

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK  
EN  
LANDBOUWPROEFSTATION EN BODEMKUNDIG INSTITUUT TNO

**BODEMVRUCHTBAARHEID, VEGETATIE-  
KARTERINGSEENHEID EN OPBRENGST  
VAN GRASLAND IN EEN ZANDGEBIED**  
(GELDERSE VALLEI)

WITH A SUMMARY

THE RELATION BETWEEN SOIL FERTILITY, VEGETATION-SURVEY  
UNITS AND GRASSPRODUCTION ON OLD PERMANENT PASTURES  
IN A SANDY DISTRICT

TH. A. DE BOER  
TH. J. FERRARI



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

---

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NO. 62.15 - 'S-GRAVENHAGE

151086

## INHOUD<sup>1</sup>

1. INLEIDING . . . . .	3
2. INDELING VAN HET GRASLAND NAAR VEGETATIE-EENHEDEN . . . . .	4
3. DE GEBRUIKTE METHODE EN HAAR BEPERKINGEN . . . . .	5
4. VEGETATIE-EENHEID, HOEDANIGHEIDSGRAAD EN BRUTO-OPBRENGST . . . . .	7
5. VEGETATIE-EENHEID, BEMESTINGSTOESTAND EN BEMESTING . . . . .	11
6. VEGETATIE-EENHEID EN pH-KCl . . . . .	11
7. VEGETATIE-EENHEID, KALITOESTAND, KALIBEMESTING EN KALIGEHALTE VAN HET GRAS . . . . .	12
8. VEGETATIE-EENHEID, FOSFAATTOESTAND, FOSFAATBEMESTING EN FOSFAAT- GEHALTE VAN HET GRAS . . . . .	14
9. VEGETATIE-EENHEID, MAGNESIUMTOESTAND EN MAGNESIUMGEHALTE VAN HET GRAS . . . . .	14
10. VEGETATIE-EENHEID, STIKSTOFBEMESTING, STALMESTBEMESTING EN AFSTAND TOT DE BOERDERIJ . . . . .	15
11. VEGETATIE-EENHEID EN VOCHTVOORZIENING, GEKARAKTERISEERD DOOR GROND- WATERSTAND EN PROFIEL . . . . .	16
SAMENVATTING . . . . .	19
SUMMARY . . . . .	20
LITERATUUR . . . . .	23

<sup>1</sup> De auteurs, ir. TH. A. DE BOER en dr. ir. TH. J. FERRARI, zijn resp. verbonden aan het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen en aan het Landbouwproefstation en Bodemkundig Instituut TNO te Groningen.

## 1. INLEIDING

Het doel van de graslandkartering is de gebruikswaarde van het grasland door middel van de vegetatie vast te stellen en vervolgens in kaart te brengen. Men hoopt hierbij tevens een inzicht in het gehele complex van milieu-factoren te krijgen, die voor de opbrengst en kwaliteit van het grasland van betekenis zijn. Aan de hand van deze kennis kunnen maatregelen tot verbetering van het grasland aangegeven worden (DE BOER, 1 en 3).

DE BOER onderscheidt bij zijn opname de zg. *vegetatiekarteringseenheden*. Deze onderscheiding is mogelijk omdat de combinatie van plantensoorten en ook de massaverhoudingen van deze soorten verschillend zijn, naarmate het complex van milieu-omstandigheden verschillend is. Vele gegevens over de specifieke eisen van de verschillende graslandplanten zijn door het sociologisch en ecologisch graslandonderzoek, vooral van DE VRIES, bekend geworden.

De karteringseenheden worden in hoofdzaak uit de gewichtspercentages afgeleid, omdat het Nederlandse grasland niet voldoende gekarakteriseerd kan worden door alleen op de combinatie van groepen van milieu-aanwijzers te letten. Deze laatste methode kan alleen bij zeer uiteenlopende groeiomstandigheden gebruikt worden, b.v. op zeer nat en zeer droog grasland. De uitgewerkte methode geeft de mogelijkheid een aantal legenda-eenheden op te stellen, die de werking van vier groepen van factoren weergeven: waterhuishouding, bemestingstoestand, gebruiksvorm en kalktoestand.

De vegetatie-eenheden zijn opgesteld door uit te gaan van de aanwezige kennis over de reactie van de graslandplantensoorten op verschillende groeiomstandigheden, over het concurrentievermogen enz. Het zal duidelijk zijn, dat de waarde en de betekenis van deze eenheden aan de werkelijkheid getoetst moeten worden. Bij de veronderstelling dat de gebruikte eenheden inderdaad een juist beeld van de groeiomstandigheden te zien geven, mag men verwachten dat er een verband bestaat tussen de karteringseenheden en de factoren die de waterhuishouding, de bemestingstoestand, de gebruiksvorm en de kalktoestand karakteriseren. Men mag verder een zekere samenhang verwachten tussen de graslandvegetatie en de kwaliteit van het grasbestand enerzijds en de opbrengst van dit grasbestand anderzijds.

Toetsing van deze verwachtingen brengt enige moeilijkheden met zich mee, omdat de vegetatie-eenheden niet in een continu ingedeelde schaal uitgedrukt worden. Er zijn echter enkele mogelijkheden.

In de eerste plaats door de gewichtspercentages van de verschillende kenmerkende combinaties van plantensoorten met behulp van correlatie-coëfficiënten met de verschillende bodemfactoren, met de opbrengst enz. in verband te brengen. De schrijvers hopen op een andere plaats mededeling over de resultaten van een dergelijke bewerking te doen.

Een andere wijze is de gemiddelde waarden van de verschillende bodemvruchtbaarheidsfactoren en de gemiddelde opbrengsten, die bij de diverse vegetatie-eenheden behoren, te berekenen en na te gaan of de verkregen resultaten met de verwachtingen overeenstemmen (DE BOER, 1 en 2). De resultaten van deze laatste werkwijze zullen wat betreft de Gelderse Vallei in het volgende gegeven worden.

De gegevens zijn afkomstig van het bodemvruchtbaarheidsonderzoek, dat in de Gelderse Vallei in de jaren 1951, 1952 en 1953 door het Landbouwproefstation en

Bodemkundig Instituut TNO is uitgevoerd. Behalve het Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek hebben ook de Stichting voor Bodemkartering (IR. R. P. H. P. VAN DE SCHANS) en de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst (IR. W. M. OTTO) aan dit onderzoek medegewerkt. 237 graslandpercelen waren in het onderzoek betrokken.

## 2. INDELING VAN HET GRASLAND NAAR VEGETATIE-EENHEDEN

De vegetatie-eenheid waartoe een grasland behoort, wordt op het veld bepaald, aan de hand van een schatting van de gewichtsverhouding der verschillende plantensoorten of groepen van plantensoorten, die indicatorische waarde hebben. Het is hierbij gebruikelijk de vegetatie-eenheden met een combinatie van 3 cijfers aan te duiden. Het laatste cijfer, dat gebruikt wordt om gegevens te vermelden die in de eerste 2 cijfers niet gegeven worden, speelt in ons betoog geen rol en wordt daarom gemakshalve weggelaten. Het eerste cijfer geeft de *hoofdeenheid*, het tweede de *variant* weer. Daar uit de cijfers voor buitenstaanders niet valt op te maken op welke botanische en landbouwkundige eigenschappen zij doelen, laten wij eerst een korte beschrijving van de verschillende eenheden volgen; eenheden die in het te beschrijven onderzoek geen rol spelen, laten wij onbesproken.

De hoofdinDELING voor weilanden – de hooiweiden worden niet besproken – berust op het percentage Engels raaigras en andere grassen, die hoog gewaardeerd worden, zoals veldbeemdgras, timothee, ruwbeemdgras en beemdlangbloem. Een hoog percentage van deze goede grassen gaat samen met een hoge landbouwkundige waardering. Er kunnen in de eenheden ook nog andere soorten onderscheiden worden, b.v. in de betere graslanden: kamgras, straatgras, fiorin, weegbree, paardebloem, made-liefje; in de matige graslanden: reukgras, rood zwenkgras, witbol. De eenheden 0-, 1-, 2-, 6- en 8- worden als resp. zeer goede, goede, voldoende, matige en onvoldoende weilanden beschouwd. Het percentage goede grassen in het bestand is hierbij groter dan resp. 75, 60, 45, 35 en 0; het percentage Engels raaigras daalt naar evenredigheid van meer dan 50 tot 0.

