DIRECTIE VAN DEN LANDBOUW
LANDBOUWVOORLICHTINGSDIENST
MEDEDEELING No. 30

KALIBEMESTING OP GRASLAND

SAMENVATTING VAN PROEFNEMINGEN DOOR DEN RIJKSLANDBOUWVOORLICHTINGSDIENST EN HET RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN

DOOR IR M. L. 'T HART
ADJ. INGENIEUR AAN HET CENTR. INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK TE WAGENINGEN

EN DR F. VAN DER PAAUW
LANDBOUWKUNDIGE AAN HET RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION TE GRONINGEN

1942
H. VEENMAN & ZONEN — WAGENINGEN

INLEIDING

Naast fosfaat en kalk is kali wel een van de belangrijkste minerale bestanddeelen die voor den plantengroei noodig zijn. Reeds bij de onderzoekingen van Liebig bleek, dat in verschillende gevallen een opbrengstverhooging door kalibemesting werd verkregen. Kali is dan ook een van de belangrijkste hulpmeststoffen voor den landbouw geworden. In vele gevallen zou de opbrengst sterk achteruitgaan, indien geen kalimeststoffen meer beschikbaar waren.

Nederland importeerde in 1938 134.000 ton kali (K_2O) of 56 kg per ha cultuurgrond; dit is dus een zeer belangrijke hoeveelheid.

Het verbruik aan kalimeststoffen wisselt zeer sterk op de Nederlandsche landbouwbedrijven. De weidebedrijven op zeeklei gebruiken practisch geen kalimeststoffen, op de veenkoloniale bedrijven is een gebruik van 200 kg K_2O per ha geen uitzondering. Er zijn dan ook allerlei factoren die de behoefte aan en het gebruik van deze meststof beïnvloeden.

In de eerste plaats willen we noemen de grondsoort. Op kleigrond is de kalivoorraad en daarmee de kalivoorziening gewoonlijk veel ruimer dan op de zuivere zand- en veengronden. De oude rivierkleigronden maken hierop een uitzondering; op deze grondsoort is kalibemesting ook veelal noodig. Een belangrijke factor is ook de uitspoeling met het regenwater. Op een kalkrijken kleigrond is deze waarschijnlijk van ondergeschikte beteekenis. Op zand- en dalgrond met een lageren kalktoestand wordt de kali echter in belangrijke mate opgelost en met het wegstroomende water afgevoerd. In een dergelijk geval is de grond niet in staat om een belangrijken voorraad voor de plant opneembare kali vast te houden.

Verder is de hoeveelheid kali die jaarlijks noodig is afhankelijk van de hoeveelheid, die door het gewas wordt weggehaald. Tusschen de gewassen zijn hierbij groote verschillen. Een goed gewas voederbieten kan bijvoorbeeld tot 1000 kg kali weghalen en een gewas tarwe slechts 75 kg.

De kalibehoefte van grasland hangt sterk af van de gebruikswijze. Indien grasland steeds met melkvee wordt beweid, wordt er niet veel kali weggehaald. Het kaligehalte van melk kan gemiddeld op 0,17 % worden aangenomen. Indien per ha 500 koeweidedagen per seizoen worden gemaakt, dan is bij een gemiddelde melkgift van 15 kg per dag, de totale hoeveelheid kali die wordt afgevoerd nog slechts 13 kg. Indien het land echter wordt gehooid, dan wordt bij één snede van 5000 kg per ha gemiddeld wel 120 kg kali weggehaald. Indien het land 5 maal per jaar voor een grasdrogerij wordt gemaaid, dan bedraagt de kali-onttrekking zeker wel 300 kg kali per ha. Op den duur moet jaarlijks dezelfde hoeveelheid mest op het land worden gebracht, die er door uitspoeling en onttrekking

door het gewas wordt weggehaald. Bij grasland zal men hierbij dus sterk rekening moeten houden met de gebruikswijze.

Op de zuivere graslandbedrijven brengt men jaarlijks weer belangrijke hoeveelheden kali op het land met den mest uit eigen bedrijf. In één winter produceert een koe gemiddeld 40 kg kali in den vasten en vloeibaren mest. Door te zorgen dat deze hoeveelheid weer aan het land ten goede komt, kan voor een belangrijk gedeelte in de kalibehoefte worden voorzien.

Uit het voorgaande blijkt, dat de kalivoorziening op grasland sterk samenhangt met de voorgeschiedenis. Land dat steeds is beweid en zoo nu en dan nog een bemesting met stalmest of gier ontvangt, zal waarschijnlijk behoorlijk met kali zijn voorzien. Afgelegen hooiland, waar nooit met stalmest wordt bemest, is meestal arm aan kali, ook indien de grondsoort oorspronkelijk niet kali-arm was.

Er zijn dus verschillende factoren, die de behoefte aan kali beïnvloeden. Bij de beoordeeling van proefveldresultaten zal hiermede rekening moeten worden gehouden. Nu zijn er geen proefveldgegevens in ons land betreffende de kaliwerking bij beweiding. Alle beschikbare gegevens zijn dus afkomstig van proefvelden die gemaaid werden. Bemestingsproeven die beweid worden zijn moeilijk uit te voeren en vragen groote terreinen. Het is echter wel gewenscht om deze leemte aan te vullen, aangezien er nog weinig bekend is van de reactie van het vee op gras met verschillende kaligehalten.

In dit boekje zal een overzicht worden gegeven van de resultaten van de in ons land verrichte proefnemingen met kalibemesting op grasland. Hierbij zullen de volgende vraagstukken ter sprake komen:

In welke gevallen is bemesting met kali gewenscht? Hierbij wordt een overzicht gegeven van de proefveldresultaten van de laatste jaren, terwijl verder een beschouwing wordt gegeven over de aanwijzingen die door het grond- en gewasonderzoek kunnen worden verkregen.

In het tweede hoofdstuk komt de vraag aan de orde hoeveel kalibemesting gewenscht is volgens de resultaten van meerjarige proeven. De waarde van stalmest als kalibemesting is hierbij van belang.

De verhouding tusschen verschillende soorten kalimeststoffen wordt hierna besproken.

In hoofdstuk IV wordt de beteekenis van den tijd van aanwending met het oog op de uitspoeling en mogelijk luxe consumptie behandeld, speciaal de vraag of het gewenscht is de kali in één of twee giften per jaar te geven trekt tegenwoordig de aandacht.

In de laatste hoofdstukken wordt dan de invloed van de kalibemesting op de botanische samenstelling en op de chemische samenstelling van het gras besproken.

HOOFDSTUK I

WANNEER IS KALIBEMESTING NOODIG?

Bij de behandeling van het vraagstuk van de kalibehoefte der Nederlandsche graslanden heeft men aanvankelijk den weg gekozen op verscheidene plaatsen een kaliproefveld aan te leggen, om op deze wijze een oordeel te verkrijgen of in een bepaalde streek kalibemesting noodig is. Door een of meer van deze proefvelden verscheidene jaren voort te zetten is verder getracht vast te stellen, hoe de kalibehoefte zich wijzigt bij het gedurende geruimen tijd volgen van een bepaalde bemestingswijze.

De resultaten van dergelijke proefvelden zijn echter strikt genomen slechts geldig voor het perceel, waarop zij genomen zijn en hoewel een grooter aantal proefvelden in eenzelfde streek weliswaar een globaal inzicht geeft over de gemiddelde kalibehoefte van deze streek, valt uit dit onderzoek niet af te leiden, hoe een willekeurig, in deze streek gelegen perceel behandeld dient te worden. Er bestaan nl. groote verschillen in de kalibehoefte van verschillende perceelen, die door den aard van den grond en door de gevolgde bemestings- en behandelingswijze bepaald zijn, zoodat b.v. in een streek met in het algemeen matige kalibehoefte zoowel voldoende met kali voorziene perceelen, waar de bemesting zonder bezwaar eenige jaren overgeslagen kan worden, als ook extreem kaliarme perceelen kunnen voorkomen. Tot een individueele behandeling van de perceelen stelt de genoemde methode van proefveldaanleg daardoor niet in staat, daar hiertoe op ieder perceel de aanleg van een proefveld vereischt zou zijn, wat vanzelfsprekend onuitvoerbaar is. De ontwikkeling van laboratoriummethoden heeft evenwel in deze leemte helpen voorzien; zoowel door chemisch onderzoek van den grond als van het gewas werd het mogelijk de kalibehoefte van een perceel te bepalen. De beteekenis van de kaliproefvelden is nu een algemeenere geworden: door toepassing van de chemische methoden op de verschillende proefvelden kan een waardeering van de gevonden cijfers worden verkregen.

Verschillende van de in deze publicatie besproken proeven werden genomen op een tijdstip, toen het genoemde laboratoriumonderzoek nog in opkomst was en de beteekenis hiervan nog niet algemeen was doorgedrongen. Deze proefvelden, waarop bedoelde methoden in het geheel niet, of slechts sporadisch werden toegepast, zijn zooals gezegd, wel in staat ons een globaal inzicht te geven over de kalibehoefte in verschillende streken. Hieronder zal daarom een overzicht gegeven worden van de kalibemestingsproefvelden op grasland, die na 1930 zijn aangelegd. Voor zoover grond- of gewasonderzoek is toegepast, is dat in dit verband te onvolledig geschied en wordt het buiten beschouwing gelaten. Uit dit

overzicht valt globaal af te leiden in welke streken de kalivoorziening nog te wenschen overlaat.

