations of the explaining factors FRISCH's method of bunchmap analysis might be used. The last chapter V gives an algebraic explanation of the multiple factor analysis.

## RESULTS

As a consequence of the method a high loading of a factor only indicates that it acts limiting in practice. Neither the general influence of a factor on plant growth nor the optimal value can be assessed in this way.

Relations between yield and management, for instance the amount of fertilizers, form a special case as high amounts are often given as a reaction of the farmer to bad expectations which excludes a normal causal relation. In this way the inverse relations between yields of arable crop and fertilizer amounts may be explained.

## GRASSLAND

The data concerning grassland yields are estimated average dry matter productions over a number of years. These have been obtained by comparing plots with a series of special trials on which yields of 5 or 6 subsequent cuts during a season have been weighed for several years.

In contrast to arable crops the loadings of plant nutrient factors in the principal aspect are mostly positive. This means that on grassland high productions as a rule correspond to high figures for fertilizer amount and fertilizer status of the soil. Fertilization still seems to be a major limiting factor.

The grade of quality is closely related to yields. This grade, however, depends on the botanical composition and is also largely a product of soil and management.

The size of the farm has a positive loading, the distance from field to farmhouse and poor accessibility have a negative loading according to expectations.

Age has a positive loading which means that old grasslands are more productive; these are situated of course on the best suited soils.

The distance to the groundwater level has a clear negative loading on sandy soil (for river clay in 1952 only).

Organic matter content has a positive loading only on sand and peat soils.

In contrast to arable crops the clay fraction ( $<16\mu$ ) generally has a negative loading for grassland yields. Very heavy soils are mainly used as grassland, but apparently give no top yields.

## INTERCORRELATION BETWEEN GROWING FACTORS ON GRASSLAND

These often complicate the interpretations (appendix R).

There is a clear intercorrelation between all applications of fertilizers. The high correlation between pH-value and phosphate status can be explained by frequent application of basic slag.

Fields far from the farmhouse receive less nitrogen and potash, which may be explained by the fact that liquid manure is generally given near the farm.

Organic matter content is generally inversely correlated to the distance, to the ground water level and pH-value. In the latter case regional controversy may play a part (table 16).

Heavy clay soils receive smaller amounts of fertilizers than light soils. This may be the effect of an overestimation of the fertility of these soils.

## ARABLE LAND

The data on arable fields concern several crops. This implies that the number of observations per crop is often small, frequently even less than a hundred a year. Under these circumstances chance may play an important part. Moreover, for each crop the fields changed naturally every year.

The yields of arable crop had to be estimated too, although estimates were checked by weighing.

To increase the reliability of conclusions all the results from one soil type were compared. Of course the demands of crops on soil fertility agree more or less.

Conclusions were drawn only in cases where a general tendency appeared to exist.

For sandy soils the result of the national survey could be checked by the results of two regional investigations. These have the advantage that interactions with climatic factors will be reduced.

Sandy soils in the north of the country for example are lower in pH-value. This means that an average difference in yield between the north and the south possibly caused by weather conditions may give a spurious correlation with the pH-value. When, however, a correlation between yield and pH appears in regional investigations too, it may be accepted as real.

According to expectations straw length of cereals – largely a product of soil and management – has a clear positive loading.

As already indicated the amounts of fertilizer applied generally show negative loadings especially with nitrogen. This means that fields receiving the largest quantities do not give the largest yields. Under Dutch conditions this result might have been expected: farmers often try to meet unfavourable expectations of all kinds by more liberal dressings of fertilizers, whereas very fertile soil types are moderately fertilized.

There are exceptions: potash dressings to cereals on clay soil and magnesium on potatoes (regional investigations) have a positive loading. This is an indication of serious shortages in practice. In the latter case this conclusion is supported by the fact that the magnesium status of the soil always has a clearly positive loading al-

though it should be added that the close relation between humus content and magnesium content may play a part.

Potash and phosphate status generally show slight positive loadings. Only barley and beets show negative loadings for the phosphate status on clay soil. This may be explained by the fact that phosphate status and pH-value are inversely related. pH has a clear positive loading for barley and beets and as their susceptibility to soil acidity is well known, this relation can be accepted as real so that the negative loading of phosphate may be spurious.

The inverse relation between pH and phosphate may be caused by an overestimation of the fertility of soils rich in lime, resulting in lower dressings. This may also explain why winter wheat receiving even less phosphate than barley and beets (table 31) and being less susceptible to acidity shows a positive loading for the phosphate status. The negative loading of the pH-value may be spurious here.

In the Netherlands the southern sandy soils have higher pH-values and somewhat lower yields than northern soils. This may help to explain the fact that in the national survey no clear relation between soil acidity and yield is to be observed. In regional investigations the pH-value has a positive loading in some cases.

The summer water level on sandy soil has a negative loading; on clay soil no clear tendency is to be detected.

Against expectations the coarse sand contents of sandy soil show a positive loading. This may be due to the fact that coarse sands are under cultivation only when the water level is favourable.

Clay soils generally show a positive loading for clay fraction. As an optimum may be expected in the relation between heaviness and fertility of soils this might involve that average clay soils under field crops are situated at the „light” side of this optimum in contrast to grassland.

Humus content in the top soil shows a positive loading for sandy soils (table 23). Regional exceptions may be explained by the growing of less productive potato varieties on fields rich in organic matter near the farmhouse.

There is a clear correlation between organic matter and magnesium, raising difficulties in distinguishing the influence of both factors. There are indications that both will limit yields on light soils.

Farm size as a rule shows a positive loading, distance from field to farm a negative one.

The share of grassland of a farm on sandy soil has a positive loading except for potatoes. As a matter of fact farms specializing in potato growing have a smaller area of grassland.

The share of cereals in crop rotation has a negative loading. This is to be expected as lower soil fertility increases this share.

The quantity of seed used does not show a clear picture. Damage by an insufficient number of plants may occur (and might explain a positive loading as in oats), but the effect may often be compensated by an inclination to use more seed on less fertile fields. The latter tendency seems to prevail for barley on clay soil.

For root crops the number of plants per ha has a clear positive loading indicating that in practice plant density is often too low.

For cereals the depth of planting has a negative loading, winter rye excepted. This is astonishing for especially this crop is very susceptible to deep planting. In the years 1950-52, however, the preceding autumns were abnormally dry. It may be that under these circumstances deep sowing was more favourable. The same climatic conditions may be responsible for the fact that late sowing had a positive loading whereas for spring crops as a rule early sowing or planting (corresponding with „low dates”) was favourable. The exceptions: winter wheat 1952, potatoes 1950 and 1953 coincide with dry spells during planting time.

#### INTERCORRELATION BETWEEN GROWING FACTORS ON ARABLE FIELDS

On sandy soil organic matter content, pH-value and magnesium status are regionally correlated (appendixes P and Q). In the national survey, however, pH and organic matter are inversely correlated as a result of the controversy between north and south (the north has lower pH-values and more humus).

On clay soil organic matter content is correlated with clay fraction and potash content.

The distance to the water level on sandy soil is positively correlated with the phosphate status, but inversely with the pH. There seems to be a general tendency to manure higher situated fields more heavily.

There is an intercorrelation between dressing with nitrogen, phosphate and potash on sandy soil. In 1950, when the share of farmyard manure was not included in the figures for nitrogen, a distinct inverse relation was found between the amounts of farmyard manure and nitrogen from fertilizers. Consequently it appears that the nitrogen from farmyard manure is taken into account by the farmer, but the same does not apply to phosphate or potash.

There is no distinct relation between fertilizer status (as determined in soil samples) and fertilizer dressings. This agrees with the conclusions of DRAISMA [22] from the same survey and may be the result of two reverse tendencies, namely a traditional and a rational fertilization policy. In the first case rich fields received high dressings, in the second case low ones. There is one instance where the rational tendency prevails: potash on clay soils.