In de Gelderse Vallei waren verder nog de zeer droge graslanden (4-) en de te natte graslanden (5-) van betekenis. De droge graslanden hebben meer dan 40% van op droogte wijzende soorten in het bestand, zoals roodzwenkgras, gewoon struisgras, veldbies, biggenkruid, schapezuring, zachte haver, peen en rolklaver. Een onderverdeling is voor de in dit onderzoek opgenomen graslanden van weinig betekenis.

De te natte graslanden hebben een bestand met meer dan 30% van op natte omstandigheden wijzende soorten, zoals vlotgras, geknikte vossestaart, dotterbloem, gewone zegge, moerasrolklaver en pitrus. De hoofdeenheid der te natte graslanden is weer onderverdeeld in een aantal varianten, welke door het tweede cijfer worden aangegeven. Hiervan zijn er drie bij dit onderzoek betrokken. In de eerste plaats de vrij goed bemeste graslanden, die overwegend als hooiweiden in gebruik zijn; hier overheersen beemdlangbloem en ruwbeemdgras sterk binnen de groep der vochtindicatoren (eenheid 56). In de tweede plaats de eenheid 57 waar de tot de vochtindicatoren behorende geknikte vossenstaart en ranunculus repens overheersen, hetgeen op een vrij goede bemestingstoestand en overwegende beweiding wijst. De derde eenheid (59)

heeft geen bijzondere botanische kenmerken en omvat dus de te natte graslanden zonder meer.

Onder hetzelfde nummer 5- valt ook de eenheid van het slechte tot niet bemeste grasland; de variant 53, dat zijn de iets te natte, slecht bemeste graslanden, komt twee maal in dit onderzoek voor.

Bij de hoofdeenheden 0-, 1-, 2-, 6- en 8- zijn de hiernavolgende varianten (door het tweede cijfer aangegeven) bij het onderzoek betrokken:

- 1, de droge graslanden, met een combinatie van meer dan 30 % droogte-indicatoren;
- 2, de matig droge graslanden, met een combinatie van meer dan 15 % droogte-indicatoren;
- 3, de graslanden, met een vegetatie die noch naar de vochtige, noch naar de droge zijde indiceert;
- 4, de vochtige graslanden met meer dan 30 % ruwbeemdgras, beemdlangbloem en andere op vochtige, doch nog zuurstofrijke grond duidende soorten; in regenperioden iets te nat voor beweiden;
- 5, de vrij natte graslanden, die bij beweiden vertrapt kunnen worden, met meer dan 10 % soorten die op natte omstandigheden wijzen.

### 3. DE GEBRUIKTE METHODE EN HAAR BEPERKINGEN

De juistheid van de aangegeven groeiomstandigheden en de landbouwkundige waardering worden nagegaan door de bemestingstoestand, de vochtvoorziening, de opbrengst enz. van de verschillende vegetatie-eenheden te berekenen. Indien de karakterisering van de vegetatie-eenheden juist is, zal er een zekere samenhang tussen de veronderstelde volgorde van vegetatie-eenheden en de berekende gemiddelde waarde van de gebruikte karakteristieken moeten bestaan.

Het is te verwachten dat deze overeenkomst niet absoluut zal zijn. Binnen een eenheid of binnen een groep van eenheden treedt een spreiding in de karakteristieken op. Het gemiddelde van deze waarden is de beste benadering van de opbrengst enz., die de vegetatie-eenheid heeft of van de toestand die bij de vegetatie-eenheid behoort. De nauwkeurigheid van het gemiddelde hangt behalve van de grootte van de spreiding binnen een vegetatie-eenheid ook van het aantal gegevens af, waaruit het gemiddelde berekend is.

Behalve de zojuist besproken te verwachten volgorde is ook de statistische betrouwbaarheid tussen de berekende verschillen in de karakteristieken van betekenis. Deze betrouwbaarheid van de verschillen tussen de eigenschappen van twee vegetatie-eenheden of van twee groepen van eenheden hangt van de grootte van het verschil, van de spreiding binnen de eenheid of groep van eenheden en van het aantal gegevens waaruit het gemiddelde berekend is, af. De realiteit van de verschillen tussen extreme vegetatie-eenheden is betrekkelijk gemakkelijk aan te tonen; bij kleine verschillen tussen niet zo sterk van elkaar afwijkende vegetatie-eenheden is dit veel moeilijker, vooral als het aantal gegevens gering is. *De nadruk moet erop gelegd worden, dat het niet kunnen aantonen van een betrouwbaar verschil geen bewijs is dat de gemaakte veronderstelling onjuist is; een en ander kan ook in het feit gelegen zijn dat het aantal gegevens te klein is geweest.*

Wij hebben ons bij de beoordeling van de verkregen resultaten steeds door de mate van overeenkomst en door de mate van betrouwbaarheid van de verschillen laten leiden. Wij hebben hierbij twee reeksen gebruikt. De ene is die van de vochtvoorziening, die door de reeks 4-, -1, -2, -3, -4, -5, 56 en 57 en 59 (dus van zeer droog tot zeer nat), aangegeven kan worden. De andere reeks betreft de vruchtbaarheidstoestand en bestaat uit de hoofdeenheden: 0-, 1-, 2-, 6- en 8-, dus in de volgorde van toenemende armoede. Elke groep in beide reeksen is uit een aantal eenheden samengesteld. Een en ander wordt in tabel 1 verduidelijkt. Het totaal aantal droge graslanden (4-) bedraagt 12. In de natte hoofdeenheid vallen 45 graslanden; hiervan zijn er 2 slecht bemest (53), 6 hooiweiden (56), 28 weilanden met een vrij goede bemestingstoestand (57) en 9 graslanden zonder bijzondere botanische kenmerken (59).

TABEL 1. Aantal graslanden per vegetatie-eenheid in het onderzoek Gelderse Vallei (zonder 4- en 5-)

Hoofdeenheid \ Variant	-1	-2	-3	-4	-5	totaal
0- . . . . .	1	-	4	5	-	10
1- . . . . .						
2- . . . . .	5	10	25	32	21	93
6- . . . . .	5	5	9	15	15	49
8- . . . . .	-	4	4	3	5	16
Totaal . . . . .	11	19	42	55	41	168

TABEL 1. *Distribution of the plots over the vegetation-survey units (without 4- and 5-)*

Deze gebruikte methode heeft haar beperkingen. Een van deze beperkingen is hierin gelegen, dat de methode in verband met het aanwezig zijn van correlaties tussen de factoren niet voldoende de oorzakelijke factoren weet te scheiden. Een vegetatie-eenheid is het resultaat van een groot aantal factoren; de afzonderlijke werking van deze factoren is vaak moeilijk te achterhalen en vraagt een speciale aanpak. De gebruikte methode ziet van deze scheiding af. Deze moeilijkheid treedt speciaal op wanneer, zoals in dit onderzoek, groepen van eenheden vergeleken worden. Uit tabel 1 blijkt nl. dat de verhoudingen tussen de aantallen van varianten binnen de hoofdeenheden bij de afzonderlijke hoofdeenheden verschillend zijn. Een samenvatting volgens hoofdeenheden brengt een zekere samenvatting volgens varianten met zich mee en andersom. Door het aanwezig zijn van deze correlaties tussen b.v. vochtvoorziening en verzorging is met deze methode dus niet helemaal te achterhalen of de slechte vochtvoorziening en/of de slechte verzorging oorzaken van b.v. een lage opbrengst of een laag mineraalgehalte zijn. Uit het vóórkomen van een vochtig grasbestand is verder niet af te leiden of de gunstige watervoorziening door een hoge grondwaterstand en/of door een grote vochthoudendheid van het profiel veroorzaakt wordt. Een nadere bestudering van het geval kan hier alleen uitsluitsel geven. Het niet bevestigd worden van een bepaalde verwachting kan eventueel hierdoor veroorzaakt worden, dat storende invloeden in het materiaal aanwezig zijn die moeilijk te achterhalen zijn.