Hieraan voorafgaand bespreken wij de beide algemeene methoden ter bepaling van de kalibehoefte van grasland, namelijk het chemisch grond- en het chemisch gewasonderzoek. De indeeling die bij deze samenvattende bewerking gevolgd werd, is niet ideaal, doch vloeit voort uit de historische ontwikkeling van het onderzoek.

Het grondonderzoek ter bepaling van den kalitoestand van grasland.

De methode om door middel van een onderzoek naar de plantenvoedende bestanddeelen in een grondmonster, dat representatief is voor het perceel, waarvan het genomen is, den voedselrijkdom van den grond te bepalen, is evenals voor bouwland, voor grasland toepasbaar. De eischen aan het grondmonster te stellen zijn echter hooger in verband met de grootere ongelijkmatigheid van grasland. Indien echter bepaalde voorzorgen worden in acht genomen, zooals het nemen van een ruim aantal steken met een niet al te nauwe boor, het vermijden van mestplekken en het beperken van het onderzoek tot een niet te groote oppervlakte, omdat over betrekkelijk geringe afstanden reeds vrij groote verschillen in bodemtoestand kunnen voorkomen, kan het onderzoek van grasland tot even bevredigende resultaten leiden als dat van bouwland.

Het grondonderzoek van grasland geschiedt door de practijk voornamelijk in de zodelaag, waarvan de dikte op 5 cm gesteld is. Onderzoek van andere lagen kan nader inzicht geven, maar is gewoonlijk voor een landbouwkundige waardeering van den voedselvoorraad niet noodig. Aangezien de gegeven landbouwkundige adviezen op het bemonsteren met een laagdikte van 5 cm gebaseerd zijn, dient het monster steeds nauwgezet van deze laag genomen te worden.

Het grondonderzoek ter bepaling van den kalirijkdom van grasland gebeurt geheel in analogie met de wijze, waarop dit bij bouwland wordt uitgevoerd. Bij klei- en veengronden wordt derhalve het kaligehalte van den grond, dat oplosbaar is in een 0,1 normale oplossing van zoutzuur bij een extractie verhouding van 1 deel grond op 10 deelen vloeistof bepaald. Bij zandgronden bepaalt men echter het kaligetal, dat het gehalte van den grond aan in 0,1 n. HCl oplosbare kali uitdrukt in verhouding tot het humusgehalte. Het getal geeft dus feitelijk aan in welke mate het basenbindende bodemcomplex, op zandgronden voornamelijk de humus, met kali verzadigd is. Dit getal geeft op zandbouwland een nauwkeuriger karakteristiek van de kalibehoefte van den grond dan het kaligehalte, zooals dit bij kleigronden bepaald wordt.

De landbouwkundige waardeering, die aan deze getallen mag worden toegekend, is gegrondvest op de uitkomsten van proefvelden. Aangezien, zooals hieronder zal blijken, de waarde, die aan het kaligehalte of het kaligetal toekomt, zeer waarschijnlijk in belangrijke mate afhankelijk is van andere factoren, zooals het humusgehalte en waarschijnlijk ook het kleigehalte en de pH van den grond, is vanzelfsprekend een groot aantal gegevens van proefvelden vereischt om den invloed van elk dezer factoren te bepalen.

Het aantal betrouwbare kaliproefvelden op grasland is echter nog beperkt, zoodat we in het volgende wel zullen kunnen aanduiden, dat deze invloeden bestaan, maar nog niet de invloed, die zij bij de verschillende grondsoorten op de waardeering van het kalicijfer uitoefenen, in alle opzichten nauwkeurig kunnen omschrijven. Het advies, dat op het oogenblik naar aanleiding van een grondonderzoek op kali gegeven kan worden, zal daarom nog betrekkelijk onnauwkeurig zijn; de vooruitzichten dat hierin binnen afzienbaren tijd, als een grooter aantal gegevens verkregen is, belangrijke verbeteringen zijn aan te brengen, zijn echter wel aanwezig.

De uitkomsten van een serie proefvelden door het Rijkslandbouwproefstation in het Noorden van Drente en in Z.W. Groningen genomen, vermeerderd met een aantal elders in het land, voornamelijk in Overijssel gehouden proefvelden, geeft een inzicht over de waarde van het kaligetal *op zandgrasland.*

In fig. 1 is de relatieve opbrengst (d.w.z. de opbrengst, die de grond zonder kalibemesting heeft gegeven, uitgedrukt in procenten van de maximale) op elk proefveld na kalibemesting verkregen opbrengst, uitgezet tegen het kaligetal, dat de grond aan het begin van het oogstjaar had. Afgezien van een vrij ruime spreiding, kan toch bij benadering een vloeiende lijn getrokken worden, die het verband tusschen het kaligetal en de opbrengst weergeeft. Het opmerkelijke van deze lijn is het steile verloop bij lage kaligetallen en de geleidelijke, langzame stijging bij hoogere getallen. Beneden een kaligetal 20 is de kans op ernstig kaligebrek aanwezig, maar ook boven dit cijfer is het volledig weglaten van kali niet aanbevelenswaardig. Dit zou slechts het geval kunnen zijn b.v. bij kaligetallen van 40 of hooger, waar de rentabiliteit van zelfs een zeer lichte bemesting twijfelachtig wordt. Het zal echter opvallen, dat dergelijke hooge kaligetallen in de figuur vrijwel niet vertegenwoordigd zijn en inderdaad komen deze in de practijk slechts sporadisch voor. Als regel zal een grondonderzoek naar den kalitoestand bij zandgronden dus slechts kunnen aangeven of zwaardere, dan wel lichtere bemesting gewenscht is; tot weglaten zal zelden worden geadviseerd. Hieronder (blz. 12 en 17) zal nader op dit punt worden teruggekomen.

Een nadere verfijning van het advies zou mogelijk zijn, als de invloed van bovengenoemde factoren, die mede de waarde van het kalicijfer bepalen, bekend was. Nu is wel reeds gebleken, dat de invloed van het humusgehalte, mits dit niet extreem hoog of laag is, voor de waardeering van het kaligetal, waarin de invloed van het humusgehalte door de uitgevoerde herleiding reeds grootendeels verdisconteerd is, practisch van weinig beteekenis is. Men zal er alleen mee rekening dienen te houden, dat het kaligetal van een humusarmeren grond belangrijk sneller kan dalen, als geen bemesting wordt toegediend, dan van een meer humeuzen grond.

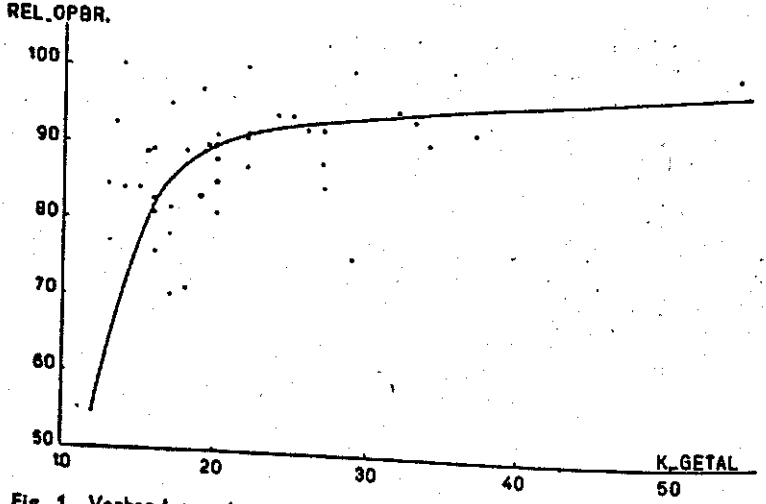

Fig. 1. Verband tusschen het kaligetal en de hooiopbrengst van niet met kali bemest zandgrasland.

Evenmin is het gehalte aan afslibbare deelen voor deze gronden van veel belang, maar wel zijn er aanwijzingen, dat de pH van den grond van beteekenis is voor de waardeering van het kaligetal. De vrij groote spreiding van de stippen in fig. 1 is waarschijnlijk voor een belangrijk deel terug te voeren op de ongelijke pH van den grond van deze proefvelden. Vermoedelijk is het ongeveer zoo, dat de kalibehoefte bij een pH-waarde van 5,5 bij eenzelfde kaligetal geringer is dan bij lagere en hoogere pH-waarden. Het in rekening brengen van deze factor zal in de toekomst wellicht kunnen leiden tot een nadere verfijning van het advies; voorloopig staan de aanwijzingen in deze richting nog niet voldoende vast en wordt de kalitoestand dus beoordeeld aan de hand van het niet gecorrigeerde kaligetal.

Bij de klei- en veengronden blijkt het kaligehaltecijfer slechts zwakke

aanwijzingen te geven, als de invloed van andere factoren niet in rekening wordt gebracht. Gebeurt dit echter wel, dan kunnen ook op grond van dit cijfer betrouwbare adviezen worden gegeven.