On clay soil only potash and phosphate dressings are mutually correlated. The inverse relation between pH and phosphate status has already been mentioned.

On sandy soil the distance from field to farm is inversely correlated with phosphate status. This is well known and is often explained by the less accessible fields being neglected. The figures for actual fertilization, however, do not bear out this conclusion.



## WOORDENLIJST - GLOSSARY

Aandeel	<i>Part</i>	Gekeurd	<i>Inspected</i>
Aantal	<i>Number</i>	Gemeente	<i>Municipality</i>
Aard	<i>Character</i>	Gemengde bedrijven	<i>Mixed farms</i>
Aardappelen	<i>Potatoes</i>	Gemiddelde	<i>Average, mean</i>
Afslibbaar	<i>Clay fraction</i>	Gering	<i>Small</i>
Afstand	<i>Distance</i>	Geschat	<i>Estimated</i>
Akkerbouw	<i>Field crops</i>	Getal	<i>Figure</i>
Algemeen	<i>General</i>	Geval	<i>Case</i>
Alle	<i>All</i>	Gewas	<i>Crop</i>
Alleen	<i>Only</i>	Gewaspauze	<i>Number of years before the same crop returns in rotation</i>
Bedrijf	<i>Farm</i>	Gewicht	<i>Loading</i>
Bedrijfsgrootte	<i>Farm area</i>	Gier	<i>Liquid manure</i>
Beekbezinkingsgronden	<i>Loamy brook soils</i>	Gift	<i>Application</i>
Belangrijk	<i>Important</i>	Goed	<i>Good</i>
Bemesting	<i>Fertilization</i>	Graan	<i>Grain</i>
Bereikbaarheid	<i>Accessibility</i>	Grafische voorstelling	<i>Graph</i>
Berekend uit	<i>Processed from</i>	Grasland	<i>Grassland</i>
Betrekking hebben op	<i>Refer to</i>	Greppel	<i>Trench</i>
Blijvend	<i>Permanent</i>	Groep	<i>Group</i>
Bodemassociatie	<i>Soil association</i>	Grof-zandgehalte	<i>Coarse sand fraction</i>
Bodemreeks	<i>Soil series</i>	Grondsoort	<i>Soil type</i>
Boerderij	<i>Farmhouse</i>	Grondwaterstand	<i>Groundwater level</i>
Bosondergrond	<i>Forest (sub) soil</i>	Grootte	<i>Area, size</i>
Bouwland	<i>Arable land</i>	Hakvruchten	<i>Root crops</i>
Bouwstreek	<i>Arable region</i>	Haver	<i>Oats</i>
Breedte	<i>Width</i>	Heide	<i>Heath</i>
Bron	<i>Source</i>	Hoedanigheidsgraad	<i>Grade of quality</i>
Bijlage	<i>Appendix</i>	Hoeveelheid	<i>Quantity</i>
Centraal	<i>Central</i>	Hoofdaspect	<i>Principal aspect</i>
Centraal Bureau voor de Statistiek (C.B.S.)	<i>Central Bureau of Statistics</i>	Hoog	<i>High</i>
Correlatiecoëfficiënt	<i>Coefficient of correlation</i>	Hooien	<i>Hay-making</i>
Dekzand	<i>Cover sand</i>	Humusgehalte	<i>Humus content</i>
Diverse	<i>Several</i>	Indeling	<i>Classification</i>
Door optelling	<i>By totalling</i>	In de vorm van	<i>As</i>
Duinzand	<i>Dune sand</i>	Indien	<i>If</i>
Eolisch	<i>Eolian</i>	In gebruik	<i>In use</i>
Fractie	<i>Fraction</i>	Invloed	<i>Effect</i>
Fijn-zandgehalte	<i>Fine sand fraction</i>	Jaar (jr)	<i>Year</i>
Gebied	<i>Region</i>	Jaar van inzaai	<i>Sowing year</i>
Gebruik	<i>Utilization</i>	Jaarlijks	<i>Yearly</i>
Geclassificeerd	<i>Classified</i>	Jonger dan	<i>Younger than</i>
Geëgd	<i>Harrowed</i>	Kali	<i>Potash</i>
Geëlimineerd	<i>Eliminated</i>	Kalitoestand	<i>Potassium status</i>
		Kaligehalte	<i>Potassium content</i>

Kalkgehalte	<i>Lime content</i>	Overwegend	<i>Preponderant</i>
Keileem	<i>Tillite</i>		
Kieseriet	<i>Magnesium sulphate</i>	Paard	<i>Horse</i>
Klasse	<i>Class</i>	Patentkali	<i>Potash magnesia sulphate</i>
Klei	<i>Clay</i>	Patroon	<i>Pattern</i>
Klein	<i>Small</i>	P-citroenzuurcijfer	<i>Extractable phosphate (citric acid)</i>
Kleiweide	<i>Clay grassland</i>		
Kunstmest	<i>Artificial manure, fertilizer</i>	Perceel	<i>Field</i>
Kunstweide	<i>Ley</i>	Plantgetal	<i>Number of plants per unit of acreage</i>
		Ploegen	<i>Plough</i>
Laag	<i>Low</i>	P.N.O.	<i>Survey of productivity level</i>
Landbouwers	<i>Farmers</i>		
Landbouwgebieden	<i>Agricultural regions</i>	Pootdatum	<i>Planting date</i>
Landbouwgrond	<i>Agricultural soil</i>	Proefplekken	<i>Sampled plots</i>
Landelijk onderzoek	<i>National survey</i>	Productiecijfer	<i>Productivity figure</i>
Leem	<i>Loam</i>		
Lengte	<i>Length</i>	Ras	<i>Variety</i>
Ligging	<i>Situation</i>	Rassenlijst	<i>List of varieties</i>
Loof	<i>Foliage, leaf</i>	Regenval	<i>Rain fall</i>
		Rogge	<i>Rye</i>
Maaien	<i>Mow</i>	Rijenafstand	<i>Row distance</i>
Maand	<i>Month</i>		
Matig	<i>Moderate</i>	Samengaan	<i>Coincide</i>
Mestflatten spreiden	<i>Spread dung remaining after grazing</i>	Samenvatting	<i>Summary</i>
Met	<i>With</i>	Schoffelen	<i>Hoe</i>
Middel hoog	<i>Medium high</i>	Slecht	<i>Bad</i>
Minder dan	<i>Less than</i>	Stalmest	<i>Farmyard manure</i>
		Stalvoer	<i>Stall feed</i>
Na	<i>After</i>	Standaardafwijking	<i>Standard deviation</i>
Naweiden	<i>Grazing after mowing</i>	Steeds	<i>Permanent</i>
Nederland	<i>The Netherlands</i>	Stikstof	<i>Nitrogen</i>
Nestmiddelpunt	<i>Nest centre</i>	Stuifzand	<i>Inland dune sand</i>
Niet	<i>Not</i>	Suikerbieten	<i>Sugar beets</i>
Niveaueverschil	<i>Difference in level</i>	Suikergehalte	<i>Sugar content</i>
Noch	<i>Nor</i>		
Noord	<i>North</i>	Taxatie	<i>Estimation</i>
Noordelijk	<i>Northern</i>	Toedienen	<i>Apply</i>
		Totaal	<i>Total</i>
Omgeving	<i>Surroundings</i>	Tuinbouw	<i>Horticulture</i>
Onbekend	<i>Unknown</i>	Tussen haakjes	<i>Between brackets</i>
Onderscheiden	<i>Distinguished</i>		
Onderzocht	<i>Examined</i>	Uitgedrukt	<i>Expressed</i>
Onkruidbezetting	<i>Weed investation</i>		
Ontginningsgronden	<i>Reclaimed soils</i>	Veebezetting	<i>Livestock numbers</i>
Ontsmet	<i>Disinfected</i>	Veel	<i>Much, many</i>
Oost	<i>East</i>	Veen	<i>Peat</i>
Op	<i>On</i>	Veenkoloniale gronden	<i>Reclaimed peat subsoils</i>
Opbrengst	<i>Yield</i>	Veenkoloniën	<i>Peat colonies</i>
Oppervlakte	<i>Area</i>	Veenweide	<i>Peat grassland</i>
Organische mest	<i>Organic manure</i>	Veeteelt	<i>Animal husbandry</i>
Ouder dan	<i>Older than</i>	Verbouwd	<i>Cultivated</i>
Overige	<i>Remaining</i>	Verdeling	<i>Distribution</i>