#### 4. VEGETATIE-EENHEID, HOEDANIGHEIDSGRAAD EN BRUTO-OPBRENGST

Het zou van grote praktische betekenis zijn wanneer de mogelijkheid bestond aan de hand van de vegetatie-eenheid een voorspelling over de hoogte van b.v. de gemiddelde bruto-opbrengst in een bepaalde streek te doen. De aangegeven landbouwkundige waardering heeft deze mogelijkheid als werkelijk bestaand aangenomen, daarbij gesteund door de gevonden samenhang tussen zowel bruto- als netto opbrengst en vegetatie-eenheden bij een landelijk onderzoek (DE BOER, 3). In het volgende wordt nagegaan in hoeverre deze veronderstelling in de Gelderse Vallei met de werkelijkheid overeenkomt. De opbrengsten van de genoemde 237 proefplekken zijn hiervoor gebruikt.

Het is niet doenlijk de bruto grasopbrengst van al deze veldjes door weging te bepalen. De bruto-opbrengst is daarom door middel van een visuele schatting bepaald. De schatting werd door medewerkers van de afdeling Onderzoek van de Cultuurtechnische Dienst uitgevoerd. De schatting van de zg. jaaropbrengst wordt in een schaal 0 tot 100 uitgedrukt. De schatting wordt in het voorjaar, in de zomer en in de herfst gedaan, waarbij het groeistadium geen invloed heeft. De bruto-opbrengst van 50 veldjes is door weging bepaald, waarbij het gras onder 2 kooien 6 keer per jaar gemaaid werd. De gedeelten onder de kooien kregen na het maaien een stikstofbemesting, die in totaal 100 kg stikstof per ha bedroeg, niet meegerekend de bemesting

FIG. 1. Verband tussen schatting en gewogen opbrengst in kg droge stof per ha.

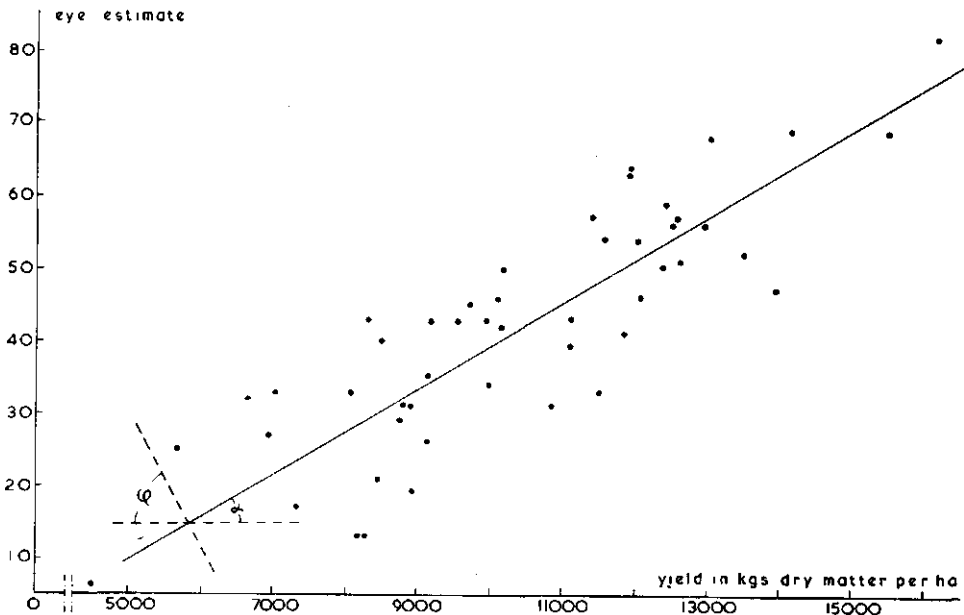


FIG. 1. Relation between eye estimates of the yields and the actual yields of grassland in kgs dry matter per ha.

door de boer vóór de eerste keer maaien. Wanneer in het vervolg over opbrengst wordt gesproken verstaan wij hieronder de hierboven beschreven bruto-opbrengst. De opbrengsten van deze 50 veldjes werden gebruikt om de kwaliteit van de schattingen te toetsen en om deze schattingen in kg droge stof per ha om te rekenen.

Een indruk van de kwaliteit van de schattingen verkrijgt men uit fig. 1, waarin de schattingen tegen de gewogen opbrengsten in het jaar 1951 zijn uitgezet. De andere jaren geven overeenkomstige resultaten. Een schatting is met behulp van de getrokken ijklijn in kg droge stof per ha om te rekenen. Een schattingseenheid komt met 160–165 kg droge stof overeen. De opbrengstbepaling door weging is ongeveer 2 maal zo nauwkeurig als die door schatting, een alleszins bruikbaar resultaat (FERRARI, 4).

Het onderzoek heeft aangetoond, dat de gemiddelde opbrengsten van de vegetatie-eenheden – hoofdeenheden en varianten – inderdaad verschillend zijn. Wij gebruiken ter adstructie de opbrengsten, gemiddeld over de jaren 1951, 1952 en 1953; de resultaten over de afzonderlijke jaren verschillen niet veel hiervan en worden niet besproken. Tabel 2 geeft deze opbrengsten, die gemiddeld te bereiken zijn bij de verschillende hoofdeenheden; de eenheden zijn gerangschikt naar veronderstelde afnemende vruchtbaarheid, in welke reeks de zeer natte graslanden met een slechte (53) en goede bemestingstoestand (56 en 57) zijn opgenomen <sup>1</sup>

TABEL 2. De gemiddelde opbrengsten van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van afnemende bemestingstoestand. De tekens +, ++ en +++ geven aan, dat de verschillen in opbrengst betrouwbaar zijn resp. op het 5-, 1- en 0,1% - punt (resp. betrouwbaar, goed betrouwbaar en zeer betrouwbaar); het teken ? geeft een bijna betrouwbaar verschil aan.

Hoofdeenheid . . . . .	0- 1-	2-	6-	8-	53	56 57	Hoofd- eenheid
Gemiddelde opbrengst (1951, 1952 en 1953) in q/ha . . . . .	131	125	115	95	63	102	
			+++	+++	+++	+++	0- 1-
			+++	+++	+++	+++	2-
				+++	+++	+++	6-
					++		8-
						+++	53

TABEL 2. Correlation between average yields and vegetation units arranged according to agricultural quality classes. The marks +, ++ and +++ indicate a statistical reliability resp. at the 5-, 1- and 0.1% - point; the mark ? means the difference between the units is almost reliable.

Uit tabel 2 blijkt, dat de plantensociologisch als landbouwkundig zeer goede tot goede graslanden inderdaad de hoogste opbrengsten (gemiddeld over drie jaar: 131 q droge stof per ha) geven. Van de voldoende, matige en onvoldoende graslanden was met maaien resp. 125, 115 en 95 q af te halen. Er bestaat dus een duidelijke overeenstemming tussen landbouwkundige waardering en opbrengst. Lage opbrengsten geven

<sup>1</sup> In het volgende wordt telkens dezelfde reeks aangehouden.



de zeer natte, arme graslanden; zeer natte graslanden, die in een goede bemestings-toestand verkeren, hebben een hogere opbrengst.

De spreiding in opbrengsten, die binnen een groep bestaat, geeft ons de mogelijkheid na te gaan of de gevonden verschillen tussen de groepen van toevallige aard is. Het resultaat is in tabel 2 ook aangegeven. Het ontbreken van een kruisje betekent, dat het eventuele verschil ook door toeval verklaard kan worden. De tabel laat zien, dat bijna alle verschillen zeer betrouwbaar zijn. De vegetatie-eenheden hebben dus inderdaad verschillende opbrengsten.

Hetzelfde geldt trouwens ook voor de verschillende vochtvarianten; de opbrengst-niveaus zijn zeer uiteenlopend. De opbrengsten, behorende bij de varianten, staan in tabel 3 vermeld. De vegetatie-eenheden zijn volgens toenemende vochtigheid gerangschikt. Bij de natte graslanden (5-) worden tevens de opbrengsten van de varianten 56, 57 en 59 opgegeven.<sup>1</sup> Verder zijn weer de betrouwbaarheden van de verschillen aangegeven.

TABEL 3. De gemiddelde opbrengsten van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van toenemende vochtvoorziening. Voor verklaring tekens, zie tabel 2.