De op *veengrasland* uitgevoerde proeven bestaan voornamelijk uit een serie van 21 proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation, die in de omgeving van Peize in het Noorden van Drente genomen zijn en een kleiner

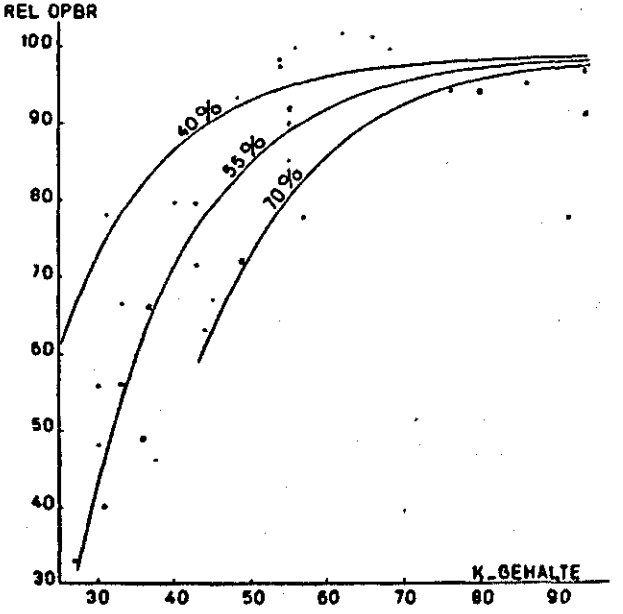

Fig. 2. Verband tusschen kaligehalte van den grond en de hooiopbrengst van laagveengrasland. De drie lijnen hebben betrekking op gronden met verschillend humusgehalte.

aantal proefvelden elders, voornamelijk in het Westen van Overijssel. Het materiaal is dus nog wel zeer eenzijdig en het is aan eenigen twijfel onderhevig of de verkregen uitkomsten voor alle Nederlandsche veengronden geldig zijn.

De voornaamste factor, die het verband tusschen het kaligehalte en de opbrengst bepaalt, is het humusgehalte.

In fig. 2 is de relatieve opbrengst, die bij weglaten van de kalibemesting op elk proefveld verkregen is, uitgezet tegen het kaligehalte, nadat tevoren bij de gevonden cijfers op een bepaalde wijze een correctie voor het ongelijke humusgehalte is uitgevoerd. Door stippen zijn aangegeven de

uitkomsten van proeven van het Rijkslandbouwproefstation, door kruisjes van de overige proeven. Het blijkt dat er goede overeenstemming tusschen beide groepen van proefvelden bestaat. De door deze stippen getrokken lijn geeft het verband tusschen het kaligehalte, bepaald bij een grond met 55 % humus, en de opbrengst. Bovendien zijn in deze figuur de lijnen afgebeeld, die hetzelfde verband weergeven voor veengronden met resp. 40 en met 70 % humus, zonder dat hierbij de bijbehoorende stippen zijn aangegeven. Deze lijnen liggen betrekkelijk ver uiteen. Een kaligehaltecijfer 65 (juister 0,065), dat men bij een grond met 55 % humus als ongeveer voldoende zou kunnen beschouwen en waarbij het weglaten van de kalibemesting te riskeeren zou zijn, is als gelijkwaardig te beschouwen met een kaligehalte van 52 bij 40 % humus en van 75 bij 70 % humus.

Een nog nauwere correlatie tusschen kaligehalte en opbrengst zal waarschijnlijk gevonden kunnen worden door ook het kleigehalte in rekening te brengen. Het grenscijfer valt vermoedelijk iets lager als het kleigehalte hooger is. De invloed van het kleigehalte op de waardeering van het kaligehalte gaat dus in omgekeerde richting als de invloed van het humusgehalte, maar is per procent kleigehalte slechts ongeveer $^1/_3$ maal zoo groot als de invloed per procent humusgehalte. Deze factor is dus van geringere beteekenis en kan in het algemeen voorloopig wel buiten beschouwing blijven, te meer, omdat deze invloed nog niet voldoende zeker is vastgesteld. De hierboven afgebeelde lijnen gelden voor een grond met 23 % afslibbare deelen.

De pH van veengronden loopt in den regel betrekkelijk weinig uiteen; een invloed hiervan kon bij deze grondsoorten nog niet vastgesteld worden.

De vraag kan gesteld worden, of in verband met de belangrijke correctie, die voor het humusgehalte wordt uitgevoerd, de bepaling van het op humus herleide kaligetal misschien bruikbaarder cijfers zou kunnen geven. Het is echter gebleken, dat dit niet het geval is.

De minst bevredigende resultaten zijn bij kleigrasland verkregen. De proefvelden liggen in verschillende deelen van het land, zooals Friesland, Overijssel, Utrecht en Zuid-Holland, doch de waarde van de proefvelden is zeer verschillend. Zonder eenige correctie is het verband tusschen het kaligehalte en de opbrengst gering. Een vrij belangrijke vooruitgang kan verkregen worden door het humusgehalte in rekening te brengen, op analoge wijze als bij de veengronden is gebeurd. Misschien van nog meer belang voor deze grondsoort is de invloed van de pH, waarbij aanwijzingen bestaan, dat deze ongeveer van denzelfden aard is, als bij zandgrond is gevonden. Deze invloed kon evenwel nog niet voldoende zeker worden vastgesteld, zoodat het uitvoeren van een correctie wellicht niet volkomen toelaatbaar is. Voeren wij deze correctie echter toch uit, dan wordt het beeld verkregen van fig. 3 waarin de samenhang, die tusschen het kali-

gehalte en de opbrengst bestaat, zeer bevredigend te noemen is. Er zijn eenige zeer afwijkende punten die echter alle op weinig nauwkeurige proefvelden betrekking hebben en mogelijk als bepalingsfouten of blunders op te vatten zijn. [1])

De getrokken lijn geldt voor een humusgehalte van 17 % en een pH van 6,0; bij een lager humusgehalte zal de lijn vermoedelijk vrij belangrijk naar links verschuiven, bij een hooger gehalte naar rechts. Vergelijkt men figuur 3 met de op veengrond betrekking hebbende figuur 2, dan blijken beide figuren op behoorlijke wijze bij elkaar aan te sluiten. Een opbrengst van 95 %, die bij resp. 70, 55 en 40 % humus bij kaligehalten van resp. 75, 65 en 52 gevonden was, wordt bij kleigrond met 17 % humus

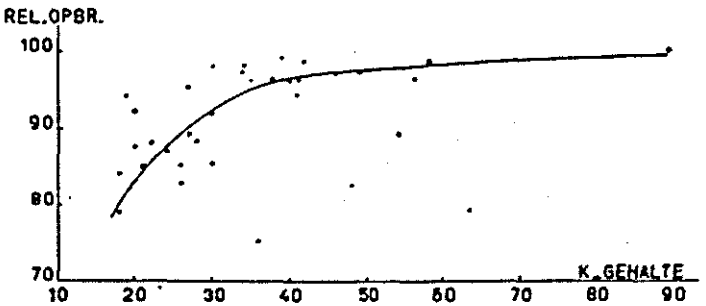

Fig. 3. Verband tusschen het kaligehalte van den grond en de hooiopbrengst van kleigrasland, nadat tevoren de vermoedelijke invloed van het humusgehalte en de pH gecorrigeerd is. De getrokken lijn heeft betrekking op een grond met 17 % humus en een pH van 6,0.

gevonden bij een kaligehalte van 33 (juister 0,033). Over het algemeen zal men dus mogen aannemen, dat dit cijfer voor een dergelijken grond vrij voldoende is, waarbij echter in aanmerking genomen dient te worden, dat het materiaal, waarop deze conclusie is opgebouwd, nog weinig bevredigend is, zoodat het cijfer als zeer voorloopig moet worden beschouwd.

De resultaten van de klei- en veengronden duiden wel aan, dat het kali-gehaltecijfer, mits bepaalde factoren tegelijkertijd in rekening worden gebracht, een bruikbare maat zal zijn. De vraag kan opkomen of het niet doelmatiger zou zijn ook bij zandgronden dit cijfer te bepalen, en soortgelijke correcties voor humus en pH aan te brengen. Inderdaad is het mogelijk, dat hiertoe in de toekomst zal worden besloten, daar een derge-

[1]) In deze figuur zijn ook enkele gegevens verwerkt van rivierkleigronden. Deze voegen zich in het algemeene beeld, zoodat voorloopig zee- en rivierklei in dit opzicht gelijk gewaardeerd worden.

lijke handelwijze inderdaad mogelijk is gebleken, en vrij goede overeenstemming met de op kleigrond verkregen resultaten is gevonden. Voorloopig zijn echter deze correcties nog te onzeker, zoodat aan het vrij goed voldoening gevende kaligetal voor deze grondsoort wordt vastgehouden.

In het bovenstaande is alleen de opbrengst van niet met kali bemesten grond met het kalicijfer in verband gebracht. Het is echter ook zeer goed mogelijk, om bij uitvoering van series hoeveelheden-proefvelden van gelijken opzet, zooals de hierboven besproken series proefvelden van het Rijkslandbouwproefstation op zand- en veengrond, de bij een bepaalde bemesting verkregen opbrengsten tegen het kalicijfer uit te zetten, waarna het gevonden verband op dezelfde wijze door een lijn kan worden weergegeven. Op deze wijze kan vastgesteld worden hoe groot de kalibemesting bij een bepaald kalicijfer dient te zijn. Weliswaar is dit bedrag slechts geldig voor de omstandigheden, waaronder de serie proeven is uitgevoerd, zoodat dit in andere gevallen eenigszins anders kan zijn. In het volgende hoofdstuk zal worden uiteengezet, dat de jaarlijks benoodigde hoeveelheid kali in groote mate afhankelijk is van de gevolgde gebruikswijze van het grasland, maar eenig inzicht in de directe rentabiliteit van een kalibemesting bij grasland, dat als hooiland gebruikt wordt, in verband met de verschillende kalitoestanden van den grond, wordt toch verkregen.

