298 D 29

DE BETEKENIS VAN TWEEZAADLOBBIGE GRASLANDPLANTEN VOOR DE MINERALE SAMENSTELLING VAN WEIDEGRAS

WITH A SUMMARY

THE EFFECTS OF CLOVERS AND HERBS ON THE MINERAL COMPOSITION OF GRASS DOMINANT PASTURE

F. K. VAN DER KLEY

NN08201.228

DE BETEKENIS VAN TWEEZAADLOBBIGE GRASLANDPLANTEN VOOR DE MINERALE SAMENSTELLING VAN WEIDEGRAS

WITH A SUMMARY

THE EFFECTS OF CLOVERS AND HERBS ON THE MINERAL COMPOSITION OF GRASS DOMINANT PASTURE

Dit proefschrift met stellingen van

FREDERIK KAREL VAN DER KLEY,

landbouwkundig ingenieur, geboren te Havelte, 27 november 1926, is goedgekeurd door de promotor, Ir. M. L. 'T HART, hoogleraar in de graslandcultuur.

De Rector Magnificus der Landbouwhogeschool,
W. DE JONG

Wageningen, 12 april 1957

DE BETEKENIS VAN TWEEZAADLOBBIGE GRASLANDPLANTEN VOOR DE MINERALE SAMENSTELLING VAN WEIDEGRAS

WITH A SUMMARY

THE EFFECTS OF CLOVERS AND HERBS ON THE MINERAL COMPOSITION OF GRASS DOMINANT PASTURE

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD
VAN DOCTOR IN DE LANDBOUWKUNDE
OP GEZAG VAN DE RECTOR MAGNIFICUS Ir. W. DE JONG,
HOOGLERAAR IN DE VEETEELTWETENSCHAP,
TE VERDEDIGEN TEGEN DE BEDENKINGEN
VAN EEN COMMISSIE UIT DE SENAAT
VAN DE LANDBOUWHOGESCHOOL TE WAGENINGEN
OP VRIJDAG 21 JUNI 1957 TE 16 UUR

DOOR

FREDERIK KAREL VAN DER KLEY

DRUKKERIJ VERWEIJ — WAGENINGEN — 1957

THE EFFECTS OF CLOVERS AND HERBS ON THE MINERAL COMPOSITION OF GRASS DOMINANT PASTURE

THESIS

IN PARTIAL FULFILMENT OF THE REQUIREMENTS
FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF AGRARIAN SCIENCES
AT THE AGRICULTURAL UNIVERSITY OF WAGENINGEN
ON FRIDAY 21 JUNE 1957

BY

F. K. VAN DER KLEY

PRINTING-OFFICE VERWEIJ — WAGENINGEN — 1957

BIJNA OM NIETS

Al mijn woorden heb ik al opgedeeld
tussen jij en jou en jouw
meer kan ik niet doen

ik leg mijn handen op
het hakblok van je argwaan

ik roep de vogels aan
om bijval

de wind houdt zich afzijdig
maar goedmoedige wolken zeggen
dat het verdriet voorbij is.

ELLEN WARMOND

Aan U, lezer

STELLINGEN

I

Bij intensieve graslandcultuur onder Nederlandse omstandigheden verdient het geen aanbeveling zaden van niet-vlinderbloemige tweezaadlobbige graslandplanten toe te voegen aan gras- en klaverzaadmengsels.

Dit proefschrift.

II

De overwegend langs correlatief ecologische weg bepaalde voorkeur van graslandplanten voor kali en kalk hangt niet duidelijk samen met hun minerale samenstelling. Het is niet uitgesloten, dat bij afzonderlijke plantesoorten de gemiddelde basengehalten en hun verhoudingen wel geassocieerd zijn met de adsorptiecapaciteiten van hun wortelstelsels.

Dit proefschrift.

III

Leviticus 11 geeft een aanwijzing, dat men reeds in de oudheid bekend was met coprophagie van knaagdieren.

KULWICH, R. c.s., J. Nutrition **49** (1943): 639.

IV

IJDO heeft zijn gegevens in tijd van oorlog en op aanvechtbare wijze verkregen. Zijn dissertatie geeft niettemin duidelijk aan, hoe een verdere exodus van personeel uit de Landbouwhogeschool kan worden tegengegaan. Wanneer deze aanwijzingen worden opgevolgd, zullen de daaraan verbonden ambtenaren meer plezier in hun werk krijgen. Hun prestaties zullen daardoor toenemen.

IJDO, M. G., Plezier in het werk. Diss. Delft; Verh. Inst. Praev. Geneesk. X (1947): 96—114, 177—180, 194, 206—244 e.a.

V

In vele gevallen kan men geen scherp onderscheid maken tussen vatbaarheid en gevoeligheid voor planteziekten.

QUANJER, H. M., Tijdschr. Plantenziekten **48** (1942): 2—3.

VI

De mate, waarin weidegras aanleiding geeft tot het optreden van kopziekte bij rundvee, kan dikwijls even goed of beter worden beoordeeld aan de hand van de gehalten aan K_2O en CaO in het gras, dan aan de hand van verhoudingen, zoals bijvoorbeeld:

$$\frac{K}{Ca+Mg}, \quad \frac{K}{K+Ca+Mg} \quad \text{of} \quad \frac{Na}{K+Na+Ca+Mg}.$$

BROUWER, E., Med. Landbouwhogeschool **51** (1951): 91—112.
HART, M. L. 'T en A. KEMP, Landbouwvoorlichting **13** (1956): 114—121.
KEMP, A. en M. L. 'T HART, Neth. J. Agr. Sci. **5** (1957): 4—17.
VERDEYEN, J., Comptes Rendus de l'I.R.S.I.A. **9** (1952).

VII

Toestemming tot import van gezonde, tot vreemde rassen behorende fokdieren, van hun eieren of van hun sperma, behoort niet te worden geweigerd, indien gegarandeerd wordt, dat de nakomelingschap slechts voor experimentele doeleinden zal worden gebruikt.

VIII

Van technisch standpunt bezien is er voorlopig nog geen opbrengstplafond van cultuurgewassen in zicht.

IX

Er dienen aan de Landbouwhogeschool betere voorzieningen te worden getroffen voor het onderwijs in de pedagogiek, in de algemene en biologisch landbouwkundige didactiek en in de techniek van het publiceren.

X

MASTENBROEK heeft een onjuiste schatting gemaakt van de schade, die de aardappelziekte *Phytophthora infestans* jaarlijks veroorzaakt.

MASTENBROEK, C., Diss. Wageningen, (1952): 1.

XI

Tegen de wijze, waarop VAN DEN BAN tot conclusies komt betreffende de samenhang tussen vooruitstrevendheid en kerkelijke gezindte, zijn ernstige bezwaren in te brengen.

VAN DEN BAN, A. W., Bull. no. 5 afd. Sociologie en Sociografie der Landbouwhogesch. (1956): 35—38.

XII

Het gebruik van de formule van LINEHAN c.s. voor berekening van de door weidend rundvee verbruikte hoeveelheden gras dient te worden ontraden.

LINEHAN, P. A., c.s., J. Brit. Grassl. Soc. **2** (1947): 145—168.

XIII

Het is betreurenswaardig, dat studerenden voor het ingenieursdiploma richting akker- en weidebouw, vooral wanneer zij zich tot de Landbouwvoorlichtingsdienst voelen aangetrokken, nimmer een bewijs van enige bekwaamheid in de leer der veevoeding behoeven over te leggen.

Proefschrift *(Thesis)*
F. K. VAN DER KLEY
Wageningen, 1957

Dit proefschrift verschijnt tevens als publikatie no. 14 van de Afdeling Graslandcultuur der Landbouwhogeschool.

TEN AFSCHEID

Gaarne grijpen mijn vrouw en ik deze gelegenheid aan allen te danken en te groeten, die in de loop der jaren iets voor ons hebben betekend. Behalve onze ouders en vrienden geldt deze dank zoveel leermeesters, commandanten, collegaas, wapenbroeders en familieleden, dat wij hen niet allen afzonderlijk kunnen noemen.

Het eerste *speciale* woord van dank na het afsluiten van dit proefschrift komt toe aan mijn naaste medewerkers. Beste KLETER en ALBERTS, zonder jullie doorzettingsvermogen, belangstelling en voortdurende werklust zou dit proefschrift niet tot stand zijn gekomen. Wij zullen dit niet licht vergeten.

Hooggeleerde 'T HART, Hooggeachte promotor, Uw op synthese gerichte dynamische geest heeft zeker bijgedragen tot mijn wetenschappelijke vorming. Dankbaar erken ik voorts dat U mij de gelegenheid heeft geboden de afgelopen drie jaren nuttig te gebruiken. Het verheugt ons dat deze periode met een dissertatie kan worden afgesloten.

Hooggeleerde DEWEZ, voor Uw initiatief mij in dienst te nemen betuig ik U gaarne mijn dank.

De door U gedoceerde vakken, Hooggeleerde PRAKKEN, DORST, OORT, DEWEZ, DE VRIES en SCHUFFELEN, hebben nog steeds mijn, ten dele door Uw colleges gewekte, bijzondere belangstelling. Niettemin betreur ik het, Hooggeleerde BROUWER en KUIPER, dat mijn oorspronkelijk gekozen studierichting mij niet of nauwelijks met U in contact heeft gebracht. Voor Uw scherpzinnige kritiek en Uw bereidheid mij steeds van advies te dienen, ben ik U beiden, maar vooral U, Hooggeleerde BROUWER, erkentelijk.

Hooggeleerde DE VRIES, in mijn nieuwe werkkring in Australië zal ik wellicht verschillende malen een beroep op U moeten doen. Ik vertrouw, dat U mij dan op dezelfde voorkomende wijze terwille zult zijn, als tot dusver steeds het geval was.

Zeergeleerde RAMEAU, Weledelgestrenge DOMINGO, dankbaar memoreer ik de bijdrage die het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek te Oosterbeek voor dit onderzoek heeft geleverd.

Weledelgestrenge KEULS, onze gesprekken zijn voor mij steeds zeer instructief geweest. Ook van U, Zeergeleerde DE HAAN en Zeer Geachte UILENBURG heb ik in de loop der jaren veel geleerd.

Mevr. BIERHUIZEN-TURIEN en Mej. VOS dank ik voor het typen van het manuscript; de Heer TH. DRIEVER voor het vervaardigen van de figuren. De Heer H. DRIEVER leidde de aanleg van de veldproeven.

Ook U, Zeer Geachte Heren VERWEIJ, dank ik van harte. U hebt dit proefschrift keurig en op zeer korte termijn gedrukt en mij daarmede metterdaad uit de nood geholpen.

Beste ouders, wetenschappelijke belangstelling is een gevolg van erfelijke aanleg en milieu. Beide zijn via U tot stand gekomen. In veel opzichten bent U ons een voorbeeld. Dankbaar dragen wij dit proefschrift aan U op met de woorden uit 1 Cor. 13: „Only love never ends; as for our imperfect knowledge it will pass away".

Waarde collegaas en overige bewoners van het Laboratorium voor Landbouwplantenteelt, dat mijn vrouw en ik aan de afgelopen drie jaren overwegend prettige herinneringen bewaren is vooral te danken aan jullie kameraadschap en voortdurende hulpvaardigheid.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was carried out under the direction of ir. M. L. 'T HART, professor of grassland husbandry, to whom I am indebted for helpful criticism and aid in the preparation of the manuscript.

My friend Mr. J. G. CORBETT of the Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeenshire, Scotland, was so kind to correct the English extract from this thesis.

Thanks are also due to the Executive of the Commonwealth Scientific and Industrial Organization of Australia, to my Director in future, Dr. GRIFFITH DAVIES, and to the Chief Scientific Liaison Officer in London, Mr. SHAVITSKY, for an appointment with C.S.I.R.O. Plant and Soils Laboratory, Brisbane. I gladly remember the kindly approved deferment of my departure, which made it possible to complete this thesis.

I am also grateful to Dr. W. DAVIES and his colleagues for the most instructive stay in the Grassland Research Station, Hurley, U.K.

INHOUD [1])

	pag.
1. INLEIDING	3
2. ENKELE GEGEVENS UIT DE LITERATUUR	5
2.1. Beschikbare cijfers	5
2.2. Bespreking	5
3. OPZET EN UITVOERING VAN HET EIGEN ONDERZOEK	6
3.1. De keuze van de proefgewassen	6
3.2. Het verzamelen en behandelen van de monsters	8
3.3. De verwerking van de waarnemingsuitkomsten	9
4. GELDIGHEID VAN DE UITKOMSTEN	11
4.1. Variaties in onafhankelijk variabele factoren	11
4.2. Correlaties tussen onafhankelijk variabele factoren	13
5. VERGELIJKING VAN TWEEZAADLOBBIGEN EN GRAS VAN EEN STANDPLAATS	13
5.1. Uitkomsten	13
5.2. Enkele plantenvoedingsaspecten	17
5.3. Enkele dierfysiologische aspecten	18
6. VERBANDEN MET GROEISTADIUM, TEMPERATUUR EN SEIZOEN	20
6.1. Groeistadium	20
6.2. Temperatuur	21
6.3. Seizoen	24
7. INVLOEDEN VAN DE BEMESTINGSTOESTAND DER ZODE	24
7.1. Het kaligetal	24
7.2. De zuurgraad	26
7.3. Andere vruchtbaarheidskenmerken	28
8. VERSCHILLEN TUSSEN PLANTESOORTEN	29
8.1. De standplaats als geheel	29
8.2. Het kaligetal	31
8.3. Uitwisselcapaciteit en ecologie	32
9. BETEKENIS VAN TWEEZAADLOBBIGE WEIDEPLANTEN	33
9.1. Algemeen	33
9.2. Beengebreken	35
9.3. Zure urine	35
9.4. Kopziekte	36
9.5. Slotbeschouwing	39
10. SAMENVATTING EN SLOTCONCLUSIES	42
11. THE EFFECTS OF CLOVERS AND HERBS ON THE MINERAL COMPOSITION OF GRASS DOMINANT PASTURES	44
11.1. Introduction (§ 1)	44
11.2. Literature (§ 2)	44
11.3. Experimental (§ 3 and 4)	45
11.4. Results and discussion (§ 5—8)	45
11.5. General discussion and conclusions (§ 9)	46
11.6. General summary (§ 10)	47
LITERATUUR	48

[1]) Dit onderzoek werd verricht met steun van de Directie van de Landbouw in het kader van een der landbouwkundige projecten gefinancierd met M.S.A.-gelden.

1. INLEIDING

> He causeth the grass to grow for the cattle, and herb for the service of man: that he may bring forth food out of the earth.
>
> Psalm 104 : 14.

De hoeveelheid klavers en kruiden in het Nederlandse grasland is zeer variabel. Dit geldt zowel voor blijvend grasland als voor kunstweiden. Volgens DE VRIES (2, 39) en 'T HART (36, 39) treft men gemiddeld in het oude Nederlandse grasland waarschijnlijk niet veel meer tweezaadlobbigen aan dan 6 % klavers en 6 % kruiden. In kunstweiden zijn deze drooggewichtspercentages dikwijls van dezelfde orde van grootte.

In het buitenland treft men meestal aanmerkelijk grotere hoeveelheden dicotylen in het grasland aan. Dit was vroeger in Nederland eveneens het geval. Uit het werk van DE VRIES en medewerkers blijkt, dat een en ander samenhangt met een groot aantal standplaatsfactoren, waarvan bodemtype, waterbeheersing, kalk- en bemestingstoestand, stikstofbemesting en gebruikswijze wel de voornaamste zijn.

In Nederland heeft men de bemesting van grasland, vooral die met stikstof en kali, in de laatste 30 jaren sterk verhoogd. Het gras wordt bovendien in vroegere groeistadia geoogst dan voorheen. Een en ander heeft het verloop van de concurrentie tussen gras, klavers en kruiden ten voordele van de grassen veranderd. Deels via de botanische samenstelling, deels rechtstreeks, is ook de minerale samenstelling der graslandprodukten beïnvloed.

SJOLLEMA (77—79) heeft er reeds sedert 1931 op gewezen, dat onevenwichtige mineralenconstellaties van afzonderlijke voedermiddelen of gehele rantsoenen in sommige gevallen aanleiding kunnen geven tot stoornissen in gezondheid en produktie van het vee. BROUWER en medewerkers (9—13) hebben aannemelijk gemaakt, dat er verbanden bestaan tussen de mineralenpatronen van weidegras enerzijds en het optreden van bloedwateren, zure urine en kopziekte anderzijds. Ook het optreden van niet-infectieuze steriliteit, likzucht en weidediarree wordt dikwijls in verband gebracht met de chemische samenstelling van het voer (73).

Het is geen geringe schade, die deze en andere stoornissen in de mineralen- of sporenelementenhuishouding van het rund jaarlijks toebrengen aan de Nederlandse veehouderij. Voor kopziekte schat SEEKLES (80) haar op 3 miljoen gulden per jaar. In dit bedrag is niet begrepen de tijdelijke produktievermindering van het $^{6}/_{7}$ deel der patiënten dat van grastetanie geneest. Omtrent de schade, die de overige met het voer samenhangende ziekten en stoornissen veroorzaken, ontbreken cijfers.

Men neemt veelal aan, dat de mineralenpatronen van graslandprodukten, die een zeker percentage tweezaadlobbige weideplanten bevatten, harmonieuzer zijn samengesteld dan die van gras of hooi, waarin klavers en kruiden ontbreken. Inderdaad is het wel zeer waarschijnlijk, dat tweezaadlobbigen *gemiddeld* een ander mineralenpatroon bezitten dan gramineeën. Ook is het niet uitgesloten, dat tweezaadlobbigen onder bepaalde omstandigheden, die soms in de Nederlandse weidebouw kunnen voorkomen, stabiliserend kunnen werken op de minerale samenstelling van het voer.

Eerstgenoemde hypothese impliceert echter meer. Zij houdt bovendien in, dat deze stabiliserende werking aanwezig blijft, wanneer de minerale samenstelling

van de grassen in waarde achteruitgaat. De algemene geldigheid van laatstgenoemde veronderstelling kan, zoals in § 2.2. zal blijken, uit de tot dusver gepubliceerde cijfers niet worden bewezen. Daarentegen zijn er wel zekere aanwijzingen (53, 54) dat zij, althans voor de paardebloem, onjuist is.

In verband hiermede kan het volgende probleem aan de orde worden gesteld: *„Hoe worden verschillen in minerale samenstelling tussen tweezaadlobbige graslandplanten en de gramineeën die hen omringen, beïnvloed door de mineralenconstellatie van het gras, de tijd van inscharen, de temperatuur en de bemestingstoestand van de zode?"* De beantwoording van deze vraag vormt de kern van dit onderzoek.

Na een bespreking van enige literatuur worden de mineralenpatronen vergeleken van 338 monsters gras en tweezaadlobbigen, die twee aan twee op minder dan 10 cm onderlinge afstand onder grotendeels bekende omstandigheden waren gegroeid. Vervolgens worden de verschillen binnen ieder paar gewasmonsters o.a. in verband gebracht met de chemische samenstelling van een gelijktijdig genomen grondmonster.

Een en ander geschiedt met behulp van regressieberekeningen, waarin hoogstens 7 onafhankelijk variabele variatie-oorzaken op belangrijkheid worden onderzocht.

Bij de bespreking der aldus langs statistische weg verkregen uitkomsten wordt zowel aandacht geschonken aan hun ecologische aspecten, als aan hun landbouwscheikundige oorzaken en dierfysiologische gevolgen. De nadruk wordt gelegd op hun praktische betekenis voor de Nederlandse veehouderij. Daartoe wordt gebruik gemaakt van de volgende, vooral door BROUWER en medewerkers (8—14) gehanteerde grootheden:

Basentotaal of kationensom	(BT)	= K + Na + Ca + Mg	maeq/kg d.s. [1])
Zurentotaal of anionensom	(ZT)	= Cl + S + P	„
Alkalialkaliciteit	(AA)	= K + Na — Cl — S	„
Aardalkalialkaliciteit	(EA)	= Ca + Mg — P	„
Totale alkaliciteit of kationenoverschot	(TA)	= BT — ZT = AA + EA	„

$$\text{Kaliumprocentgetal } (\%\ \text{K in S}_3) = \frac{100\ \text{K maeq}}{\text{K} + \text{Ca} + \text{Mg maeq}}$$

$$\text{Natriumprocentgetal } (\%\ \text{Na in BT}) = \frac{100\ \text{Na maeq}}{\text{K} + \text{Na} + \text{Ca} + \text{Mg maeq}}$$

[1]) Milliaequivalenten per kilogram droge stof.

Eerstgenoemde beide grootheden zijn o.m. van belang voor de ionenhuishouding van de plant. De dierfysiologische betekenis van laatstgenoemde vijf „gezondheidskenmerken" (53) van weidegras zal in § 5.3. worden besproken.

Aan afzonderlijke elementen, vooral zuurvormende, wordt in verband met de beperkte plaatsruimte slechts weinig aandacht geschonken.

In dit proefschrift worden met „klavers" alleen bedoeld rode en witte weideklaver *(Trifolium pratense L.,* respectievelijk *T. repens L.).* Alle niet-vlinderbloemige tweezaadlobbige, door rundvee gegeten graslandplanten worden „kruiden" genoemd.

Onder „weidegras" of „voer" wordt verstaan het in de praktijk, voor het op grasland weidende vee, beschikbare mengsel van grassen, klavers en kruiden. Het

woord „gras" wordt gereserveerd voor de gezamenlijke gramineeën. „Ruw eiwit" (re) wordt dikwijls afgekort tot „eiwit". Onder „zuren" worden steeds verstaan de in milliaequivalenten uitgedrukte gehalten aan zuurvormende elementen (Cl, S en P). De term „gehalte aan organische stof in de grond" wordt kortheidshalve dikwijls vervangen door „humusgehalte". Ook de uitdrukkingen „minerale samenstelling", „mineralenpatroon" en „mineralenconstellatie" worden afwisselend gebruikt.

Eén atoom fosfor wordt verondersteld overeen te komen met 3 aequivalenten. Alle behandelde grootheden hebben betrekking op de zandvrije droge stof, dikwijls afgekort tot ds.

Tenzij het tegendeel is vermeld, zijn Latijnse namen van planten ontleend aan de flora van HEUKELS en VAN OOSTSTROOM (41).

2. ENKELE GEGEVENS UIT DE LITERATUUR

2.1. *Beschikbare cijfers*

Ofschoon er talrijke beschouwingen over de waarde van tweezaadlobbigen in grasland en hun minerale samenstelling zijn gepubliceerd, is er slechts een klein aantal monsters bekend, waarin de 7 hoofdelementen K, Na, Ca, Mg, Cl, P en S alle werden bepaald.

THOMAS en THOMPSON (95) analyseerden vier soorten tweezaadlobbige planten in zesvoud. SCHULZE (76) en BOSCH (5, 6) voegden hier één à twee analyses aan toe, respectievelijk van 10 en 3 plantesoorten. VAN DER KLEY (53, 54) verzamelde 34 volledige analyses van de paardebloem, terwijl in een regionaal landbouwverslag (89) één volledige paardebloemenanalyse wordt vermeld.

In de analyses van THOMAS c.s. (91) wordt geen zwavel vermeld; in die van VENGRIS en medewerkers (102) natrium evenmin. FAGAN en WATKINS (25) bepaalden in een groot aantal plantesoorten K, P, Ca en Cl; de overgrote meerderheid van de onderzoekers (1, 15, 20, 31, 47, 48, 56, 57, 98, 119, 120) beperkte zich echter tot K, P en Ca; SLAATS (81, 83) bepaalde bovendien Na. LUCAS c.s. (61) vermeldden van een aantal graslandplanten de gehalten aan N, P, K, Ca en Mg.