Variant . . . . .	4-	-1	-2	-3	-4	-5	56 57	59	Variant
Gemiddelde opbrengst (1951, 1952, 1953) in q/ha	71	106	107	120	125	120	102	84	
		+++	+++	+++	+++	+++	+++		4-
				+-	+++	+		++	-1
				++	+++	++		++	-2
					+		+++	+++	-3
							+++	+++	-4
							+++	+++	-5
								++	56 57

TABLE 3. Correlation between average yields and vegetation units arranged according to water supply. For meaning marks, see table 2.

De overeenkomst in volgorde tussen mate van vochtvoorziening en opbrengst is niet zo duidelijk te zien. Dit wordt veroorzaakt door het feit, dat er een gebied van optimale vochtvoorziening bestaat; afwijkingen naar de droge en naar de natte kant doen de opbrengst dalen. Men vergelijk ook de figuren 2 en 3. Houdt men hiermede rekening, dan is het verband zeer duidelijk. De variant -4 heeft de voor de bruto-opbrengst optimale vochtvoorziening. Bij de natte varianten gaat de opbrengst dalen; de grootste opbrengstdaling geven echter de droge varianten. Bijzonder ongunstig voor de opbrengst is de combinatie slechte bemestingstoestand en overmaat van

<sup>1</sup> In het volgende wordt telkens dezelfde reeks aangehouden.

vocht (53); tabel 2 geeft aan dat de gemiddelde opbrengst van deze graslanden slechts 63 q per ha bedraagt.

De verschillen tussen de opbrengstniveaus van de varianten zijn meestal zeer betrouwbaar. Het is echter opvallend, dat de verschillen tussen enkele eenheden met uitéénlopende vochtvoorziening niet betrouwbaar zijn, b.v. tussen varianten van 5- enerzijds en 4- en -1 anderzijds. De oorzaak is gelegen in de omstandigheid, dat beide ongeveer hetzelfde opbrengstniveau hebben, terwijl de oorzaken verschillend zijn, nl. resp. natheid en droogte (zie figuren 2 en 3, pag. 18 en 19). Het is verder ook te verwachten, dat de verschillen tussen dicht bij elkaar gelegen varianten niet gemakkelijk betrouwbaar aan te tonen zijn.

Wij hebben ook een onderzoek ingesteld naar de gevoeligheid van de vegetatie-eenheden voor een verandering in de jaarlijkse weersgesteldheid. Als maat voor deze gevoeligheid is de spreiding in opbrengst in 1951, 1952 en 1953 gebruikt. De gedachtengang hierbij is, dat bij een grote spreiding tussen deze jaren de gevoeligheid voor jaarinvoeden naar voren kan komen.

Het onderzoek leerde, dat de tendens bestaat dat percelen met een goede bemestings-toestand of met een goede vochtvoorziening het gevoeligst zijn. Op een droog of op een nat perceel varieert de opbrengst in de verschillende jaren minder. Het duidelijkst komt dit tot uiting op de arme, zeer natte graslanden (53); de opbrengst is hier elk jaar laag. De verschillen kunnen echter niet statistisch betrouwbaar aangetoond worden. De verklaring van het verschijnsel, dat trouwens ook voor andere gewassen gevonden is, ligt voor de hand; juist percelen met een goede bemestingstoestand en vochtvoorziening kunnen van het gunstige weer profiteren.

Een onderzoek is uitgevoerd naar de vroegheid in grasgroei in het voorjaar bij de verschillende vochtvarianten. Hiervoor konden de bruto-opbrengsten van de 50 veldjes, die 6 maal per jaar gemaaid werden, gebruikt worden. Een bepaalde conclusie kon hieruit niet getrokken worden.

Hetzelfde geldt voor de samenhang tussen vochtvariant en midzomerdepressie. Alleen in 1951 kon men van een zwakke midzomerdepressie spreken.

In de Gelderse Vallei bestaat een duidelijk verband tussen hoedanigheidsgraad (Hg) en opbrengst van het grasland; met een hogere hoedanigheidsgraad gaat gemiddeld een grotere opbrengst samen. Het is dus niet te verwonderen, dat er ook een overeenkomst tussen vegetatie-eenheden en hoedanigheidsgraad bestaat. Wij geven als voorbeeld in tabel 4 de samenhang tussen hoedanigheidsgraad en bemestingstoestand.

De hoofdingeling is – zoals bekend – gebaseerd op het percentage goede grassen dat in het bestand voorkomt. De duidelijke samenhang tussen vegetatie-eenheid en hoedanigheidsgraad is dus niet verbazingwekkend. De meeste verschillen in hoedanigheidsgraad tussen de vegetatie-eenheden zijn weer zeer betrouwbaar. Het is opvallend, dat het verschil in hoedanigheidsgraad van de zeer goede en goede weiden groter is dan het verschil in opbrengst; volgens tabel 2 is dit laatste verschil immers niet betrouwbaar.

De gemiddelde hoedanigheidsgraad van de varianten, in de volgorde van tabel 3, is resp.: 4,9, 6,1, 6,2, 6,6, 6,8, 6,4, 5,7 en 4,9. De graslanden (-4) met een vochtvoorziening, die de hoogste opbrengst geeft, hebben ook de hoogste hoedanigheidsgraad,

TABEL 4. De gemiddelde hoedanigheidsgraad van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van afnemende bemestingstoestand. Voor verklaring tekens, zie tabel 2.

Hoofdeenheid . . . . .	0- 1-	2-	6-	8-	53	56 57	Hoofd- eenheid
Gemiddelde hoedanigheidsgraad . . . . .	7,6	6,8	6,3	5,4	4,3	5,7	
		+++	+++	+++	+++	+++	0- 1-
			+++	+++	+++	+++	2-
				+++	+++	+++	6-
					+		8-
						+++	53

TABLE 4. Correlation between average grades of qualities and vegetation units arranged according to agricultural quality classes. For meaning marks, see table 2.

nl. 6,8. Een verandering in vochtvoorziening gaat met een duidelijke daling in hoedanigheidsgraad samen. De lage hoedanigheidsgraad 4,3 van de natte graslanden met een slechte bemestingstoestand (53) is opvallend. De meeste verschillen zijn weer statistisch betrouwbaar.

## 5. VEGETATIE-EENHEID, BEMESTINGSTOESTAND EN BEMESTING

Wij zullen in het volgende enige cijfers geven over de bemestingstoestand waarin de vegetatie-eenheden verkeren, over de grootte van de bemestingen die de vegetatie-eenheden gemiddeld krijgen en over het gemiddelde mineralengehalte. Het is duidelijk dat de meeste nadruk hierbij op de indeling: zeer goede tot onvoldoende weiden zal vallen, hetgeen echter weer niet wil zeggen dat de betekenis van de vochtvoorziening buiten beschouwing zal blijven. Men dient bij de beoordeling van de resultaten vooral met de in paragraaf 3 gemaakte opmerkingen rekening te houden. Achtereenvolgens zullen pH, kali-, fosfaat-, magnesium- en stikstofvoorziening behandeld worden.

## 6. VEGETATIE-EENHEID EN pH-KCl

De kalktoestand van de graslanden in de Gelderse Vallei is over het algemeen wel in orde; grote afwijkingen van de optimale toestand treden niet op. Een van ons vond dat de qua opbrengst optimale pH op deze zandgronden ongeveer 5,5 is. Men kan dus verwachten, dat de verschillen in dit opzicht tussen de vegetatie-eenheden niet erg groot zullen zijn. Dit is inderdaad het geval. De gemiddelde pH van de eenheden

0- en 1-, 2-, 6-, 8-, 53 en 56 en 57 bedraagt resp.: 5,4, 5,6, 5,5, 5,3, 5,6 en 5,7. De meeste verschillen zijn niet statistisch betrouwbaar; alleen de hoge pH van de eenheden 56 en 57 lijkt reëel.

Een a priori niet te voorspellen overeenkomst tussen de mate van vochtvoorziening en de pH is iets duidelijker, zoals blijkt uit tabel 5. De droogste percelen zijn tevens de zuurste gronden; dit hangt vermoedelijk met het feit samen, dat de droge gronden vaak juist hoge heideontginningsgronden zijn. De verschillen van de vegetatie-eenheden -5 en 56 en 57 met de andere zijn meestal betrouwbaar; verder geeft -4 met -2, -5 en 4- betrouwbare verschillen.

TABEL 5. De gemiddelde pH-KCl van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van toenemende vochtvoorziening. Voor verklaring tekens, zie tabel 2.