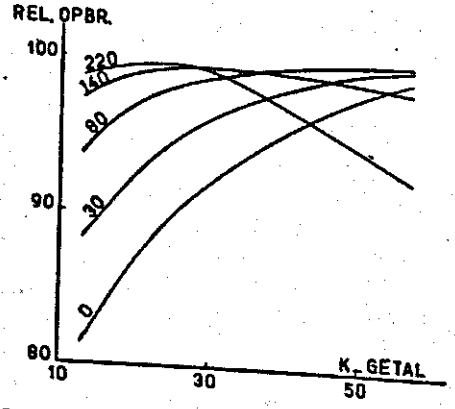

Fig. 4. Verband tusschen het kaligetal en de opbrengst van zandgrasland bij verschillende grootte van de kalibemesting.

In fig. 4 zijn de resultaten van de proefveldserie op zandgrond samengevat. De figuur bevat een vijftal lijnen, die het verband weergeven tusschen het kaligetal en de op deze proefvelden bij bemestingen van verschillende grootte verkregen opbrengsten. Duidelijk blijkt, dat een zeer lichte bemesting naar 30 kg K_2O/ha in alle gevallen een belangrijke vermeerdering van de opbrengst geeft. Veronderstellen wij, dat de waarde van een

baal kalizout 40 % b.v. gelijk te stellen is met 2½ % van de waarde van den te verkrijgen hooioogst, dan zou deze bemesting bij een dergelijke waardeverhouding nog rendabel te noemen zijn bij kaligetallen, die lager zijn dan 45. Bij lagere kaligetallen is echter een zwaardere bemesting verantwoord; zoo zou een verhooging van de kalibemesting van 30 op 80 kg/ha K_2O, om bij de gestelde waardeverhouding rendabel te zijn, de opbrengst nog eens met meer dan 3 % moeten verhoogen, en dus toelaatbaar worden bij kaligetallen, die lager zijn dan 24. Bij iets hoogere kaligetallen dan 24, waarbij 80 kg niet meer rendabel is, zou echter wel, zooals vanzelf spreekt, een iets geringere gift, b.v. 60 kg nog rendabel kunnen zijn. Nog zwaardere bemesting is alleen aanbevelenswaardig bij zeer lage kaligetallen. Zoo is een verhooging van 80 op 140 kg bij een kaligetal van 12 nog juist toelaatbaar, daar de te verkrijgen opbrengststijging van 4 % de meer gegeven kali juist betaald maakt. Deze beschouwingen gelden echter alleen voor de genoemde waardeverhouding, bij elke wijziging hiervan zullen ook de normen, wat wel of niet rendabel is, veranderen. Bovendien hebben zij alleen betrekking op de eerste snede en wordt het effect op een eventueele tweede snede of naweide en de invloed op den kalitoestand van den grond buiten beschouwing gelaten. Een nadere bespreking hiervan volgt in hoofdstuk II (blz. 17).

Een nader inzicht in deze vragen kan slechts verkregen worden door langjarige proefvelden met verschillende behandelingswijzen, gecombineerd met geregeld grondonderzoek, waarvan echter nog geen gegevens beschikbaar staan. Het grondonderzoek verschaft nu nog geen oordeel over de hoeveelheid kali, die over meer jaren noodig is, en dit is zeker niet het geval op lichte gronden waar de kalitoestand zich onder invloed van een veranderde bemesting snel kan wijzigen, maar stelt thans wel in staat tot correcties en betere regeling van de gevolgde bemestingswijze. In het volgende hoofdstuk zal nader worden uiteengezet, hoe aan de reeds uitgevoerde meerjarige kalihoeveelhedenproefvelden al een zeker inzicht in de gemiddeld te geven hoeveelheid te ontleenen is.

De vaststelling van het kaligehalte van het gras.

Het grasgewas reageert niet alleen door opbrengstverlaging op onvoldoende kalivoorziening, ook het gehalte aan deze stof wordt lager. Bij gebrek aan deze stof gaat de plant er zuiniger mee om. Omgekeerd wordt het gehalte sterk verhoogd door een rijke kalivoeding. Men heeft nu in het gehalte van het gewas een middel om na te gaan of de plant ruim met kali is voorzien of niet. Dit onderwerp is reeds uitvoerig nagegaan door Dr. Th. B. van Italie, zoodat hier volstaan kan worden met een samenvatting van dit onderzoek. [1])

[1]) Landbouwkundig Tijdschrift, 47ste Jaargang No. 569, 1935.

Van Itallie ging bij de beschikbare proefveldgegevens na bij welke gehalten nog een opbrengststijging door kalibemesting kan worden verwacht. Op grond van deze gegevens werden de volgende grenzen vastgesteld. Indien het kaligehalte hooger dan 2,35 % in de drogestof is of 2,00 % in hooi met 15 % vocht, dan is er geen opbrengstverhooging te verwachten; indien het gehalte lager dan 2,00 % in de drogestof of 1,70 % in hooi is, dan is een opbrengstverhooging door kali te verwachten. Bij een gehalte tusschen 2,00 en 2,35 % heeft men met twijfelgevallen te maken.

Hieronder is het aantal gevallen, waarin in de eerste snede al of niet een duidelijke opbrengstverhooging werd verkregen volgens de onderzoekingen van Van Itallie gerangschikt volgens deze gehaltegroepen. Van Itallie nam hierbij aan, dat bij een opbrengststijging van 8 % of meer, van een duidelijk verschil mag worden gesproken.

kaligehalte in de drogestof	geen duidelijke opbrengstverhooging	duidelijke opbrengstverhooging
hooger dan 2,35 %	31	6
2,00—2,35	7	7
lager dan 2,00	8	24

Uit deze cijfers blijkt duidelijk, dat er verband tusschen het gehalte en de opbrengstverhooging bestaat. Van Itallie verklaart een gedeelte van de uitzonderingen uit de onregelmatigheden bij de opbrengstbepalingen. Bij zeer jong maaien moeten de normen echter waarschijnlijk iets worden verhoogd omdat het kaligehalte dan hooger is.

De kalibehoefte van het grasland in verschillende gebieden, beoordeeld naar de resultaten van na 1930 uitgevoerde eenjarige proefvelden.

In den loop der jaren zijn vele proefvelden met kalibemesting door den Landbouwvoorlichtingsdienst aangelegd.

Zooals in het voorafgaande reeds werd opgemerkt, is het voor een samenvatting een nadeel, dat bij een groot gedeelte van deze proeven grondonderzoek nog ontbreekt. Dit neemt niet weg, dat er uit de beschikbare proefveldgegevens wel nuttige aanwijzingen op het gebied der kalibemesting verkregen kunnen worden.

De opbrengstreactie in het eerste jaar hiervan geeft dan aan of de gebruikswijze en de bemesting van de voorgaande jaren aanleiding heeft gegeven tot onvoldoende kalivoorziening. Indien voor de proefvelden geen speciale perceelen maar doorsneeperceelen worden genomen, kan uit een flink aantal van dergelijke velden wel worden geconcludeerd of de kali-voorziening in een bepaalde streek voldoende is of dat een flinke be-

mesting gewenscht is. De opbrengstverhooging van één jaar zal meestal onvoldoende betrouwbaar zijn om te kunnen aangeven met hoeveel kali jaarlijks moet worden bemest; hiervoor zijn meerjarige proefvelden noodig.

Van 200 proefvelden na 1930 werden zoo de gegevens verzameld. Hiervan lagen er 108 op klei en kleiveen, 36 op laagveen en 56 op zandgrond. In tabel 1 zijn de gemiddelde opbrengsten van de objecten zonder kalibemesting aangegeven in procenten van de objecten met kalibemesting, met daarnaast het aantal gevallen, dat de kali een flinke, een matige of geen opbrengstverhooging gaf.

TABEL 1

gebied	aantal proeven	opbrengst zonder K (met K=100)	aantal gevallen waarin opbrengst zonder K was			
			< 90	90–96	96–100	> 100
Klei en kleiveen:						
Friesland	7	93,4	2	2	2	1
West-Overijssel	33	97,3	6	10	5	12
Rivierklei in N.W.-Gelderland	23	93,5	8	5	4	6
Utrecht	4	99,8			2	2
Noord-Holland	4	99,2		1	2	1
Noord Z.-Holland	10	93,0	2	5	3	
Alblasserwaard	27	89,7	11	11	4	1
Laagveen:						
Friesland	2	94,7		2		
Noord-Drente	23	86,5	12	5	3	2
West-Overijssel	11	83,1	7	3	1	
Zand:						
Noord-Drente en Z.W.-Groningen	21	89,5	9	11	1	
Oost-Friesland	3	96,5		1	1	1
West-Overijssel	8	97,2	1	3	2	2
Oost-Overijssel	24	93,8	7	7	6	4
Nederland	200	92,4	65	66	36	32

Het aantal proefvelden is in vele gebieden te klein, om er algemeene beteekenis aan te mogen hechten. Het is ook niet zeker, dat steeds naar doorsnede perceelen van een bepaalde streek is gezocht. Er zijn echter redenen om aan te nemen, dat de proefvelden uit Z.W. Groningen, Noord Drente, Overijssel, Gelderland en Zuid-Holland, een vrij goed beeld van de betreffende streek geven. Uit deze cijfers blijkt wel, dat er belangrijke verschillen tusschen deze gebieden zijn.