Verhouding	<i>Ratio</i>	Westelijke	<i>Western</i>
Vermenigvuldigd	<i>Multiplied</i>	Wintertarwe	<i>Winter wheat</i>
Verschil	<i>Difference</i>	Wisselweiden	<i>Alternate grazing</i>
Verslag over de landbouw	<i>Report on the agriculture</i>	Zaaidatum	<i>Sowing date</i>
Verwachten	<i>Expect</i>	Zaaidiepte	<i>Depth of sowing</i>
Volgens	<i>According to</i>	Zaaizaad	<i>Seed for sowing</i>
Voor	<i>Before</i>	Zandgrond	<i>Sandy soil</i>
Voorjaar	<i>Spring</i>	Zeeklei	<i>Marine clay</i>
Vóórkomen	<i>Occur</i>	Zeer	<i>Very</i>
Voorvrucht	<i>Preceding crop</i>	Zomergerst	<i>Spring barley</i>
Waarde	<i>Value</i>	Zonder	<i>Without</i>
Waarneming	<i>Observation</i>	Zuid	<i>South</i>
Wegens	<i>On account of</i>	Zuidelijk	<i>Southern</i>
Weidegebied	<i>Grassland region</i>	Zuidwestelijk	<i>South-western</i>
Weiden	<i>Graze</i>	Zuiver	<i>Exclusively, pure</i>

## LITERATUUR

1. AITKEN, A. C., Determinants and matrices (1939).
2. BAKERMANS, W. A. P. en G. HAMMING, Onderzoek naar de factoren, die rendabele bietenverbouw op onze zandgronden beperken, I en II. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 61. 14 (1955).
3. ———, Onderzoek naar de factoren, die rendabele bietenverbouw op onze zandgronden beperken III. Kalium-magnesiumproeven in 1951 en 1952. *I.B.S.-versl.* 6 (1957).
4. BERG, T., The cultivation-technical investigations of the Swedish Sugar Company IIe crop rotation (Zweeds met Engelse samenvatting). *Soeker handlingar* (1949).
5. DALENIUS, T., Some aspects of the use of objective methods for crop estimation (Zweeds met Engelse samenvatting). *Kungl. Lantsbruksakad. Tidskr.* 92. 2/3 (1933).
6. EHNROTH, B., Agricultural machines on best growing farms (Zweeds met Engelse samenvatting). *Soeker handlingar* Iia (1949).
7. FERRARI, TH. J., The accuracy of the yields of grassland and oats evaluated by eye estimates. *Neth. J. Agr. Sci.* 1. 2 (1953).
8. ———, H. PIJL and J. T. N. VENEKAMP, Factor analysis in agricultural research. *Neth. J. Agr. Sci.* 5. 3 (1957).
9. FRISCH, R., Statistical confluence analysis by means of complete regression systems. Oslo (1934).
10. HEYTING, A., Matrices en determinanten (1946).
11. KOPPEJAN, A. W. G., Bedrijfseconomisch onderzoek ten dienste van de landbouw I. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 54. 10 (1949).
12. THOMSON, G., The factorial analysis of human ability. 5th ed. 1951.
13. THURSTONE, L. L., Multiple factor analysis (1947).
14. TINBERGEN, J., Statistical testing of the business-cycle theories I. Genève, 1939.
15. VENEKAMP, J. T. N. en S. SAMSON, Een bijdrage tot de kennis van het kopziektmilieu (Enige gegevens uit een onderzoek naar de magnesiumtoestand van grasland). *Landbouwproefstat. bodemk. Inst. T.N.O. Rapp. IV* (1953).
16. VERMEULEN, F. H. B., De magnesiumtoestand van bouwland op zandgrond in Nederland. *Kalk-voorlichtingsblad St. Ned. Landbouw kalk Bureau* 11 (1958).
17. YATES, F., Agriculture, Sampling and operational research. *Bull. Inst. Int. Stat.* XXXII (1950).
18. ———, D. A. BOYD and I. MATHISON, The manuring of farm crops; some results of a survey of fertilizer practice in England. *Emp. J. Exp. Agr.* 12 (1944).

### PUBLIKATIES OP GROND VAN GEGEVENS VAN HET PRODUKTIE-NIVEAUONDERZOEK

19. ANONIEM, Resultaten van het produktieniveauonderzoek I. *C.I.L.O. Gestenc. Meded.* 12 (1951).
20. ———, Resultaten van het produktieniveauonderzoek V. De teelt en de bemesting van de belangrijkste bouwlandgewassen in 1950. *C.I.L.O. Gestenc. Meded.* 7 (1955).
21. DRAISMA, M., De bemesting van bouwland in de praktijk in verband met de bemestingstoestand. *Versl. C.I.L.O. 1955* (1956).
22. ———, Het Produktieniveauonderzoek I. Teelt en bemesting op bouwland in de praktijk. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 64. 9 (1958).
23. ———, Enkele praktijkgegevens omtrent de teelt en bemesting van zomergerst. *22e Jaarb. afd. Nacobrouw v/h N.I.B.E.M.* (1958).
24. ES, F. W. J. VAN, Het toetsen van een bodemclassificatie met behulp van de gegevens van het produktieniveauonderzoek. *Versl. C.I.L.O. 1953* (1954).
25. ———, Een schatting van de oppervlakte van de Nederlandse graslanden, waarvoor berekening rendabel is, op grond van gegevens van het produktieniveauonderzoek. *Versl. C.I.L.O. 1955* (1956).
26. ———, Het bouwplan in de praktijk in verband met de vochthoudendheid der zandgronden. *Landbouwk. Tijdschr.* 68. 1 (1956).