Variant . . . . .	4-	-1	-2	-3	-4	-5	56 57	59	Variant
Gemiddelde pH . . . . .	5,1	5,4	5,3	5,4	5,5	5,8	5,7	5,6	
					-	+++	++		4-
						---	?		-1
					-	+++	+++		-2
						+++	+		-3
						+	?		-4
									-5
									56 57

TABEL 5. Correlation between average pH's of the soil and vegetation units arranged according to water supply. For meaning marks, see table 2.

## 7. VEGETATIE-EENHEID, KALITOESTAND, KALIBEMESTING EN KALIGEHALTE VAN HET GRAS

De verwachting is, dat de gemiddelde kalitoestand lager zal worden naarmate de kwaliteit van het grasland daalt. Zoals uit tabel 6 blijkt, is dit inderdaad het geval.

De verwachtingen worden inderdaad bevestigd; er is een duidelijke daling in kalitoestand, wanneer de graslanden slechter worden. De verschillen zijn meestal niet betrouwbaar; alleen de goede graslanden hebben een betrouwbaar betere kalitoestand. Een kali-getal van 35 of hoger kan als voldoende beschouwd worden.

Het is interessant na te gaan hoe de samenhang van de kalitoestand met de vochtvoorziening is. De laagste toestanden worden op de drogere en nattere percelen gevonden; beide met een kaligetel van resp. 26 en 23. De graslanden, die een betrekkelijk goede watervoorziening hebben (vegetatie-eenheden -3 en -4), hebben een veel hoger

TABEL 6. De gemiddelde kalitoestand (als K625) van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van afnemende bemestingstoestand. Voor verklaring tekens, zie tabel 2.

Hoofdeenheid . . . . .	0- 1-	2-	6-	8-	53	56 57	Hoofd- eenheid
Gemiddelde kalitoestand . . . . .	40	34	29	27	12	26	
			++	+	++	++	0- 1-
			+		+	++	2-
					+		6-
							8-
							53

TABLE 6. Correlation between average K-status of the soil and vegetation units arranged according to agricultural quality classes. For meaning marks, see table 2.

kaligetal nl. resp. 37 en 36; alleen de verschillen van deze laatste twee met de andere eenheden zijn statistisch betrouwbaar.

Men moet om een juist beeld te krijgen ook de kalibemesting, die de boer gewend is te geven, in de beschouwing betrekken. Voor de plant is het betrekkelijk hetzelfde of de kali van een bemesting of van een bodemcomplex afkomstig is. De bemestingen, die de boer met stalmest en kunstmest geeft, zijn zeer hoog. Men houdt over het algemeen maar zeer weinig met de resultaten van het grondonderzoek rekening.

Het is opmerkelijk dat de verschillen in kalibemesting<sup>1</sup> binnen de hoofdingeling niet groot zijn; de hoeveelheden, gemiddeld per groep, lopen van 140 (0- en 1-) tot 174 (2-) kg K<sub>2</sub>O per ha. Groter zijn echter de verschillen in kalibemesting, wanneer een indeling naar vochtvoorziening gemaakt wordt. De weilanden met een optimale watervoorziening krijgen de hoogste bemesting nl. 178 kg, de zeer droge en de zeer natte, arme weilanden krijgen de laagste bemesting resp. 66 en 13 kg K<sub>2</sub>O per ha. De meeste verschillen hebben echter een geringe betekenis, omdat deze door toeval verklaard kunnen worden; alleen de verschillen van de zeer droge en de zeer natte, arme weilanden met de andere zijn betrouwbaar. Het is duidelijk, dat deze percelen zeer weinig bemest worden; waarschijnlijk omdat het toch geen zin heeft.

Wij hebben ook nagegaan of er een verband tussen vegetatie-eenheid en kaligehalte in het gras bestaat. De gegevens van de 50 veldjes met kooien (gemiddelde van 6 sneden van 3 jaar) stonden ter beschikking; het is duidelijk, dat dit kleine aantal niet gunstig is om verschillen aan te tonen. Niettegenstaande deze moeilijkheid konden wij aantonen, dat de zeer natte en vrij natte en in mindere mate de zeer droge weilanden een lager kaligehalte dan de andere eenheden hadden. De overeenkomst tussen bemestingstoestand en kaligehalte is gering.

Wij wezen in 3 reeds op de beperktheid van dergelijke conclusies. In dit geval is het echter niet al te gewaagd te concluderen, dat een gunstige watervoorziening de kali-opname door het gras bevordert. Men vindt dit nl. ook, wanneer met de kalitoestand van de grond, pH enz. rekening gehouden wordt.

<sup>1</sup> De opgave over de hoeveelheden bemestingen (N, P, K) betreffen kunstmest en stalmest.

## 8. VEGETATIE-EENHEID, FOSFAATTOESTAND, FOSFAATBEMESTING EN FOSFAATGEHALTE VAN HET GRAS

De fosfaattoestand van de graslanden in de Gelderse Vallei, beoordeeld naar de P-citr.-cijfers, moet betrekkelijk goed genoemd worden. De verschillen in fosfaattoestand binnen de hoofdingeling zijn dan ook zeer gering, alhoewel de onvoldoende graslanden het laagste (77), de zeer goede en goede het hoogste P-citr.-cijfer (resp. 80 en 88) hebben. De arme, natte weilanden van 53 hebben de slechtste fosfaattoestand nl. 34. Al deze verschillen zijn echter niet betrouwbaar. De verschillen tussen de vochtvarianten zijn iets groter; het laagste cijfer bedraagt 64 (-2), het hoogste cijfer 108 (-5). Naar verhouding laag zijn ook de P-citr.-cijfers op de zeer droge graslanden (76). Ook deze verschillen zijn meestal niet betrouwbaar; de fosfaattoestand van de variant -5 is echter betrouwbaar hoger dan die van de meeste andere varianten.

Het is opmerkelijk dat de fosfaattoestand, als P-getal aangeduid, wel de verwachte overeenkomst binnen de hoofdingeling laat zien. De zeer goede en goede (0- en 1-), de voldoende (2-), de matige (6-) en de onvoldoende (8-) weiden hebben een gemiddeld P-getal van resp. 11,7, 9,3, 7,6 en 7,4. Alleen de verschillen van de matige met de goede en zeer goede graslanden waren statistisch betrouwbaar.

Er is een gering verband tussen vochtvoorziening en P-getal. Alleen de natte, zeer natte en zeer droge weilanden hebben een laag P-getal, dat betrouwbaar lager is dan het P-getal van enkele andere eenheden.

Voor de vegetatie-eenheden binnen de hoofdingeling loopt de gemiddelde fosfaatbemesting uiteen van 84 (0- en 1-) tot 101 (6-). De arme, zeer natte weilanden krijgen bijna geen bemesting; deze is gemiddeld 6 kg per ha. De bemesting, verdeeld over de vochtvarianten, laat ook geen bepaalde tendens zien. De enige conclusie, die getrokken mag worden, is dat de boeren de zeer droge en arme, zeer natte percelen weinig met fosfaat (en andere kunstmeststoffen) bemesten. De fosfaatbemesting is op deze graslanden betrouwbaar minder.

Het gemiddelde fosfaatgehalte per vegetatie-eenheid ligt om de 1,00%; tussen de hoofdeenheden bedraagt het grootste gemiddelde verschil 0,02, tussen de varianten 0,11%. Alleen de gehalten van de eenheden -2 en 53 zijn opvallend laag, nl. resp. 0,94 en 0,95%.

## 9. VEGETATIE-EENHEID, MAGNESIUMTOESTAND EN MAGNESIUMGEHALTE VAN HET GRAS

Het gemiddelde magnesiumgehalte van de grond binnen de hoofdingeling loopt uiteen van 128 (8-) tot 146 (2-). Een gehalte beneden de 110 moet volgens onderzoekingen van het Landbouwproefstation als te laag beschouwd worden. Er bestaat geen overeenkomst tussen de hoofdingeling en het magnesiumgehalte van de grond.

Er bestaat daarentegen een duidelijke correlatie tussen de mate van vochtvoorziening en het magnesiumgehalte; hoe droger de variant, des te lager het magnesiumgehalte van de grond. Het laagste gehalte bedraagt 85 (4-), het hoogste 181 (-5). De meeste verschillen zijn statistisch betrouwbaar.