Bij de klei- en veengronden blijken de hooilanden in Zuid-Holland dankbaar te zijn voor kalibemesting. 29 van de 37 proefvelden gaven een min of meer duidelijke opbrengstverhooging. Ook op de rivierklei in Gelderland gaf de meerderheid van de proefvelden een opbrengstverhooging; hier was echter ook een belangrijk aantal velden waar geen sprake van opbrengstverhooging was, maar integendeel zelfs een daling. In Overijssel komt dit nog sterker tot uiting, ruim $^1/_3$ van de proefvelden gaf een daling, terwijl gemiddeld op alle proefvelden slechts 3 % opbrengstverhooging werd verkregen. In deze weidestreek was de kalivoorziening in de meeste gevallen dus ruim voldoende, zoodat de jaarlijksche bemesting daar iets zou kunnen worden verlaagd.

Voor de andere gebieden zijn de aantallen te klein. Op de oude kleigronden in Friesland is kalibemesting echter waarschijnlijk meer noodig dan op de klei in Noord-Holland. De cijfers uit Utrecht zijn veel gunstiger dan uit Zuid-Holland en van rivierklei in Gelderland. Het aantal proefvelden is echter te klein om hieruit te mogen besluiten, dat de kali-voorziening in Utrecht veel beter is dan in omringende gebieden. Dit geldt vooral omdat twee van de vier proefvelden bij Eemnes lagen op land, dat vroeger steeds werd overstroomd. Deze proefvelden zijn dus niet representatief voor de Utrechtsche kleigronden.

Van de zuivere laagveengronden zijn slechts weinig gegevens beschikbaar. Uit de cijfers van Overijssel en Noord-Drente blijkt, dat hier nog veel land voorkomt, waar kalibemesting noodzakelijk is. Dit betreft vooral de vroeger onbemeste hooilanden. Het verschil tusschen de proefvelden van de klei- en van de laagveengronden is in Overijssel wel groot.

Bij de proefvelden op zandgrond gaf een serie van het Rijkslandbouwproefstation in N.W. Drente en Z.W. Groningen in de meeste gevallen een duidelijke opbrengstverhooging, zoodat het daar in het algemeen gewenscht moet worden geacht, om de kalibemesting jaarlijks bij te houden. De proefvelden in Overijssel gaven een minder sterke opbrengstverhooging, hoewel daar toch ook in meer dan de helft van de gevallen een duidelijke stijging kon worden waargenomen.

Samenvattend kan dus worden opgemerkt dat bij 200 proefvelden in een derde van het aantal in het eerste jaar reeds een opbrengstverhooging van 10 % of meer werd verkregen, een derde gaf een verhooging van 4 tot 10 %, terwijl de rest geen belangrijke stijging gaf.

In verreweg de meeste gevallen kan de kalibemesting bij maaien dus niet één jaar worden overgeslagen, zonder een merkbare daling van de opbrengst. Zooals reeds werd opgemerkt geven deze proeven geen juist beeld van het geheele land, gebieden waar geen kaligebrek is te verwachten zijn waarschijnlijk te weinig vertegenwoordigd.

HOOFDSTUK II

DE MEEST GEWENSCHTE HOEVEELHEID KALI PER JAAR

Zooals in het voorgaande hoofdstuk op blz. 5 is uiteengezet vraagt de bepaling van de benoodigde kalibemesting de opzet van meerjarige proefvelden met verschillende behandelingswijzen en geregeld grondonderzoek. Aangezien hiervan nog niet voldoende gegevens ter beschikking staan is op basis van grondonderzoek slechts een advies te geven, waarvan de geldigheidsduur betrekkelijk kort is (blz. 12), terwijl anderzijds de meerjarige proefvelden met oploopende hoeveelheden kalimeststoffen, die wij hieronder zullen bespreken om een nader inzicht in deze vraag te krijgen, slechts tot een globaal gemiddeld oordeel in staat stellen.

In de inleiding is reeds betoogd, dat de hoeveelheid kali die jaarlijks moet worden aangevuld sterk samenhangt met de gebruikswijze.

Nu zijn verreweg de meeste proefvelden genomen op velden, waarvan jaarlijks één snede wordt gemaaid voor hooi, terwijl de rest van het seizoen wordt geweid. Van enkele proefvelden wordt meer dan één snede per jaar gemaaid. Deze proefvelden moeten apart worden bezien. Van de andere proefvelden zijn de aantallen te klein en de gebruikswijzen te sterk varieerend om hiervan een samenvatting te kunnen geven. Wel zal nog de invloed van stalmest op de kalibehoefte worden nagegaan.

Van de klei- en laagveengronden staan ons de gegevens van 20 proefvelden ter beschikking, waarvan drie jaar of langer de opbrengst is bepaald en waar de behandeling gedurende deze jaren gelijk was.

In fig. 5 zijn de opbrengstresultaten van deze 20 proefvelden weergegeven. Van elk proefveld is het object dat gemiddeld de hoogste opbrengst gaf op 100 gesteld. De resultaten van de drie proefjaren zijn gemiddeld. Bij enkele proefvelden was de hoogste bemesting waarschijnlijk niet geheel voldoende om de maximum opbrengst te geven. In verreweg de meeste gevallen werd het maximum echter reeds eerder bereikt.

De gemiddelde curve heeft haar maximum ongeveer bij 120 kg kali per ha bij 60 kg blijft zij echter slechts 2 % daar beneden, zoodat gemiddeld slechts een lage bemesting rendabel is geweest. Bij de proefvelden met de sterkste reactie wordt bij 120 kg reeds meer dan 96 % van de hoogste opbrengst verkregen, zoodat een hoogere bemesting waarschijnlijk niet rendabel meer is. Uit deze figuur blijkt ook duidelijk, dat een zware kalibemesting het risico van opbrengstdaling meebrengt, bij een gift van 160 kg of hooger, blijft de opbrengst in de meeste gevallen niet onbeteekenend achter bij het maximum.

Deze resultaten berusten op het gemiddelde van de drie eerste proef-

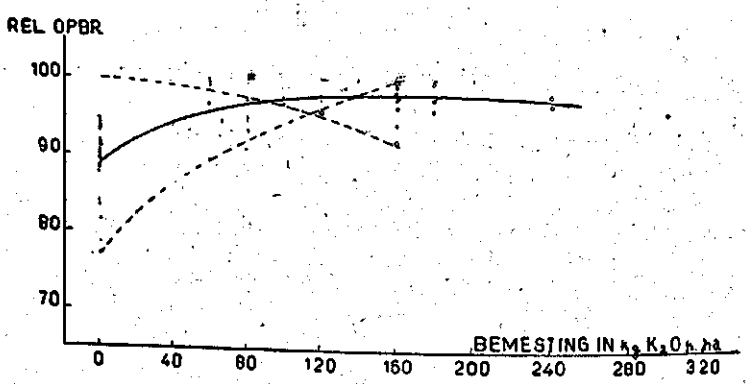

Fig. 5. Verband tusschen kalibemesting en opbrengst van de eerste snede van klei- en laagveengrasland. De vol getrokken lijn geeft het gemiddelde verband weer, de onderste gebroken lijn bij proefvelden met sterke reactie op kali, de bovenste bij proefvelden zonder kaligebrek.
• Opbrengstdaling door te lage bemesting.
o Opbrengstdaling door te hooge bemesting.

jaren. Door vergelijking van de verschillende oogstjaren van langjarige proefvelden kan worden nagegaan, of op den duur een hoogere bemesting noodig is, dan volgens het gemiddelde van de eerste drie jaren. De verschillen tusschen de jaren op één proefveld zijn veelal nogal onregelmatig, omdat de werking van den mest samenhangt met het klimaat. De cijfers hieronder geven het gemiddelde van een aantal proefvelden en hieruit blijkt een vrij regelmatige stijging van de kalibehoefte. Het aantal proefvelden dat lang is aangehouden is echter slechts klein.

	aantal proefvelden	hoeveelheid K_2O (kg/ha) meer of minder noodig dan volgens gem. van de eerste drie proefjaren
1e jaar	20	−11
2e jaar	20	+ 6
3e jaar	20	+ 6
4e jaar	8	+22
5e jaar	8	+28
6e jaar	4	+17
7e t/m 10e jaar	3	+30

Volgens deze cijfers zou op den duur de kalibemesting ongeveer 30 kg hooger moeten zijn dan uit de resultaten van de eerste drie proefjaren blijkt. Uit deze resultaten kan dan worden geconcludeerd, dat op zeer

kali-arme klei- en laagveengronden een bemesting van ongeveer 140 kg kali voldoende is, indien het land jaarlijks eenmaal wordt gemaaid.

In verreweg de meeste gevallen zal met een bemesting van 60–100 kg K_2O kunnen worden volstaan, terwijl in vele gevallen geen kalibemesting noodig is. Grondonderzoek en proefveldresultaten van overeenkomstige perceelen zullen hier den weg moeten wijzen.