2.2. *Bespreking*

THOMPSON (96) en BRÜNNER (15) hebben respectievelijk bruikbare samenvattingen gegeven van de voornaamste in het Engels en Duits verschenen literatuur. Wanneer men de door THOMPSON (TH) berekende gemiddelden vergelijkbaar maakt met die van BRÜNNER (BR), vindt men:

	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	P_2O_5	Cl
Gras (BR en TH)	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %
Kruiden (BR)	127 %	—	320 %	—	138 %	—
Kruiden (TH)	154 %	115 %	362 %	312 %	167 %	102 %
Vlinderbloemigen (BR)	94 %	—	339 %	—	110 %	—
Vlinderbloemigen (TH)	121 %	54 %	433 %	287 %	181 %	82 %

Uit deze cijfers volgt, dat kruiden en vlinderbloemigen gemiddeld iets meer kali, meer fosfaat en veel meer kalk en magnesium bevatten dan gras.

In deze (enig mogelijke) vorm vergeleken, stemmen de cijfers van BRÜNNER (15) niet geheel overeen met die van THOMPSON (96). Eerstgenoemde merkt trouwens op, dat binnen het door hem samengevatte materiaal (1, 20, 31, 48, 55, 56, 76, 98, 120) evenmin volledige overeenstemming bestond. Hij schrijft dit toe aan het feit, dat de verschillen tussen de monsters van kruiden en klavers enerzijds en die van gras anderzijds, in wisselende mate waren gestrengeld met standplaatsfactoren.

THOMAS en THOMPSON (95) hebben getracht enige uitwendige omstandigheden als onafhankelijk variabelen in hun onderzoek op te nemen. Daartoe verzamelden zij monsters van afzonderlijke grassen en tweezaadlobbige soorten op diverse objecten van de bemestingsproefvelden in het klassieke Cockle Park. De bemonstering van de diverse soorten geschiedde echter niet gelijktijdig en niet op (nagenoeg) dezelfde plekken. De tussen plantesoorten met ongelijke ecologische voorkeur gevonden verschillen blijven dus gestrengeld met vruchtbaarheidsverschillen binnen één perceel. Hiervan is bekend (o.a. uit 26, 27, 52, 68, 69, 104, 105) dat zij, vooral op beweid land, aanzienlijk kunnen zijn. Laatstgenoemde restrictie geldt eveneens voor het overigens verdienstelijke werk van VENGRIS c.s. (102) en BRÜNNER (15).

In Nederland heeft VAN DER KLEY (53, 54) getracht strengelingen te vermijden door monsters paardebloemen en gras twee aan twee gelijktijdig te verzamelen op nagenoeg dezelfde plaatsen in 34 percelen van uiteenlopende gemiddelde vruchtbaarheid. Er werden toen o.a. aanwijzingen verkregen, dat paardebloemen zich in grasland, waar grastetanie geregeld voorkomt („kopziekteweiden"), waarschijnlijk slechts weinig van het hen omringende gras onderscheiden. Omtrent de samenstelling van de grond op de proefplekken binnen die percelen werden toen echter geen cijfers verzameld, zodat met deze gegevens het in de inleiding gestelde probleem evenmin volledig kan worden opgelost.

3. OPZET EN UITVOERING VAN HET EIGEN ONDERZOEK

3.1. *De keuze van de proefgewassen*

In 1944 hebben DE VRIES c.s. (109) een waarderingscijfer toegekend aan iedere graslandplantesoort. Dit cijfer, dat van nul tot tien kan variëren, geeft een indruk van de landbouwkundige waarde in blijvend grasland. KRUYNE en DE VRIES (59) hebben bovendien het begrip „algemene veelvuldigheid" ingevoerd. Een algemene veelvuldigheid X betekent, dat men bij toepassing van een gestandaardiseerde wijze van monsterneming, de betrokken plantesoort in ongeveer X % van het oude Nederlandse grasland zal vinden.

In tabel 1, samengesteld naar gegevens van KRUYNE en DE VRIES (59), zijn alle tweezaadlobbige weideplanten vermeld, waarvan het waarderingscijfer minstens 4 en de algemene veelvuldigheid minstens 3 bedraagt.

Uit de aan tabel 1 ten grondslag liggende gegevens (59) kan worden berekend, dat de in ons oude grasland voorkomende tweezaadlobbigen met een waarderingscijfer van 4 of hoger, vermoedelijk voor ongeveer de helft tot de vlinderbloemigen behoren. De andere helft behoort voor ongeveer $^7/_8$ tot de samengesteldbloemigen en voor $^1/_8$ tot de weegbreeachtigen. De in kwantitatief opzicht belangrijkste vertegenwoordigers van deze drie plantefamilies zijn blijkbaar witte klaver, paardebloem en smalle weegbree.

TABEL 1

Waarderingscijfers en algemene veelvuldigheid der belangrijkste Nederlandse weidekruiden. Gegevens ontleend aan KRUYNE en DE VRIES (59).

Tussen de vele kleine soorten, voorheen samengevat onder de naam *Taraxacum officinale* (41) wordt in dit proefschrift geen onderscheid gemaakt.

Familie	Botanische soort	Waarderingscijfer	Algemene veelvuldigheid
Papilionaceae (Vlinderbloemigen)	*Trifolium repens L.* (witte klaver)	8	42,0
	Trifolium pratense L. (rode klaver)	7	3,4
Compositae (Samengesteldbloemigen)	*Achilla millefoleum L.* (duizendblad)	4	5,3
	Leontodon autumnalis L. (herfstleeuwetand)	4	8,1
	Taraxacum "officinale" Web. (paardebloem)	4	26,4
Plantaginaceae (Weegbreeachtigen)	*Plantago lanceolata L.* (smalle weegbree)	4	4,7
Category	*Botanical species*	*Agricultural value (≤ 10) according to (109)*	*Frequency (≤ 100)*

TABLE 1

Agricultural value and frequency of occurrence of the more important legumes and herbs in Dutch permanent pasture. (According to KRUYNE and DE VRIES (59).

Uit de gegevens die DE VRIES en andere onderzoekers van het voormalige Centraal Instituut voor Landbouwkundig Onderzoek (2, 22, 59, 72, 85, 86, 106—117) hebben verzameld omtrent de ecologie van graslandplanten, en uit buitenlandse onderzoekingen, zoals (50), (57) en (65), volgt o.a. dat de voornaamste verspreidingsgebieden van rode klaver en weegbree sterk overeenkomen. Beide soorten zijn het veelvuldigst in slecht met fosfaat en kali bemeste, droge hooilanden op alkalische kleigrond. De voornaamste verspreidingsgebieden van witte klaver en paardebloem stemmen volgens bovengenoemde publikatie van DE VRIES c.s. en volgens die van buitenlandse onderzoekers (47, 50, 57, 70, 82) eveneens, doch in mindere mate, overeen. Deze planten worden het vaakst aangetroffen in wisselweiden, waarvan de grond vochthoudend is en ten minste voldoende bemest wordt met fosfaat en kali. Dit geldt vooral wanneer de grond bijna neutraal reageert. Alle vier soorten komen zowel in de Noordduitse laagvlakte als in de Europese continentale en Britse middelgebergten voor; zij zijn daar gewaardeerde weideplanten (7, 32, 34, 40, 49—51, 56, 57, 63, 65, 67, 91, 114, 115).

Voor een onderzoek naar de betekenis van tweezaadlobbige graslandplanten voor de minerale samenstelling van weidegras komen derhalve vooral witte en rode klaver, paardebloem en smalle weegbree in aanmerking, omdat:

1) zij de meest voorkomende en hoogst gewaardeerde vertegenwoordigers zijn van in weidebouwkundig opzicht belangrijke families van tweezaadlobbigen;
2) zij twee uiteenlopende gebruikswijzen van grasland, alsmede schei- en bodemkundige milieus vertegenwoordigen;

3) hun verschillende edafische voorkeur misschien samenhangt met de „ionenselectie" die de plant, tijdens de opneming van mineralen uit de bodemoplossing, „uitoefent".

3.2. *Het verzamelen en behandelen van de monsters* [1])

Op minder dan 10 en meestal minder dan 5 cm onderlinge afstand werden in het voorjaar en de zomer van 1956 gelijktijdig monsters genomen van een tweezaadlobbige soort, van het omringende gras en van de grond. Dit geschiedde in 169 percelen, gelegen op klei-, zand- en veengronden van uiteenlopende bemestingstoestand, waterhuishouding en gebruikswijze. De omgevingen, waarin de proefgewassen veel voorkwamen, werden ons namens prof. dr. D. M. DE VRIES opgegeven door de heer H. MOOI.

Bij de monsterneming werd er op gelet, dat de proefplekken binnen één perceel, wat groeistadium van de vegetatie en bemestingstoestand betrof, uiterlijk zo weinig mogelijk verschilden. In sommige gevallen werden slechts plekken met welig groeiend gras, verdeeld over een groot perceel, bemonsterd; in andere gevallen juist een schraal gedeelte van beperkt oppervlak. Het voor één monster van 200 à 300 gram droge stof benodigde aantal rozetten of bosjes bedroeg, afhankelijk van grootte en soort van de gewassen, 20—500; een grondmonster bevatte 50—250 steken. Te grote grondmonsters werden na zorgvuldige menging zo nodig te velde gehalveerd. Overigens geschiedden bemonstering, verpakking en etikettering van de monsters zoveel mogelijk volgens voorschrift (35).

Na aankomst op het laboratorium werden de gewasmonsters direct uitgezocht, dan wel onmiddellijk in de ijskast gelegd en uiterlijk twee dagen daarna uitgezocht. Het weidegras werd daarbij volkomen vrij van tweezaadlobbigen en schijngrassen gemaakt, terwijl ook uit het tweezaadlobbige proefgewas alle vreemde bestanddelen werden verwijderd.

De aldus gesorteerde monsters werden hierna bij 105° C gedroogd tot ongeveer 60 % droge stof en vervolgens, tot het watergehalte nog 10 à 15 % bedroeg, bij 80° C. Daarna werden zij naar het Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek T.N.O. te Oosterbeek getransporteerd en volgens de daar gebruikelijke methoden op de Afdeling Onderzoek met bijzondere zorg geanalyseerd.

Kalium en natrium werden vlamfotometrisch bepaald. Calcium werd als oxalaat neergeslagen en daarna met $KMnO_4$ getitreerd. Magnesium werd colorimetrisch bepaald volgens de titaangeelmethode (74). Fosfor werd eveneens colorimetrisch bepaald met behulp van de molybdeenblauwmethode (71). De bepaling van chloor geschiedde volgens VOLLHARD. Zwavel werd bepaald door oxydatie met $Mg(NO_3)_2$, gevolgd door precipitatie met $BaCl_2$. Ruw eiwit (totaal-N) werd volgens KJELDAHL bepaald.

Voor een uitvoerige beschrijving van en een toelichting bij het grondonderzoek, zoals dat in het Bedrijfslaboratorium wordt verricht, zij verwezen naar DE VRIES en DECHERING (118). In afwijking van het daar vermelde, wordt de pH thans gemeten in een 1 N KCl-oplossing. In alle monsters werden de gehalten aan organische stof volgens de gloeiverliesmethode bepaald.

[1]) Schr. is veel dank verschuldigd aan zijn medewerkers H. J. KLETER, J. ALBERTS en K. NYENHUIS. Zij zijn hem zowel bij het verzamelen en het uitzoeken van de monsters, als bij het verwerken van het cijfermateriaal behulpzaam geweest en hebben zich daarbij zeer veel moeite getroost.

Door bemiddeling van de Direkteur van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut in De Bilt kregen wij de beschikking over de gemiddelde overdagtemperaturen, gedurende de aan de dag van monsterneming voorafgaande decade, op het dichtstbijzijnde weerstation gemeten.

3.3. *De verwerking van de waarnemingsuitkomsten*

Voor elk der vier tweezaadlobbige proefgewassen werden voor de 14 elementen, alkaliciteiten en procentgetallen afzonderlijke grafieken aangelegd. Hierin werd op beide assen een zelfde kenmerk uitgezet; dit geschiedde steeds voor de tweezaadlobbigen op de Y-as en voor het daarbij behorende gras op de X-as. Er werden zodoende $4 \times 14 = 56$ puntenzwermen verkregen. Hierin correspondeerde ieder paar monsters 14 maal met een punt. De algemene vorm van de aldus verkregen puntenzwermen varieerde van cirkelvormig tot langgerekt elliptisch. Verder bleek de verdeling van het cijfermateriaal zowel in de Y- als in de X-richting ongeveer normaal te zijn.

Bij de nauwkeurigheid van dit onderzoek kon worden volstaan met het berekenen van de rechtlijnige samenhang tussen Y en X. Een en ander maakte het mogelijk de klassieke vorm van correlatierekening te gebruiken.

Met behulp daarvan berekenden wij telkens de regressie (b) van Y op X met de daarbij behorende standaardafwijking, alsmede de correlatiecoëfficiënt (r). In navolging van VAN UVEN (99) hebben wij bovendien de helling van de lange as (m) der correlatie-ellipsen en de standaardafwijking daarvan bepaald. De berekening daarvan verloopt analoog aan de vereffening van twee series waarnemingen, die beide even onzeker zijn (100).

De aldus verkregen uitkomsten worden in de tabellen 4, 5, 6 en 7 samengevat en in § 5 besproken. Ieder van de 14 regels uit die 4 tabellen heeft betrekking op een andere puntenzwerm. De *plaats* van ieder dezer 56 elliptische puntenzwermen is bepaald door het middelpunt en de helling van de lange as (m). De *vorm* der correlatie-ellipsen hangt samen met de correlatiecoëfficiënt, de *grootte* met de standaardafwijkingen bij het gras (x) en de dicotylen (y). De puntenzwermen zijn door deze grootheden voldoende gekarakteriseerd.

Het betrouwbaar van nul verschillen van b en m-1, is steeds aangegeven met de tekens ns, —, (1), (2) en (3) rechts boven of naast de betrokken coëfficiënt. De met de eenzijdige T-tabel van FISHER en YATES (29) getoetste onbetrouwbaarheid bedraagt voor deze tekens achtereenvolgens meer dan 5 %, 2½ tot 5 %, ½ tot 2½ %, 0,05 tot 0,5 % en minder dan 0,05 %.

Lage overschrijdingskansen van de regressie b van y op x maken aannemelijk, dat de verwachtingswaarde van b van nul verschilt. Lage overschrijdingskansen van m-1 geven aan, dat de richting van de lange as der correlatie-ellipsen (m) duidelijk *niet* samenvalt met de richting der lijn $y = x$. De verschillen in minerale samenstelling tussen tweezaadlobbigen en gras van één standplaats zijn dan zeer waarschijnlijk afhankelijk van het niveau waarop die minerale samenstellingen zich bewegen. Uit de vergelijking $y_n = \bar{y} + m\,(x_n - \bar{x})$ kan men bij voldoend lage overschrijdingskans van $m - 1$ afleiden op welke mineralenniveaus de verschillen tussen tweezaadlobbigen (y) en gras (x) gemiddeld het kleinst zijn. Hierop wordt in § 5.1. teruggekomen.

Na de paarsgewijze vergelijking van de gewasmonsters in hoofdstuk 5, worden in de hoofdstukken 6 en 7 de verschillen binnen ieder paar onderzocht. Dit

geschiedt met meervoudige regressieberekeningen. Daarbij zijn steeds onafhankelijk variabel:

(x_1) het ruw-eiwitgehalte in de zandvrije droge stof van het gras;
(x_2) de gemiddelde overdagtemperatuur, gemeten tijdens de aan de dag van monsterneming voorafgaande decade;
(x_3) het kaligetal in de bovenste 5 cm grond;
(x_4) de zuurgraad (pH-KCl) in de bovenste 5 cm grond;
(x_5) het P-citroenzuurcijfer in de bovenste 5 cm grond;
(x_6) het gehalte aan organische stof in de bovenste 5 cm grond.

Het probleem omvatte derhalve de opgave, 13 afhankelijk variabele factoren achtereenvolgens uit te drukken als functies van bovengenoemde steeds dezelfde onafhankelijk variabelen $x_1 \ldots\ldots x_6$. Bij de beschouwing van Mg (gewas) als veertiende afhankelijk variabele werd het Mg-gehalte van de grond (x_7) als nieuwe variabele tussen x_5 en x_6 geplaatst.

Ter vereenvoudiging van het gestelde probleem werd iedere samenhang rechtlijnig verondersteld. In verband met het beperkte aantal monsters werden interacties verwaarloosd. Om dezelfde reden werd geen onderscheid gemaakt naar grondsoort; dit komt neer op het verwaarlozen van de partiële correlatie tussen (tweezaadlobbigen minus gras) enerzijds en (verschillen tussen grondsoorten bij gelijke $x_1 \ldots\ldots x_6$) anderzijds. Deze correlatie is waarschijnlijk laag, omdat de minerale samenstelling van planten hoofdzakelijk door $x_1 \ldots\ldots x_6$ wordt bepaald. Over invloeden van andere factoren, zoals grondwaterstand en neerslag (4, 5, 42) staat nog weinig met wetenschappelijke zekerheid vast.

Voor het berekenen van de partiële regressiecoëfficiënten moesten voor ieder van de vier soorten dicotylen 14 stellen van merendeels 6 vergelijkingen met 6 onbekenden worden opgelost. De berekende coëfficiënten werden vervolgens met T- en F-tabellen van FISHER en YATES (29) op onbetrouwbaarheid getoetst. De onbeduidende werden successievelijk geëlimineerd. Na iedere eliminatie werden de resterende regressiecoëfficiënten opnieuw berekend of gecorrigeerd. Voor een en ander geeft FISHER (28) de benodigde formules. Hij bespreekt de volledige oplossing van een soortgelijk probleem. In ieder van onze vier series monsters komen de linkerleden van 13 stellen van 6 normaalvergelijkingen met 6 onbekenden ieder 13 maal voor. Het oplossen van de 13 stellen kan derhalve simultaan geschieden. Bovendien kan dit gecombineerd worden met de berekening van de partiële correlaties tussen $x_1 \ldots\ldots x_6$. Het gebruik van matrixnotaties daarbij vereenvoudigt de berekening ten zeerste. Bij behoud van het kenmerkende, hebben wij de hierboven besproken techniek van FISHER (28) op enkele ondergeschikte punten iets gewijzigd.

Behalve de collectieve correlatiecoëfficiënt (R) berekenden wij tevens de daarbij behorende zogenaamde minimumcorrelatie ($\bar{R}$). De waarde van R werd afgelezen uit grafische voorstellingen van EZEKIEL (24). Zij wordt zo berekend, dat een bewering, dat de werkelijke correlatie ϱ groter is dan $\bar{R}$, in ongeveer 19 van de 20 gevallen juist is. De resultaten van alle in het voorgaande besproken berekeningen liggen voor belangstellenden ter inzage.

In § 5.2. hebben wij kleine aantallen aan de literatuur ontleende cijfers bewerkt. De normaliteit der verdeling van deze kleine aantallen kan niet worden beoordeeld. Er is daarom gebruik gemaakt van de correlatiecoëfficiënt van SPEARMAN. Deze coëfficiënt wordt berekend uit de rangnummers der oorspronkelijke waar-

nemingen. Bij genoeg paren waarnemingen, in ons geval 32, toetst men haar onbetrouwbaarheid op dezelfde wijze als die van de klassieke correlatiecoëfficiënt (46).

De verwerkingsmogelijkheden van het verzamelde cijfermateriaal zijn hiermede niet uitgeput. Andere facetten van het onderhavige onderzoek zullen t.z.t. elders worden gepubliceerd.

4. GELDIGHEID VAN DE UITKOMSTEN

4.1. *Variaties in onafhankelijk variabele factoren*

Het is in Nederland gebruikelijk de fysiologische ouderdom van het weidegras, dat zeer overwegend of uitsluitend uit gramineeën bestaat, aan te geven met behulp van het gehalte aan ruw eiwit. In dit onderzoek geschiedde dit eveneens. Tabel 2 geeft een indruk van de gemiddelde waarden van en de variaties in de gehalten aan ruw eiwit in de droge stof van de vier soorten grasmonsters (x_1). Hetzelfde gebeurt voor enige uitwendige omstandigheden ($x_2 \ldots\ldots x_7$).

Uit tabel 2 blijkt, dat de weegbree bevattende graslanden gemiddeld iets vroeger in het voorjaar zijn bemonsterd dan de overige. Het gras was daardoor tijdens de monsterneming gemiddeld korter en overwegend vegetatief. Een en ander komt tot uiting in een hoger gemiddeld gehalte aan ruw eiwit en een gemiddeld lage decadetemperatuur. Deze verschillen houden verband met het tijdstip, waarop de afzonderlijke tweezaadlobbige soorten hun voorjaarsgroei beginnen, en de periode die zij nodig hebben voor het bereiken van een voor monsterneming geschikt stadium. Overigens blijkt uit tabel 2, dat de verschillen in verwachtingswaarde statistisch weliswaar belangrijk, doch voor de praktijk van weinig betekenis waren. Hetzelfde geldt voor de vier series temperaturen.

Van voorjaarsgras is bekend, dat het gehalte aan ruw eiwit gemiddeld met ongeveer 2 % per week afneemt. In dezelfde periode stijgt de decadetemperatuur gemiddeld met iets minder dan 1 graad Celsius per week. Dit verklaart de negatieve correlatie, die in tabel 2 tussen eiwitgehalte en temperatuur bestaat. Omdat de 169 paren monsters alle tussen 23 april en 5 juni 1956 werden genomen, varieerden de decadetemperaturen weinig. Aangezien zij echter grote invloed op minerale samenstellingen kunnen hebben (8, 18), leek het niettemin wenselijk de decadetemperatuur in onze berekeningen op te nemen.

De in tabel 2 vermelde gemiddelde waarden van $x_3 \ldots\ldots x_7$ weerspiegelen de in § 3.1. besproken ecologische voorkeur van de proefgewassen min of meer; de standaardafwijkingen doen hetzelfde voor hun ecologische verspreiding. Duidelijk blijkt, dat de verzameling monsters afkomstig is van percelen van zeer uiteenlopende vruchtbaarheid.

Een statistisch niet overtuigend bevonden regressie op één van de factoren $x_3 \ldots\ldots x_7$ betekent dus vrij zeker, dat het effect van die variabele in de praktijk van de Nederlandse weidebouw kan worden verwaarloosd. Hetzelfde geldt voor de samenhang tussen het groeistadium van het gras en de verschillen in minerale samenstelling van tweezaadlobbigen en gramineeën. Daarentegen mag een statistisch onbelangrijk bevonden temperatuurseffect ons niet bewegen te veronderstellen, dat dit effect bij grotere temperatuursschommelingen eveneens voor de praktijk onbelangrijk zou zijn.

TABEL 2

De gemiddelde waarden, alsmede de standaardafwijking van
(1) de gehalten aan ruw eiwit in de zandvrije droge stof der grasmonsters (x_1);
(2) de gemiddelde overdagtemperaturen, gemeten tijdens de aan de dag van monstername voorafgaande decade (x_2); en van
(3) de bemestingstoestand en humusgehalten in de bovenste vijf cm. grond ($x_3 \ldots x_7$).