27. JAGTENBERG, W. D. en J. KOOPMANS, Het gebruik van grasland in 1950. *Versl. C.I.L.O. 1952* (1953).
28. JONGE, C. DE en M. M. DE LINT, Resultaten van het produktieniveauonderzoek III. Rootijd en opbrengst bij voederbieten en aardappelen. *C.I.L.O. Gestenc. Meded. 14* (1953).
29. ——— en ———, Rootijd en opbrengst bij voederbieten. *Versl. C.I.L.O. 1952* (1953).
30. KOOPMANS, J., De bemesting van grasland in de praktijk in verband met de bemestingstoestand en het gebruik. *Versl. C.I.L.O. 1954* (1955).
31. ———, De kalibemesting van grasland in de praktijk. *Landbouvoorl. 14. 1* (1957).
32. ———, De fosfaatbemesting van grasland in de praktijk. *Landbouvoorl. 15. 3* (1958).
33. ———, Het produktieniveauonderzoek II. De bemesting van grasland in de praktijk. *Versl. Landbouwk. Onderz. 66. 5* (1960).
34. LINT, M. M. DE en C. POSTMA, Resultaten van het produktieniveauonderzoek IV. De voor akkerbouwgewassen toegepaste taxatiemethoden. *C.I.L.O. Gestenc. Meded. 5* (1955).
35. PAPE, J. C., Bodemtype en gewassenkeuze. *Versl. C.I.L.O. 1952* (1953).
36. ———, Voorlopig verslag van een onderzoek naar de betekenis van enige bodemtypen voor de produktie van enige landbouwgewassen. (lichtdruk z.j.).
37. POSTMA, C., Resultaten van het produktieniveauonderzoek II. Enige statistische gegevens over de verbouw van stoppelgewassen. *C.I.L.O. Gestenc. Meded. 8* (1952).
38. ———, Het kunstmestgebruik op gras- en bouwland in verschillende gebieden. *Versl. C.I.L.O. 1952* (1953).
39. ———, De verdeling van het kunstmestgebruik 1950/'51. *Versl. C.I.L.O. 1954* (1955).
40. ———, De verdeling van het kunstmestgebruik 1951/'52. *Versl. C.I.L.O. 1955* (1956).
41. ———, De verdeling van het kunstmestgebruik gedurende de bemestingsjaren 1949/'50 tot en met 1951/'52. *Versl. C.I.L.O. 1955* (1956).
42. ———, Verschillen in oogstramingen. *Landbouwk. Tijdschr. 68. 1* (1956).
43. WIND, T. T., Variaties in de voederwinning op ons grasland, *Landbouvoorl. 14. 12* (1957).

## BIJLAGEN

## BIJLAGE A. Indeling der landbouwgebieden naar districten

District	Provincie	Landbouwgebieden
Kleibouwstreek Groningen	Groningen	Noordelijke bouwstreek, Noordelijk Westerkwartier, Oud Oldambt, Klein Oldambt, Nieuw Oldambt, Centrale bouwstreek, Woldstreek
Kleibouwstreek Friesland	Friesland	Kleibouwstreek
Noordoostelijke Polder	Overijssel	Noordoostelijke Polder
Westelijke bouw- streek	Noord-Holland Zuid-Holland Zeeland Noord-Brabant	Noordoostelijke polders, Meerlanden, Wieringermeerpolder Rijn-, Delf- en Schielandse droogmakerijen, IJsselmonde en Dordtsche Waard, Hoeksche Waard, Voorne, Putten en Rozenburg, Goeree en Overflakke Tholen en St. Philipsland, Schouwen en Duiveland, Noord-Beveland, Zuid-Beveland, Walcheren, Zeeuws Vlaanderen (westelijk deel), Zeeuws Vlaanderen (oostelijk deel) Noordwestelijke zeekleigronden
IJsselstreek en Lijmers	Overijssel Gelderland	IJsselstreek IJsselstreek, Lijmers
Rivierkleigebied van Rijn, Waal en Maas	Gelderland Utrecht Zuid-Holland Noord-Brabant	Betuwe, Tielerwaard, Bommelerwaard, Land van Maas en Waal Kleigebied van IJssel en Oude Rijn, kleigebied van de Kromme Rijn Alblasserwaard en Vijfheerenlanden Land van Heusden en Altena, Maaskant
Kleiweidegebied- noord	Groningen Friesland	Centrale weidestreek, Goorecht Kleiweidestreek
Kleiweidegebied- west	Utrecht Noord-Holland Zuid-Holland	Eemland Noordelijk West-Friesland, Drechterland, Geestmerambacht Delf- en Schieland, Krimpenerwaard

## BIJLAGE A (vervolg)

District	Provincie	Landbouwgebieden
Veenweidegebied-noord	Friesland	Veenweidestreek
Veenweidegebied-west	Utrecht Noord-Holland Zuid-Holland	Noordwestelijk weidegebied, Lopikerwaard Middengewest, 't Gein Noordelijk klei- en veengebied, Rijnland, Land van Gouda en Woerden
Weidegebied Overijssel	Overijssel	Weidegebied
Veenkoloniën	Groningen Drente	Veenkoloniën Veen- en zandgebied
Zandgebied van Drente en Westervolde	Groningen Drente	Westerwolde Zandgebied, Zuidelijke randgemeenten
Woudstreken	Groningen Friesland Drente	Zuidelijk Westerkwartier De Wouden Noordelijke randgemeenten
Zandgebied-oost	Overijssel Gelderland	Zand- en veengebied, zandgebied Graafschap Zutphen
Zandgebied-centraal	Gelderland Utrecht Noord-Holland	Veluwezoom, Nederveluwe, Overveluwe, Oostelijke Veluwe Zandgebied Gooiland
Zandgebied-zuid	Gelderland Noord-Brabant Limburg	Rijk van Nijmegen Land van Cuijk, Westelijke zandgronden, Meijerij, Zuidelijke en Oostelijke zandgronden Noord-Limburg
Loessgebied	Limburg	Zuid-Limburg
Duinzandgebied	Noord-Holland Zuid-Holland	Noordelijke duinstreek, Zuidelijke duinstreek Bollen- en weidestreek, Westland
Texel en Wieringen	Noord-Holland	Eilanden



## BIJLAGE A. Samenvatting van districten tot groepen

Aanduiding	Samenstellende districten
Noordelijke bouwstreek	Kleibouwstreek Groningen, Kleibouwstreek Friesland
Rivierkleigebied	Ijsselstreek en Lijmers, Rivierkleigebied van Rijn, Waal en Maas
Weidestrecken	Kleiweide-noord, Kleiweide-west, Veenweide-noord, Veenweide-west, Weidegebied Overijssel
Zandgebied-noord	Zandgebied van Drente en Westerwolde, Woudstrecken
Zandgebied-midden	Zandgebied-oost, Zandgebied-centraal

BIJLAGE B. Oppervlakten cultuurgrond per district volgens Verslagen over de Landbouw in Nederland<sup>1</sup>

District	1950				1951				1952			
	Blijvend grasland ha	Kunst- weiden ha	Bouw- land ha	Blijvend grasland ha	Kunst- weiden ha	Bouw- land ha	Blijvend grasland ha	Kunst- weiden ha	Bouw- land ha	Blijvend grasland ha	Kunst- weiden ha	Bouw- land ha
Kleibouwstreek Groningen. . . . .	20859	1230	92504	21015	1757	91674	21186	1523	91850	21186	1523	91850
Kleibouwstreek Friesland . . . . .	30641	905	20269	30847	1230	19758	31340	1158	19677	31340	1158	19677
N.O.P. . . . .	667	5241	31489	1583	4551	31790	2831	2009	33568	2831	2009	33568
Westelijke bouwstreek . . . . .	85743	2116	223935	86514	2323	221951	86349	2009	221874	86349	2009	221874
IJsselstreek; Lijmers . . . . .	32596	259	14721	32094	243	14392	31538	186	14744	31538	186	14744
Rijn, Waal, Maas . . . . .	112359	347	34104	111819	450	31594	111778	331	32180	111778	331	32180
Kleiweide-noord . . . . .	63011	326	7014	62970	378	6786	63144	273	6801	63144	273	6801
Kleiweide-west . . . . .	62736	430	9244	62672	466	8431	63093	202	8301	63093	202	8301
Veenweide-noord . . . . .	46673	66	1062	46389	95	936	46193	52	1036	46193	52	1036
Veenweide-west . . . . .	109748	130	9354	109726	168	9144	109973	109	9333	109973	109	9333
Weidegebied Overijssel . . . . .	63396	287	9733	63423	440	9402	63094	300	9967	63094	300	9967
Veenkoloniën . . . . .	14603	3208	59779	14514	3944	59357	14635	3527	60050	14635	3527	60050
Zandgr. Drente, Westerwolde . . . . .	70270	4512	62296	70553	5177	61360	70348	3923	64241	70348	3923	64241
Woudstroken . . . . .	114214	888	14472	113435	1043	13453	114182	568	14385	114182	568	14385
Zandgrond-oost . . . . .	165807	3407	86608	166398	3677	84517	163405	3130	88194	163405	3130	88194
Zandgrond-centraal . . . . .	75688	548	27322	75927	553	26373	75384	304	27645	75384	304	27645
Zandgrond-zuid . . . . .	150318	12615	188905	150926	11673	180033	146932	9996	187743	146932	9996	187743
Loessegebied . . . . .	23542	220	25816	23642	207	24883	23839	88	24635	23839	88	24635
Duinzandgebied . . . . .	27274	188	4980	27168	141	4416	26974	64	4659	26974	64	4659
Texel en Wieringen . . . . .	10447	337	5225	10485	410	4973	10640	271	5192	10640	271	5192
Nederland . . . . .	1280592	37260	925576	1282100	38926	905223	1276858	30023	926075	1276858	30023	926075
Landbouwgrond . . . . .	2243428				2226249			2232956				
Tuinbouwgrond . . . . .	94957				99233			103483				
Cultuurgrond . . . . .	2338385				2325482			2336439				