Van zandgrond staan ons 13 proefvelden ter beschikking. Hiervan zijn er 2 uit Friesland en 11 uit Overijssel. In fig. 6 zijn de relatieve opbrengsten weergegeven. De opbrengststijging blijkt hier gemiddeld langzamer te gaan. Gemiddeld blijft bij deze 13 proefvelden het onbemeste object 12 % achter, terwijl dit bij de klei- en laagveenproefvelden 11 % bedraagt.

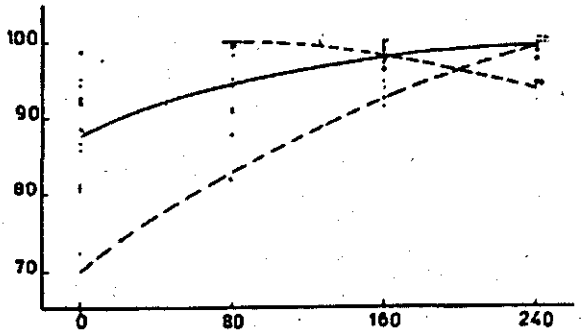

Fig. 6. Verband tusschen kalibemesting en opbrengst van de eerste snede van zandgrasland. Zie voor toelichting fig. 5.

Bij 240 kg K_2O is het maximum echter nog niet bereikt. Dit wijst er wel op, dat op zandgrond een hoogere bemesting gewenscht is dan op klei en laagveen. Dit klinkt ook zeer aannemelijk, omdat de kans op uitspoeling hier veel grooter is.

Op zandgrond komt bij eenmaal maaien per jaar dus als hoogste bemesting een gift van 160–200 kg K_2O per ha in aanmerking. Zooals uit de figuur blijkt wordt gemiddeld boven een gift van 80 kg K_2O geen rendabele stijging meer verkregen. Boven een gift van 120 kg per ha wordt de kans op opbrengstdaling zeer belangrijk. Alleen indien het grondonderzoek hiertoe aanleiding geeft zijn bemestingen hooger dan 120 kg gewenscht. In het algemeen zal met 80–120 kg K_2O per ha kunnen worden volstaan.

De hier genoemde hoeveelheden zijn berekend uit langjarige proefvelden, waarbij de kalitoestand buiten beschouwing is gelaten. Het zal

herhaaldelijk door grondonderzoek kunnen blijken, dat tijdelijk lagere giften geoorloofd zijn, waardoor een besparing te verkrijgen is (blz. 6 e.v.). Na eenige jaren zal het gewenscht zijn te controleeren in hoeverre deze veranderde bemestingswijze ook verder toelaatbaar blijft.

Kalibehoefte bij meermalen maaien per seizoen.

Als er meermalen per jaar wordt gemaaid, zal de kalibehoefte zeer waarschijnlijk grooter worden dan bij eenmaal maaien. De hooiopbrengst van de eerste snede kan op 5000 kg per ha worden aangenomen en de tweede snede op 3000 kg. Indien van beide sneden het kaligehalte op 2,5 % wordt aangenomen, dan bedraagt bij één of tweemaal maaien de hoeveelheid opgenomen kali resp. 125 en 200 kg per ha, dus een zeer belangrijk verschil.

Nu zijn er slechts twee proefvelden waar meer jaren achtereen 2 sneden per jaar zijn gemaaid. Het eene proefveld WO 15 lag op moerasveen; hierbij waren slechts twee trappen, nl. 80 en 160 kg kali per ha. In 7 proefjaren was de gemiddelde opbrengstverhouding als volgt:

kg kali per ha	0	80	160
1e snede	55	87	100
2e snede	68	96	100

Aangezien in het eerste jaar het object met 80 kg kali in de eerste snede reeds 8 % achterbleef bij 160 kg kali, is het wel zeer jammer, dat er geen objecten met hoogere bemesting aanwezig waren. Het maximum ligt bij de 1e snede waarschijnlijk boven de 200 kg per ha.

Het andere proefveld OF 9 lag op zandgrond. In 6 proefjaren was de opbrengstverhouding als volgt:

kg kali per ha	0	80	160	240
1e snede	65	72	99	100
2e snede	84	92	99	100

Hier schijnt 160 kg kali voldoende te zijn geweest. De totaalopbrengst aan droge stof bij deze bemesting bedroeg op dit proefveld in 4 proefjaren gemiddeld 8000 kg per ha terwijl het kaligehalte bij de bemesting van 160 kg K_2O om de 3 % schommelde. Jaarlijks is dus ongeveer 240 kg kali met het hooi weggehaald, terwijl met een bemesting van 160 kg kali ongeveer

de maximum-opbrengst werd behaald. Blijkbaar bevatte de grond nog voldoende reserve hiervoor. Ook in de laatste proefjaren blijft het object met 160 kg kali niet achter bij de bemesting met 240 kg kali.

Opvallend is op beide proefvelden, dat in de tweede snede de opbrengst verschillen kleiner zijn dan in de eerste snede, terwijl de maximum-opbrengst bij de tweede snede niet bij een hoogere gift ligt dan bij de eerste snede. Dit zou er op wijzen, dat een winter- of voorjaarsbemesting, die voldoende is voor de eerste snede ook voldoende is voor de tweede snede. Dit is in tegenspraak met de meening, dat een overbemesting in den zomer aanbeveling zou verdienen.

De kaliwerking van stalmest.

Het weidebedrijf kan voor een gedeelte in zijn kalibehoefte voorzien door het gebruik van den op het bedrijf geproduceerden gier en mest. Het kali-gehalte van gemengde stalmest wordt volgens de gegevens van Wolff aangenomen op 0,55 %. Met een lichte stalmestbemesting van 22.500 kg per ha wordt dus evenveel kali op het land gebracht als met 300 kg kalizout 40. De kali in stalmest is echter voor een gedeelte gebonden in organische stof, zoodat waarschijnlijk niet direct alle kali voor het gewas beschikbaar komt.

In Westelijk Overijssel is op 11 proefvelden op klei- en zandgrond de kaliwerking van stalmest nagegaan. Er werden nl. kalitrappenproefvelden aangelegd op land, dat de laatste twee jaar geen stalmest had ontvangen. Elk proefveld werd dubbel aangelegd, nl. met en zonder stalmest. Van deze proefvelden werd twee jaar achtereen de eerste snede gewogen, de stalmest werd alleen het eerste jaar gegeven. Bij beide helften van de proefvelden werd nu de opbrengst van het object met de hoogste opbrengst op 100 gesteld en de andere opbrengsten hierin uitgedrukt. Gemiddeld werden nu voor deze 11 proefvelden de volgende opbrengstverhoudingen verkregen.

kalibemesting in kg kali per ha . . .	0	80	120	160
1934 met stalmest	97	99	100	97
zonder stalmest	88	97	100	100
1935 met stalmest	88	100	99	99
zonder stalmest	87	98	100	100

De werking van de kali in den stalmest blijkt hieruit zeer duidelijk; in figuur 7 is dit nog eens grafisch voorgesteld. Hieruit is af te lezen, dat de kaliwerking van den stalmest in het eerste jaar ongeveer gelijk staat

met 80 kg zuivere kali. In het tweede jaar is het beeld minder duidelijk. Het lijkt er echter op, dat de nawerking op het veld zonder kalibemesting kleiner is dan bij een bemesting met 80 kg kali. Dit klinkt ook wel aannemelijk; op een veld met een flinke kalibehoefte zal ook de minder gemakkelijk opneembare kali van den stalmest grootendeels worden verbruikt. Indien er echter kalizout wordt gegeven zal een gedeelte van de kali in den stalmest het eerste jaar niet worden gebruikt maar het tweede jaar tot werking komen. In het eerste jaar bedraagt de kaliwerking ongeveer 80 kg. In het tweede jaar is de werking bij het onbemeste object slechts enkele kilogrammen; bij een gift van 80 kg bedraagt de werking van den stalmest wel 40 kg. Van deze proefvelden is niet bekend hoeveel stalmest per ha is gegeven en hoe hoog het kaligehalte was. Er mag echter wel uit worden geconcludeerd, dat bij tamelijk sterk kaligebrek de werking grootendeels in het eerste jaar na de aanwending valt, terwijl bij een

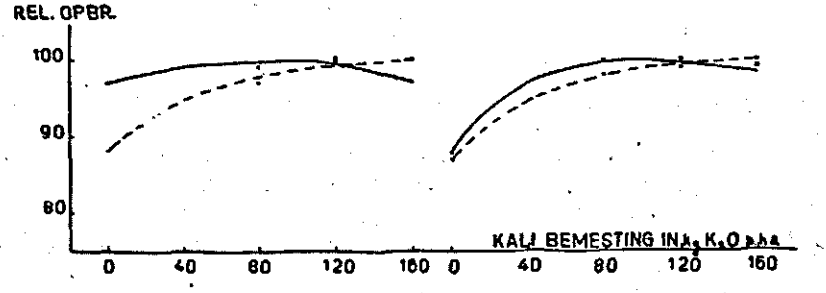

Fig. 7. Verband tusschen kalibemesting en opbrengst van de eerste snede van grasland met en zonder stalmest. De getrokken lijnen geven de opbrengstverhouding met stalmestbemesting weer, de gebroken lijnen zonder stalmest. In de linksche figuur is de opbrengstverhouding in het jaar van de stalmestbemesting gegeven, in de rechtsche figuur voor het eerste jaar daarna.

betere kalivoorziening ook in het tweede jaar nog een kaliwerking kan worden verwacht.