Onafhankelijk variabele	symbool	Monsters van grasland met			
		smalle weegbree	rode klaver	witte klaver	paardebloem
% Ruw eiwit in de ds van gras *(% crude protein in dry matter of grass)*	x_1	18,1 ± 4,3	12,3 ± 2,5	14,0 ± 4,1	17,1 ± 4,4
Temperatuur in graden Celsius *(mean decade temperature [2])*	x_2	12,8 ± 2,6	14,8 ± 1,0	14,2 ± 1,3	14,5 ± 2,0
Kaligetal *(mg K_2O per 11,1 gram dry humus [3])*	x_3	24,2 ± 17,3	24,0 ± 4,6	32,7 ± 13,6	34,6 ± 17,5
Zuurgraad *(pH—KCl [4])*	x_4	5,78 ± 0,71	5,92 ± 0,74	6,46 ± 0,92	5,86 ± 0,59
P-citroenzuurcijfer *(mg P_2O_5 per 100 gram dry soil [5])*	x_5	36 ± 24	43 ± 27	44 ± 27	72 ± 51
% Organische stof in de zode *% organic soil dry matter [6])*	x_6	13,0 ± 6,2	14,8 ± 7,1	6,9 ± 3,5	10,4 ± 4,6
Magnesiumgehalte grond (ppm) *(ppm Mg in the soil [7])*	x_7	274 ± 127	307 ± 161	161 ± 92	304 ± 160
Independent variate	*Symbol:*	*narrow leaved plantain*	*red clover*	*white clover*	*dandelion*
		Samples of paddocks with			

TABLE 2

Mean values and standard deviations of single observations of seven independant variates.
[2]) *measured by day during the last decade before sampling in degrees centigrade.*
[3]) *extraction with 0,1 N chloric acid.*
[4]) *measured in 1,0 N KCl solution.*
[5]) *extraction with 1 % citric acid.*
[6]) *loss of ignition method.*
[7]) *extraction with 0,5 N acetic acid.*
All samples of soil refer to the upper 2" layer of soil.

4.2. *Correlaties tussen onafhankelijk variabele factoren*

Tabel 3 toont de verdeling van de meeste partiële correlaties tussen de onafhankelijke factoren $x_1 \ldots x_7$. Deze zijn, in het algemeen gesproken, zeer laag. Dit betekent, dat een partiële regressie van y op x_n ($1 \leqslant n \leqslant 7$) weinig gevoelig is voor de waarde van andere onafhankelijk variabelen $x_1 \ldots\ldots x_7$. De in hoofdstuk 5—12 te bespreken partiële regressies bezitten dan een zekere algemene geldigheid. *Zij mogen daarom, voor zover zij biologisch of chemisch te verklaren zijn, worden opgevat als bruikbare kwantitatieve benaderingen van oorzakelijke verbanden.*

TABEL 3

De verdeling der partiële correlatiecoëfficiënten tussen $x_1 \ldots x_7$ (uitgezonderd $r_{67.12345}$).

Alle monsters *(All samples of)*	$0{,}00 < r^2 < 0{,}10$	$0{,}11 < r^2 < 0{,}20$	$0{,}21 < r^2 < 0{,}30$	$0{,}31 < r^2 < 0{,}39$
	$0{,}00 < \lvert r \rvert < 0{,}33$	$0{,}33 < \lvert r \rvert < 0{,}46$	$0{,}46 < \lvert r \rvert < 0{,}56$	$0{,}56 < \lvert r \rvert < 0{,}62$
Plantago lanceolata	11	6	2	1
Trifolium pratense	13	5	0	2
Trifolium repens	13	5	2	0
Taraxacum "officinale"	12	5	1	2
Dicotyledonae	18	2	0	0

TABLE 3

The distribution of partial correlation coefficients between $x_1 \ldots x_7$ (apart from $r_{67.12345}$). The meaning of $x_1 \ldots x_7$ is explained in Table 2.

In tabel 3 is de partiële correlatie tussen organische stof en magnesium ($r_{67.12345}$) niet vermeld. Deze bedroeg bij de graslanden met weegbree, rode klaver, witte klaver en paardebloem respectievelijk + 0.74, + 0.62, + 0.77 en + 0.74. Het is derhalve niet mogelijk een scherp onderscheid te maken tussen de invloeden van Mg-grond en die van organische stof. Om deze reden werd het Mg-gehalte van de grond alleen gebruikt (x_7 vóór x_6) om haar invloed op het verschil in magnesiumgehalte van gras en tweezaadlobbigen te onderzoeken.

De correlatie tussen Mg-grond en organische stof hangt samen met de gewoonte de Mg-voorraden in de zode uit te drukken als een gehalte. Aan deze gewoonte is, ondanks de daaraan verbonden bezwaren, de hand gehouden. Voor kali en kalk ondervindt men, bij gebruik van de in de praktijk gebruikelijke eenheden, kaligetal en pH, geen hinder van correlaties tussen de K_2O- en CaO-gehalten van de zodelaag enerzijds en de hoeveelheid organische stof in de zodelaag anderzijds.

5. VERGELIJKING VAN GRAS EN TWEEZAADLOBBIGEN VAN ÉÉN STANDPLAATS

5.1. *Uitkomsten*

De tabellen 4, 5, 6 en 7 geven enkele bijzonderheden omtrent de statistische afhankelijkheid die er bestaat tussen de minerale samenstellingen van tweezaadlobbigen (y) en gras (x), wanneer die beide op dezelfde standplaatsen zijn gegroeid.

De kolommen 2 en 3 van de tabellen 4, 5, 6 en 7 tonen de gemiddelde gehalten, totalen, procentgetallen en alkaliciteiten van de 4 series monsters, dicotylen (y) en gras (x), alsmede de standaardafwijkingen van de afzonderlijke waarnemingen. De kolommen 4, 5 en 6 vermelden respectievelijk de correlatiecoëfficiënten (r), de regressies van y op x (b_{yx}) en de hellingen van de lange assen der correlatie-ellipsen (m). Een nadere beschrijving van de gebruikte tekens, hun berekening en hun betekenis is gegeven in § 3.3.

Uit tabel 4 blijkt allereerst, dat de gehalten aan ruw eiwit in smalle weegbree gemiddeld ongeveer even hoog en weinig minder variabel zijn dan die in gras. Beide eiwitgehalten nemen ongeveer even snel met de tijd af. Dit geldt niet voor paardebloemen en klavers enerzijds en gras anderzijds. De tabellen 5, 6 en 7 tonen, in overeenstemming met de ervaring, dat hun eiwitgehalten gemiddeld hoger zijn en omdat zij minder snel verouderen, minder variabel dan die van gras.

TABEL 4

Enige gemiddelde waarden en standaardafwijkingen [der afzonderlijke waarnemingen] van 69 op dezelfde plaatsen genomen paren monsters smalle weegbree (y) en gras (x), alsmede enige gegevens betreffende het stochastische verband tussen x en y. Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Symbol)*	$\bar{y} \pm \sigma y$	$\bar{x} \pm \sigma x$	r	b_{yx}	m
re %	18,1 ± 3,9	18,1 ± 4,3	0,819	0,774 *(3)*	0,933 *ns*
K_2O %	2,73 ± 0,91	3,06 ± 0,53	0,709	1,219 *(3)*	2,082 *(2)*
Na_2O %	1,28 ± 0,46	0,22 ± 0,15	0,542	1,669 *(3)*	5,283 *(2)*
CaO %	1,99 ± 0,34	0,70 ± 0,15	0,507	1,143 *(3)*	3,831 *(1)*
MgO %	0,33 ± 0,05	0,20 ± 0,04	0,381	0,480 *(2)*	1,788 *ns*
BT (maeq)	1867,0 ± 196,2	1062,3 ± 119,4	0,488	0,801 *(3)*	2,519 *(1)*
% K in S_3	39,36 ± 8,02	64,46 ± 6,61	0,780	0,946 *(3)*	1,280 *(—)*
% Na in BT	22,26 ± 7,91	6,76 ± 4,41	0,552	0,988 *(3)*	2,619 *(1)*
P_2O_5 %	0,86 ± 0,17	0,77 ± 0,16	0,742	0,798 *(3)*	1,103 *ns*
Cl %	2,26 ± 0,79	1,02 ± 0,30	0,850	2,229 *(3)*	2,976 *(3)*
SO_3 %	1,02 ± 0,20	0,67 ± 0,11	0,571	1,010 *(3)*	2,503 *(1)*
ZT (maeq)	1257,6 ± 249,3	781,4 ± 135,1	0,732	1,352 *(3)*	2,230 *(3)*
AA (maeq)	99,6 ± 188,7	256,8 ± 55,0	0,446	1,528 *(3)*	7,178 *(1)*
EA (maeq)	509,8 ± 109,8	23,8 ± 68,4	— 0,250	— 0,402 *(1)*	— 4,157 *(1)*
TA (maeq)	609,4 ± 163,9	280,8 ± 72,1	0,448	1,018 *(3)*	3,076 *(2)*

TABLE 4

Some mean values and standard deviations of single observations of 69 pairs of samples consisting of narrow leaved plantain (y = Plantago lanceolata L.) *and grass (x). Corresponding samples of herbs and grasses were taken not further from each other than 4".*
Explanation of symbols:
Column 1: *The abbreviation re % means percentage crude protein in dry matter. For explanation of other abbreviations see Table 8.*
Column 4: r *represents the correlation coefficient of x and y.*
Columns 5 and 6: b_{yx} *represents the regression of the dicotyledone (y) on the grass (x);* m *the tangent of the angle between the positive x — axis and the line which is obtained after adjusting series x and y on the supposition that they are equally uncertain.*

The symbols —, (1), (2) and (3) indicate, respectively, that b *and* m-1 *are statistically significant at the 5 %, 2,5 %, 0,5 %, and 0,05 % level, if significance is measured with the one tailed T-table (29);* ns *means non significant.*

TABEL 5

Enige gemiddelde waarden van standaardafwijkingen van 33 op dezelfde standplaatsen genomen paren monsters rode klaver (y) en gras (x), alsmede enkele gegevens betreffende het stochastische verband tussen x en y. Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Symbol)*	$\bar{y} \pm \sigma y$	$\bar{x} \pm \sigma x$	r	b_{yx}	m
re %	19,0 ± 1,7	12,3 ± 2,5	0,619	0,436 *(3)*	0,576 *(1)*
K_2O %	2,19 ± 0,86	2,72 ± 0,48	0,722	1,300 *(3)*	2,185 *(1)*
Na_2O %	0,44 ± 0,24	0,25 ± 0,16	0,715	1,102 *(3)*	1,802 *(—)*
CaO %	2,21 ± 0,25	0,61 ± 0,11	0,437	1,014 *(2)*	4,555 *ns*
MgO %	0,50 ± 0,12	0,20 ± 0,03	0,514	2,045 *(2)*	7,402 *(1)*
BT (maeq)	1641,7 ± 143,3	974,8 ± 106,5	0,486	0,654 *(2)*	1,795 *ns*
% K in S_3	31,35 ± 8,89	64,30 ± 5,43	0,751	1,229 *(3)*	1,907 *(2)*
% Na in BT	8,82 ± 5,00	8,33 ± 4,98	0,715	0,716 *(3)*	1,002 *ns*
P_2O_5 %	0,57 ± 0,08	0,66 ± 0,10	0,733	0,562 *(3)*	0,699 (—)
Cl %	0,61 ± 0,31	1,08 ± 0,35	0,823	0,736 *(3)*	0,874 *ns*
SO_3 %	0,41 ± 0,05	0,55 ± 0,09	0,225	ns	—
ZT (maeq)	517,5 ± 99,7	721,4 ± 116,9	0,759	0,648 *(3)*	0,812 *ns*
AA (maeq)	331,0 ± 142,5	216,8 ± 86,7	0,481	0,790 *(2)*	2,546 *ns*
EA (maeq)	793,0 ± 130,5	36,9 ± 59,5	0,361	0,791 *(1)*	5,013 *ns*
TA (maeq)	1124,0 ± 107,1	253,7 ± 76,6	0,037	ns	—

TABLE 5

Some mean values and standard deviations of single observations of 33 pairs of samples consisting of red clover (y = Trifolium pratense L.*) and grass (x). See further subscriptions to Table 4.*

TABEL 6

Enige gemiddelde waarden en standaardafwijkingen van 35 op dezelfde standplaatsen genomen paren monsters witte klaver (y) en gras (x), alsmede enkele gegevens betreffende het stochastische verband tussen x en y. Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Symbol)*	$\bar{y} \pm \sigma y$	$\bar{x} \pm \sigma x$	r	b_{yx}	m
re %	25,4 ± 2,1	14,0 ± 4,1	0,743	0,374 *(3)*	0,415 *(3)*
K_2O %	3,76 ± 0,76	3,60 ± 0,49	0,598	0,924 *(3)*	2,000 *(—)*
Na_2O %	0,37 ± 0,24	0,13 ± 0,09	0,488	1,292 *(2)*	3,350 *(1)*
CaO %	2,39 ± 0,36	0,62 ± 0,12	0,127	ns	—
MgO %	0,41 ± 0,06	0,21 ± 0,03	0,303	0,537 *(—)*	4,247 *ns*
BT (maeq)	1971,0 ± 155,8	1133,7 ± 147,8	0,058	ns	—
% K in S_3	42,90 ± 7,05	70,10 ± 3,60	0,636	1,246 *(3)*	2,658 *(1)*
% Na in BT	6,00 ± 4,05	3,72 ± 2,20	0,636	1,173 *(3)*	2,451 *(1)*
P_2O_5 %	0,81 ± 0,11	0,86 ± 0,12	0,652	0,591 *(3)*	0,860 *ns*
Cl %	0,74 ± 0,36	1,33 ± 0,41	0,718	0,630 *(3)*	0,833 *ns*
SO_3 %	0,55 ± 0,06	0,64 ± 0,13	0,578	0,265 *(3)*	0,305 *(3)*
ZT	687,0 ± 117,9	898,2 ± 155,3	0,671	0,509 *(3)*	0,667 *(1)*
AA	569,0 ± 146,8	272,5 ± 105,0	0,600	0,839 *(3)*	1,719 *ns*
EA	716,0 ± 154,1	—37,0 ± 185,0	0,361	0,952 *(1)*	6,399 *ns*
TA	1285,0 ± 145,0	235,5 ± 130,1	0,183	ns	—

TABLE 6

Some mean values and standard deviations of single observations of 35 pairs of samples consisting of white clover (y = Trifolium repens L.*) and grass (x). See further subscriptions to Table 4.*

TABEL 7

Enige gemiddelde waarden en standaardafwijkingen van 32 op dezelfde standplaatsen genomen paren monsters paardebloemen (y) en gras (x), alsmede enkele gegevens betreffende het stochastische verband tussen x en y.
Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Symbol)*	$\bar{y} \pm \sigma y$	$\bar{x} \pm \sigma x$	r	b_{yx}	m
re %	19,6 ± 4,3	17,1 ± 4,4	0,889	0,628 *(3)*	0,677 *(3)*
K_2O %	4,87 ± 1,39	3,41 ± 0,79	0,612	1,079 *(3)*	2,371 *(—)*
Na_2O %	0,78 ± 0,42	0,25 ± 0,15	0,505	1,384 *(2)*	4,903 *(—)*
CaO %	1,51 ± 0,35	0,59 ± 0,13	0,203	ns	—
MgO %	0,50 ± 0,16	0,23 ± 0,05	0,463	1,439 *(2)*	6,190 *(—)*
BT (maeq)	2068,6 ± 280,9	1141,7 ± 213,8	0,230	ns	—
% K in S_3	56,27 ± 10,49	67,86 ± 5,20	0,723	1,459 *(3)*	2,503 *(1)*
% Na in BT	12,22 ± 6,52	7,15 ± 3,88	0,680	1,141 *(3)*	2,077 *(—)*
P_2O_5 %	0,84 ± 0,14	0,80 ± 0,19	0,619	0,443 *(3)*	0,592 *(1)*
Cl %	2,10 ± 0,77	1,31 ± 0,41	0,841	1,580 *(3)*	2,081 *(2)*
SO_3 %	0,80 ± 0,13	0,69 ± 0,14	0,420	0,371 *(1)*	0,745 *ns*
ZT (maeq)	1147,1 ± 236,4	882,8 ± 181,7	0,552	0,718 *(3)*	1,597 *ns*
AA (maeq)	493,9 ± 159,9	262,9 ± 135,7	0,519	0,611 *(2)*	1,368 *ns*
EA (maeq)	427,9 ± 209,9	—4,8 ± 73,1	0,644	1,849 *(3)*	4,156 *(1)*
TA (maeq)	921,7 ± 138,7	258,1 ± 151,1	0,382	0,432 *(1)*	1,374 *ns*

TABLE 7

Some mean values and standard deviations of single observations of 32 pairs of samples consisting of dandelions (y = Taraxacum officinale Weber) *and grass (x). See further subscriptions to Table 4.*

De kolommen 2 en 3 der tabellen 4, 5, 6 en 7 bevestigen verder dat tweezaadlobbigen zich vooral van gramineeën onderscheiden door hogere *gemiddelde* gehalten aan Na_2O, CaO en MgO, grotere natriumprocentgetallen, EA en TA, en lagere kaliumprocentgetallen.

De kolommen 4, 5 en 6 van deze tabellen laten voorts zien, dat er een zekere samenhang bestaat tussen de mineralenpatronen van gras en tweezaadlobbigen van één standplaats. Kolom 4 zegt iets omtrent de sterkte van dit stochastische verband. Kolom 5 maakt het mogelijk de minerale samenstelling van tweezaadlobbigen uit die van het hen omringende gras te schatten; dit kan geschieden met behulp van de formule $y_n = \bar{y} + b\,(x_n - \bar{x})$. Vervangt men in deze vergelijking de waarde van b door die van m, dan kan men een indruk verkrijgen of, en zo ja in hoeverre, de verschillen in eiwitgehalte of minerale bestanddelen tussen tweezaadlobbigen en gras van één standplaats afhankelijk zijn van de niveaus in de plant. Er dienen dan vier mogelijkheden te worden onderscheiden:

(1) $\bar{y} > \bar{x}$ *en* $m > 1$: de gemiddeld positieve verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras zijn het kleinst bij lage niveaus in de plant. Dit is, in volgorde van afnemende waarschijnlijkheid, het geval voor Na_2O, % Na in BT, MgO en voor de drie alkaliciteiten.

(2) $\bar{y} > \bar{x}$ *en* $m < 1$: de gemiddeld positieve verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras zijn het kleinst bij hoge niveaus in de plant. Dit is het geval voor de ruw-eiwitgehalten der beide klaverseries en — in mindere mate — ook voor de paardebloemenserie.

(3) $\bar{y} < \bar{x}$ *en* $m > 1$: de gemiddeld negatieve verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras zijn in absolute waarde het kleinst bij hoge niveaus in de plant. Deze situatie doet zich voor bij het kaliumprocentgetal.

(4) $\bar{y} < \bar{x}$ *en* $m < 1$: de gemiddeld negatieve verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras zijn in absolute waarde het kleinst bij lage niveaus in de plant. Dit geval doet zich niet in alle 4 series tegelijk voor.

De voor de praktische veevoeding belangrijkste uitkomsten zijn de onder (1) en (3) vermelde. De in bovenstaand schema niet genoemde verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras zijn waarschijnlijk meestal van weinig praktisch belang (zie § 9).

Aan de verschillen tussen tweezaadlobbigen onderling zal een apart hoofdstuk (§ 8) worden gewijd.

5.2. *Enkele plantenvoedingsaspecten*

DRAKE en medewerkers (19) hebben bij een groot aantal plantesoorten het acidoidgehalte of adsorptievermogen, ook wel genoemd uitwisselcapaciteit of T-waarde, van het worteloppervlak bepaald. Daartoe titreerden zij elektrolytisch gedialyseerde verse plantewortels met KOH in een 1 N KCl oplossing tot een pH van 7. Uit hun cijfers blijkt duidelijk, dat graswortels een kleiner adsorptievermogen (een lagere T-waarde) bezitten dan wortels van tweezaadlobbige planten. Bij de door hen onderzochte 14 tweezaadlobbige akkeronkruiden en vlinderbloemige gewassen varieerden de T-waarden — afgezien van *Chenopodium album* — van 40,7 tot 58,9 maeq per 100 gram droge stof. Bij verschillende typen grassen vonden zij een variatie van 16,3 tot 30,8 maeq/100 gram ds. Volgens de op DONNAN-evenwichten gebaseerde theorie van ELGABALY en WIKLANDER (21) zal een plantesoort met een hoog acidoidgehalte uit dezelfde grond verhoudingsgewijs meer tweewaardige en minder eenwaardige kationen opnemen dan een plantesoort met een laag acidoidgehalte in de wortel. Een deel van de verschillen in gemiddelde minerale samenstelling tussen tweezaadlobbigen en gras kan hiermede min of meer worden verklaard.

Bovendien zou men kunnen denken aan een verschil in gemiddelde bewortelingsdiepte tussen sommige met een penwortel toegeruste dicotylen en de hoofdzakelijk bijwortels bezittende gramineeën. In § 8 zal echter blijken, dat er tussen rode klaver die wel een penwortel bezit enerzijds en weegbree en witte klaver, waar de hoofdwortel veel minder duidelijk ontwikkeld is anderzijds, geen verschillen van betekenis bestaan. Verder blijkt het mineralenpatroon van de paardebloem, die in bewortelingstype het meest van de gramineeën verschilt, het best met dat van gras overeen te komen. Eventuele invloeden van bewortelingstype of -diepte mogen daarom waarschijnlijk wel verwaarloosd worden.

De theoretisch niet geheel bevredigende hypothese van ELGABALY en WIKLANDER (21) kan ook zo worden uitgelegd, dat dicotylen de moeilijk opneembare tweewaardige kationen gemakkelijker kunnen opnemen dan gramineeën. Het ligt dan voor de hand, dat deze verschillen tussen tweezaadlobbigen en grassen het duidelijkst voor de dag zullen komen, wanneer de opneming van tweewaardige kationen moeilijk verloopt. Lage gehalten aan Ca en Mg in jonge planten zijn veelal een aanwijzing dat dit het geval is. Een en ander verklaart wat in § 5.1. werd opgemerkt over de grootte der verschillen in % K in S_3 en MgO. Ten aanzien van het % Na in BT doet zich de complicatie voor, dat er zich eveneens

verschillen in opneembaarheid voordoen *binnen* de groepen van de een- of tweewaardige kationen. Deze kunnen niet met behulp van DONNAN-evenwichten worden verklaard.

Reeds in 1938 stelde VAN ITALLIE (44) vast, dat de opneembaarheid van kalium groter is dan die van natrium en die van magnesium groter dan die van kalk. Bij een groot aantal gewassen en onder verschillende omstandigheden, vond hij, dat voor de opneembaarheid van kationen uit eenzelfde bodemoplossing steeds geldt, dat K > Na > Mg > Ca is. DIJKSHOORN (1955) bevestigde deze volgorde onlangs in zijn potproeven met *Lolium perenne* en *Dactylis glomerata.*

Uit de tabellen 4, 5, 6 en 7 blijkt, dat de verhoudingen $\frac{\overline{K}}{\overline{Na}}$ en $\frac{\overline{Mg}}{\overline{Ca}}$ bij alle vier tweezaadlobbigen kleiner zijn dan in het bij die dicotylen behorende gras. Hoewel de preferenties K > Na en Mg > Ca niet met DONNAN-evenwichten samenhangen, schijnt er niettemin een zeker verband te bestaan tussen de sterkte van deze preferenties en de T-waarde. De wankele basis voor deze hypothese kan worden gecontroleerd door uit daarvoor geschikte literatuurgegevens de K/Na en Mg/Ca verhoudingen te berekenen en deze dan in verband te brengen met de adsorptiecapaciteit van het wortelstelsel. Hiertoe kozen wij uit een publikatie van VAN ITALLIE (43) alle gewassen waarvan de bovengrondse delen volledig werden geanalyseerd en waarvan DRAKE c.s. (19) de T-waarden vermelden. Dit betrof drie behandelingen van de gewassen tarwe (T=9), haver (T=22), kanariezaad (T=31) en serradella (T=45).

De correlatiecoëfficiënten van SPEARMAN (46) tussen adsorptiecapaciteit enerzijds en K/Na en Mg/Ca verhouding anderzijds, bedroegen achtereenvolgens —0,93 en —0,88. In meer recent cijfermateriaal van MC LEAN (60), dat betrekking heeft op 5 gewassen en 4 behandelingen vonden wij voor bovengenoemde correlaties achtereenvolgens —0,55 en —0,88. Combineert men alle literatuurgegevens, dan vindt men voor de correlatiecoëfficiënt van SPEARMAN (46) tussen

$$T \text{ en } \frac{K}{Na} : r_s = -0{,}69 \pm 0{,}13;\ P < 0{,}001;\ (n=32).$$

$$T \text{ en } \frac{Mg}{Ca} : r_s = -0{,}88 \pm 0{,}09;\ P < 0{,}001;\ (n=32).$$

De kleine (tweezijdige) overschrijdingskans P geeft aan, dat de K/Na en Mg/Ca verhoudingen gemiddeld zeer waarschijnlijk het kleinst zijn bij plantesoorten met grote adsorptiecapaciteiten. Dit is in overeenstemming met onze uitkomsten.