Het is opmerkelijk, dat er daarentegen geen overeenkomst tussen vegetatie-eenheid en magnesiumgehalte in het gewas is. Het gemiddelde gehalte schommelt om 0,35% MgO, het grootste verschil (0,10) wordt tussen de varianten gevonden.

## 10. VEGETATIE-EENHEID, STIKSTOFBEMESTING, STALMESTBEMESTING EN AFSTAND TOT DE BOERDERIJ

In deze bespreking nemen wij de stikstofbemesting, stalmestbemesting en de afstand tot de boerderij te zamen, omdat o.a. zij een maat voor de intensiteit kunnen zijn waarmee de boer het grasland verzorgt.

Het blijkt, dat de onvoldoende graslanden (8-) de laagste stikstofbemesting krijgen, nl. 84 kg per ha; de voldoende en de groep van goede en zeer goede krijgen de hoogste resp. 116 en 107 kg. Het is opvallend, dat de voldoende en niet de goede en zeer goede graslanden de hoogste bemesting krijgen; ook bij de fosfaat- en kalibemesting krijgen de zeer goede graslanden niet de hoogste bemesting.

Evenals bij de andere meststoffen schijnt de boer met het bepalen van de grootte van de stikstofgift met de vochtvoorziening rekening te houden. De gronden met de meest gunstige vochtvoorziening (-4) krijgen de hoogste stikstofbemesting, nl. gemiddeld 126 kg per ha; de zeer natte (56 en 57) en de zeer droge (4-) krijgen resp. 101 en 50 kg per ha. Op de zeer arme, natte graslanden (53) wordt zeer weinig stikstof gestrooid, gemiddeld slechts 18 kg per ha. De spreiding in stikstofgift binnen een groep is echter groot, de meeste verschillen kunnen niet betrouwbaar aangetoond worden. Alleen de lage giften op de zeer droge en zeer arme natte graslanden t.o.v. die op de andere vegetatie-eenheden staan in de meeste gevallen betrouwbaar vast.

De gemiddelde stalmestgiften op de verschillende hoofdeenheden lopen van 0 (op 53) tot 14,8 ton per ha (op 2-). De verschillen tussen de eenheden staan niet betrouwbaar vast.

Evenals bij de stikstof- en andere bemestingen krijgen de graslanden met de beste watervoorziening (-4) de hoogste stalmestgiften (16,5 ton per ha). Hoe droger en hoe natter het grasbestand, des te lager de stalmestgift. De laagste gift komt voor op de droge gronden (4-) en bedraagt 3,8 ton per ha. Alleen de verschillen met deze eenheid zijn statistisch betrouwbaar.

De verwachting is, dat er een zekere overeenkomst moet bestaan tussen de afstand van het perceel tot de boerderij en de kwaliteit van het grasland; de boer zal geneigd zijn het dichterbij huis gelegen grasland intensiever te verzorgen. Beoordeeld naar de kwaliteit van het grasland schijnt dit inderdaad het geval te zijn. De gemiddelde afstand tot de boerderij bedraagt voor de zeer goede en goede, de voldoende, de matige en de onvoldoende weiden resp. 100, 200, 400 en 700 meter. Het is opvallend dat de arme, natte graslanden (53) dicht bij huis liggen, gemiddeld op een afstand van 200 m. De verschillen zijn meestal niet statistisch betrouwbaar.

Er bestaat een groot verschil tussen de zeer droge (4-) en de zeer natte (56 en 57 en 59) graslanden. De eersten liggen vlak bij huis (100 m), de laatsten juist veraf (600 en 900 m). Het is trouwens wel duidelijk waarom de zeer droge gronden vlak bij huis lig-

gen. Het betreft hier betrekkelijk jonge ontginningsbedrijven, waarbij de boerderij meer in het midden van het bedrijf ligt. Hier tegenover staat dat de matig droge (-1 en -2) gronden juist ver van huis liggen, resp. 800 en 500 m. De gemiddelde afstand van de andere varianten is ongeveer 200-300 m. De meeste verschillen zijn statistisch niet betrouwbaar.

## 11. VEGETATIE-EENHEID EN VOCHTVOORZIENING, GEKARAKTERISEERD DOOR GRONDWATERSTAND EN PROFIEL

De indeling in varianten is gebaseerd op de vochtvoorziening. Men kan dus a priori verwachten dat er een min of meer duidelijke overeenkomst tussen variant en gemiddelde grondwaterstand bestaat. Tabel 7 laat zien dat deze verwachting bevestigd wordt. Wij geven alleen de resultaten van de bewerking met grondwaterstanden, gemiddeld van de jaren 1951, 1952 en 1953; de resultaten in de afzonderlijke jaren zijn overeenkomstig. Als grondwaterstand is het gemiddelde van de waarnemingen tijdens het groeiseizoen genomen.

TABEL 7. De gemiddelde grondwaterstand van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van een toenemende vochtvoorziening. Voor verklaring tekens, zie tabel 2.

Variant . . . . .	4-	-1	-2	-3	-4	-5	56 57	59	
Gemiddelde grondwaterstand (1951, 1952, 1953) (in cm beneden maaiveld)	114	141	100	106	76	53	40	32	Variant
					+++	+++	+++	+++	4-
		++	++	+++	+++	+++	+++	+++	-1
				+++	+++	+++	+++	+++	-2
					+++	+++	+++	+++	-3
						+++	+++	+++	-4
							+++	++	-5
									56 57

TABLE 7. Correlation between average groundwater tables and vegetation units arranged according to water supply. For meaning marks, see table 2.

Uit tabel 7 blijkt duidelijk, dat een betere vochtvoorziening, zoals die in de samenstelling van het grasbestand tot uiting komt, inderdaad met een hogere grondwaterstand samengaat. Het fraaist komt dit naar voren bij de meer vochtige varianten. De grotere overeenkomst komt ook in het aantal verschillen, dat in dit gebied statistisch betrouwbaar is, tot uiting.



In het drogere gebied vallen twee dingen op. Ten eerste de naar verhouding hoge grondwaterstand van de zeer droge graslanden (4-), ten tweede de eveneens naar verhouding hoge grondwaterstand van variant -2. Zoals bekend, wordt de vochtvoorziening - afgezien van de regenval - voornamelijk door twee factoren bepaald, nl. de grondwaterstand en het vochthoudend vermogen van de grond. Deze beide factoren kunnen elkaar aanvullen. Wij zullen hieronder laten zien, dat een verschil in vochtbergend vermogen de oorzaak van bovengenoemde afwijkingen is.

Het blijkt verder, dat de betere graslanden gemiddeld de diepste grondwaterstanden hebben; de zeer goede en goede, de voldoende, de matige en de onvoldoende weiden hebben een gemiddelde grondwaterstand van resp. 116, 90, 80 en 79 cm. Hiervan is alleen het verschil van de goede en zeer goede met de andere weiden statistisch betrouwbaar. De betrekkelijke diepe grondwaterstand van de beste graslanden wordt niet gecompenseerd door een meer vochthoudend profiel. Een goede verzorging is hier dus van grote betekenis geweest.

De vochthoudendheid van de profielen is door V. D. SCHANS en ZONNEVELD bepaald en uitgedrukt in mm water beschikbaar voor de plant; bij de bepaling is met de werkzame worteldiepte rekening gehouden. Tabel 8 geeft de correlatie tussen variant en vochthoudendheid van het profiel.

TABEL 8. De gemiddelde vochthoudendheid van het profiel van de vegetatie-eenheden, gerangschikt naar hun indicatie van een toenemende vochtvoorziening. Voor verklaring tekens, zie tabel 2.

Variant . . . . .	4-	-1	-2	-3	-4	-5	56 57	59	Variant
Gemidd. vochthoudendheid in mm water	68	90	83	96	117	146	175	206	
				+	+	+++	+++	+++	4-
					++	+	+++	++	-1
					+	+++	+++	+++	-2
					+	+++	+++	+++	-3
						+	+++	+++	-4
								-	-5
									56 57

TABLE 8. Correlation between average waterholding capacities and vegetation units arranged according to water supply. For meaning marks, see table 2.

Uit de gegevens van tabel 8 kan de conclusie getrokken worden, dat de droge percelen het laagste, de natte percelen het hoogste vochtbergend vermogen hebben. De overeenkomst tussen variant en vochthoudend vermogen van de grond is zeer duidelijk. De verschillen tussen de varianten die betrouwbaar zijn, bevinden zich voornamelijk in het vochtige gebied.