De werking van stalmest kan ook nog worden nagegaan aan een aantal langjarige proeven, waarbij een jaar het geheele veld met stalmest is bemest. Door nu het jaar voor de stalmestbemesting te vergelijken met de twee volgende jaren, wordt een vergelijking gekregen van jaren zonder stalmestwerking, met de directe werking en de nawerking van stalmest. Er zijn de gegevens van 15 proefvelden beschikbaar plus die van PO 7, waar de stalmestbemesting drie maal is herhaald. Gemiddeld worden de volgende opbrengstverhoudingen verkregen:

kg kali per ha	0	80	160	240
jaar voor stalmest	82	94	97	100
jaar met stalmest	96	100	97	100
jaar na stalmest	83	98	97	100

Ook hier blijkt weer een duidelijke werking van den stalmest. Grafisch is te berekenen, dat de werking in het eerste jaar ongeveer gelijk staat met 120 kg kali. In het tweede jaar is de werking op het onbemeste object weer zeer klein. Hier is de kali dus waarschijnlijk het eerste jaar reeds opgemaakt. Bij het object met 80 kg kali blijkt echter weer een duidelijke nawerking van den stalmest. De nawerking in het tweede jaar kan hier op ongeveer 80 kg kali worden gesteld. Ook van deze proefvelden is de hoeveelheid kali die met den stalmest is gegeven meestal niet bekend. Alleen bij PO 7 zijn analyses verricht. Gemiddeld werd hier 131 kg kali per stalmestgift gegeven. Uit deze proefvelden is dus niet na te gaan of de kali van stalmest ook het derde jaar nog zal werken. Gezien de groote kaliwerking in de eerste twee jaar is dit niet waarschijnlijk.

Samenvattend mag worden geconcludeerd, dat op kali-arm land de stalmestwerking vooral in het eerste jaar valt en bij normale giften op 80-120 kg kali is te stellen, dus ongeveer gelijk aan de hoeveelheid kali in een normale gift stalmest van 20.000 kg per ha. Indien naast stalmest ook nog met kalizout wordt gemest, dan is er ook het tweede jaar nog een duidelijke kaliwerking. Bij goed onderhouden land is bij winning van één snede hooi of kuilgras een behoorlijke stalmestgift voldoende voor de kalivoorziening. Een hoogere gift dan 80 kg kali naast stalmest is zeker niet gewenscht.

HOOFDSTUK III

WELKE KALIMESTSTOF OP GRASLAND?

Voor bepaalde gewassen, zooals b.v. aardappelen, is de groote hoeveelheid chloor die met kalizout 20 en kalizout 40 in den grond wordt gebracht schadelijk. De grassen en klavers van ons grasland behooren in het algemeen niet tot deze chloorgevoelige gewassen. Er bestaat echter wel een verschil in gevoeligheid tusschen de verschillende soorten. Van de bekende grassoorten zijn de beemdgrassen nogal gevoelig voor chloor. Engelsch raaigras en de zwenkgrassen zijn daarentegen weinig gevoelig. Van verschillende soorten bestaan variëteiten, die zeer veel keukenzout verdragen, b.v. de vormen van roodzwenkgras en fiorin, die op de kwelders groeien.

Met deze feiten voor oogen lijkt het weinig waarschijnlijk, dat er op grasland chloorbeschadiging zal optreden door bemesting met kalizout. Anderzijds is het natuurlijk mogelijk, dat een grasmat, die aangepast is aan weinig chloor in het bodemvocht, met een opbrengstdaling reageert op een chloortoediening. Dat er groote verschillen in chloorgehalte voorkomen in het Nederlandsche gras, bleek duidelijk bij het onderzoek van het Centraal Veevoeder Bureau naar de kwaliteit van de Nederlandsche hooisoorten. Bij 57 monsters waarbij geen kweldergras aanwezig was, varieerde het chloorgehalte van 0,44 tot 2,01 %, dus wel een zeer groot verschil.

Zooals in het voorgaande hoofdstuk reeds is opgemerkt treedt er bij hooge kalibemestingen op verschillende proefvelden een daling op. Dr. van Daalen heeft op twee proefvelden in Utrecht nagegaan of de opbrengstdaling kon worden vermeden door kali-40 te vervangen door zwavelzure kali. Gemiddeld werden de volgende opbrengstverhoudingen gevonden:

proefveld	bemesting	opbrengst bij verschillende K-bemesting			
		0	80	160	240
v. Schaik, IJsselstein	Gem. 4 jaar kali-40	91	94	100	97
	1 jaar zw.k. daarna	92	98	100	100
		0	100	200	300
U 3, de Geer, Oudenrijn	Gem. 6 jaar kali-40	89	98	100	96
	Gem. 6 jaar z.k. daarna	84	95	95	100

Deze cijfers zouden er dus op wijzen, dat opbrengstdaling bij zwavel-

zure kali in mindere mate optreedt dan bij kalizout 40 %. Bij kalizout 40 trad in 9 van de 11 oogstjaren een opbrengstdaling op; bij zwavelzure kali in 2 van de 6 oogstjaren.

Ook bij bemesting met zwavelzure kali kan echter op grasland een opbrengstdaling intreden bij hooge giften. Dit bleek duidelijk bij een onderzoek van Frankena en Both [1]) bij een zestal proefvelden, waarvan 4 op klei en 2 op zand. Bij een januari-bemesting met zwavelzure kali trad op alle proefvelden een depressie in. Bij de helft begon de daling reeds bij een gift van 120 kg kali, bij de andere drie trad de daling alleen op bij de gift van 160 kg kali. De maximumopbrengstdaling varieerde van 1 tot 6 % en bedroeg gemiddeld 4 %. Voorloopig moet dan ook geconcludeerd worden, dat bij chloorvrije kalizouten ook een opbrengstdaling bij hooge giften kan optreden. Dit kan dus geen reden zijn om op grasland chloorvrije kalizouten te gaan gebruiken.

Ook bij de vraag of kalizout 40 te prefereeren is boven kalizout 20, speelt de kwestie van de hoeveelheid chloor een rol. Het verschil in chloorgehalte is tusschen beide meststoffen niet groot, nl. gemiddeld 40 % bij kali-20 en 44 % bij kali-40. Van kalizout 20 heeft men echter tweemaal zooveel noodig als van kali-40, zoodat ook ongeveer dubbel zooveel chloor wordt toegediend. Bij vergelijking van beide zouten moet er wel aan worden gedacht dat kalizout 20 in vele gevallen een niet onbelangrijk percentage magnesium bevat, wat op verschillende gronden tot een oogstvermeerdering kan leiden.

Er zijn niet veel proeven in ons land genomen waarbij beide kalizouten op grasland werden vergeleken. Witteveen gaf op zandgrond kali-20 in den herfst, in vergelijking met kali-40 in het voorjaar. De vergelijking wordt hier dus onzuiver door de verschillende tijden van aanwending. Bij twee proefvelden waarvan in totaal 3 oogstjaren werden gewogen, bleken gemiddeld geen opbrengstverschillen van beteekenis voor te komen. De relatieve opbrengsten waren als volgt:

kalibemesting in kg K_2O per ha	0	120	160
kali-40 voorjaar	100		104
kali-20 herfst	100	104	105

Op het proefveld WO 47e in het Staphorsterveld op kleihoudend laagveen, werd gedurende eenige jaren kali-40 en kali-20 vergeleken, zoowel met voorjaars- als met herfstaanwending. Indien de opbrengst van de

[1]) Versl. Landb. Onderz. 45 (21) A 591 (1939).

objecten zonder kalibemesting op 100 wordt gesteld, dan worden de volgende opbrengstcijfers verkregen voor de 1e sneden van 1937/'39.

kalibemesting in kg K_2O per ha	0	40	80	120	gemiddeld met kali
kali-40 herfst	100	140	155	156	150
voorjaar	100	131	131	134	132
kali-20 herfst	100	133	133	142	136
voorjaar	100	121	134	155	137

Bij kali-40 gaf de herfstbemesting steeds de hoogste opbrengst. Bij kali-20 waren de resultaten in de verschillende proefjaren verschillend. Uit deze cijfers zou kunnen worden geconcludeerd, dat op dit proefveld kali-40 in den herfst is te prefereeren boven kali-20. Aangezien echter de resultaten in de verschillende proefjaren niet gelijk waren, is het gewenscht om voorloopig de verdere resultaten af te wachten. Voorloopig staat het dan ook nog niet vast, dat kali-40 een hoogere opbrengst geeft op grasland dan kali-20. De prijs per kg zuivere kali en de beteekenis van magnesium in bepaalde gevallen, zal moeten beslissen aan welk zout de voorkeur moet worden gegeven. Patentkali komt in het algemeen niet in aanmerking voor grasland, omdat de kali in deze meststof te duur is. Misschien dat in sommige gevallen patentkali in aanmerking komt wegens het belangrijke percentage $MgSO_4$.