Op grond van een en ander lijkt het geoorloofd de werkhypothese op te stellen dat de preferentie K > Na > Mg > Ca bij de opneming van ionen het grootst is bij gewassen met een lage adsorptiecapaciteit van de wortel. De verhouding van ieder element tot alle daarop volgende zal bij zulke plantesoorten, bijvoorbeeld grassen, ruimer zijn dan bij soorten met hoge T-waarden, zoals tweezaadlobbigen. Aan deze hypothese voldoen ook de aan het slot van § 5.1. vermelde uitkomsten.

5.3. *Enkele dierfysiologische aspecten*

Tabel 8 laat zien, hoe de hierboven genoemde alkaliciteiten en procentgetallen van gras kunnen worden berekend. De in tabel 8 vermelde schattingen geven —

bij gebrek aan betere normen — een indruk van de grenzen der minerale samenstellingen van weidegras, waarmede weidend rundvee blijkbaar gedurende langere tijd een redelijke gezondheidstoestand kan behouden.

De in kolom 2 voor de drie alkaliciteiten vermelde cijfers zijn ontleend aan BROUWER en VAN DER VLIERT (13); die voor de procentgetallen hebben wij vroeger (53, 54) afgeleid uit een artikel van 'T HART en KEMP (37). Alle als schatting 2 vermelde gemiddelden en standaardafwijkingen zijn ontleend aan BRANDSMA (8). Deze heeft in 1952 onder leiding van BROUWER een verkenning gemaakt van de variatiebreedten die zich voordeden in de minerale samenstelling van het weidegras op 14 goed renderende „normale" gezonde, over het gehele land verspreide, melkveebedrijven. Op deze bedrijven lieten melkproduktie en vruchtbaarheid der dieren weinig of niets te wensen over, terwijl stofwisselingsziekten er vrijwel niet voorkwamen (8).

TABEL 8

Enige normen ter waardering van de minerale samenstelling van weidegras (naar gegevens van BROUWER en anderen (8, 9, 11, 13, 37).
[1]) Alle elementen zijn uitgedrukt in milliaequivalenten per kilogram zandvrije droge stof.
[2]) Gemiddelde berekend uit diagram; standaardafwijking geschat.
Verdere bespreking in de tekst van § 5.3.

Gezondheidskenmerk	Schatting 1	Schatting 2
AA = K + Na — Cl — S [1])	100 tot 375	245 ± 109
EA = Ca + Mg — P	50 tot 325	118 ± 80
TA = AA + EA	300 tot 550	363 ± 128
$\% \text{ K in } S_3 = \frac{100 \text{ K}}{\text{K + Ca + Mg}}$	< 65	58,6 ± 6,3 [2])
$\% \text{ Na in BT} = \frac{100 \text{ Na}}{\text{K + Na + Ca + Mg}}$	> 7	10 ± 4,5 [2])
Characteristic of grass	*Estimate 1*	*Estimate 2*

TABLE 8

Some standards for evaluating mineral composition of pasture. Estimate 1 gives some tentative limits of "healthy" grass published by BROUWER and others (9, 11, 12, 13, 37). Mean values and standard deviations indicated with "Estimate 2" were found by BRANDSMA (8) at 14 profitable "normal" "healthy" Dutch dairy farms.
[1]) All elements expressed as milliequivalents per kilogram of silicafree dry matter (P = 3 eq.)
[2]) Mean value calculated from diagram; standard error estimated there off.

Hoewel het in één of enkele jaren achterwege blijven van ziekten en stoornissen niet behoeft te betekenen, dat de mineralenconstellaties van het voer ideaal zijn geweest, geven de in tabel 8 vermelde cijfers toch wel een vingerwijzing in de richting van de gezochte optima. Verdere aanwijzingen, waar de laatste blijkbaar niet liggen, kan men afleiden uit het kort geleden door RUSSELL en DUNCAN (73) samengestelde overzicht der binnen- en buitenlandse literatuur.

Bij vergelijking van de in tabel 8 vermelde schattingen met de mineralenpatronen van weidegras, zoals men die in de praktijk dikwijls kan ontmoeten,

blijkt dat AA, EA, TA en % Na in BT dikwijls te laag zijn, terwijl het kaliumprocentgetal vooral in het voorjaar meestal te hoog is (8—14, 37, 45). Dit komt bij grazend rundvee veelal tot uiting in een slechte algemeene gezondheidstoestand en een vergrote frekwentie van bepaalde ziekten en stoornissen. In de Nederlandse literatuur zijn o.a. de volgende, met de minerale samenstelling van het voer samenhangende afwijkingen beschreven:

te lage AA of TA:	zure urine, bloedwateren (13)
te lage EA:	beengebreken (9)
te hoog % K in S_3:	kopziekte (9—11, 37, 45)
te laag % Na in BT:	kopziekte (37), Na-arme urine.

Het bovenstaande betekent, dat tweezaadlobbige graslandplanten de minerale samenstelling van Nederlands weidegras *gemiddeld* inderdaad kunnen verbeteren. Bovendien is uit dierfysiologisch oogpunt echter van belang, dat hun verhogende invloed op het % Na in BT en op de AA, EA en TA van het voer het kleinst zijn, wanneer deze grootheden daarin een lage waarde bezitten. Het % K in S_3 wordt juist het minst verlaagd bij hoge niveaus in de plant.

Wanneer er een rechtlijnig verband tussen deze grootheden en de frekwenties van gezondheidsstoornissen zou bestaan, zou het bovenstaande inhouden, dat de verbeterende werking van tweezaadlobbigen op de minerale samenstelling van weidegras dikwijls juist het kleinst is, wanneer die samenstelling kritiek is. Ten aanzien van de paardebloem kwamen wij op grond van ander cijfermateriaal dan het onderhavige reeds eerder tot een soortgelijke conclusie (53, 54). Thans blijkt (§ 5.2.), dat er in dit opzicht tussen de tweezaadlobbigen onderling verschillen bestaan. Hierop wordt in § 8 teruggekomen. Vooraf zullen mogelijke landbouwscheikundige oorzaken systematisch worden behandeld (§ 6 en 7).

6. VERBANDEN MET GROEISTADIUM, TEMPERATUUR EN SEIZOEN

6.1. *Groeistadium*

Tabel 9 geeft een indruk van de samenhang tussen het percentage ruw eiwit van gras enerzijds, als maat voor de fysiologische ouderdom van weidegras en de *verschillen* in minerale samenstelling tussen tweezaadlobbigen en gras van één standplaats anderzijds. Kolom 2 laat zien welk verband er bij de 169 grasmonsters bestaat tussen het gehalte aan ruw eiwit en het mineralenpatroon.

Uit kolom 2 van tabel 9 blijkt, dat bij het ouder worden van gramineeën alle gehalten, behalve het Cl %, in grootte afnemen. Hetzelfde geldt voor BT, ZT, % Na in BT, AA en TA van de gramineeën. Bij de vier tweezaadlobbigen nemen laatstgenoemde vijf kenmerken veel minder snel, of in het geheel niet in grootte af. De verschillen tussen tweezaadlobbigen en gramineeën vertonen daardoor een duidelijke negatieve samenhang met het gehalte aan ruw eiwit in het gras.

Het kaliumprocentgetal vormt een uitzondering op deze regel. Dit was bij gras negatief, doch statistisch onbeduidend, geassocieerd met het eiwitgehalte. Bij de vier tweezaadlobbigen was de samenhang tussen % K in S_3 en eiwitgehalte juist positief. De tekens der regressies van de verschillen in % K in S_3 tussen tweezaadlobbigen en gras op het eiwitgehalte van de gramineeën waren daardoor steeds negatief. Statistisch belangrijk waren echter alleen de regressies van witte klaver zelf en die van de verschillen (witte klaver minus gras) en (weegbree minus gras).

TABEL 9

De partiële regressies van de minerale samenhang van gras (kolom 2) en van de verschillen in mineralenpatroon tussen dicotylen en gras van dezelfde standplaats (kolommen 3—6) op de gehalten aan ruw eiwit in het gras. Tenzij het tegendeel is vermeld, zijn alle regressies uitgedrukt in milliaequivalenten per procent ruw eiwit.
Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk (*Figure*)	Monsters van alle graslanden met (*Samples of all grasslands with*)				
	Gras (*Grass*)	*Plantago lanceolata*	*Trifolium pratense*	*Trifolium repens*	*Taraxacum "officinale"*
K_2O	+ 14,24 (*3*)	— 14,70 (*3*)	— 16,89 (*2*)	— 9,50 (*1*)	— 16,73 (*3*)
Na_2O	+ 3.68 (*3*)	ns	ns	— 5,40 (*1*)	— 9,11 (*3*)
CaO	+ 6,78 (*3*)	ns	— 11,3 (*1*)	— 14,69 (*2*)	— 7,45 (*1*)
MgO	+ 2,46 (*3*)	— 4,74 (*3*)	ns	— 2,16(—)	— 5,54 (*3*)
BT	+ 26,40 (*3*)	ns	— 26,71 (*3*)	— 35,54 (*3*)	— 33,18 (*3*)
% K in S_3	ns	+ 0,38 (*1*)	ns	+ 0,70 (*3*)	ns
% Na in BT	+ 0,13 (*1*)	ns	ns	— 0.32 (*2*)	— 0,32 (*2*)
P_2O_5	+ 8,50 (*3*)	— 4,89 (*3*)	ns	ns	— 6,10 (*3*)
Cl	ns	ns	ns	ns	— 17,28 (*3*)
SO_3	+ 5,33 (*3*)	ns	ns	— 3,03 (*2*)	— 4,16 (*3*)
ZT	+ 13,66 (*3*)	ns	ns	— 8,42	— 24,80 (*3*)
AA	+ 11,25 (*3*)	— 18,98 (*3*)	— 12,84(—)	ns	ns
EA	ns	+ 8,46(—)	ns	— 16,14 (*2*)	ns
TA	+ 9,92 (*3*)	ns	— 25,29 (*2*)	— 24,08 (*3*)	ns

TABLE 9

Partial regressions of the mineral composition of grass (column 2) and of the differences in mineral pattern between dicotyledons and associated grass from the same small area (columns 3—6) on the contents of crude protein in the grass dry matter.
For an explanation of symbols see Table 8 and subscriptions to Table 4. Apart from those of % K in S_3 and % Na in BT all regressions have been expressed as milliequivalents per percent crude protein.

Een en ander kan op de in § 5.1. aangegeven wijze in verband worden gebracht met de in de tabellen 4, 5, 6 en 7 vermelde gemiddelden. *Men komt dan tot de conclusie dat kleine verschillen tussen dicotylen en grassen het vaakst bij hoge eiwitgehalten zullen worden aangetroffen. Dit geldt voor Na_2O, CaO, MgO, BT, % K in S_3. % Na in BT, Cl, AA, TA en waarschijnlijk ook voor EA.* Onder de hier genoemde grootheden bevinden zich o.a. alle in § 5.3. besproken gezondheidskenmerken van weidegras.

Wanneer men zou kunnen bewijzen dat de verbanden tussen de waarden van gezondheidskenmerken van het voer en de frekwenties van gezondheidsstoornissen bij het vee rechtlijnig zijn, zou bovenstaande conclusie zeer belangrijke gevolgen voor de praktijk hebben. Zij zou dan inhouden dat *de verbeterende werking van tweezaadlobbigen op de „minerale kwaliteit" van weidegras, waarin gramineeën domineren, het kleinst is, wanneer men zulk weidegras in een jong groeistadium oogst.*

6.2. *Temperatuur*

Tijdens de monsterneming zijn geen grondwaterstanden of vochthoeveelheden in de zode gemeten. Er is wel naar gestreefd bij iedere decadetemperatuur zowel vochtige als droge percelen te bemonsteren. Een grote mate van associatie tussen

temperatuur enerzijds en vochtgehalte van de zode of concentratie van het bodemvocht anderzijds is daarom onwaarschijnlijk. De in tabel 10 vermelde partiële regressies benaderen daarom de invloeden van de temperatuur op het mineralenpatroon van gras en op de *verschillen* in minerale samenstelling tussen tweezaadlobbigen en gras van één standplaats. Onder „temperatuur" wordt in dit verband verstaan: „het gemiddelde van de luchttemperaturen, overdag gemeten tijdens de aan de dag van monsterneming voorafgaande decade".

TABEL 10

De partiële regressies van de minerale samenstelling van gras (kolom 2) en van de verschillen in mineralenpatroon tussen dicotylen en gras van dezelfde standplaats (kolommen 3—6) op de gemiddelde overdagtemperaturen, gemeten tijdens de aan de dagen van monstername voorafgaande decaden.
Tenzij het tegendeel is vermeld, zijn de regressies uitgedrukt in milliaequivalenten per graad Celsius. Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Figure)*	Monsters van alle graslanden met *(Samples of all grasslands with)*				
	Gras *(Grass)*	*Plantago lanceolata*	*Trifolium pratense*	*Trifolium repens*	*Taraxacum "officinale"*
K_2O	+ 16,79 *(2)*	— 24,00 *(2)*	ns	ns	ns
Na_2O	+ 5,27 *(3)*	+ 26,35 *(3)*	ns	ns	ns
CaO	ns	— 19,65 *(3)*	ns	— 38,79 *(1)*	ns
MgO	+ 3,07 *(3)*	— 9,42 *(3)*	ns	ns	ns
BT	+ 24,86 *(3)*	ns	— 34,47 *(1)*	— 46,61*(—)*	ns
% K in S_3	+ 0,50 *(1)*	+ 0,53 *(1)*	ns	+ 1,93 *(2)*	ns
% Na in BT	+ 0,33 *(1)*	+ 1,14 *(3)*	ns	— 0,69*(—)*	ns
P_2O_5	ns	— 14,70 *(3)*	ns	ns	— 7,97*(—)*
Cl	ns	ns	ns	ns	ns
SO_3	+ 5,16 *(3)*	ns	ns	ns	ns
ZT	ns	— 18,68 *(1)*	ns	ns	ns
AA	+ 11,37 *(2)*	ns	ns	ns	ns
EA	ns	ns	ns	— 46,91 *(2)*	ns
TA	+ 17,18 *(3)*	+ 14,47 *(1)*	ns	— 60,80 *(2)*	ns

TABLE 10

Partial regressions of the mineral composition of grass (column 2) and of the differences in mineral pattern between dicotyledons and associated grass from the same small area (columns 3—6) on the mean temperature, measured by day during the last ten days before sampling.
For an explanation of symbols see Table 8 and subscriptions to Table 4. Apart from those of % K in S_3 and % Na in BT all regressions have been expressed as milliequivalents per degree centrigrade.

De in tabel 10 vermelde regressies zijn partieel. Zij geven de invloeden weer, die de temperatuur, bij afwezigheid van fysiologische veroudering in de plant, zou uitoefenen. Blijkens kolom 2 zou een verhoging van de temperatuur onder die omstandigheden de meeste gehalten in het gras doen stijgen. Kennelijk be-

vordert een hoge temperatuur de opneming van de meeste ionen door het gras. De opneming van eenwaardige kationen wordt door haar het meest, die van anionen het minst bevorderd. Een stijging van de decadetemperatuur verhoogt — onder de vermelde omstandigheden — daarom ook de K- en Na procentgetallen, alsmede de AA en TA van het gras. De stijging van het kaliumprocentgetal bij toenemende temperatuur treedt ook op wanneer het gras fysiologisch wel veroudert, want uit tabel 9 blijkt, dat het % K in S_3 tijdens het ouder worden van gramineeën weinig of niet verandert. Dit is *kwalitatief* in overeenstemming met de formules die SCHUFFELEN en MIDDELBURG (75) voor DONNAN-evenwichten hebben opgesteld. De door ons gevonden toeneming is echter veel groter dan uit die formules zou volgen. Deze toeneming werd ook bij de 4 dicotylen gevonden; de partiële regressie van % K in S_3 op de temperatuur bleek echter alleen bij witte klaver wiskundig belangrijk. Omdat in de meervoudige regressieberekeningen de temperatuur steeds vóór het kaligetal werd geplaatst en deze beide steeds een zwakke negatieve partiële correlatie vertoonden, zijn de door ons gevonden invloeden van de temperatuur op de kaliumprocentgetallen eerder te laag dan te hoog geschat. Een soortgelijk verband als het onze werd door DIJKSHOORN en 'T HART (18) in potproeven met grassen gevonden. Anderzijds leidden 'T HART en KEMP (37) uit gegevens van BRANDSMA (8) af, dat het % K in de S_3 van weidegras met onbekend percentage tweezaadlobbigen in de zomer lager is dan in voorjaar of herfst. Onze uitkomsten tonen aan, dat dit waarschijnlijk geen direkt gevolg is van de hogere temperatuur, doch van daarmede geassocieerde factoren.

Uit de kolommen 3, 4, 5 en 6 van tabel 10 blijken slechts weinig duidelijke invloeden van de temperatuur — bij afwezigheid van fysiologische veroudering van het gewas — op de verschillen tussen tweezaadlobbigen en gramineeën. De verschillen in gehalten aan tweewaardige kationen worden in enkele gevallen verlaagd. De sterk positieve invloed op de verschillen in natriumgehalte tussen weegbree en gras behoeft niet uitsluitend een gevolg te zijn van de temperatuur. Mogelijk zijn de temperaturen bij deze serie monsters positief gecorreleerd geweest met de natriumgehalten van de grond. De schaarse statistisch vaststaande uitkomsten der kolommen 3, 4, 5 en 6 kunnen op de in § 5.1. aangegeven wijze in verband gebracht worden met de in de tabellen 4, 5, 6 en 7 vermelde gemiddelden. Doet men dit, dan komt men tot de conclusie dat een hoge temperatuur er toe neigt de positieve verschillen tussen weegbree en gras in CaO, MgO, BT en EA en misschien ook die in TA, te nivelleren. Evenzo worden de negatieve verschillen in % K in S_3, die tussen twee der dicotylen en gras bestaan, genivelleerd. De dierfysiologische en weidebouwkundige betekenis van deze uitkomsten komt in § 6.3. en § 8. ter sprake.

Dit materiaal geeft geen duidelijk beeld van de invloeden die de temperatuur op de verschillen in zurengehalten en -totalen tussen tweezaadlobbigen en gras. Mogelijk hangt dit samen met de blijkens tabel 2 veelal geringe variatie van de decadetemperatuur.

Omdat DONNAN-evenwichten slechts zeer weinig invloed ondervinden van de temperatuur, kunnen de in tabel 11 vermelde uitkomsten met de theorie van ELGABALY en WIKLANDER (21) niet worden verklaard. Dit is wel mogelijk, wanneer men de opneming van ionen door de plant niet uitsluitend als een gevolg van DONNAN-evenwichten, maar veeleer als een energetisch proces beschouwt. Het ligt min of meer voor de hand dat een hoge temperatuur het verloop van zulke processen versnelt en daarmede de ionenopneming stimuleert. Dat deze

stimulering een stijging van het kaliumprocentgetal ten gevolge heeft is echter zonder verdere hypothesen minder gemakkelijk te zien.

6.3. *Seizoen*

In het voorgaande bleek, dat de gunstige werking van tweezaadlobbigen op de minerale samenstelling van weidegras en indirekt op het optreden van kopziekte bij runderen, klein is, wanneer zeer eiwitrijk gras bij hoge decadetemperaturen wordt afgeweid.

In de maanden april tot juni stijgt de decadetemperatuur in Nederland gemiddeld met $1^1/_4{}^\circ$ C per decade. In dezelfde periode daalt het percentage ruw eiwit van weidegras, waarin gramineeën domineren, gemiddeld met 3 % per decade. De in § 6.2. besproken nivellerende invloeden van hoge temperaturen op de verschillen in % K in S_3, EA en TA, die tussen dicotylen en gramineeën bestaan, worden daardoor blijkens de tabellen 9 en 10 meestal gecompenseerd of overtroffen. Gedurende de voorzomer verandert de verbeterende werking van tweezaadlobbigen op de minerale kwaliteit van het voer in feite niet veel.

In de nazomer is dit anders. Het is dan zeer wel mogelijk eiwitrijk gras bij hoge decadetemperaturen te oogsten. De kopziektebestrijdende werking van eenzelfde hoeveelheid tweezaadlobbigen is dan kleiner dan in het voorjaar. Doordat er 's zomers echter meer tweezaadlobbige planten, vooral klavers, in de grasmat voorkomen dan in het voorjaar, kan hun gezamenlijke invloed blijkens § 9 niettemin belangrijk zijn. Op de door BRANDSMA (8) beschreven „normale" bedrijven was het kaliumprocentgetal 's zomers zelfs 2 à 3 eenheden lager dan in voorjaar of herfst (37). Hoewel het niet zeker is, dat dit uitsluitend een gevolg is van een groter gewichtspercentage tweezaadlobbigen is het toch wel waarschijnlijk, dat dit hierop een grote invloed heeft. Volgens DE VRIES (107) neemt het drooggewichtspercentage witte klaver na het oogsten der eerste snede doorgaans toe. Hij acht dit een algemeen bekend verschijnsel, dat vooral in droge zomers opvalt. FRANKENA (30) kwam tot een soortgelijke conclusie. De seizoensschommelingen in het drooggewichtspercentage kruiden zijn vooral afhankelijk van de aard der kruidenbezetting. Ten aanzien van deze plantengroep kunnen daarom moeilijk algemeen geldende conclusies worden getrokken. Neemt men klavers en kruiden bijeen, dan is het echter wel zeker dat hun drooggewichtspercentage in de zomer het grootst is. Dit geldt vooral op droogtegevoelige gronden.

Uit een en ander volgt, dat de dierfysiologische betekenis van de totale hoeveelheid tweezaadlobbigen die in de grasmat voorkomt, in de zomer waarschijnlijk niet lager is, dan in voorjaar of herfst. Het onderzoek van BRANDSMA (8) zou er zelfs op kunnen wijzen, dat dicotylen in de zomer hun grootste invloed uitoefenen.

7. INVLOEDEN VAN DE BEMESTINGSTOESTAND VAN DE ZODE

7.1. *Het kaligetal*

Tabel 11 laat zien welke invloed het kaligetal van de zode op de waarde van dicotylen in grasland heeft. Kolom 2 toont haar invloed op het mineralenpatroon van het gras; de kolommen 3, 4, 5 en 6 laten zien hoe de *verschillen* tussen tweezaadlobbigen en gras van de kalitoestand in de zode afhangen. De invloeden op de verschillen in zurengehalten en -totalen stonden merendeels statistisch niet vast. Voor zover dit wel het geval was, spraken zij elkaar in de vier series monsters dikwijls tegen. Zij zijn daarom in tabel 11 weggelaten.