De enige uitzondering in de volgorde geeft variant -2, die gezien zijn grasbestand een te droge grond heeft. De verklaring voor dit naar verhouding te vochtige grasbestand is gelegen in het feit, dat deze gronden gemiddeld een relatief hoge grondwaterstand hebben; de droogte van het profiel wordt hierdoor gecompenseerd. Men vergelijk ook tabel 7.

De naar verhouding hoge grondwaterstanden, die gewoonlijk de gronden met de vegetatie-eenheid 4- hebben, kunnen de gevolgen van het droge profiel niet voldoende compenseren. Een grond met een vochthoudend vermogen van maar 68 mm vraagt een hogere grondwaterstand dan 114 cm.

De relatie vochtvoorziening en grasbestand en de relatie vochtvoorziening, grasbestand en opbrengst worden fraai in de figuren 2 en 3 gedemonstreerd.

In figuur 2 is de gemiddelde opbrengst van elk in het onderzoek betrokken perceel tegen de gemiddelde grondwaterstand uitgezet. Hiervoor zijn alleen die percelen genomen, waarvan het profiel een vochthoudend vermogen groter dan 100 mm heeft. Verder is de vegetatie-eenheid van elke weide aangegeven. Door de punten is een lijn getrokken, die dus de relatie tussen opbrengst en grondwaterstand aangeeft. Een correctie van de invloed van andere factoren is niet uitgevoerd.

Het is niet te veel gewaagd om uit deze figuur de conclusie te trekken, dat de invloed van de grondwaterstand op de opbrengst van grasland in de Gelderse Vallei zeer groot is. Deze conclusie is vooral daarom gerechtvaardigd omdat er in de figuur een duidelijke scheiding tussen de vegetatie-eenheden bestaat. Deze scheiding kon uit de van te voren bekende vochtreactie van het bestand bepaald worden. Het is niet te verwach-

FIG. 2. Invloed van de gemiddelde zomer-grondwaterstand op de opbrengst van grasland op profielen met een vochthoudend vermogen van meer dan 100 mm.

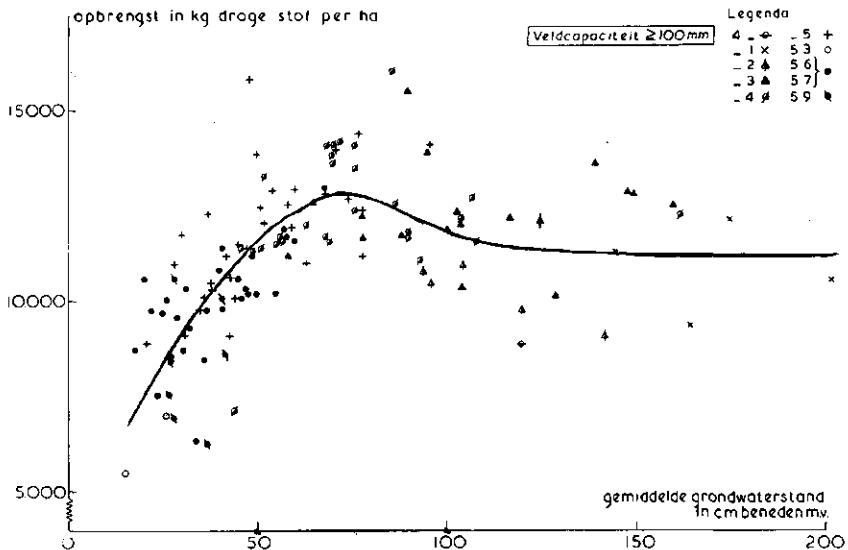


FIG. 2. Influence of the groundwater table on the yield of grassland in kgs dry matter per ha on soils with a waterholding capacity > 100 mm. The vegetation units are marked.

FIG. 3. Invloed van de gemiddelde zomer-grondwaterstand op de opbrengst van grasland.

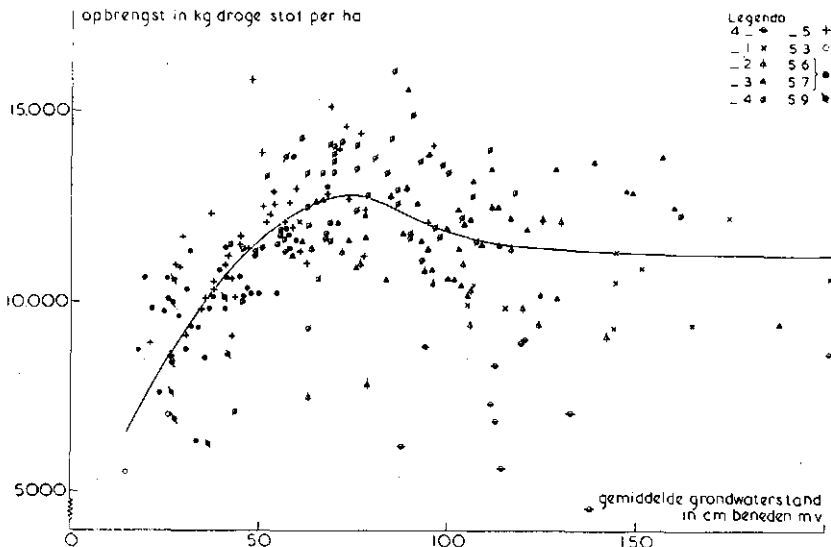


FIG. 3. Influence of the groundwater table on the yield of grassland in kgs dry matter per ha. The vegetation units are marked.

ten dat een eventuele correctie voor andere factoren een grote invloed op de vorm van de kromme zal hebben. Uit een vergelijking van de spreiding tussen de punten met de spreiding die door de schattingsfout verklaard kan worden (FERRARI, 4), blijkt verder dat de mate van vochtvoorziening voor de grootte van de opbrengst de belangrijkste betekenis heeft.

In deze drie proefjaren, die wat regenval betreft normaal tot nat genoemd kunnen worden, is de schadelijke invloed van een te natte grond wel opvallend groot. Op een normaal vochthoudend profiel was de opbrengstderiving door een te diepe grondwaterstand betrekkelijk gering. De nadelige invloed van een te diepe grondwaterstand is groter bij de graslanden die op een droog profiel gelegen zijn. Dit demonstreert figuur 3, waarin de gegevens uit figuur 2 met gegevens betreffende drogere profielen aangevuld zijn. De rechterbenedenzijde van de figuur is nu opgevuld, hetgeen wil zeggen, dat droge profielen een droger bestand (vnl. 4- en -1) en een lagere opbrengst hebben. De daling van de grondwaterstand-opbrengstkromme in het gebied van diepere grondwaterstanden is zeer steil.

### SAMENVATTING

Het is mogelijk met behulp van een indeling in vegetatie-eenheden een idee te krijgen van het complex van milieu-factoren, die voor de groei van het gras van betekenis zijn.

In de Gelderse Vallei blijkt speciaal de invloed van de vochtvoorziening van betekenis te zijn. De correlatie tussen bestand en bemestingsfactoren is minder duidelijk, hetgeen misschien veroorzaakt wordt door de goede bemestingstoestand waarin vele

percelen verkeren. Daarnaast wordt het grasbestand ook nog beïnvloed door de beweidingintensiteit, die de hierboven genoemde correlatie kan doorbreken. Hierover zijn echter geen cijfers verzameld, zodat dit niet is na te gaan.

De vegetatie-eenheden zijn verder een goede maat voor de opbrengst in kg droge stof van het grasland.

Afgezien van andere maatregelen is een verbetering van de waterhuishouding voor het grasland in de Gelderse Vallei van de allergrootste betekenis.

## SUMMARY

### THE RELATION BETWEEN SOIL FERTILITY, VEGETATION-SURVEY UNITS AND GRASSPRODUCTION ON OLD PERMANENT PASTURES IN A SANDY DISTRICT

The relation between the botanical composition of the grass sward on one side and the soil fertility, water supply, grassproduction, etc. on the other side has been studied on 237 plots of 100 m<sup>2</sup> on old permanent pastures in a sand region in the middle of the Netherlands.