<sup>1</sup> 1950 tabel B9, 1951 tabel B8, 1952 tabel B15.

**BILLAG E C. De in 1952 onderscheiden grondsoorten**


---

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Jonge ontginningsgrond         | } ontginning ± 1920  |
| 2. Jonge ontginningsgrond op leem |  |
| 3. Zandgrond                      | } oudere ontginnings- en esgrond   |
| 4. Zandgrond op leem              |  |
| 5. Beekbezinkingsgrond            |  |
| 6. Loessleemgrond                 |  |
| 7. Veengrond                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. hooggelegen veengrond (hoogveen)</li> <li>b. laaggelegen veengrond (laagveen)</li> <li>c. laaggelegen veenmos- en zeggeveengrond</li> <li>d. laaggelegen rietveengrond</li> <li>e. laaggelegen bosveengrond</li> <li>f. restveengrond</li> <li>g. braakveengrond</li> </ul>            |
| 8. Jonge zeekleigrond             | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. jonge schor- of kwelderwalgrond</li> <li>b. jonge zware zeekleigrond</li> <li>c. Zuiderzeegrond</li> <li>d. oudere klei- en zavelgrond</li> <li>e. kreekruggrond</li> <li>f. poelgrond</li> <li>g. plaatgrond</li> <li>h. rodoorngrond</li> <li>i. knik-, pik- of knipgrond</li> </ul> |
| 9. Oude zeekleigrond              | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. kalkrijke oude klei- en zavelgrond</li> <li>b. kalkarme oude klei- en zavelgrond</li> <li>c. modderkleigrond</li> <li>d. meermolmgrond</li> <li>e. Hoofddorpgrond</li> </ul>   |
| 10. Rivierkleigrond               | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. stroomruggrond</li> <li>b. komgrond</li> <li>c. uiterwaardegrond</li> <li>d. overslaggrond</li> <li>e. hoge rivierleemgrond</li> <li>f. lage rivierleemgrond</li> <li>g. stroom- op komgrond</li> <li>h. kom- of stroomgrond</li> <li>i. gebroken grond</li> </ul>                     |
| 11. Veenkoloniale grond           | <ul style="list-style-type: none"> <li>a. jonge veenkoloniale grond</li> <li>b. oude veenkoloniale grond</li> </ul>  |
| 12. Niet geklasseerde gronden     |  |
- 

Bij de gronden 7 tot en met 10 komt bovendien steeds een niet nader gespecificeerde groep voor.

BIJLAGE D. Enige algemene gemiddelden van de onderzochte percelen bouwland op zandgrond

Gebied	pH-KCl	Humus %	Zomerwaterstand 1950 in cm	P-citroen-zuurcijfer	Kali-toestand	Grasland (ongeveer) %	Afstand tot boerderij in m	Oppervl. van een bedrijf in ha	Perceels-grootte in ha	Bouwland dat jaarlijks stal-mest ont-vangt %	Gem. stal-mestgift op bemeste percelen in ton/ha	Aantal proef-plekken
Zand-noord	4,4	7,5	150	42,0	1,83	50	1090	9,0	0,73	34	25	146
Zand-midden	4,6	5,6	210	53,2	2,36	74	790	6,0	0,80	49	23	75
Zand-zuid	4,9	4,2	192	42,0	2,02	40	1560	8,4	0,63	35	21	206

BIJLAGE E. Enige algemene gemiddelden van de meest verbouwde gewassen op zandgrond in de jaren 1950-1952

	Voor-vrucht graan	Zaai- of poot-datum	Niet-gekeurd noch ontsmet %	Hoeveelheid zaai- en pootgoed (machinaal)	Geëgd in voorjaar %	Veel onkruid %	N-gift <sup>1</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Perceelen met stalmest %	Opbrengst in kg per ha (aardappelen per are) <sup>2</sup>	
											1950	1951
Rogge	13	22-10	46	kg per ha 162	44	20	80	73	± 134	8	2460 (74)	3370 (50)
Zand-noord	30	16-10	35	145	36	24	65	70	± 110	25	2500 (31)	3580 (55)
Zand-midden	16	18-10	72	133	16	6	60	76	± 117	16	2230 (111)	3250 (80)
Haver	48	24-3	36	165	32	20	88	88	± 150	28	3150 (34)	4260 (42)
Zand-noord	82	26-3	6	144	47	17	82	88	± 145	70	3790 (10)	4100 (10)
Zand-midden	67	27-3	66	137	17	15	74	91	± 139	47	2450 (57)	3440 (61)
Zand-zuid				plantgetal per are								
Zand-noord	88	18-4	23	373			94	96	± 170	65	366 (48)	320 (60)
Zand-midden	86	19-4	25	414			133	113	± 252	85	397 (10)	323 (19)
Zand-zuid	80	13-4	21	400			87	148	± 199	65	334 (30)	292 (30)
												300 (25)

<sup>1</sup> Inclusief organische mest.      <sup>2</sup> Aantal waarnemingen tussen ( ).

BIJLAGE F. Enige algemene gemiddelden van de onderzochte bouwlandpercelen op zeelei

	pH-KCl	Humus %	Zomer- waterstand 1950 in cm	P-citroen- zuurcijfer	Kali- gehalte	Afstand tot boerderij	Bedrijfs- grootte in ha	Perceels- grootte in ha	Percentage bouwland
Zeelei-noord	6,6	3,3	130	47	22	1000	40,2	2	86
Zeelei-zuidwest	7,0	3,2	97	43	25	1370	35,0	1,78	78

BIJLAGE G. Opbrengsten in kg per ha (suikerbieten per are) op zeelei\*

	Wintertarwe			Suikerbieten		
	1950	1951	1952	1950	1951	1952
Zeelei-noord . . . .	4030 ( 9)	4200 (24)	5200 (17)	468 (14)	409 ( 3)	451 (11)
Zeelei-zuidwest . . . .	4080 (60)	4970 (47)	6020 (29)	508 (61)	456 (43)	529 (61)

\* Aantal waarnemingen tussen ( ).