TABEL 11

Enkele partiële regressies van de minerale samenstelling van gras (kolom 2) en van de verschillen in mineralenpatroon tussen dicotylen en gras van dezelfde standplaats (kolommen 3—6) op het kaligetal van de zodelaag (0—5 cm).
Tenzij het tegendeel is vermeld, zijn de regressies uitgedrukt in milliaequivalenten per eenheid kaligetal.
Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Figure)*	Monsters van alle graslanden met *(Samples of all grasslands with)*				
	Gras *(Grass)*	*Plantago lanceolata*	*Trifolium pratense*	*Trifolium repens*	*Taraxacum "officinale"*
K_2O	+ 2,30 *(3)*	— 3,69 *(3)*	+ 6,09 *(3)*	+ 4,61 *(3)*	+ 8,74 *(3)*
Na_2O	— 0,90 *(3)*	— 2,97 *(3)*	— 2,06 *(3)*	— 1,18 *(—)*	— 2,30 *(2)*
CaO	— 1,19 *(3)*	ns	— 1,51 *(—)*	ns	ns
MgO	— 0,21 *(1)*	ns	ns	ns	ns
BT	ns	+ 2,48 *(1)*	ns	ns	ns
% K in S_3	+ 0,16 *(3)*	+ 0,076 *(1)*	+ 0,33 *(3)*	+ 0,18 *(2)*	ns
% Na in BT	— 0,084 *(3)*	ns	ns	— 0,058 *(—)*	— 0,11 *(3)*
AA	ns	— 1,932 *(3)*	+ 5,76 *(3)*	+ 3,46 *(—)*	ns
EA	ns	ns	ns	ns	ns
TA	ns	ns	+ 3,56 *(1)*	ns	ns

TABLE 11

Partial regressions of the mineral composition of grass (column 2) and of the differences in mineral pattern between dicotyledons and grass from the same small area (columns 3—6) on the "Kaligetal" of the upper 2" layer of soil. The "Kaligetal" represents the number of milligrams K_2O, per 11,1 gram organic soil dry matter extracted by an 0,1 N HCl solution.
For an explanation of other symbols see Table 8 and subscriptions to Table 4. Apart from those of % K in S_3 and % Na in BT all regressions have been expressed as milliequivalents per unit of Kaligetal. The regressions of the acid forming elements Cl, S and P proved to be either non significant or, incidentally, they did not show the same signs in the columns 3—6.

Blijkens kolom 2 van tabel 11 resulteert een groter kaligetal in een verhoogd kaligehalte bij het gras en in lagere gehalten aan Na_2O, CaO en MgO. De kationensom van het gras (BT) blijft daarbij binnen de foutengrenzen constant. Tengevolge van een en ander wordt het kaliumprocentgetal groter en het natriumprocentgetal lager.

Bij de tweezaadlobbigen zelf (niet in tabel 11 vermeld) blijft de kationensom als regel eveneens min of meer constant. De afzonderlijke basengehalten worden op soortgelijke wijze als bij gras, doch in sterkere mate, beïnvloed. Het gevolg van een en ander is een positieve samenhang van het kaligetal met de verschillen in kaligehalte en in kaliumprocentgetal tussen tweezaadlobbigen en gras en een negatieve samenhang van het kaligetal met de verschillen in Na_2O en in % Na in BT.

Dit is in overeenstemming met de in § 5.2. besproken gedachtengang. Uit de theorie van ELGABALY en WIKLANDER (21) kan men afleiden, dat het quotient Q = [K+Na] maeq : [Ca+Mg] maeq bij eenzelfde verhoging van

de K-activiteit in de bodemoplossing het sterkst zal toenemen bij plantesoorten met hoge T-waarden. Wanneer men het kaligetal van de zode beschouwt als een maat voor de K-activiteit in het bodemvocht, betekent dit dat het quotient Q van tweezaadlobbigen feller zal reageren op eenzelfde verandering van het kaligetal dan dat van gramineeën. Omdat er bij alle gewassen tijdens de ionenopneming een sterke concurrentie tussen kalium en natrium bestaat, mag men sterke correlaties verwachten tussen Q, % K in S_3 en % Na in BT. Dit impliceert dat bij eenzelfde verandering van het kaligetal deze drie grootheden alle sterker zullen worden beïnvloed bij tweezaadlobbigen dan bij grassen. Dit alles heeft tot gevolg, dat deze in dierfysiologisch opzicht belangrijke verschillen tussen dicotylen en gramineeën bij grote kaligetallen worden genivelleerd. Op de consequenties hiervan, alsmede op de verschillen die in dit opzicht tussen de tweezaadlobbigen onderling bestaan, zal in § 8. en § 9. worden teruggekomen.

7.2. *De zuurgraad*

Tabel 12 geeft een indruk van de relatie tussen de zuurgraad van de zode en de minerale samenstelling van gras. Ook toont zij het verband tussen pH en de verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras. Evenals in tabel 11 zijn ook thans de zurengehalten en -totalen weggelaten.

Bij constant kaligetal kan men de pH—KCl als een maat voor de Ca activiteit in de bodemoplossing beschouwen. Geheel analoog aan § 7.1. redenerende, mag men verwachten dat [K+Na] : [Ca+Mg] en % K in S_3 bij stijgende pH zullen dalen. Deze verandering zal sterker merkbaar zijn bij het gras, dan bij de tweezaadlobbigen. Voorwaarde hiervoor is echter, dat de botanische samenstelling van het gramineeënmengsel ongeveer constant blijft.

Inderdaad vonden wij, dat de K- en Na procentgetallen bij alle gewassen daalden, wanneer de pH hoger werd. Deze achteruitgang was echter bij alle dicotylen wiskundig onbetrouwbaar. Bij het gras stond alleen de in kolom 2 van tabel 11 vermelde daling van het % Na in BT statistisch vast.

Uit kolom 2 van tabel 12 blijkt, dat de gramineeën die op gronden met een hoge pH groeien, gemiddeld meer kali en kalk bevatten en daardoor hogere basentotalen en grotere totale alkaliciteiten bezitten dan het gras dat op zure gronden groeit. Voor de niet in tabel 12 vermelde dicotylen geldt dit minder duidelijk of in het geheel niet. Een hoge pH verlaagt daar de AA en daardoor soms ook de TA. Bij rode klaver wordt de EA wel statistisch overtuigend verhoogd door een stijgende pH.

In combinatie met de gemiddelden uit de tabellen 4, 5, 6 en 7 volgt uit tabel 12:

1) Bij hoge pH zijn de K_2O gehalten van tweezaadlobbigen lager dan die van gras. Op zure gronden geldt het omgekeerde. Een en ander is tevens van toepassing op de AA.
2) Het Na_2O gehalte van dicotylen is vooral bij hoge pH hoger dan dat van gras. Bij lage pH is het verschil wel kleiner, doch het blijft positief. Hetzelfde geldt voor de TA.
3) De EA van rode klaver onderscheidt zich op alkalische gronden het meest van de EA van de gramineeën.
4) De verschillen tussen de procentgetallen van dicotylen en gras worden door de pH weinig of niet beïnvloed.

TABEL 12

Enkele partiële regressies van de minerale samenstelling van gras (kolom 2) en van de verschillen in mineralenpatroon tussen dicotylen en gras van dezelfde standplaats (kolommen 3—6) op de zuurgraad van de zodelaag (0—5 cm).
Tenzij het tegendeel is vermeld, zijn de regressies uitgedrukt in milliaequivalenten per 1/10 p_H-eenheid. Verklaring der tekens in § 3.3.

Kenmerk *(Figure)*	Monsters van alle graslanden met *(Samples of all grasslands with)*				
	Gras *(Grass)*	*Plantago lanceolata*	*Trifolium pratense*	*Trifolium repens*	*Taraxacum "officinale"*
K_2O	+ 3,33 *(3)*	— 4,93 *(1)*	— 3,13 *(—)*	— 4,17 *(1)*	— 9,48*(—)*
Na_2O	ns	— 4,39 *(1)*	ns	— 4,35 *(3)*	— 5,72 *(1)*
CaO	+ 1,84 *(3)*	ns	+ 4,27 *(1)*	ns	ns
MgO	ns	— 1,72 *(2)*	+ 2,53 *(1)*	— 1,35 *(2)*	ns
BT	+ 4,61 *(3)*	— 6,57 *(1)*	ns	— 9,04 *(1)*	ns
% K in S_3	ns	+ 0,18 *(1)*	ns	ns	ns
% Na in BT	— 0,078 *(1)*	ns	ns	— 0,24 *(3)*	ns
AA	ns	— 11,9 *(3)*	— 5,17 *(1)*	— 4,53 *(—)*	— 12,85 *(3)*
EA	ns	ns	+ 7,57 *(2)*	ns	ns
TA	+ 1,74 *(—)*	— 7,90 *(2)*	ns	— 7,35 *(1)*	ns

TABLE 12

Partial regressions of some mineral figures of grass (column 2) and of some differences in mineral pattern between dicotyledons and grass from the same small area (columns 3—6) on the p_H-KCl of the upper 2" layer of soil.
For an explanation of symbols see Table 8 and subscriptions to Table 4. Apart from those of % K in S_3 and % Na in BT all regressions have been expressed as milliequivalents per 1/10 unit of p_H. The regressions of the acid forming elements Cl, S and P proved to be either non significant or, incidentally, they did not show the same signs in the columns 3—6.

Terloops kan worden opgemerkt, dat in graslanden, waar zure urine en minder goede beenvorming frekwent bij het rundvee voorkomen, omdat de AA van het voer te laag en de EA te hoog is (9, 13), kalibemesting blijkbaar soms wel, doch bekalking meestal geen uitkomst kan bieden.

Tweezaadlobbigen kunnen blijkens de tabellen 4, 5, 6 en 7 het optreden van deze stoornissen wel beperken, doch hun positieve invloed op de AA van het voer zou volgens tabel 12 door bekalking worden verzwakt. Produktie van zure urine wordt dan slechts weinig tegengegaan. Dit geldt waarschijnlijk voor kruiden sterker dan voor klavers.

Bekalking heeft bij de meeste tweezaadlobbige proefgewassen geen belangrijke invloed op de procentgetallen. De verschillen in % K in S_3 en % Na in BT, die er bestaan tussen dicotylen en gramineeën van één standplaats, hangen slechts in één geval duidelijk met de zuurgraad van de zodelaag samen. Dit is van belang voor de kopziektefrequentie bij rundvee. Deze frequentie kan, met inachtneming van een aantal in § 9.4. te bespreken restricties, met behulp van een formule van 'T HART en KEMP (37) worden geschat. Na berekening van de in gras met 20 drooggewichtsprocenten tweezaadlobbigen te verwachten kopziektefrequenties werd de variatie der verkregen uitkomsten onderzocht. Dit geschiedde met meervoudige regressieberekeningen. Hierbij bleek, dat de pH geen belangrijke invloed op de kopziektebeschermende werking van tweezaadlobbige graslandplanten uitoefent.

7.3. *Andere vruchtbaarheidskenmerken*

Bij de afzonderlijke bewerking der acht groepen cijfers bleken de reacties van tweezaadlobbigen en gras op eenzelfde verandering in P-citroenzuurcijfer behoorlijk overeen te stemmen. Ten aanzien van veranderingen in de gehalten aan organische stof der zode (0—5 cm) was dit eveneens het geval. Geen van beide variabelen oefende statistisch zekere, bij de vier series monsters onderling overeenstemmende, invloeden uit op de verschillen tussen tweezaadlobbigen en gramineeën van eenzelfde standplaats.

De gehalten aan organische stof in de zode zijn echter blijkens § 4.2. meestal gecorreleerd met de magnesiumgehalten. Neemt men het magnesiumgehalte van de zode als zevende onafhankelijk variabele in de berekening op, dan blijkt dat een hoog gehalte aan organische stof het Mg-gehalte van gras verlaagt en de verschillen in magnesiumgehalte tussen tweezaadlobbigen en gras verkleint. Dit blijkt uit tabel 13. De tabel toont tevens dat een hoog Mg-gehalte in de zode de Mg-gehalten van het gras verhoogt en verschillen tussen dicotylen en gramineeën vergroot.

TABEL 13

De partiële regressies van het Magnesiumgehalte van gras (rij 1) en van de verschillen in Mg-gehalte tussen dicotylen en gras van dezelfde standplaats (rijen 2—5) op het Mg-gehalte van de zodelaag (0—5 cm). De regressie $b_{07.1....6}$ is uitgedrukt in milliaequivalenten Mg gewas per dpm Mg grond, de regressie $b_{06.1....5.7}$ in milliaequivalenten Mg gewas per pro mille organische stof.
De afkorting dpm betekent delen per miljoen. De overige tekens zijn verklaard in § 3.3.

Monsters van alle graslanden met *(Sampless of all grasslands with)*	Partiële regressie op	*(Partial regression on)*
	Mg-grond vóór org. stof *Mg content of the turf* ($b_{07.1....6}$)	Org. stof na Mg-grond *Organic soil dry matter* ($b_{06.1....5.7}$)
Gras *(Grass)*	+ 0,06 *(3)*	— 0,10 *(2)*
Plantago lanceolata	+ 0,10 *(3)*	— 0,37 *(3)*
Trifolium pratense	+ 0,09 *(—)*	ns
Trifolium repens	+ 0,23 *(2)*	— 0,57 *(3)*
Taraxacum "officinale"	+ 0,30 *(2)*	ns

TABLE 13

Partial regressions of the Mg-content of grass (row 1) and of the difference in Mg-content between dicotyledons and grass from the same small area (rows 2—5) on the Mg-content of the upper 2" layer of soil.
For an explanation of symbols see Table 2, the subscriptions to Table 4. The regression $b_{07.1.....6}$ is expressed as milliequivalents Mg in the crop per part per million Mg in the soil, the regression $b_{06.1....5.7}$ as pro mille organic soil dry matter per milliequivalent Mg in the crop.

Ogenschijnlijk reageren de magnesiumgehalten van tweezaadlobbigen en gramineeën dus zowel verschillend op de magnesiumhoeveelheden als op de hoeveel-

heden organische stof in de zode. Deze reactieverschillen zijn tot één te herleiden wanneer men, naar analogie van het kaligetal, een „magnesiumgetal" invoert. Hieronder is te verstaan de, volgens een zekere conventie bepaalde, hoeveelheid magnesium per eenheid organische stof. Tabel 13 maakt waarschijnlijk dat de magnesiumgehalten van tweezaadlobbigen feller reageren op een verandering van het Mg-getal dan grassen. In dit opzicht gedragen de proefgewassen zich ten aanzien van de chemisch verwante elementen K en Mg, blijkens § 7.1., op overeenkomstige wijze.

Uit een en ander volgt, dat de P-citroenzuurcijfers en gehalten aan organische stof in de zode (0—5 cm) in het algemeen weinig invloed hebben op de, in het voorgaande besproken, uit dierfysiologisch oogpunt belangrijke verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras van één standplaats. De verschillen in Mg-gehalte tussen die gewassen zijn echter het kleinst op gronden met een laag Mg-getal.

8. VERSCHILLEN TUSSEN PLANTESOORTEN

8.1. *De standplaats als geheel*

De tussen paardebloemen en gras berekende regressiecoëfficiënten verschilden wiskundig niet belangrijk van de uit vroeger verzameld materiaal (53, 54) berekende, zodat voor beide series evenwijdige regressielijnen zijn berekend. Blijkbaar hebben de paardebloemen in beide jaren op overeenkomstige wijze gereageerd op veranderingen in standplaats of leeftijd. Op dezelfde wijze bleek, dat de minerale samenstellingen van rode en witte klaver in gelijke mate door uitwendige omstandigheden worden beïnvloed. Dit zou men, gezien het voorgaande, een logisch gevolg van hun vrijwel gelijke adsorptiecapaciteit kunnen noemen.

Tussen bovengenoemde nieuwe regressies van paardebloemen en klavers op gras en die van weegbree op gras, vonden wij daarentegen wel wiskundig belangrijke verschillen. Rangschikt men de lange assen der puntenzwermen (m) naar afnemende helling, dan vindt men voor het kaliumprocentgetal de volgorde (paardebloem $\approx$ klavers) $>$ (weegbree) $>$ 1. Omdat de regressie van gras op zichzelf gelijk aan 1 is, kan men hiervoor ook schrijven: (paardebloem $\approx$ klavers) $>$ (weegbree) $>$ (gras). Voor het natriumprocentgetal vindt men op analoge wijze de volgorde (paardebloem $\approx$ weegbree) $>$ gras. De beide klavers nemen in het laatste geval waarschijnlijk een onduidelijke middenpositie in. Uit een en ander komt vast te staan, dat de verschillen in K- en Na-procentgetallen tussen paardebloemen en gras het meest, en die tussen weegbree en gras het minst van de niveaus in de plant afhankelijk zijn. Blijkens § 5.3. betekent dit waarschijnlijk, dat de paardebloem het optreden van kopziekte onder ongunstige omstandigheden veel minder goed kan tegengaan dan de weegbree.

Ook voor de afzonderlijke elementen, totalen en alkaliciteiten werd gevonden dat paardebloemen en weegbree zeer verschillend op veranderingen in groeistadium en/of standplaats reageren. Ten aanzien van de regressies van de vier basen, BT, EA en P_2O_5 komen weegbree en gras het meest en paardebloemen en gras het minst overeen. Voor Cl, S, ZT, AA en TA geldt juist het omgekeerde.

Er bestaan dus duidelijke verschillen tussen de dicotylen onderling. In het voorgaande is de kalitoestand van de zode één der belangrijkste bepalende factoren

voor de verschillen tussen tweezaadlobbigen en gras gebleken. Het ligt voor de hand, dat het kaligetal dan ook een rol zal spelen bij de verschillen tussen de tweezaadlobbigen onderling.

FIGUUR 1

Enige grafisch verbeterde partiële regressies van het kaliumprocentgetal (% K in S_3) op het kaligetal van de zodelaag. De getrokken lijnen stellen — van onderen naar boven gaande — achtereenvolgens voor: rode klaver, witte klaver, paardebloemen en gras. De gestippelde lijn heeft betrekking op smalle weegbree.

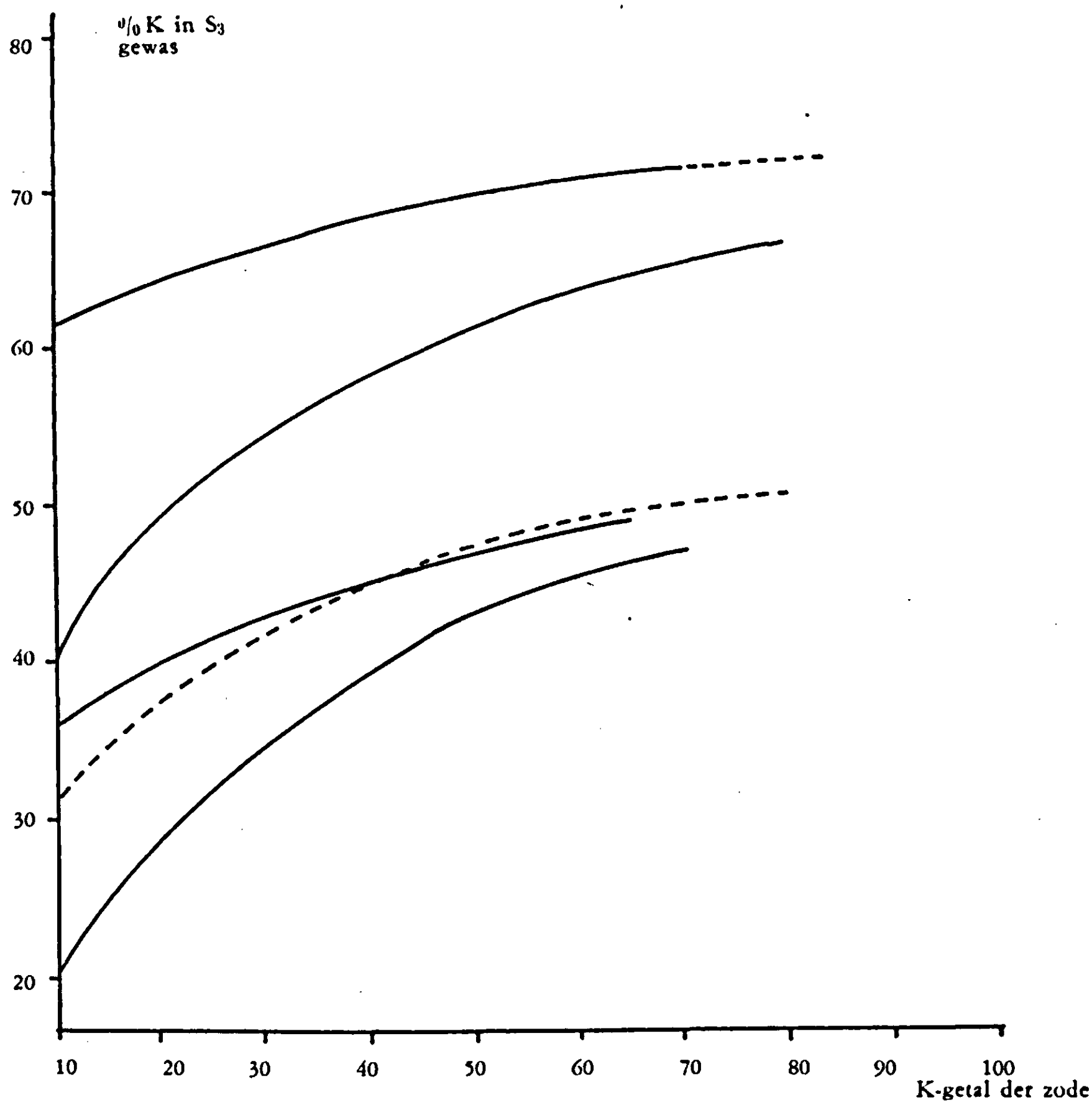


FIGURE 1

The curvilinear partial regressions of % K in $S_3 = \frac{100\ K\ meq}{K+Ca+Mg\ meq}$ *on the K-status of the upper 2" layer of soil. The latter has been defined in Table 4. Solid lines from the lowest line in order represent: red clover* (Trifolium pratense), *white clover* (Trifolium repens), *dandelion* (Taraxacum officinale) *and grass, respectively; the broken line refers to narrow leaved plantain* (Plantago lanceolata).

8.2. *Het kaligetal*

In § 7.1. is gebleken, dat de nivellering van de dierfysiologisch belangrijke verschillen tussen tweezaadlobbigen en gramineeën vooral een gevolg is van grote kaligetallen. Hetzelfde geldt voor de verschillen tussen de tweezaadlobbigen onderling. Figuur 1 laat zien, hoe de verschillen in kaliumprocentgetal afhankelijk zijn van het kaligetal van de zode. De lijnen in figuur 3 zijn verkregen door de langs numerieke weg berekende rechtlijnige partiële regressie (van het kaliumprocentgetal op het kaligetal van de zodelaag) grafisch te verbeteren. Dit geschiedde op de door EZEKIEL (24) beschreven methode.

Uit figuur 1 blijkt, dat er ook bij grote kaligetallen nog duidelijke verschillen in % K in S_3 tussen tweezaadlobbigen en gras bestaan. Ook tussen de dicotylen onderling bestaan echter duidelijke verschillen. Deze vindt men zowel in de niveaus als in de veranderingen van de kaliumprocentgetallen. Blijkens tabel 14 houdt geen van beide verband met de door RIEPMA (72) vermelde, aan ongepubliceerde cijfers van DE VRIES ontleende, verschillen in kaliminnendheid.

TABEL 14

Enkele rangorden der vier tweezaadlobbige proefgewassen. Een hoog rangnummer duidt op een sterke ecologische voorkeur voor kali (kolom 2), op een hoog gemiddeld kaliumprocentgetal (kolom 3) en op een felle reactie op veranderingen in het kaligetal van de zodelaag (kolom 4).

Plantesoort	Rangorde		
	Voorkeur voor kali	Niveau % K in S_3	Reaktie op Kaligetal
Trifolium repens	4	2—3	1—2
Taraxacum officinale	3	4	3—4
Trifolium pratense	2	1	3—4
Plantago lanceolata	1	2—3	1—2
	Preference for potassium	*Level of* $\frac{K}{K+Ca+Mg}$	*Response to K-status of soil*
	Numbers of rank		

TABLE 14

Some numbers of rank of the experimental four dicotyledoneous species. High numbers refer to strong ecological preferences to potassium (column 2), to high levels of % K in S_3 (column 3) and to high responses to the "Kaligetal" of the upper 2" layer of soil. The definition of the "Kaligetal" has been given in Table 11.