The botanical composition of old permanent pastures is a reflection of the complex of environmental factors and is characterized by the ratios of dry-weight percentages of groups of plants which indicate a certain environment and tell us something about the nutritional value of the grass crop. In this way it is possible to distinguish vegetation-survey units (V.S.U.) with important differences in an agricultural point of view.

The principal classification is based on the percentage of *Lolium perenne* and other good grasses, such as *Poa trivialis*, *Phleum pratense*, *Festuca pratensis*, *Poa pratensis*. In the poorer classes the percentages of the less valued grasses such as *Anthoxanthum odoratum*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Agrostis canina*, etc. increases. These classes tell us something about the fertility-status of the soil and about the way the pasture is used. They are:

- 0- > 75% of good grasses, of which > 50% *Lolium perenne* (very good pasture)
- 1- > 60% of good grasses, of which 30-50% *Lolium perenne* (good pasture)
- 2- > 45% of good grasses, of which 15-30% *Lolium perenne* (sufficient pasture)
- 6- > 35% of good grasses (moderate pasture)
- 8- < 35% of good grasses (insufficient pasture).

Each unit is subdivided in variants which are connected with the water supply. The percentage of species which indicate dry, resp. wet circumstances determines the variant. Drought indicators are for instance *Agrostis tenuis*, *Festuca rubra*, *Luzula campestris*, *Achillea millefolium*, *Hypochoeris radicata*, etc. and indicators of wet circumstances are a.o. *Glyceria fluitans*, *Caltha palustris*, *Carex stolonifera*, *Alopecurus geniculatus*, *Juncus effusus*, etc.

The variants are:

- 1 > 30% of species indicating dry circumstances (dry pastures)
- 2 > 15% of species indicating dry circumstances (moderate dry pastures)

- 3 < 15% of species indicating dry circumstances and very few species indicating wet circumstances (normal water supply)
- 4 1-10% of species indicating wet circumstances or > 40% *Poa triviale*s, *Festuca pratensis* and *Ranunculus repens* (humid pastures)
- 5 > 10% of species indicating wet circumstances (rather wet pastures).

In addition to the above mentioned 5 main classes, we distinguish the following classes: very dry pastures with > 40% of species indicating dry (4-) and very wet pastures with > 30% of species indicating wet circumstances (5-). The latter class can be divided in: 56 (*Festuca pratensis* and *Poa triviale*s dominating), 57 (*Alopecurus geniculatus* and *Ranunculus repens* dominating), 59 (without dominating species) and 53 (wet pastures with low soil fertility).

Table 1 shows the distribution of the plots over the various classes and variants.

#### *V.S.U. - grass production and grade of quality*

During three years the yearly grass production is estimated by eye on the field. To check these estimates the grass production is measured on 50 plots by moving the grass crop 6 times a year on a surface of 5 m<sup>2</sup> which are protected by cages against grazing (on each plot two cages were used). Fig. 1 shows the good correlation (corr. coeff. = 0.88) between eye estimates and measured yields in kgs dry matter per ha. Along this way we could calculate the average yearly grass production of the various V.S.U.'s.

Table 2 shows that the pastures with higher percentages of good grasses give a significantly higher yield. With regard to the average yield of the moisture-supply variants we can speak of an optimum by variant -4 (table 3); the driest pastures have the biggest depression. The poor, wet pastures (-3) give the lowest yield (table 2).

The rather great differences between the average grades of quality (table 4) of the various classes are not surprising as the grade of quality depends strongly on the percentage of good grasses.

#### *V.S.U. - pH-KCl of the soil*

Generally the lime status of these sandy soils is sufficient up to good. There are only slight differences between the average pH-KCl of the soils with the various vegetation classes (table 5). On the other hand going from very dry to very wet circumstances the pH increases from 5.1 to 5.7. The drought-resistant vegetations are mainly situated on the high, acid, reclaimed podzolised heath soils.

#### *V.S.U. - K-status of the soil, amount of K-fertilizer and K-content of the grass crop*

With decreasing quality of the pastures the average K-status of the soils also decreases (table 6), although the differences are generally not reliable. Only the soils with the poorest vegetation class are low in potash.

There are no great differences between the amounts of potash given on the pastures with different vegetation classes. However, considering the amount of potash in connection with the water supply, the very dry and the poor, wet pastures get only resp. 66 and 13 kgs K<sub>2</sub>O/ha, whereas the variant with the optimal water supply (with regard to the grass production) gets 178 kgs K<sub>2</sub>O/ha.

The K-content of the grass crop from the very wet and rather wet pastures is lower than that from the other pastures.

*V.S.U. – P-status of the soil, amount of P-fertilizer and P-content of grass crop*

The P-status of the soils in this region are sufficient up to good. There is no clear relation between the P-status and the V.S.U.'s.

The average gifts on the different main classes diverge from 84 (on 0- and 1-) to 101 (on 6-) kgs  $P_2O_5$ /ha. The wet, poor pastures (53) get the smallest gifts (6 kgs  $P_2O_5$ /ha).

The differences between the P-content in the grass crop from the various V.S.U.'s are small and not significant reliable.

*V.S.U. – Mg-status of the soil and Mg-content of the grass crop*

The Mg-status of the soil is very high and is not correlated with the main classes. On the other hand, there is a rather good correlation between the Mg-status and the V.S.U.'s concerning the water supply; the dryer pastures have a considerable lower Mg-status than humid and wet pastures.

*V.S.U. – amount of N-fertilizer and stable dung and the distance between plot and farmhouse*

The quantity of given nitrogen and stable dung as well as the distance between plot and farmhouse, are assumed to be a characteristic for the intensity the farmer takes care of his land. The insufficient, the sufficient and the group of the good and very good pastures get resp. 84, 116 and 107 kgs N/ha and their distances to the farmhouse is resp. 700, 200 and 100 meter (mostly the differences between these ciphers are statistically not reliable). It is a remarkable fact that generally the good and very good pastures are less manured than the sufficient up to moderate pastures; the same tendency we did notice with regard to the K- and P-gifts. The differences between the average gifts of nitrogen and stable dung on pastures with different water supply are more pronounced, although the variation within the groups is rather great. The pastures with the optimal water supply (-4) get the highest gifts, viz. 126 kgs N and 16.5 tons stable dung per ha. The very dry (4-) and the poor, wet (53) pastures always get the lowest amounts; the average N-gift is resp. 50 and 18 kgs/ha, the amount of stable dung is resp. 3.8 and 0 tons per ha.

*V.S.U. – water supply characterized by groundwater level and waterholding capacity of the soil profile*

There should be a good relation between the V.S.U.'s concerning the water supply and their average depths of the groundwater table (in the growing season). Table 7 shows this relation. In particular, the botanical composition of the pastures without drought indicators is a reliable measure for the depth of the average groundwater table. The relatively high average groundwater table of the very dry pastures is comprehensible if we take into account their low waterholding capacity (table 8). This table shows that the dryer pastures are low and the humid and wet pastures are high in waterholding capacity.

The relation between the average depth of the groundwater table, the grass production and the V.S.U.'s concerning the water supply is demonstrated in fig. 2 and 3. In fig. 2 only the plots with a waterholding capacity > 100 mm water are registered. This figure shows the great influence of the depth of the groundwater table on the

yield. This conclusion is even more likely when we consider the dots of one V.S.U. which are concentrated around particular parts of the curve.

In fig. 3 also the plots with a waterholding capacity  $< 100$  are included. We see more dots representing very dry and dry V.S.U.'s in the right undercorner, that is to say, profiles with a low waterholding capacity have vegetations with a high percentage of drought indicators and a low yield of dry matter.

The water supply is in this region the main factor for the quality and yield of grassland.

## LITERATUUR

1. BOER, TH. A. DE, „A grassland classification by vegetation survey units and their ecological and agricultural value in dutch circumstances.” Stencil O.E.E.C. EPA/AG/Project 224/28, juni 1954.
2. ———, „Der Wassergehalt des Grünlandes und die bei der Kartierung verwandten Vegetationseinheiten”. *Angewandte Pflanzensoziologie* (Stolzenau/Weser) 8 (1954) S. 60–63.
3. ———, „Een globale graslandvegetatiekartering van Nederland”. *Versl. Landb. Onderz.* 62, 5, 1956.
4. FERRARI, TH. J., „The accuracy of yields of grassland and oats evaluated by eye estimates”. *Neth. Journal of Agricultural Science*, 1, 1953.