BILAGE H. Gemiddelde opbrengsten van akkerbouwgewassen op 6 bodemreeksen op zandgrond in de omgeving van *Borger* met standaardafwijkingen van de gemiddelden

Bodemtype*	1951			1952			1953			Gemiddeld		
	Gemiddelde opbrengst in kg/are	Standaardafwijking	Aantal	Gemiddelde opbrengst in kg/are	Standaardafwijking	Aantal	Gemiddelde opbrengst in kg/are	Standaardafwijking	Aantal	Gemiddelde opbrengst in kg/are	Standaardafwijking	Aantal
	Rogge											
O	27,6	0,48	18	26,6	0,70	28	23,5	1,30	22	25,8	0,56	68
B	24,0	0,77	21	24,2	0,40	33	23,7	0,59	26	24,0	0,32	80
H	23,8	0,76	25	22,4	0,68	34	21,7	0,56	38	22,5	0,38	97
M	25,7	0,72	26	24,2	0,72	31	23,4	0,55	36	24,3	0,39	93
L	23,4	0,75	21	26,6	0,48	39	23,0	0,84	31	24,6	0,43	91
A	25,4	0,78	22	24,3	0,78	26	22,1	1,00	28	23,8	0,54	76
	Haver											
O	35,5	0,35	22	35,9	0,54	12	33,2	1,51	23	34,7	0,65	57
B	34,3	0,42	25	30,1	1,54	17	27,1	2,52	16	31,1	0,92	58
H	32,7	0,71	15	26,1	1,66	10	23,7	2,65	16	27,5	1,28	41
M	33,4	0,56	23	30,7	1,94	10	34,3	3,51	12	33,1	1,05	45
L	34,0	0,54	30	36,6	0,87	15	33,0	2,00	19	34,3	0,69	64
A	34,1	0,42	16	33,4	1,57	12	31,3	2,55	14	32,9	0,97	42
	Aardappelen											
O	351,3	13,25	25	303,1	20,63	20	299,1	25,21	15	322,2	11,11	60
B	306,1	9,67	26	306,1	11,56	22	285,0	12,23	18	300,3	6,37	66
H	337,4	10,55	30	324,7	21,42	19	284,8	23,84	14	321,8	9,91	63
M	359,9	10,92	24	317,0	13,46	27	321,4	16,65	22	332,4	8,14	73
L	330,0	11,00	29	350,2	10,43	26	277,8	15,02	25	320,2	7,61	80
A	326,7	14,02	20	328,1	11,71	22	269,4	22,48	14	312,9	9,28	56

\* O = oud bouwland met bosondergrond op keileem  
 B = oud bouwland met bosondergrond op zand  
 H = hoge heide-ontginningszandgrond

M = middelhoge heide-ontginningszandgrond  
 L = lage heide-ontginningszandgrond  
 A = heide-ontginningszandgrond op keileem



BIJLAGE J. Gemiddelde stikstofbemesting, inclusief stikstof uit organische mest, uitgedrukt in kg zuivere N per ha, bij Borger en Venray, per bodemreeks

Bodemreeks*	O	B	H	M	L	A	S
<i>Borger</i>							
rogge . . . . .	83	86	84	84	82	83	
haver . . . . .	102	89	116	105	102	107	
aardappelen . . .	177	174	172	174	166	186	
<i>Venray</i>							
rogge . . . . .	64	75	71	67	64	59	85
haver . . . . .	107	126	75	69	59	56	96
aardappelen . . .	144	148	161	148	180	180	140

\* Zie bijlage H en I.

BIJLAGE K. Gemiddelde giften van fosfaatkunstmest in kg  $P_2O_5$  per ha, bij Borger en Venray, per bodemreeks

Bodemreeks*	O	B	H	M	L	A	S
<i>Borger</i>							
rogge . . . . .	46	39	48	47	46	58	
haver . . . . .	77	71	75	68	72	79	
aardappelen . . .	103	109	100	104	96	121	
<i>Venray</i>							
rogge . . . . .	49	56	63	65	66	52	60
haver . . . . .	67	79	61	63	62	53	74
aardappelen . . .	100	104	98	107	-	117	95

\* Zie bijlage H en I.



BILAGE L. Gemiddelde totale kalibemesting, in kg K<sub>2</sub>O per ha, bij Borger en Venray, per bodemreeks

Bodemreeks*	O	B	H	M	L	A	S
<i>Borger</i>							
rogge . . . . .	158	152	141	142	140	140	
haver . . . . .	181	207	176	173	171	162	
aardappelen . . . .	228	238	244	242	227	249	
<i>Venray</i>							
rogge . . . . .	124	124	123	124	129	124	151
haver . . . . .	149	176	112	132	135	126	160
aardappelen . . . .	226	233	212	215	255	238	188

\* Zie bijlage H en I.

BILAGE M. Gemiddelde totale magnesiumbemesting in kg MgO per ha, bij Borger en Venray, als kunstmest<sup>1</sup> gegeven, per bodemreeks

Bodemreeks*	O	B	H	M	L	A	S
<i>Borger</i>							
rogge . . . . .	6	8	8	10	11	11	
haver . . . . .	30	28	46	32	30	25	
aardappelen . . . .	47	46	42	43	44	55	
<i>Venray</i>							
rogge . . . . .	9	12	13	13	22	9	17
haver . . . . .	24	31	22	15	16	17	17
aardappelen . . . .	36	45	37	36	40	39	25

<sup>1</sup> Op haver meest als kieseriet, op aardappelen meestal als patentkali

• Zie bijlagen H en I.

BIJLAGE N. Gemiddelde waterstanden van de jaren 1952 en 1953 op de onderzochte percelen bij Borger en Venray in cm beneden het maaiveld, per bodemreeks

Bodemreeks*	O	B	H	M	L	A	S
<i>Borger</i>							
voorjaar . . . . .	164	250	145	113	74	146	
mei . . . . .	250	250	184	144	97	172	
oktober . . . . .	234	250	187	139	84	184	
<i>Venray</i>							
voorjaar . . . . .	224	241	153	116	73	132	177
mei . . . . .	243	245	183	147	118	166	194
oktober . . . . .	249	249	214	181	142	198	220

\* Zie bijlage H en I.

BIJLAGE O. De correlatiecoëfficiënten tussen de opbrengst van rogge op hoge heide-ontginningszandgrond met enige factoren waarvan invloed mag worden verwacht

	N-bemesting	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting	P-citroen-zuurcijfer	Humus	Mg	Aantal waarnemingen
<i>Opbrengst</i>						
<i>Venray</i> <sup>1</sup> (1951-'53) . . . . .	-0,079	0,021	0,245	0,272	0,331	75 N en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> overige 77
<i>Borger</i> <sup>1</sup> (1951-'53) . . . . .	-0,019	0,008	0,106	0,259	0,143	97
<i>Venray en Borger tezamen</i> <sup>2</sup> (1951-'53) . . . . .	-0,014	0,010	0,188	0,231	0,228	172 N en P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> overige 174

<sup>1</sup> De jaarinvloeden zijn geëlimineerd.

<sup>2</sup> De jaarinvloeden en het niveauverschil tussen de twee gebieden zijn geëlimineerd.

De *cursieve* correlatiecoëfficiënten zijn significant.