Uit de cijfers van DRAKE c.s. (19) kan verder worden afgeleid dat de adsorptiecapaciteit van onze 169 grasmonsters bij toepassing van zijn werkwijze ongeveer 22 à 27 zouden hebben bedragen. Dit alles maakt aannemelijk, dat de T-waarde van het gewas meer bepalend is voor de relatie tussen kaliumprocentgetal van het gewas en kalitoestand van de zode, dan de overwegend langs correlatief ecologische weg bepaalde voorkeur voor kali. Ten aanzien van pH en kalkminnendheid kwamen wij tot een soortgelijke veronderstelling. Indien deze hypothese juist is, zouden de uitwisselcapaciteiten van weegbree en paardebloemen bij bepaling volgens de methode DRAKE (19) respectievelijk ongeveer 43 en 35 moeten bedragen.

8.3. *Uitwisselcapaciteit en ecologie*

Omdat er nog zeer weinig vergelijkbare adsorptiecapaciteiten van tweezaadlobbige graslandplanten bekend zijn, lijkt het de moeite waard nader te onderzoeken of de T-waarde van een plantesoort verband houdt met haar edafische voorkeur. Tabel 15 geeft een overzicht van de — met twee uitzonderingen — aan DRAKE c.s. (19) ontleende uitwisselcapaciteiten van graslandplanten.

TABEL 15

Het absorptievermogen der wortels van enige soorten graslandplanten volgens DRAKE c.s. (19), alsmede de voorkeur van die soorten voor fosfaat, kali en kalk, volgens gegevens van DE VRIES (72).

[1]) Het adsorptievermogen is uitgedrukt in milliaequivalenten per 100 gram droge stof.

[2]) 5 = grootste frekwentie bij goede P-, K-, of Ca-toestand (de soort is duidelijk minnend)
0 = grootste frekwentie bij slechte P-, K-, of Ca-toestand (de soort is duidelijk mijdend)
x = geen duidelijke voorkeur; de soort is indifferent.

[3]) Latijnse namen, behalve die van weegbree en paardbloem, ongewijzigd overgenomen van DRAKE c.s. (19).

Groep	Botanische soort	Adsorptie-vermogen [1]) (T-waarde)	Voorkeur ten aanzien van [2])		
			P	K	Ca
Klavers (*Clovers*)	*Trifolium pratense* [3])	47,5	2	2—3	4—5
	Trifolium repens	43,4	4	4—5	3—4
Kruiden (*Herbs*)	*Plantago lanceolata*	45 (?)	1—2	1—2	4
	Taraxacum "officinale"	35 (?)	4	3	4
Grassen (*Grasses*)	*Phalaris arundinacea*	30,8	x	2—3	x
	Festuca elatior arundinacea	30,4	x	3	x
	Dactylis glomerata	24,9—25,6	x	4	5
	Bromus inermis	24,4—24,8	3	2—3	4—5
	Phleum pratense	22,6	3—4	5	3—4
	Arrhenatherum elatius	22,5	2	2	4—5
	Poa compressa	24,1	?	?	?
	Poa pratensis	21,6	4	4	3—4
	Agrostis alba	17,3	4	4—5	3—4
	Agrostis tenuis	16,3	2	3	2
Category	*Botanical species*	*Cation exchange capacities* [1])	P	K	Ca
			Ecological preference to [2])		

TABLE 15

The cation exchange capacities of the roots of some plant species of pasture, and also the ecological preferences of these species to P, K and Ca. These figures have been taken from DRAKE c.s. (19) and DE VRIES (72), respectively.

Notes: [1]) *The cation exchange capacities are expressed as milliequivalents per 100 grams of dry matter.*

[2]) *Most Latin names have been taken unchanged from DRAKE c.s. (19).*

[3]) *5 = most frequent in paddocks whose soils are rich in phosphorus, potassium, or* P_{II}, *respectively.*
0 = most frequent in paddocks whose soils are poor in phosphorus, potassium, or P_{II}, *respectively.*
x = no preference at all; ? = no observations.

In tabel 15 zijn de indicatiecijfers van DRAKE's plantesoorten tevens opgenomen. Deze cijfers, door RIEPMA (72) aan ongepubliceerd materiaal van DE VRIES ontleend, hebben betrekking op de voorkeur, die graslandplanten voor fosfaat, kali en kalk hebben.

De tabel geeft niet meer dan een zeer zwakke aanwijzing dat een lage uitwisselcapaciteit gepaard gaat met een iets grotere voorkeur voor een goede kalitoestand en voor een lagere pH. VENEMA (101) kwam op grond van literatuurgegevens juist tot een tegenovergestelde conclusie. De beperkte hoeveelheid thans beschikbare gegevens toont dus geen duidelijk verband aan tussen de adsorptiecapaciteit en het minnen of mijden van een plantesoort.

9. BETEKENIS VAN TWEEZAADLOBBIGE WEIDEPLANTEN

9.1. *Algemeen*

In § 5, 6 en 7 is aannemelijk gemaakt, dat tweezaadlobbigen de minerale samenstelling van weidegras min of meer, afhankelijk van de omstandigheden, kunnen verbeteren. Deze voorlopige conclusie zal in deze § kwantitatief worden uitgewerkt. Daartoe worden de minerale samenstellingen vergeleken van weidegras, dat respectievelijk voor 100 % en voor 90 of 80 drooggewichtsprocenten uit gramineeën, en voor 0, 10 of 20 % uit tweezaadlobbigen bestaat. Aangenomen wordt, dat de chemische samenstellingen van de in weidegras voorkomende dicotylen voor 55 % overeenkomen met die van witte klaver, voor 4 % met die van rode klaver, voor 35 % met paardebloemen en voor 6 % met weegbree. Deze cijfers verhouden zich ongeveer als de in tabel 2 vermelde algemene veelvuldigheden van deze dicotyle proefgewassen.

De gemiddelde samenstellingen, die gras en afzonderlijke tweezaadlobbigen onder variërende omstandigheden waarschijnlijk bezitten, zijn berekend uit 169 gras-, 69 weegbree-, 33 rode klaver- en 35 witte klavermonsters, alsmede uit de in 1956 verzamelde 34 paardebloemenmonsters. Met behulp van de in de tabellen 4, 5, 6 en 7 vermelde regressies van tweezaadlobbigen op gras, werd voor elke dicotyle soort nagegaan, welke ruw eiwitgehalten respectievelijk overeenkomen met 12, 17 en 22 % ruw eiwit in het gras. Uit de meervoudige regressievergelijkingen, die ook voor de vier soorten dicotylen zelf en voor de 169 grasmonsters werden opgesteld, werden vervolgens de verwachtingswaarden afgeleid, die onder dezelfde omstandigheden voor de minerale samenstellingen van alle 5 proefgewassen gelden. Hieruit konden de mineralenpatronen van het dicotylenmengsel, en van gras met en zonder 20 drooggewichtsprocenten van dat mengsel, worden berekend. Laatstgenoemde uitkomsten zijn vermeld in tabel 16.

Tabel 16 geeft dus een kwantitatieve benadering van de betekenis, die 20 drooggewichtsprocenten klavers en kruiden gemiddeld hebben voor de minerale samenstelling van weidegras en indirekt voor het vee. In verband met § 5, 6 en 7 is het duidelijk, dat deze benadering niet anders dan zeer globaal kan zijn. In de praktijk kunnen op afzonderlijke percelen belangrijke afwijkingen van de in tabel 16 vermelde cijfers voorkomen. Op het eerste gezicht schijnen de uit de tabel 16 af te leiden invloeden van 20 drooggewichtsprocenten dicotylen niet groot. Neemt men echter het gras als standaard (= 100 %), dan blijkt weliswaar,

TABEL 16

De gemiddelde minerale samenstelling van weidegras in diverse groeistadia, zonder en met 20 drooggewichtsprocenten tweezaadlobbigen. De gemiddelden gelden bij een gemiddelde decadetemperatuur van 14° C. en voor percelen met een in normale vruchtbaarheidstoestand verkerende zode.
verkerende zode. (K. get. = 30; pH—KCl = 6.0; P.ctr. = 70; % org. stof = 12; Mg-gehalte = 300 ppm.) Tenzij het tegendeel is vermeld, zijn de gemiddelden uitgedrukt in procenten van de zandvrije droge stof.

[1]) % re en % RE zijn respektievelijk de percentages ruw eiwit in de gramineeën alleen en in het weidegras als zodanig.

[2]) % Kz = verwacht percentage kopzieke koeien. Zie verder § 9.4.

	geen klavers of kruiden			20 % klavers en kruiden		
	12 % re [1])	17 % re	22 % re	12 % re	17 % re	22 % re
RE [1])	12,0	17,0	22,0	13,8	18,3	22,8
K_2O	2,98	3,31	3,65	3,13	3,43	3,71
Na_2O	0,17	0,23	0,29	0,27	0,31	0,35
CaO	0,57	0,67	0,76	0,87	0,94	1,01
MgO	0,20	0,22	0,25	0,25	0,27	0,29
BT (maeq)	994	1126	1258	1187	1294	1402
% K in S_3	66,6	66,6	66,6	61,6	61,9	62,6
% Na in BT	6,32	6,99	7,66	7,11	7,60	8,14
P_2O_5	0,74	0,84	0,94	0,74	0,83	0,93
Cl	1,24	1,24	1,24	1,27	1,26	1,25
SO_3	0,57	0,68	0,78	0,57	0,68	0,77
ZT (maeq)	793	862	930	803	863	922
AA (maeq)	202	259	315	255	303	350
EA (maeq)	—9	—9	—9	+124	+114	+105
TA (maeq)	193	250	305	379	417	455
% Kz [2])	4,0	3,6	3,2	1,5	1,5	1,4
	no clovers and herbs			*20 % clovers and herbs*		

TABLE 16

The mean mineral composition of herbage of pasture, with and without 20 dry weight percents dicotyledons. Mean values refer to a mean decade temperature of 14 degrees centigrade and to paddocks of normal chemical soil fertility. Unless the contrary is shown the contents are expressed as percentages of the silica free herbage dry matter.

Notes: [1]) *% re and % RE represent the percentages of crude protein of grasses only and of the total herbage of pasture, respectively.*

[2]) *% Kz represents the expected percentage of cows that would be attacked by grasstetany if during long periods within one grazing season only herbage would be consumed with a mineral constallation as indicated in the Tabel.*
According to 'T HART and KEMP (37) the following formula may be used: $\log (\% Kz + 1) = 7{,}199 \log (\% K \text{ in } S_3) - 0{,}981 \log (\% Na \text{ in } BT) - 11{,}642$; $R = 0{,}784$; $n = 158$.

For an explanation of symbols see Table 8 and subscriptions to Table 4.

dat 20 % tweezaadlobbigen de gehalten aan K_2O en zuurvormende elementen nauwelijks beïnvloeden, doch tevens dat zij de gehalten aan Na_2O en tweewaardige kationen respectievelijk met 20—60 % en 25—40 % verhogen. Een en ander is uiteraard van invloed op de totalen, alkaliciteiten en procentgetallen van weidegras en indirekt waarschijnlijk ook op gezondheid en produktie van rundvee.

Uit tabel 16 blijkt verder, dat 20 drooggewichtsprocenten tweezaadlobbigen onder normale omstandigheden het kationenoverschot van weidegras, ook wel genoemd de totale alkaliciteit TA, met ongeveer 150—180 milliaequivalenten per kilogram droge stof verhogen. Deze verhoging komt ongeveer overeen met 50 %. De alkalialkaliciteit AA en de EA worden respectievelijk verhoogd met 40—50 en 110—140 milliaequivalenten.

9.2. *Beengebreken*

Bij intensieve graslandcultuur onder Nederlandse omstandigheden is vooral de verhoging van de EA van praktisch belang. Deze varieerde in onze 169 grasmonsters van —170 tot +207. Gemiddelde en standaardafwijking van de EA bedroegen respectievelijk 8,2 en 70,4. Ongeveer 10 % van de grasmonsters bezat een EA die gelijk aan, of groter dan de in § 5.3. besproken, 118 was. Lagere waarden dan 50 acht BROUWER ongunstig. Dit betekent echter *niet* dat bij een *tijdelijk* lagere EA onmiddellijk stoornissen in de gezondheid van het vee zouden optreden.

In de EA der gramineeën viel weinig lijn te ontdekken. Alleen de P-citroenzuurcijfers en de gehalten aan organische stof van de zode hingen wiskundig betrouwbaar [$P < 0{,}05$ %] met de EA samen. Uit de regressievergelijking der grasmonsters EA = 8,2 — 0,78 (Pctr — 46) + 5,0 (% org. stof — 11,6) kan men berekenen, dat sterk negatieve aardalkalialkaliciteiten, zoals BROUWER (9—13) deze in kopziekteweiden vond, in Nederland op fosfaatrijke zandgronden geen uitzondering zijn. Op zulke percelen zouden 20 drooggewichtsprocenten tweezaadlobbigen meestal nog in staat zijn de EA van het voer positief te houden. Er zijn echter in Nederland slechts weinig percelen, waar zoveel dicotylen voorkomen. In de inleiding werd vermeld dat het gemiddelde drooggewichtspercentage tweezaadlobbigen in de Nederlandse grasmat ongeveer 12 bedraagt. Juist in kopziekteweiden, waar de EA meestal laag is, komen echter gewoonlijk minder, en soms zelfs helemaal geen klavers en kruiden voor. Hun massa is dan te klein om de EA van het voer positief, laat staan optimaal, te maken.

Tabel 11 geeft een zwakke aanwijzing dat eenzelfde hoeveelheid dicotylen de EA van het voer in voorjaar en herfst meer verhoogt dan in de zomer. In het laatste geval is de totale hoeveelheid tweezaadlobbige weideplanten echter groter (107). De misschien iets kleinere invloed per gewichtseenheid wordt dan door hun grotere massa sterk overtroffen. Afgezien van het seizoen is de invloed van tweezaadlobbigen op de EA van weidegras bij eenzelfde gehalte aan ruw eiwit in de gramineeën waarschijnlijk weinig aan systematische veranderingen onderhevig.

In ieder geval mag men wel verwachten, dat een hoeveelheid tweezaadlobbigen, overeenkomend met 10 à 15 drooggewichtsprocenten in de voorjaarsgrasmat onder Nederlandse omstandigheden een goede beenvorming bij het vee gewoonlijk sterk bevordert.

9.3. *Zure urine*

De alkalialkaliciteit der 169 grasmonsters varieerde van +10 tot +668; ge-

middelde en standaardafwijking bedroegen respectievelijk 253,4 en 92,5. Ongeveer 90 % van de monsters bezat een AA binnen de in tabel 8 aangegeven marge. De berekende regressievergelijking luidt:

$$AA = 253{,}4 + 11{,}25\,(x_1 - 15{,}9) + 11{,}37\,(x_2 - 13{,}8) - 0{,}35\,(x_5 - 46) - 2{,}5\,(x_6 - 11{,}6)$$

Hierin stellen x_1, x_2, x_5 en x_6 achtereenvolgens het gehalte aan ruw eiwit, de decadetemperatuur, het P-citroenzuurcijfer en het percentage organische stof van de zodelaag voor. De onbetrouwbaarheid der regressiecoëfficiënten was respectievelijk $< 0{,}5$ %, $< 0{,}05$ %, $2^1/_2$ à 5 %, en $^1/_2$ tot $2^1/_2$ %. Uit de vergelijking volgt, dat de AA waarschijnlijk het kleinst is in oud, eiwitarm gras, dat bij lage decadetemperaturen gegroeid is op humusrijke percelen met overdadige fosfaattoestand. Bij een gehalte aan ruw eiwit van 15, bij een decadetemperatuur van 8° C, bij een P-citroenzuurcijfer van 200 en een humusgehalte van 40 % is de AA waarschijnlijk ongeveer vijftig. Ze is dan ongeveer 50 beneden de in tabel 8 genoemde ondergrens. Hoewel deze waarde in ons materiaal slechts in enkele gevallen werd bereikt, zijn lagere alkalialkaliciteiten in Nederland geen uitzondering (9, 53, 54). Bij een AA van 50 zijn twintig drooggewichtsprocenten tweezaadlobbigen meestal nog juist voldoende om de in tabel 8 genoemde ondergrens, (die 100 bedraagt), te overschrijden.

In § 7.3. is opgemerkt, dat deze AA verhogende invloed van tweezaadlobbigen bij hoge pH afneemt. Voor het onderhavige tweezaadlobbigenmengsel (§ 9.1.) neemt het verschil in AA tussen tweezaadlobbigen en gras met ongeveer 80 milliaequivalenten per pH eenheid af. Bij een eiwitgehalte in het gras van 17 % en bij een pH—KCl van 6,0 bedraagt het verschil in AA tussen dit dicotylenmengsel en de gramineeën ongeveer 500 — 258 = 142. Per pH eenheid neemt de verhogende invloed van dicotylen op de AA van het voer dus aanzienlijk af.

De invloed van tweezaadlobbigen op de AA van het voer staat dus ver achter bij die op de EA. Als „Faustzahl" kan men aanhouden, dat 20 drooggewichtsprocenten dicotylen de AA van weidegras met 40 à 50 milliaequivalenten verhogen. De kansen op zure urineproduktie door weidend rundvee worden hierdoor slechts weinig verkleind. Anderzijds is de invloed van tweezaadlobbigen op een AA van weidegras, die reeds te hoog ($>$ 375) is, eveneens van weinig betekenis.

De invloed van dicotylen op de TA van weidegras kan min of meer uit het bovenstaande worden afgeleid. Zij is waarschijnlijk betrekkelijk weinig aan systematische veranderingen onderhevig.

9.4. *Kopziekte*

Op de laatste regel van tabel 15 zijn enige verwachtingswaarden van de kopziektefrequentie bij weidend rundvee vermeld. Zij werden met behulp van een door 'T HART en KEMP (37) gepubliceerde logarithmische regressievergelijking berekend uit de kalium- en natriumprocentgetallen van weidegras met en zonder 20 % dicotylen. Andere logarithmische regressievergelijkingen van deze onderzoekers (37) zouden ongeveer dezelfde verwachtingswaarden hebben opgeleverd. De belangrijkste conclusies van het geciteerde kopziekte-onderzoek werden bij voortzetting daarvan *in hetzelfde Utrechtse weidegebied* bevestigd. Bij andere weersomstandigheden dan in de proefjaren 1954 en 1955 en bij een andere gevoeligheid van rundvee voor kopziekte dan in het Utrechtse weidegebied kunnen de daar voorkomende kopziektefrequenties dus wel systematisch van de volgens

'T HART en KEMP (37) berekende verwachtingswaarden afwijken. Waarschijnlijk zal men echter geen grote fouten maken, wanneer men de formule gebruikt voor het onderling *vergelijken* van „minerale kwaliteiten" die monsters weidegras uit een oogpunt van kopziektebestrijding bezitten. Doet men dit, dan verkrijgt men de indruk dat *twintig* drooggewichtsprocenten van het in § 9.1. besproken tweezaadlobbigenmengsel op normaal vruchtbare percelen ongeveer in staat zijn de kopziektefrequentie met $^2/_5$ te verkleinen.

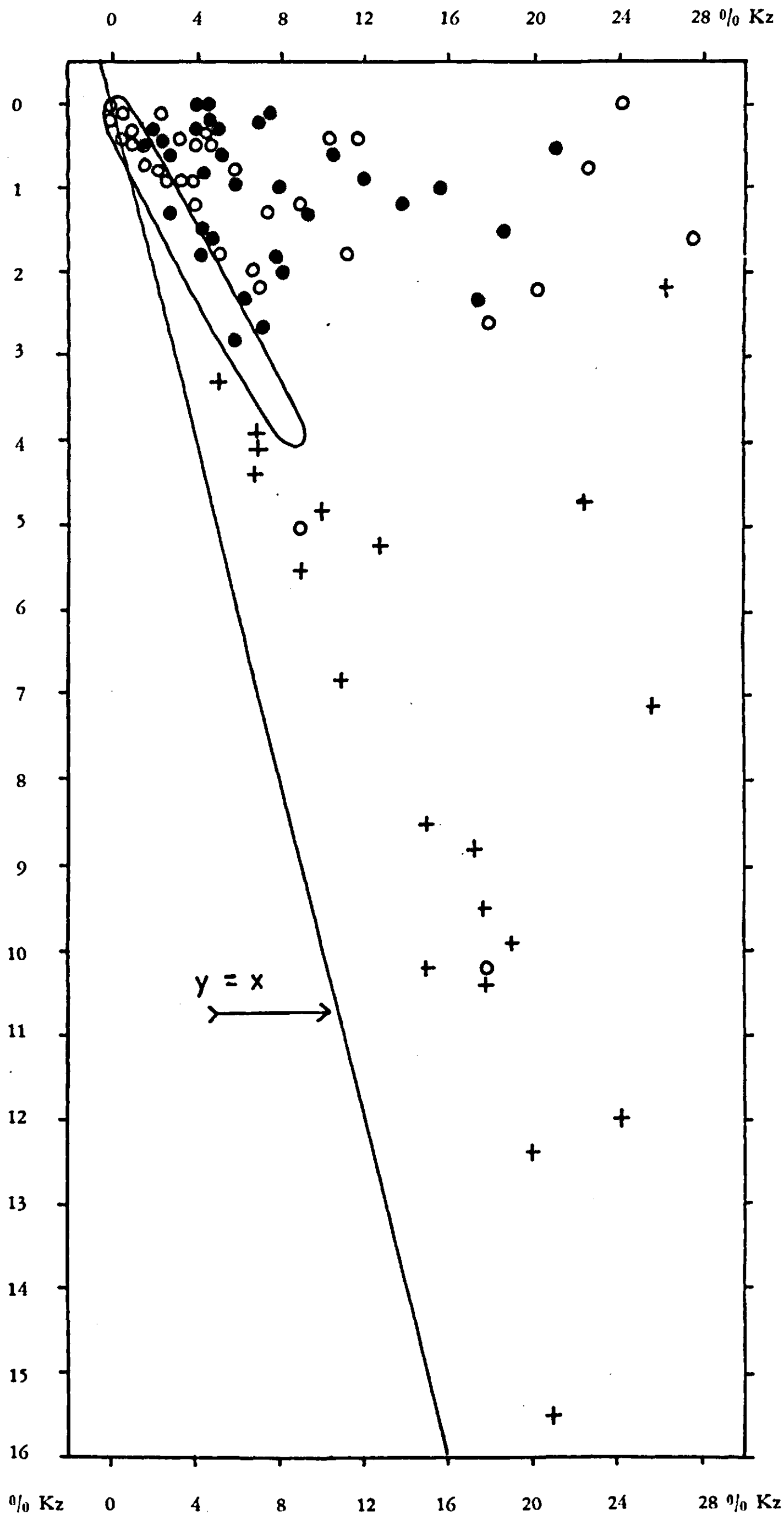
De figuren 2 en 3 laten zien, welke invloed *tien* drooggewichtsprocenten van een bepaalde tweezaadlobbige op bovengenoemde verwachtingswaarde der kopziektefrequentie uitoefenen. De getekende puntenzwermen wekken de indruk dat deze verwachtingswaarde evenredig afneemt, zolang de omstandigheden zo zijn, dat volgens 'T HART en KEMP (37) niet meer dan 20 % van de dieren door kopziekte zou worden aangetast. De procentuele vermindering van de kopziekteverwachting bedraagt dan voor 10 drooggewichtsprocenten weegbree ongeveer 45; voor eenzelfde hoeveelheid paardebloemen is ze echter slechts 10 %.

Tussen de beide klavers bestaat in dit opzicht geen onderscheid; zij verminderen bovengenoemde verwachtingswaarde der kopziektefrequentie met ongeveer 28 %.

Aan de voorgaande alinea ligt de stilzwijgend gemaakte veronderstelling ten grondslag dat het vee de kationen uit weegbree, klavers, paardebloemen en gras ongeveer even goed kan resorberen. Rattenproeven van ARMSTRONG c.s. (0) wekken echter de indruk dat de beschikbaarheid van de kalk in weegbree groter is dan die in klavers. In overeenstemming daarmede vonden ARMSTRONG c.s. (0) in weegbree de laagste oxalaatgehalten. Voor weegbree, rode klaver en *wilde* witte klaver vonden zij hoeveelheden oxalaat die respectievelijk overeenkwamen met 0,069; 0,138 en 0,500 % $(COOH)_2$. Dit maakt aannemelijk dat de verschillen in kopziektebestrijdende werking tussen weegbree en klavers — voor zover men die uit minerale samenstellingen kan afleiden — in de voorgaande alinea eerder onderschat dan overschat zijn.

Figuur 3 maakt waarschijnlijk, dat de „kopziektebeschermende werking" der klavers een maximale waarde bezit. Ten aanzien van weegbree en paardebloemen is er blijkens figuur 2 weinig reden het tegendeel te veronderstellen. Nadat de „maximale kopziektevermindering" bereikt is, treedt bij weegbree waarschijnlijk een abrupte daling op. Bij de klavers verloopt de daling gelijkmatig, zodat zij daar met meer zekerheid kan worden vastgesteld. Bij paardebloemen is de spreiding te groot om conclusies te kunnen trekken.

Opgemerkt moet worden dat de hierboven bedoelde maxima slechts in zeer extreme kopziekteweiden bereikt kunnen worden. In zulke weiden komen doorgaans zeer weinig dicotylen voor. Niettemin hebben vele rechts in de figuren gelegen beeldpunten betrekking op monsters die genomen zijn op standplaatsen die bij beoordeling op het oog weinig in vruchtbaarheid schenen te verschillen van de niet bemonsterde delen van die percelen. Dit geldt inzonderheid voor de in figuur 2 meest rechts gelegen drie punten. Opmerkelijk is voorts dat het meest rechts gelegen punt in figuur 3 een monster *rode* klaver betreft. Waarschijnlijk zouden rode en witte klaver, wanneer men hen onder zeer extreem kalirijke omstandigheden zou vergelijken, in dezelfde mate aanleiding geven tot het optreden van kopziekte bij rundvee. Uit tabel 14 blijkt, dat de uitwisselcapaciteiten der klavers gelijk, doch hun ecologische preferenties verschillend zijn. Vergelijkt men tabel 14 met de figuren 2 en 3, dan ontkomt men niet aan de indruk, dat de kopziektebeschermende werking van graslandplanten beter met hun T-waarde dan met hun ecologische voorkeur samenhangt.


0
4
8
12
16
20
24
28 % Kz
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
y = x
% Kz
0
4
8
12
16
20
24
28 % Kz

FIGUUR 2

De samenhang tussen de verwachtingswaarde van de kopziektefrekwentie in weiden zonder dicotylen (x) en van de vermindering daarvan (y) bij vervanging van 10 drooggewichtsprocenten gras door een gelijke hoeveelheid weegbree of paardebloemen.
Binnen de getekende ovaal en regelmatig daarover verdeeld liggen 49 monsters uit de weegbreeserie; de overige 20 monsters uit die serie zijn weergegeven door kruisjes. Open cirkeltjes stellen de monsters uit de paardebloemen voor. De zwarte stippen hebben betrekking op vroeger verzamelde monsters paardebloemen en gras (53, 54).

FIGURE 2

The relation between the percentage of tetanic cows (see Table 16) expected of cattle grazing pastures without dicotyledons (abscis) and the decrease cordinate) to be expected if the pasture would contain 10 % (dry weight basis) of Plantago *or* Taraxacum.
Within the oval are 49 pairs of samples from the plantain series regularly distributed; the other 20 pairs of these series are represented by crosses. Open circles refer to samples of dandelion-series; dots to previously published data on dandelion (53, 54).

Het bovenstaande heeft ook consequenties voor de praktische kopziektebestrijding. Blijkbaar kan een door ernstige bemestingsfouten sterk vergrote kopziektefrequentie, door inzaai van klavers of kruiden niet worden verkleind. In minder extreme „kopziekteweiden" zou het daarentegen uit een oogpunt van kopziektebestrijding wel de moeite waard kunnen zijn de hoeveelheid dicotylen door inzaai of anderszins te vergroten. Waarschijnlijk zijn dan de adsorptiecapaciteiten der klavers en kruiden doorslaggevend voor de mate, waarin eenzelfde hoeveelheid dicotylen de kopziektefrequentie verkleint. Uiteraard bepaalt de ecologische voorkeur van de eventueel in te zaaien soorten *wel* voor een belangrijk gedeelte de mate, waarin zij tot ontwikkeling zullen komen.

9.5. *Slotbeschouwing*

In het voorgaande is aannemelijk gemaakt, dat 10 à 20 drooggewichtsprocenten klavers en kruiden de kansen op het optreden van kopziekte, natriumgebrek en beengebreken aanmerkelijk kunnen verkleinen. Uiteindelijk wordt de landbouwkundige waarde van tweezaadlobbigen echter door een groter aantal factoren dan alleen de minerale samenstelling bepaald. Behalve de gehalten aan *spoorelementen* moeten hier als belangrijkste factoren worden genoemd: *voederwaarde, opbrengst, smakelijkheid* en *concurrentievermogen.* Aan enkele van deze factoren zal in deze slotbeschouwing enige aandacht worden geschonken.

Het niet gepubliceerde deel van dit onderzoek maakt waarschijnlijk, evenals de literatuur (5, 6, 17, 53, 54, 64, 89, 95, 96, 101), dat dicotylen meer koper en kobalt bevatten dan grassen. Waarschijnlijk zijn ook hun gehalten aan ijzer, zink en mangaan hoger (34, 64, 91, 95, 96, 101).

Volgens DEYS c.s. (17) is het in het voer aanwezige koper waarschijnlijk beter voor het vee beschikbaar, wanneer het verschil (Ca-S-P) positief of zwak negatief is, dan wanneer dit sterk negatief is. In verband met de tabellen 4, 5, 6 en 7 zou volgens DEYS c.s. (17) uit het bovenstaande moeten volgen, dat dicotylen de kansen op weidediarree als gevolg van kopergebrek belangrijk kunnen verkleinen, niet alleen omdat zij meer koper bevatten, maar ook omdat zij een gunstiger (Ca-S-P) bezitten.

FIGUUR 3

De samenhang tussen de verwachtingswaarde van de kopziektefrekwentie in weiden zonder dicotylen (x) en de vermindering daarvan (y) bij vervanging van 10 droog-gewichtsprocenten gras door een gelijke hoeveelheid rode of witte klaver.
Binnen de getekende ovaal liggen 23 monsters uit de serie rode klaver; de overige monsters uit die series zijn weergegeven door stippen. De kruisjes stellen de monsters uit de serie witte klavermonsters voor.

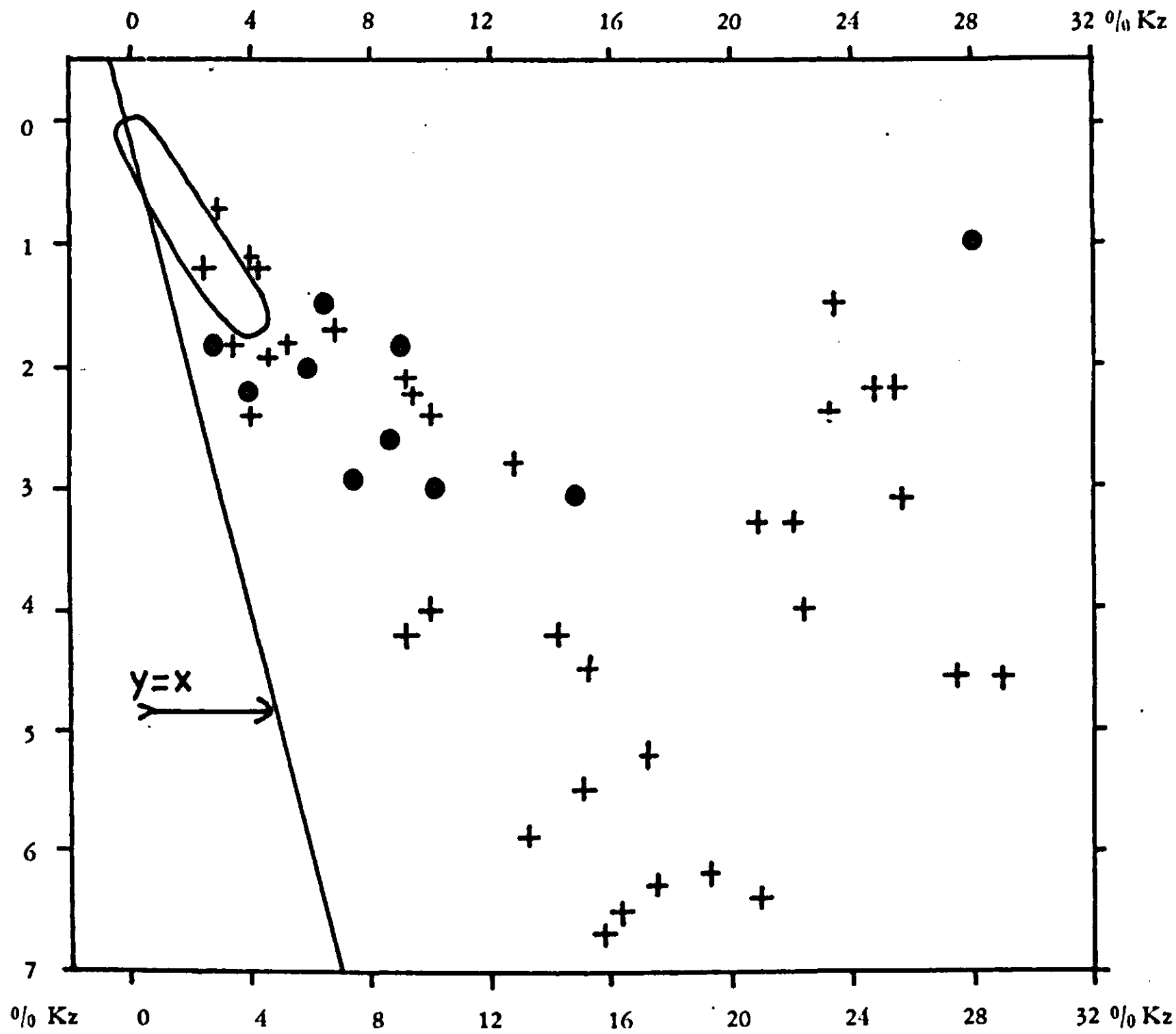


FIGURE 3

The connection between the percentage of tetanic cows (see Table 16), expected if cattle graze in pastures without dicotyledons (abscis) and the decrease (ordinate), to be expected if the pasture contained 10 % dry weight basis of Trifolium pratense *or* Trifolium repens.
Within the oval are 23 pairs of samples from Trifolium pratense *series regularly distributed; the other pairs of these series are represented by dots. Crosses refer to samples of* Trifolium repens *series.*

Voor zover ons bekend is, zijn er geen vergelijkende voederproeven verricht met tweezaadlobbige graslandplanten enerzijds en grassen uit dezelfde of vergelijkbare percelen anderzijds. Toch neemt men dikwijls aan, dat de voederwaarde van dicotylen groter is dan die van gras. De analyses van de organische stof van onze gewasmonsters maken dit ook wel aannemelijk. In § 5.1. werd reeds opgemerkt dat de gehalten aan ruw eiwit van klavers en paardebloemen gemiddeld

hoger zijn dan die van gras. Omdat deze dicotylen minder snel verouderen dan gramineeën, zijn deze verschillen in ruw eiwitgehalte, vooral in lang gras en dus ook in hooi, van betekenis. De gehalten aan ruw eiwit van weegbree stemmen in alle groeistadia ongeveer met die van het haar omringende gras overeen.

De gehalten aan ruwe celstof zijn bij alle dicotylen lager dan die van gras uit dezelfde weiden. Met behulp van regressievergelijkingen, ten dele gebaseerd op één voederproef met één hamel van SMELKUS (84) hebben wij de zeer globale indruk verkregen (53), dat de zetmeelwaarde van paardebloemen gemiddeld niet veel verschilt van de ZW van het omringende gras. Voor rode en witte klaver kan op grond van een groter aantal te zijner tijd te publiceren gegevens [1]) wel worden geconcludeerd, dat de zetmeelwaarde hoger is dan die van gras uit dezelfde percelen. Van smalle weegbree zijn geen verbeteringscoëfficiënten bekend.

In het algemeen wordt de landbouwkundige waarde van klavers, op grond van hun grotere voederwaarde en bodemverbeterende werking, hoger aangeslagen dan die van kruiden. De ervaring leert echter, dat klavers op diverse gronden dikwijls slecht willen gedijen. Hun drooggewichtspercentage blijft daar laag, ook indien weinig of niet met stikstof wordt gemest. Waarschijnlijk staan bodemkundige en fytopathologische oorzaken (51) daar een verdere toeneming in de weg.

Diverse buitenlandse auteurs (zie 16, 23, 33, 34, 40, 50, 62, 67, 87, 88, 90, 91), waaronder prominenten als STAPLEDON (87, 88) en DAVIES (16) hebben omstreeks 1949 daarom de inzaai van kruiden in grasland overwogen of zelfs aanbevolen. In Nederland is GRASHUIS (32) deze onderzoekers bijgevallen. Het eerste enthousiasme luwde echter al spoedig.

In oudere proeven met smalle weegbree (63) en duizendblad (66) was reeds gebleken, dat deze kruiden een ongunstige invloed op de droge stof produktie van grasland uitoefenen. THOMAS en medewerkers (92, 94, 96) vonden, dat ook een gemengd kruidenbestand de opbrengst van grasland verlaagt. In hun proeven, die gedurende de laatste jaren in het klassieke Cockle Park werden genomen, bleek dat deze daling aanzienlijk wordt, wanneer de drooggewichtspercentages kruiden groter worden dan 10 à 20. Ten aanzien van de paardebloem geven de recente cijfers van KIRCHNER (47) eveneens een zwakke aanwijzing in die richting.

Tot dusver zijn er nog geen proefverslagen gepubliceerd, die doen uitkomen dat bovengenoemde lagere brutoprodukties door hogere verteerbaarheden of rendementen gecompenseerd worden. BLAXTER en FRENCH (3) vonden daarentegen wel, dat een veelzijdig menu geen beter rendement te zien gaf dan een eenzijdig samengesteld rantsoen. In oudere proeven werden aanwijzingen verkregen, dat de verteerbaarheid van het ruw eiwit in weidegras met veel tweezaadlobbigen (53, 62) — en/of de biologische waarde daarvan (7, 93) — eer lager dan hoger is dan in weidegras zonder dicotylen. Daar tegenover staat, dat vele auteurs (o.a. 34, 56, 57, 58, 66, 67) allerlei eetlustverhogende, melkdrijvende en zelfs genezende eigenschappen aan diverse kruiden toeschrijven. Hieromtrent is echter nog zeer weinig daadwerkelijk onderzoek verricht. BROUWER (9) merkt zeer terecht op: „Men spreekt er veel over; maar wetenschappelijk staat er weinig van vast".

In vijf proeven hebben wij getracht (103) de opbrengsten van paardebloemen, smalbladige weegbree, duizendblad en karwij bij drie stikstofhoeveelheden te vergelijken met die van een standaardmengsel voor inzaai van blijvend grasland

---

[1]) KLEY, F. K. VAN DER, Over de voederwaarde van klavers in grasland. Landbouwk. Tijdschrift 69 (1957): *ter perse.*

op normaal vochthoudende gronden. Dit mengsel van gras- en klaverzaden (BG-5) is sedert enige jaren in de Rassenlijst voor Landbouwgewassen vermeld. De proeven werden zowel op klei- als op zandgrond genomen. Tijd en wijze van grondbewerking, inzaai, bemesting en verpleging kwamen overeen met de in de praktijk bij de aanleg van blijvend grasland gebruikelijke. Er werd geen dekvrucht gebruikt. Onder deze omstandigheden lieten opkomst en ontwikkeling der kruiden, ondanks de goede kiemkracht van het zaad, te wensen over. Alleen van de weegbree werd in enkele gevallen een hogere relatieve bedekkingsgraad (gras = 100) dan 75 verkregen. De opbrengsten der kruiden, weegbree inbegrepen, bleven daardoor belangrijk achter bij die van het standaardmengsel van grassen en klavers.

Bij de inzaai van bovengenoemde kruidensoorten in nieuw aan te leggen grasland deden zich dezelfde moeilijkheden voor. Hogere drooggewichtspercentages dan $^1/_2$ à $1^1/_2$ werden hierbij slechts in één van de 12 gevallen verkregen. Dit betrof een — in samenwerking met het Rijkslandbouwconsulentschap voor Zuid West Friesland — nabij Heeg op knipgrond aangelegde proef (ZWF 609). Op dit perceel liet de grasgroei echter aanvankelijk veel te wensen over. Toen deze eenmaal op gang begon te komen, werden de ingezaaide weegbree- en paardebloemenplanten snel door gramineeën verdrongen.

In de hierboven besproken, gedeeltelijk met kruiden bevattende mengsels ingezaaide percelen blijvend grasland, werden de perceelsgedeelten met en zonder kruiden gewoonlijk tezamen beweid. Het rundvee vertoonde daarbij geen bijzondere voorkeur voor één van beide mengsels, of voor de afzonderlijke kruidenplanten. Er werden evenmin aanwijzingen verkregen dat de aanwezigheid van kruiden van invloed was op de hoeveelheid beweidingsresten.

In Schotland vonden TRIBE c.s. (97) dat de aanwezigheid van kruiden evenmin van invloed was op het gedrag van weidend vee.

Uit een en ander volgt, dat het in het algemeen bij intensieve graslandcultuur weinig betekenis heeft, zaden van kruiden toe te voegen aan gras- en klaverzaadmengsels. Beter is het, de omstandigheden zo te maken, dat de ingezaaide klavers en de van nature in grasland voorkomende kruidensoorten zich kunnen ontwikkelen en zich daarna op het gewenste niveau kunnen handhaven. Wanneer niet te zwaar met stikstof wordt gemest (70, 85) en men het gras regelmatig in een jong groeistadium laat afweiden, kan in dit opzicht veel worden bereikt.

10. SAMENVATTING EN SLOTCONCLUSIES

In 169 Nederlandse graslandpercelen van uiteenlopende vruchtbaarheid werden telkens op minder dan 10 cm onderlinge afstand monsters genomen van dicotylen enerzijds, van gramineeën en grond (0—5 cm) anderzijds. De verbanden tussen de minerale samenstellingen der gewassen enerzijds en de chemische bodemvruchtbaarheid anderzijds werden met behulp van enkel- en meervoudige regressieberekeningen bestudeerd. Bij de bespreking der aldus langs statistische weg verkregen uitkomsten is zowel aandacht geschonken aan hun ecologische aspecten als aan hun landbouwscheikundige oorzaken en dierfysiologische gevolgen. In een afzonderlijk hoofdstuk (§ 9) is de nadruk vooral gelegd op praktische consequenties voor de Nederlandse veehouderij.

Bij een en ander is, behalve van de elementen K, Na, Ca, Mg, P, Cl en S, gebruik gemaakt van de volgende, vooral door BROUWER en medewerkers (8—14) gehanteerde grootheden:

Basentotaal of kationensom	(BT) =	K+Na+Ca+Mg
Zurentotaal of anionensom	(ZT) =	Cl+S+P
Alkalialkaliciteit	(AA) =	K+Na—Cl—S
Aardalkalialkaliciteit	(EA) =	Ca+Mg—P
Totale alkaliciteit of kationenoverschot	(TA) =	BT—ZT = AA+EA
Kaliumprocentgetal	(% K in S_3) =	$\frac{100\ K}{K+Ca+Mg}$
Natriumprocentgetal	(% Na in BT) =	$\frac{100\ Na}{K+Na+Ca+Mg}$

Voor de berekening van bovenstaande grootheden werden alle gehalten uitgedrukt in milliaequivalenten per kilogram zandvrije droge stof.

Gevonden werd, dat tweezaadlobbige weideplanten zich *gemiddeld* van de hen omringende gramineeën voornamelijk onderscheiden door hoge gehalten aan Na_2O, CaO en MgO, en als gevolg daarvan ook door een groter BT, natriumprocentgetal, EA en TA en door een kleiner kaliumprocentgetal. De verschillen in minerale samenstelling van tweezaadlobbigen en gras bleken echter verre van constant. Berekend werd, dat de mineralenpatronen van tweezaadlobbigen, vooral die van de paardebloem, veel feller reageerden op een verandering der kalitoestand in de zode, dan die der gezamenlijke gramineeën. Voor een verandering van de zuurgraad geldt waarschijnlijk het omgekeerde.

Een en ander voldoet aan de, met behulp van literatuurgegevens opgestelde werkhypothese (§ 5.2.) dat de preferentie K > Na > Mg > Ca bij de opneming van ionen het grootst is bij gewassen met een lage adsorptiecapaciteit van de wortel. Deze hypothese impliceert, dat de verhouding van ieder element tot alle daarop volgende bij plantesoorten met grote uitwisselcapaciteiten, zoals tweezaadlobbigen, nauwer zal zijn dan bij soorten met lage T-waarden, zoals gramineeën.

Smalle weegbree, alsmede rode en witte klaver bleken zich in hun mineralenpatronen meer van gramineeën te onderscheiden dan paardebloemen. Dit betreft niet alleen hun *gemiddelde* minerale samenstelling, maar ook hun mineralenpatronen bij hoog kaligetal van de zodelaag. Er werden aanwijzingen verkregen dat een en ander waarschijnlijk meer met de uitwisselcapaciteit van hun wortelstelsel samenhangt, dan met hun langs correlatief ecologische weg bepaalde voorkeur voor plantenvoedende stoffen. Tussen uitwisselcapaciteit en ecologische voorkeur van een aantal plantesoorten werd geen correlatie gevonden.

Berekend werd, dat tweezaadlobbige graslandplanten in de meeste weiden de kans op het optreden van kopziekte evenredig verkleinen. Tien drooggewichtsprocenten weegbree zijn dan waarschijnlijk in staat de kopziektefrequentie met bijna de helft te verminderen. Eenzelfde hoeveelheid paardebloemen doet de kopziektefrequentie echter slechts met $^1/_{10}$ afnemen. Tussen rode en witte klaver bestaat in dit opzicht geen onderscheid; zij verminderen het kopziektegevaar met ongeveer $^1/_5$. Deze globale cijfers gelden echter slechts zolang de omstandigheden zo zijn, dat per jaar niet meer dan 20 % der in zo'n weide grazende runderen door kopziekte wordt aangetast. In weiden, waar de kopziektefrequentie groter is,

komen meestal weinig of geen dicotylen voor. Indien zij daar toch aanwezig zijn, is hun kopziektebeschermende werking per drooggewichtsprocent blijkens de figuren 2 en 3 minimaal; soms ontbreekt zij bijna geheel.

Er werd voorts geconcludeerd, dat een hoeveelheid tweezaadlobbigen, overeenkomende met 10 à 15 drooggewichtsprocenten in de voorjaarsgrasmat, onder Nederlandse omstandigheden zeer bevorderlijk is voor een goede beenvorming bij het vee.

De invloed van tweezaadlobbigen op de alkalialkaliciteit (AA) van het voer, en indirekt op het optreden van zure urine of bloedwateren bij weidend rundvee, staat ver achter bij die op de EA van het voer. Hun invloed op de totale alkaliciteit (TA) van weidegras is waarschijnlijk betrekkelijk weinig aan systematische veranderingen onderhevig.