BIJLAGE P. De belangrijkste correlatiecoëfficiënten voor rogge, haver en aardappelen op zandgronden

	Opbrengst	Afstand tot de boerderij	Waterstand 3e kwartaal	Hoeveelheid N-bemesting <sup>1</sup>	Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting <sup>1</sup>
Afstand tot de boerderij	-0,27 -0,26 -0,17 -0,03 -0,10 0,06 -0,08 -0,25 -0,16				
Waterstand 3e kwartaal	-0,12 -0,66 -0,09 -0,20 -0,00 0,11 -0,21 0,15 -0,08	0,00 -0,07 -0,26 -0,20 0,00 -0,11 0,02 -0,05 0,25			
N-bemesting <sup>1</sup>	0,06 -0,13 0,42 -0,07 -0,10 0,17 -0,02 0,05 0,00	0,15 0,26 0,50 -0,10 0,15 -0,06 0,21 0,05 0,08	0,27 0,19 -0,26 0,10 0,24 0,00 0,18 -0,15 0,08		
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting <sup>1</sup>	-0,24 -0,38 -0,50 0,03 -0,05 -0,11 0,02 -0,15 0,16	0,09 0,07 -0,09 0,03 0,00 -0,11 -0,12 -0,15 0,25	0,06 0,19 0,17 0,03 0,00 0,22 -0,02 -0,05 0,40	0,18 0,38 -0,26 0,42 0,29 0,58 0,05 0,35 0,55	
K <sub>2</sub> O-bemesting <sup>1</sup>	0,00 -0,13 -0,09 0,03 0,05 0,06 0,08 0,15 -0,08	0,12 0,38 0,42 -0,13 0,05 -0,22 -0,08 -0,15 -0,08	0,09 0,07 0,09 0,03 0,10 0,17 -0,12 0,05 0,25	0,54 0,56 0,09 0,70 0,63 0,58 0,37 0,69 0,32	0,52 0,44 0,57 0,51 0,51 0,71 0,49 0,69 0,48
Stalmest	0,15 -0,07 0,17 -0,10 -0,10 -0,06 -0,25 0,15 -0,16	0,09 0,07 -0,26 -0,10 -0,24 -0,17 -0,12 0,05 -0,32	0,06 0,13 0,34 0,10 0,05 0,06 0,05 0,53 0,25	-0,03 -0,26 -0,50 0,33 0,63 0,33 0,25 0,53 0,48	0,03 -0,38 0,17 0,13 0,47 0,71 0,02 0,25 0,25
Zaai- of pootdatum	-0,03 -0,32 0,34 0,20 -0,05 -0,11 0,12 -0,05 -0,16	0,00 -0,07 -0,09 0,03 0,15 0,17 -0,18 -0,05 -0,25	0,00 0,07 -0,09 -0,13 -0,24 -0,22 -0,18 0,05 -0,25	0,24 -0,13 -0,09 0,13 -0,05 0,17 -0,12 -0,15 -0,08	0,09 0,50 0,09 0,26 -0,05 -0,06 -0,05 -0,05 -0,40
pH-KCl	-0,23 -0,05 0,06	0,20 -0,05 0,11	-0,30 -0,34 -0,06	0,00 -0,24 0,06	0,07 -0,10 0,00
Humusgehalte	0,23 0,38 0,28	0,07 0,05 0,17	0,13 0,05 -0,11	0,03 0,00 0,06	-0,10 -0,19 -0,17
P-citroenzuurcijfer	0,13 0,00 0,28	-0,33 -0,15 -0,17	0,10 0,47 0,22	-0,20 0,15 0,22	-0,17 0,05 0,17
K-getal	0,30 -0,24 -0,06	0,10 -0,10 -0,28	-0,13 0,10 0,06	-0,10 -0,19 0,11	0,03 0,05 0,17
Magnesiumgehalte	0,45 0,15 0,11	-0,03 -0,10 0,17	-0,10 -0,19 -0,28	-0,10 -0,19 0,06	-0,03 -0,47 -0,11
% grof zand	-0,07 -0,43 0,28	0,10 -0,05 -0,22	-0,30 -0,43 -0,22	0,03 0,00 0,00	0,07 0,05 -0,11
% afslibbaar	0,17 0,10 -0,11	-0,20 0,00 0,11	0,13 0,10 0,06	-0,42 -0,24 -0,11	-0,10 -0,15 -0,06

<sup>1</sup> In 1950 exclusief stalmest.

Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting <sup>1</sup>	Hoeveelheid stalmest	Zaai- of pootdatum	pH-KCl	Humusgehalte	P-citroenzuur- cijfer	K-getal	Magnesiumgehalte	% grof zand	
									Afstand tot de boerderij
									Waterstand 3e kwartaal
									N-bemesting
									P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting
									K <sub>2</sub> O-bemesting
									Stalmest
									Zaai- of pootdatum
									pH-KCl
									Humusgehalte
									P-citroenzuurcijfer
									K-getal
									Magnesiumgehalte
									% grof zand
									% afslibbaar

Schema der correlatiecoëfficiënten per factorenpaar*			
	rogge	haver	aardappelen
1950	×	×	×
1951	×	×	×
1952	×	×	×

\* Voor bodemfactoren onderling alleen 1951.

BIJLAGE Q. De belangrijkste correlatiecoëfficiënten voor wintertarwe, zomergerst, suikerbieten en haver op *zeekleigronden*.

	Opbrengst	Afstand tot de boerderij	Waterstand 3e kwartaal	Hoeveelheid N-bemesting <sup>1</sup>	Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting <sup>1</sup>	Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting <sup>1</sup>	Zaai- of pootdatum	pH-KCl
Afstand tot de boerderij	0,27 0,36 0,00 0,27 0,17 -0,31 0,21 0,05 0,04 -0,08							
Waterstand 3e kwartaal	0,15 0,27 0,07 -0,27 0,17 0,04 -0,31 -0,05 -0,13 -0,08	-0,03 0,00 0,14 -0,40 0,50 -0,04 -0,10 0,15 -0,04 0,08						
Hoeveelheid N-bemesting <sup>1</sup>	-0,33 -0,18 -0,14 -0,20 -0,29 -0,04 0,21 0,05 -0,04 0,08	0,27 0,36 0,07 -0,14 -0,17 -0,04 0,31 -0,05 0,39 0,00	-0,15 0,09 0,14 0,20 -0,29 0,31 0,00 0,05 0,04 0,25					
Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting <sup>1</sup>	-0,03 0,09 0,00 0,00 -0,06 0,13 0,00 -0,15 0,04 -0,08	0,09 0,36 -0,07 -0,27 0,06 0,13 0,31 0,35 -0,39 0,25	0,03 0,09 -0,14 0,07 0,06 0,31 0,10 0,15 -0,04 0,08	0,03 0,00 0,00 0,14 0,06 0,39 -0,10 -0,15 -0,47 0,25				
Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting <sup>1</sup>	0,15 0,36 0,00 -0,20 -0,06 0,13 0,10 0,25 0,13 -0,16	0,09 0,27 0,00 0,07 0,29 0,13 0,21 0,25 -0,13 0,48	0,03 0,09 -0,14 0,20 0,17 -0,04 -0,21 -0,05 0,13 -0,16	0,39 0,27 0,00 -0,07 -0,29 0,04 -0,10 0,05 -0,31 0,08	0,15 0,09 0,48 -0,14 0,06 0,39 0,31 0,53 0,22 0,61			
Zaai- of pootdatum	-0,09 -0,27 -0,42 -0,20 -0,29 -0,31 0,10 0,15 -0,22 -0,32	-0,03 0,18 0,00 0,00 0,17 -0,22 0,10 -0,05 0,13 0,16	0,03 -0,09 -0,14 0,07 0,06 0,13 0,00 -0,05 -0,13 0,08	-0,09 -0,18 0,14 -0,40 -0,29 0,39 0,21 0,15 0,31 0,08	0,09 -0,09 -0,07 -0,20 0,17 -0,04 0,41 -0,25 0,04 -0,16	0,15 -0,09 -0,07 0,07 0,29 -0,04 0,21 0,35 -0,04 0,08		
pH-KCl	-0,07 0,17 0,22 0,10	0,00 0,06 -0,39 -0,21	-0,14 0,06 -0,13 -0,41	-0,07 -0,17 -0,13 0,00	-0,07 -0,17 -0,39 0,31	0,14 0,06 0,04 0,00	0,14 0,06 0,04 -0,50	
Humusgehalte	0,33 0,06 -0,22 0,00	0,07 -0,17 0,04 0,00	0,14 -0,17 0,13 0,21	-0,20 -0,40 -0,55 -0,10	-0,14 -0,17 -0,13 -0,21	-0,07 0,06 0,13 -0,10	-0,14 0,17 0,13 0,21	-0,20 -0,06 -0,31 -0,50
P-citroenzuurcijfer	0,40 -0,17 -0,13 0,00	0,40 0,06 -0,04 0,21	0,00 -0,06 -0,13 -0,10	-0,14 -0,06 -0,39 -0,21	-0,07 -0,29 0,13 0,00	0,14 0,06 0,13 0,10	0,07 -0,17 -0,04 0,21	-0,27 -0,29 -0,22 -0,50
K-gehalte	0,33 0,06 -0,04 0,41	0,14 0,17 -0,22 0,10	-0,20 -0,06 0,04 -0,10	-0,14 0,06 -0,13 0,10	-0,20 0,06 -0,13 -0,41	-0,33 -0,29 -0,39 -0,59	-0,33 0,29 -0,04 0,00	0,07 -0,17 -0,04 0,00
% grof zand	0,07 -0,17 0,31 0,00	0,00 -0,50 -0,22 -0,10	-0,27 -0,06 -0,04 -0,10	0,00 0,29 0,55 0,10	0,00 0,06 0,31 0,21	0,00 -0,17 0,04 0,00	-0,07 -0,40 0,31 -0,21	0,07 0,06 0,13 0,31
% afslibbaar	0,20 0,06 -0,31 0,00	0,27 0,40 0,22 0,00	0,07 0,06 0,04 0,10	0,00 -0,17 -0,13 -0,10	-0,20 0,06 -0,04 -0,59	-0,27 -0,06 0,22 -0,41	-0,20 0,17 -0,22 -0,10	-0,14 -0,06 -0,13 -0,10