De slotbeschouwing van het overwegend op de praktijk gerichte hoofdstuk 9 is van meer algemene aard. De resultaten van inzaaiproeven van kruiden, zowel in monocultuur als in mengteelt met grassen en klavers, zijn daar kort besproken. De conclusie luidt, dat het in het algemeen bij intensieve graslandcultuur weinig betekenis heeft zaden van kruiden toe te voegen aan gras- en klaverzaadmengsels. Daarentegen kan het, blijkens dit proefschrift, wel aanbeveling verdienen het grasland zo te behandelen, dat de ingezaaide klavers en de daar van nature in voorkomende eetbare kruidensoorten zich geleidelijk kunnen ontwikkelen en zich daarna op het gewenste niveau kunnen handhaven.

11. THE EFFECTS OF CLOVERS AND HERBS ON THE MINERAL COMPOSITION OF GRASS DOMINANT PASTURE

Summary see p. 47

11.1. *Introduction* (§ 1)

The mean dry weight percentages of legumes and herbs in Dutch pasture herbage are estimated as 6 and 6, respectively. These amounts tend to decrease as management becomes more intensive. It is therefore desirable to check the supposition that the balanced sward with grasses, legumes and herbs meets the requirement of animals for minerals better than does pasture containing grasses only. In the Netherlands two points are of major importance:

(1) To what extent can clovers and herbs, if occurring in Dutch *intensively treated* grasslands, improve the mineral composition of pasture?

(2) How are their effects on the mineral composition of herbage affected by time of defoliation, season and soil fertility?

This thesis deals mainly with these two problems.

11.2. *Literature* (§ 2)

It is concluded from the literature in English, German and Dutch that only a few non-biassed estimations of the mineral contents of individual dicotyledons and of the grasscrop have been made.

11.3. *Experimental* (§ 3 and 4)

Materials for chemical analysis were obtained in a total of 169 fields. At each field separate samples of one dicotyledoneous species, of the associated grasses and of the soil (0—2″ layer) were obtained within areas which did not exceed 16 square inches in size.

Samples of the same number were taken simultaneously by three men in the same paddocks and not further than 4″ from each other. The dicotyledons examined were *Plantago lanceolata L.* (narrow leaved plantain), *Trifolium pratense L.* (red clover), *Trifolium repens L.* (white clover) and *Taraxacum officinale Weber* (dandelion). As shown in *Table 1* these are the most important species other than grasses in Dutch pastures. Stage of growth and soil fertility varied greatly at time of sampling, as shown in *Table 2.*

Comparisons were made between the mineral composition of dicotyledons and that of associated grasses. Regressions of clovers and herbs on the grass and corresponding correlations have been calculated. An explanation of the symbols used has been given in the subscriptions to *Table 4.*

Differences in mineral characteristics, explained in *Table 8,* between dicotyledons and the associated grasses have also been measured. Its variance was analysed with the aid of multiple regression methods. The seven independent variates are explained in *Table 2.* In *Table 3* it is shown that their partial correlations were in general rather low. After being squared only the correlation between organic matter (x_6) and Mg contents of the soil (x_7) exceeded 0,39; in the four series of samples we found $0{,}39 < r^2_{67.1 \ldots\ldots 5} < 0{,}60$.

11.4. *Results and discussion* (§ 5—8)

It is concluded from the *tables 4, 5, 6* and 7 that the mean contents of Na_2O, CaO and MgO are higher in dicotyledons than in the grasses. As a consequence their mean total base content BT, base excess TA, alkaline earth alkalinity EA and their % Na in BT are also higher, whilst their % K in S_3 is lower. The meaning of these symbols is shown in *Table 8.* BROUWER (12) has explained them and their importance in animal physiology in detail.

The sixth column of *tables 4, 5, 6 and 7* shows, however, that most physiologically important differences between dicotyledons and grass depend mainly on the levels of mineral characteristics in the plants. According to § 3.3. this will be the case if the tangent m, shown in the last column of the tables 4, 5, 6 and 7 differs significantly from one, so that $\varphi \neq 45°$. To explain these results in § 5.2. a working hypothesis has been derived partly from Donnan-equilibria and this is checked with experimental data from plant physiological work. The hypothesis is, that the preference K > Na > Mg > Ca is greatest with cation intake by crops having low cation exchange capacities in their roots. In such plants, for instance grasses, the ratios of each cation to all those following in the series are normally wider than in species with higher cation exchange capacities, for instance clovers and herbs.

In § 5.3. these results are discussed from the point of view of animal requirements for minerals. Estimates of good mineral pattern of herbage are shown in *Table 8.* It is concluded that the improvement of pasture herbage by dicotyledoneous plants may often be smallest when the composition of the grass is most critical. This would be the case if the relations of mineral pattern of forage to frequency of disturbances of animal health were rectalinear.

In § 6 it is concluded from *Table 9* that small differences between dicotyledons and grasses are most frequent when crops are cut or grazed at a rather early stage of growth. According to *Table 10,* with constant contents of crude protein high decadetemperatures would also level down most differences. Since dicotyledons, particularly clovers, are more frequent in pasture in summer than in spring and autumn, their joint effect will probably be at least as high in summer as in other seasons.

In § 7 the K-status of the soil (explained in *Table 11*) proved to be the main source of variation in differences between dicotyledons and grasses. It is concluded *(Table 11)* that the physiologically more important differences in mineral composition between dicotyledons and grasses are smallest in paddocks, whose turf is, too high in potassium. *Table 12* shows that some of these differences were also smaller with high pH; the effects of pH were fairly large. Far less important were the effects of Phosphorus status and contents of organic matter in the turf. Differences in Mg-content of crops are concluded *(Table 13)* to be highest in paddocks with soils high in exchangeable magnesium and low in organic matter.

Figure 1 in § 8 shows the differences between experimental crops in their mean % K in $S_3 = \frac{100 \text{ K meq}}{\text{K+Ca+Mg meq}}$ as affected by the K-status of the soil. It is concluded that mutual differences between dicotyledons are considerable. According to *Table 14* the order red clover (1), white clover and plantain (2—3), dandelion (4) and grass (5) does not correspond with the rank in ecological preferences for potassium. There was a slight indication that the % K in S_3 of a species and the cation exchange capacity of its roots were better correlated. As to the contents of CaO in plants, pH of turf and ecological preferences for lime similar conclusions might be drawn. For the greater number of crops it is concluded *(Table 15)* that cation exchange capacities of plant roots and ecological preferences are not correlated.

11.5. *General discussion and conclusions* (§ 9)

Table 16 shows the mineral composition of pasture consisting of grasses only, and of these containing 20 % of clovers and herbs. For obtaining these data it has been supposed that the mineral patterns of dicotyledons in the "mean pasture" of Table 16 would be met by proportions of white clover, dandelion, red clover and plantain of 55 %, 35 %, 4 % and 6 %, respectively. The ratio of these percentages has been derived from *Table 1*, referring to the frequency of these dicotyledoneous species in Dutch permanent pasture. It is concluded from *Table 16* that 20 % of dicotyledons on a dry matter basis increases the cation excess of grass by about 50 %. Since the alkali-alkalinity AA is increased by 40—50 meq/kg dry matter only, the frequency of acid urine production by cattle and haemoglobinurea will probably be reduced only slihgtly. Such a reduction is expected to be small especially in paddocks with high soil pH. More important is the change in alkaline earth alkalinity EA. This is increased by 55—70 meq/kg dm for each increase in the dicotyledons which amounts to 20 % of the dry matter yield. As EA is often too low in Dutch conditions, good development of the bones of grazing cattle will be favoured by the present of dicotyledons to the extent that will contribute 20 % of herbage dry matter yield in spring. Furthermore it may be seen from *Table 16* that the expected number of cows attacked

by grass tetany will probably be reduced by about half by *twenty* percent of clovers and miscellaneous herbs.

Figure 2 shows that narrow leaved plantain may reduce the expected number of tetany cases by about four times as much as the same amounts of dandelions may be expected to do. *Figure 3* suggests that red and white clover do not differ in that 10 % clovers are expected to decrease the number of tetany cases by about 1/5. The *Figures 2* and *3* suggest that these decreases of tetany cases are probably proportional, unless 20 % or more of milking cows suffers attacks of tetany when they graze contineously in pasture containing grasses only. If occurring in pasture where the incidence of tetany is higher, their *specific* tetany protecting value would be very low or even about zero (see Figures 2 and 3).

The last part of § 9. discusses some general problems with regard to herbs and clovers in pasture. The conclusion, drawn from several Dutch trials, is that seeding of herbs together with grasses and clovers is of no value in *the intensive grassland husbandry conditions of the Netherlands.* It is recommended, however, that reseeded grassland should be managed in such a way that the clovers and volunteer herbs will better be able to compete with grasses and will increase to the point where they will contribute 20 % of the dry herbage yield. This can best be done if the sward is grazed frequently in early stages of growth, in particular during the first years. Moreover, heavy applications of nitrogen in the course of the first grazing seasons should be avoided.

11.6. *General summary* (§ 10).

During spring and early summer 1956 in paddocks of widely different soil fertility three non-biassed samples, one of dicotyledons, one of associated grasses and one of the soil were obtained on 169 occasions. The dicotyledons were *Plantago lanceolata, Trifolium pratense* and *T. repens,* and *Taraxacum officinale.* Their mineral compositions were compared with that of the corresponding grass samples. The variance of the differences between dicotyledons and grass has been analysed. Partial regressions of these differences on stage of growth, temperature and soil conditions have been calculated. The number of independent variates was 6 or 7. Plant nutritional aspects of the figures obtained as well as their consequences in animal physiology have been discussed.

Clovers and herbs proved to be higher than grasses in contents of Na_2O, CaO and MgO, in cation excess, alkaline earth alkalinity, and to a lesser extent also in alkali alkalinity. If occurring in grass dominant swards they may therefore *normally* give a certain protection against grass tetany and, to a lesser extent, also against acid urine. Furthermore they would favour good bone development.

The actual differences between dicotyledons and grasses varied greatly, however. The effects of herbs and clovers on the incidence of grass tetany may often be small or even non-existant. In particular this may be the case if they occurred in intensively treated grasslands that are cropped in early stages of growth and whose soils are extremely high in exchangeable potassium.

This is explained by the observation that the preference K > Na > Mg > Ca is normally greater with cation intake by grasses than by dicotyledons. It is suggested that this might be related to the cation exchange capacities of plant roots. At higher increments of soil K the effect of root cation exchange capacity on K uptake decreases. Differences between dicotyledons were not related to ecological preferences for minerals, but they may also be correlated with cation exchange capacities of plant roots.

LITERATUUR

0. ARMSTRONG, R. H., B. THOMAS & K. HORNER, J. Agr. Sci. **43** (1953): 337—342.
1. BENDER, H., Nährstoffertrag des Dauergrünlandes. Berlin (1940): 139; zie (50).
2. BERGH, J. P. VAN DEN & D. M. DE VRIES, Versl. CILO over 1954: 49—55.
3. BLAXTER, K. L. & T. H. FRENCH, J. Agr. Sci. **34** (1944): 217—222.
4. BOSCH, S., Versl. CILO over 1953: 59—63.
5. BOSCH, S., Eur. Grassl. Conf. OEEC, Paris (1954): 191—195.
6. BOSCH, S., Infelder Schriftenreihe **1** (1956): 46—50.
7. BOSCH, S. & F. K. VAN DER KLEY, Gestenc. Meded. CILO (1955) nr. 10: 14—16.
8. BRANDSMA, S., Meded. Landbouwhogeschool **54** (1954): 245—309.
9. BROUWER, E., De veevoeding in nieuwe banen (1951): 108—130.
10. BROUWER, E., Maandbl. Landbouwvoorlichtingsdienst **51** (1951): 208—213.
11. BROUWER, E., Meded. Landbouwhogeschool **51** (1951): 91—112.
12. BROUWER, E., Brit. Veterinary J. **108** (1952): 123—131.
13. BROUWER, E. & A. J. VAN DER VLIERT, Meded. Landbouwhogeschool **51** (1951): 73—90.
14. BROUWER, E. & S. BRANDSMA, Meded. Landbouwhogeschool **53** (1953): 31—73.
15. BRÜNNER, F., Phosphorsäure **14** (1954): 131—144.
16. DAVIES, W., The grasscrop. London (1952): 208—214.
17. DEYS, W. B., S. BOSCH & J. WIND, Versl. CILO over 1955: 88—100.
18. DIJKSHOORN, W. & M. L. 'T HART, Neth. J. Agr. Sci. **5** (1957): 18—37.
19. DRAKE, M., J. VENGRIS & W. G. COLBY, Soil Sci. **72** (1951): 139—147.
20. ECKSTEIN, O., Grünlandbericht, Zürich (1934): zie (15).
21. ELGABALY, M. M. & L. WIKLANDER, Soil Sci **67** (1949): 419—425.
22. ENNIK, G. C. & D. M. DE VRIES, Versl. CILO over 1949: 15—17.
23. EVAN, T. W. & C. K. THOMPSON, J. Brit. Grassl. Soc. **2** (1947): 213—216.
24. EZEKIEL, MORDECAI, Methods of correlation analysis, 2nd ed., 9th printing, New York (1956): 268—301.
25. FAGAN, T. W. & H. T. WATKINS, Welsh J. Agr. **8** (1932): 144—151.
26. FERRARI, TH. J. & F. H. B. VERMEULEN, Landbouwvoorlichting **12** (1955): 389—399.
27. FERRARI, TH. J. & F. H. B. VERMEULEN, Neth. J. Agr. Sci. **3** (1955): 265—275.
28. FISHER, R. A., Statistical methods for research workers, 12th ed. London (1954).
29. FISHER, R. A. & F. YATES, Statistical tables for biological, agricultural and medical research, 3rd ed. London (1948): 156—166.
30. FRANKENA, H. J., Meded. Ned. Alg. Keuringsdienst **4** (1947): 13—14.
31. GERICKE, S., 10 Fragen der Wiesendüngung. Essen (1952); geciteerd door (31) en (50).
32. GRASHUIS, J., Landbouwk. Tijdschr. 62 (195-): 53—59; tevens gepubliceerd in CLO Jaarversl. 1948/49: 59—64.
33. GRIFFITH, M., Welsh Plant Breeding Series Bull. **4** (1941): 1—20.
34. GRÜNIGEN, F. VON, Rep. 5th Grassl. Congr. Noordwijk (1949): 303—310; tevens gepubliceerd in J. Brit. Grassl. Soc. **4** (1949): 273—276.
35. Handleiding tot het nemen van praktijkmonsters voor het ruwvoederonderzoek. Landbouw (1952) nr. 15: 12—13.
36. HART, M. L. 'T, Stikstof **1** (1954): 4—11.
37. HART, M. L. 'T & A. KEMP, Landbouwvoorlichting **13** (1956): 114—121.
38. HART, M. L. 'T & A. KEMP, Tijdschr. Diergeneesk. **3** (1956): 84—95.
39. HART, M. L. 'T & D. M. DE VRIES, Appendix to Rep. 5th Grassl. Congr. Noordwijk (1949): 1—24.
40. HEEGER, E. F., Deutsche Landwirtschaft **3** (1949): 116—117: referaat 732 in Herbage Abstracts **21** (1951).
41. HEUKELS, H. & S. J. VAN OOSTSTROOM, Flora van Nederland, 14e dr. Groningen 1956.
42. HOHMANN, W., Z. Acker- u. Pflanzenbau **99** (1955): 207—237.
43. ITALLIE, TH. B. VAN, Trans. 3rd Int. Congr. Soil Sci. **1** (1935): 191—194.
44. ITALLIE, TH. B. VAN, De chemische samenstelling van gewassen in verband met landbouwkundige vraagstukken, Den Haag (1938): 40—55.
45. KEMP, A. & M. L. 'T HART, Neth. J. Agr. Sci. **5** (1957): 4—17.
46. KENDALL, M. G., Rank correlation methods. London (1948).
47. KIRCHNER, A., Z. Acker- u. Pflanzenbau **99** (1955): 488—518.
48. KLAPP, E., Wiss. Arch. f. Landwirtschaft A (Pflanzenbau) **8** (1932): 755—781.

49. KLAPP, E., P. BOEKER, F. KOENIG & A. STAEHLIN, Grünland **2** nr. 5 (mei 1953): 38—40. [Bijl. Tierzüchter].
50. KLAPP, E., Wiesen und Weiden, 2e Auflage, Berlin (1954): 139 en 269—273.
51. KLEY, F. K. VAN DER, Ingenieursscriptie Landbouwscheikunde (1954).
52. KLEY, F. K. VAN DER, Landbouwk. Tijdschrift **67** (1955): 620—627.
53. KLEY, F. K. VAN DER, Landbouwvoorlichting **13** (1956): 318—327.
54. KLEY, F. K. VAN DER, Neth. J. Agr. Sci. **4** (1956): 314—332.
55. KOENIG, F., Sonderh. Landwirtschaftliches Jb. f. Bayern **27** (1950).
56. KOENIG, F., Mitt. dtsch Landw. Ges. **69** (1954): 480—482; 497—498 en 526—532.
57. KOENIG, F., Die Sprache der Grünlandpflanzen. Hannover (1955): 1—72.
58. KROEBER, L., Das neuzeitliche Kräuterbuch I en II, 2e en 4e druk; Stuttgart (1947) en (1949).
59. KRUYNE, A. A. & D. M. DE VRIES, Gestenc. Meded. CILO (1956) nr. 23: 1—48.
60. LEAN, E. O. MC., Soil Sci. **82** (1956): 21—28.
61. LUCAS, R. E., D. SCARSETH & D. H. SIELING, Indiana Agr. Exp. Stat. Bull. **468** (1942).
62. MAHLECKE, J., Kühn Archiv **67** (1953): 396—398.
63. MILTON, W. E. J., Welsh J. Agr. **17** (1943): 109—116.
64. MITCHELL, R. L., Research **1**: 4 (1947/48): 159—165.
65. NESSLER, H., Archiv f. Pflanzenbau Abt. A **5**: 4 (1931): 649—694.
66. NIESSEN, J., Arb. dtsch. Landw. Ges. **280** (1907): 1—17.
67. NUNGESSER, L. C., Die Kräuterweide. Darmstadt (1951).
68. PETERSEN, R. G. c.s., Agronomy J. **48** (1956): 440—444.
69. PETERSEN, R. G. c.s., Agronomy J. **48** (1956): 444—449.
70. PLÖTZE, K., Der Einfluss der Düngung auf den Pflanzenbestand des Dauergrünlandes. Berlin (1935): 15—55.
71. RAMEAU, J. TH. L. B. & J. TEN HAVE, Chem. Weekbl. **47** (1951) 1005—1013.
72. RIEPMA, F., KZN, Onkruidbestrijding, Groningen (1955): 50—54.
73. RUSSELL, F. C. & D. L. DUNCAN, Commonw. Bur. Animal Nutrition Techn. Commun. **15** (1956): 133—149.
74. SAMSON, S., Chem. Weekbl. **50** (1954): 213—218.
75. SCHUFFELEN, A. C. & H. A. MIDDELBURG, Neth. J. Agr. Sci. **1** (1953): 97—110.
76. SCHULZE, E., Grünland **2** nr. 11 (nov. 1953): 82—84. [Bijl. Tierzüchter].
77. SJOLLEMA, B., Landbouwk. Tijdschr. **43** (1931): 67—77 en 139—147.
78. SJOLLEMA, B., Landbouwk. Tijdschr. **43** (1931): 593—610.
79. SJOLLEMA, B., Landbouwk. Tijdschr. **63** (1951): 615—621.
80. SEEKLES, L., Tijdschr. Diergeneesk. **78** (1953): 1—23.
81. SLAATS, M., Landbouwtijdschr., Brussel **3** (1950): 1334—1371.
82. SLAATS, M. & J. STRIJCKERS, Vlugschrift P.Z. 43 Dienst der Landbouwvoorlichting, Brussel (1954): 10—18.
83. SLAATS, M. & J. STRIJCKERS, Versl. Navorsingen Nat. Centrum Grasland en Groenvoederonderz. (1953): 55—83.
84. SMELKUS, G. G., Z. Tierzucht u. Züchtungsbiol. **1** (1924): 449—464.
85. SONNEVELD, A., Versl. CILO over 1947: 20—22.
86. SONNEVELD, A., G. C. ENNIK & S. BOSCH, Versl. CILO over 1950: 44—50.
87. STAPLEDON, R. G., Farming **2** (1948): 86—89.
88. STAPLEDON, R. G., J. Ministry Agr. **55** (1948): 231—234.
89. Stichting tot bevordering van landbouwkundig onderzoek en landbouwvoorlichting in Z.W.-Friesland, Landbouwversl. (1954): 97.
90. THOMAS, BRYNMOR, Scottish Agriculture **29** (1949): 47—50.
91. THOMAS, BRYNMOR, R. H. ARMSTRONG & A. THOMPSON, Empire J. Exp. Agr. **20** (1952): 10—22.
92. THOMAS, BRYNMOR, A. ROGERSON & R. H. ARMSTRONG, J. Brit. Grassl. Soc. **11** (1956): 10—15.
93. THOMAS, BRYNMOR, A. ROGERSON & R. H. ARMSTRONG, J. Brit. Grassl. Soc. **11** (1956): 80—85.
94. THOMAS, BRYNMOR & A. ROGERSON, Scottish Agriculture **30** (1950/51): 156—160.
95. THOMAS, BRYNMOR & A. THOMPSON, Empire J. Exp. Agr. **16** (1948): 221—230.
96. THOPMSON, ALAN, Agr. Progress **28** (1953): 1—16.
97. TRIBE, D. E., J. G. GORDON & C. H. CUNNINGHAM, Empire J. Exp. Agr. **20** (1952): 240—248.

98. TRUNINGER, E. & F. VAN GRUENIGEN, Landw. Jb. Schweiz **49** (1935): 101—126.
99. UVEN, M. J. VAN, Landbouwk. Tijdschr. **55** (1943): 622—638.
100. UVEN, M. J. VAN, Mathematical treatment of the results of agricultural and other experiments. 2nd ed. Groningen (1946): Chapter IX.
101. VENEMA, K. C. W., Kalibriefe Intern. Kali Inst. Bern, Fachgebiet 1, (1952) Folge 9—20.
102. VENGRIS, J. c.s., Agronomy J. **45** (1953): 213—218.
103. Verslag betreffende het M.S.A.-project 46 „Onderzoek naar de waarde van kruiden in grasland" over het jaar 1955 (niet gepubliceerd).
104. VERMEULEN, F. H. B., T.N.O. nieuws **8** (1953): 51—55.
105. VERMEULEN, F. H. B., T.N.O. nieuws **11** (1956): 524—526.
106. VRIES, D. M. DE, Landbouwk. Tijdschr. **52** (1940): 8—17.
107. VRIES, D. M. DE, Versl. Landbouwk. Onderz. **47** (1941): 61—100.
108. VRIES, D. M. DE, Ned. Kruidk. Arch. **52** (1942): 324—327.
109. VRIES, D. M. DE, M. L. 'T HART & A. A. KRUYNE, Landbouwk. Tijdschr. **54** (1942): 245—265.
110. VRIES, D. M. DE, Landbouwk. Tijdschr. **55** (1943): 83—92.
111. VRIES, D. M. DE, Vakbl. Biologen **28** (1948): 199—207.
112. VRIES, D. M. DE, Eur. Grassl. Conf. OEEC, Paris (1954): 32—42.
113. VRIES, D. M. DE, Voorlopige indicatiecijfers van graslandplanten; zie (72).
114. VRIES, D. M. DE & J. P. BARETTA, Versl. CILO over 1951: 26—29.
115. VRIES, D. M. DE, J. P. BARETTA & G. HAMMING, Vegetatio **5/6** (1954): 105—111.
116. VRIES, D. M. DE & A. A. KRUYNE, Landbouwk. Tijdschr. **55** (1943): 83—92.
117. VRIES, D. M. DE & J. KOOPMANS, Landbouwk. Tijdschr. **61** (1949): 21—37.
118. VRIES, O. DE & F. DECHERING, Grondonderzoek. 3e druk, Groningen (1948).
119. WINKLER, G., Diss. Berlin (1934); geciteerd door (15).
120. ZÜRN, F., Z. Acker- u. Pflanzenbau **93** (1951): 444—463.