<sup>1</sup> In 1950 inclusief stalmest.

Humusgehalte	P-citroenzuurcijfer	K-gehalte	% grof zand																						
				Afstand tot de boerderij																					
	Schema der correlatiecoëfficiënten per factorenpaar*			Waterstand 3e kwartaal																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Wintertarwe</th> <th>Zomergerst</th> <th>Suikerbieten</th> <th>Haver</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1950</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>.</td> </tr> <tr> <td>1951</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> </tr> <tr> <td>1952</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>×</td> <td>.</td> </tr> </tbody> </table>					Wintertarwe	Zomergerst	Suikerbieten	Haver	1950	×	×	×	.	1951	×	×	×	×	1952	×	×	×	.	Hoeveelheid N-bemesting
	Wintertarwe	Zomergerst	Suikerbieten	Haver																					
1950	×	×	×	.																					
1951	×	×	×	×																					
1952	×	×	×	.																					
				Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting																					
				Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting																					
				Zaai- of pootdatum																					
				pH-KCl																					
				Humusgehalte																					
-0,20 0,17 -0,22 0,31				P-citroenzuurcijfer																					
0,27 0,17 0,31 0,50	-0,14 0,40 0,31 0,00			K-gehalte																					
-0,52 -0,17 -0,47 -0,67	0,33 0,50 -0,04 0,10	-0,52 -0,40 -0,47 -0,21		% grof zand																					
0,78 0,17 0,62 0,67	-0,27 -0,29 0,13 0,31	0,63 0,40 0,55 0,67	-0,73 -0,84 -0,75 -0,59	% afslibbaar																					

\* Voor bodemfactoren onderling alleen 1951

BILAGE R. De belangrijkste correlatiecoëfficiënten voor oud grasland per grondsoort in 1951

	Productiecijfer		Afstand tot de boerderij		Hoeveelheid stikstof-bemesting		Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting		Hoeveelheid kalibemesting (K <sub>2</sub> O)	
Hoeveelheid stikstof-bemesting	0,28 0,30 0,29	0,38 0,17	0,09 -0,30 -0,17	-0,33 -0,19						
Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting	0,21 -0,12 0,25	0,18 -0,13	0,14 0,15 0,06	0,13 0,07	0,51 0,42 0,25	0,42 0,57				
Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting	0,38 0,15 0,17	0,23 -0,05	-0,09 -0,27 -0,17	-0,38 0,01	0,58 0,76 0,52	0,75 0,59	0,33 0,55 0,41	0,42 0,51		
Waterstand in het derde kwartaal	-0,04 0,06 -0,15	0,08 -0,03	-0,16 -0,21 -0,08	0,03 -0,09	-0,06 0,15 -0,03	-0,08 -0,05	0,01 0,03 -0,01	-0,18 -0,03	-0,11 0,00 0,01	-0,28 0,01
pH-KCl	0,26 0,27 0,25	0,18 0,27	-0,04 -0,12 0,15	0,08 0,03	0,16 0,18 0,10	0,13 0,07	-0,09 -0,09 0,17	0,42 -0,09	0,04 0,03 0,04	0,03 -0,05
Humusgehalte	-0,16 0,06 0,19	0,03 0,13	0,24 0,30 0,04	-0,28 0,09	-0,09 -0,15 0,12	0,18 -0,03	-0,06 0,00 0,01	-0,23 -0,05	-0,09 0,00 0,10	0,08 -0,09
P-citroenzuur-cijfer	-0,21 0,21 0,15	0,38 0,40	0,01 -0,27 0,10	-0,23 -0,01	0,06 0,12 -0,04	0,23 0,07	-0,01 -0,06 0,24	-0,03 -0,13	-0,09 0,03 0,15	0,28 -0,03
Kaligehalte (alleen klei- en veengr.)	0,11 0,21	0,47 0,11	-0,54 -0,24	-0,33	-0,19 0,00	0,18	-0,28 -0,21	-0,18	-0,06 0,09	-0,03
Mg-gehalte (alleen zandgr.)										
	0,34		-0,10		0,15		-0,08		0,17	
Grof-zandgehalte	0,28 0,03 -0,24	0,38 -0,21								
			-0,12		0,12		0,12		0,10	
Afslibbaar	-0,43 -0,09 0,22	-0,23 0,36	0,19 0,36	-0,03	-0,26 -0,30	-0,03	-0,19 -0,03	-0,33	-0,14 -0,15	-0,13

Waterstand derde kwartaal	pH-KCl	Humus- gehalte	P-citroenzuur- cijfer	Kaligehalte (kleigrond)	Mg-gehalte (zandgrond)	
			Schema der correlatie- coëfficiënten per factorenpaar			Hoeveelheid stikstof- bemesting
			zeeklei	klei op veen		Hoeveelheid P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> -bemesting
			rivierklei	veen		Hoeveelheid K <sub>2</sub> O-bemesting
			zandgrond			
						Waterstand in het derde kwartaal
-0,11 -0,03 0,30 0,13 -0,13						pH-KCl
-0,38 0,03 -0,67 -0,38 -0,22	-0,38 -0,28 -0,30 -0,15 -0,34					Humusgehalte
0,11 0,13 0,00 -0,01 0,08	0,40 0,47 0,45 0,36 0,63	-0,09 -0,13 0,00 0,34 -0,13				P-citroenzuur- cijfer
0,06 0,03 -0,12 . .	0,16 -0,13 0,06 . .	0,14 0,23 0,21 . .	0,28 -0,08 0,42 . .			Kaligehalte (alleen klei- en veengr.)
. . -0,20 . .	. . -0,08 . .	. . 0,72 . .	. . -0,12 . .	. . . . .		Mg-gehalte (alleen zandgr.)
. . -0,22 . .	. . 0,24 . .	. . -0,17 . .	. . 0,15 . .	. . . . .	. . -0,13 . .	Grof-zand- gehalte
0,06 -0,08 -0,36 . .	-0,58 -0,18 -0,18 . .	0,69 0,33 0,70 . .	-0,01 -0,38 -0,15 . .	0,09 -0,08 0,03 . .	. . . . .	Afslibbaar