HOOFDSTUK IV

AANWENDINGSTIJD VAN KALIMESTSTOFFEN

De kwestie van den aanwendingstijd is om verschillende redenen van belang. Bij bemesting in den herfst bestaat kans op gedeeltelijke uitspoeling van de kali. Vooral op de zandgronden is dit gevaar van beteekenis. Indien de kleigronden niet te kalkarm zijn, dan neemt de kali daar de plaats van kalk in aan het adsorptiecomplex, zoodat de kans op uitspoeling dan minder groot is. Hetzelfde geldt voor de laagveengronden, die in de bovenste lagen veelal kleihoudend zijn. Tegen voorjaarsbemesting wordt wel aangevoerd, dat de kali zich dan niet voldoende door den grond kan verspreiden, zoodat het tot luxe-consumptie in de eerste snede zou leiden.

Van verschillende zijden wordt tegenwoordig wel geadviseerd om de kali-bemesting niet in één maal te geven maar een gedeelte in den winter of het voorjaar en een overbemesting in den zomer. Hiermede zou de luxe-consumptie in de eerste snede worden vermeden, terwijl aangenomen wordt, dat de kalibemesting in den zomer nog effect geeft. Bij groote giften kalizout in één maal, bestaat er gevaar voor verbranding. Dit wordt vermeden door den mest in twee gedeelten te geven. Hetzelfde geldt voor het gevaar van een te hooge concentratie van het bodemvocht. We hebben dus twee vraagpunten, nl. bemesting in den herfst of in het voorjaar en hooge kaligiften in één keer of gedeeltelijk als overbemesting in den zomer.

Bemesting in den herfst of in het voorjaar.

In het voorgaande hoofdstuk zijn reeds de proeven van Witteveen aangehaald, waarin kali-20 in den herfst met kali-40 in het voorjaar werd vergeleken. Uit deze proefvelden volgde geen voorkeur voor een van beide methoden. De uitspoeling was op deze beide zandproefvelden blijkbaar niet zoo belangrijk, dat hierdoor een lagere kaliwerking ontstond.

Ook het proefveld WO 47e in het Staphorsterveld, kan inlichtingen verschaffen over den meest gewenschten tijd van aanwending. Dit proefveld ligt op laagveen met 30 % afslibbaar, 60 % organische stof en pH 5,8. De kans op uitspoeling is hier dus aanmerkelijk kleiner dan op zandgrond.

Zooals in het voorgaande hoofdstuk reeds is aangehaald, was in de eerste snede de opbrengst bij kali-40 het hoogste bij de herfstaanwending, terwijl bij kali-20 het gedrag in de verschillende jaren verschillend was.

In 1938 werd ook een tweede snede gewonnen;bij beide meststoffen

was hier de herfstbemesting beter dan voorjaarsbemesting. De verhoudingscijfers waren als volgt:

kg K_2O per ha	0	40	80	120
kali-40 herfst	100	136	139	125
voorjaar	100	103	100	108
kali-20 herfst	100	132	126	150
voorjaar	100	107	107	123

Het verschil was bij beide meststoffen belangrijk ten voordeele van de herfstbemesting. Weyer zoekt de oorzaak in een betere verdeeling van de kali-meststof bij vroege kalibemesting. Gemiddeld werd ook in 4 oogstjaren gevonden, dat het kaligehalte in de eerste snede sterker was gestegen door de voorjaarsbemesting dan door de herfstbemesting. De cijfers zijn als volgt in procenten K_2O van de drogestof.

kalibemesting kg K_2O per ha	0	40	80	120
kali-40 herfst	0,95	1,36	1,84	2,35
voorjaar	0,95	1,57	2,06	2,38
kali-20 herfst	1,05	1,60	1,93	2,26
voorjaar	1,05	1,52	2,02	2,49

Bij bemesting in het voorjaar was het kaligehalte dus hooger en de opbrengst lager of gelijk. Het zou van belang kunnen zijn om na te gaan, of op dezen kali-armen grond de herfstbemesting gedurende den winter reeds invloed op het gewas heeft, bijvoorbeeld door betere koude resistentie of door opname in de reserve-organen. De hoogere opbrengst in tweede snede bij herfstbemesting zou verklaard kunnen worden door een zuiniger gebruik van de kali in de eerste snede en een betere algemeene conditie van de veldjes met herfstbemesting. In elk geval is op dit proefveld herfstbemesting te verkiezen boven bemesting in het voorjaar.

Kalibemesting in een gift of naast de gewone bemesting nog overbemesting in den zomer.

Zooals hiervoor reeds is opgemerkt, wordt door sommigen aanbevolen om de kalibemesting in twee giften te geven, waarvan de tweede gift als overbemesting in den zomer. Indien we deze kwestie critisch bekijken, dan wordt hier dus aangenomen dat een kalibemesting die voldoende is voor de eerste snede, voor den nagroei onvoldoende zou zijn. Als dit het geval mocht zijn, zouden op de gewone kalihoeveelheden-

proefvelden, die in den winter of in het voorjaar met kali zijn bemest, het object, dat bij de eerste snede een maximale opbrengst heeft gegeven, onvoldoende bemest zijn voor het bereiken van een maximale opbrengst bij de tweede snede. Het maximum van de tweede snede zou dus in den regel bij een zwaardere kalibemesting (in den winter) gevonden worden, dan het maximum van de eerste snede. Er werd nu bij het beschikbare proefveldmateriaal nagegaan, of deze veronderstelling juist is.

In totaal bleken van 28 oogstjaren de opbrengsten van twee sneden bekend te zijn. Als grens is nu aangenomen de laagste kaligift die 96 % van de maximumopbrengst heeft gegeven. Op klei- en laagveenproefvelden bleek in 8 van de 16 gevallen de grens in de eerste en tweede snede gelijk te zijn. In 6 gevallen was de grens in de tweede snede lager tegenover slechts twee gevallen waarin voor de tweede snede een hoogere bemesting noodig was dan voor de eerste snede. Op de proefvelden op zandgrond bleek het aantal gevallen juist in evenwicht, nl. 6 gelijk, 3 hooger en 3 lager. Blijkbaar is in verreweg de meeste gevallen de kalibemesting, die voldoende is voor de eerste snede ook voldoende voor de tweede snede. Dit sluit nog niet uit, dat een overbemesting in bepaalde gevallen rendabel zou zijn. Het is nl. mogelijk, dat de hooge kaligiften, die in de eerste snede geen opbrengstverhooging meer geven, aanleiding hebben gegeven tot een groote luxeconsumptie in de eerste snede, zoodat de kali-voorziening in de tweede op deze objecten weinig beter was dan bij de lagere bemestingen. Om de mogelijke rentabiliteit van een overbemesting na te gaan, zijn dan ook speciale proefvelden noodig.

Frankena heeft in 1938 in Groningen een zestal eenjarige proeven aangelegd, waarbij eenmalige kalibemesting in Januari vergeleken werd met dezelfde totaalbemestingen maar dan de helft in Januari en de helft na de eerste snede. Gemiddeld werden op de beide grondsoorten de volgende opbrengstverhoudingen verkregen voor de totale opbrengst in twee sneden.

kalibemesting in kg K_2O per ha	0	40	20+20	80	40+40	120	60+60	160	80+80
klei	95	98	99	100	95	99	98	96	98
zand	86	92	96	100	97	100	97	99	98

Bij de laagste kalibemesting van totaal 40 kg kali per ha werd met de bemesting in tweemaal het beste resultaat bereikt. Dit was op alle proefvelden het geval. De verschillen zijn echter niet groot. Bij de bemesting met 80 kg kali, die op vijf van de zes proefvelden het meest rendabel was is de verhouding echter juist omgekeerd. Bij de hoogere giften bleef de

opbrengst meestal beneden het maximum. De bemesting in eenmaal gaf hier ook in de meeste gevallen de hoogste opbrengst. Aangezien de bemesting van totaal 40 kg kali te laag was om de maximumopbrengst te geven is het van weinig belang of hier de opbrengst in twee giften hooger was dan in één gift. Deze proeven hebben dus tot resultaat, dat indien de kaligift in totaal voldoende is voor de maximumopbrengst er geen opbrengstverhooging werd verkregen door de bemesting gedeeltelijk in den zomer te geven.

In Overijssel zijn enkele meerjarige proefvelden aangelegd om na te gaan of overbemesting met kali in den zomer aan te bevelen is. De drogestofopbrengsten van 2 sneden, uitgedrukt in procenten van het object met de hoogste opbrengst, zijn hieronder vermeld.

	aantal proefjaren	kalibemesting in kg K_2O per ha					
		0	40+40	80	80+40	120	160+80
WO 540 . .	1	72	90	94	91	94	100
OO 676 . .	4	80	91	97	98	94	100
OO 677 . .	2	91	93	94	100	94	99

Het proefveld WO 540 lag op laagveen en geeft ongeveer hetzelfde resultaat als de Groningsche proefvelden. De bemesting in één keer gaf hoogere opbrengsten dan de gelijke totaalbemesting in twee giften. Met 120 kg K_2O was het maximum blijkbaar nog niet bereikt, want totaal 240 kg K_2O gaf een hoogere opbrengst.

De beide andere proefvelden liggen op zandgrond en zijn meer jaren geoogst. Hier is het resultaat eenigszins anders. Bij een totaalbemesting van 120 kg kali, gaf het object met de zomerbemesting op beide proefvelden de hoogste opbrengst. De verschillen van OO 677 zijn echter niet erg betrouwbaar, terwijl het kleine verschil bij OO 676 veroorzaakt wordt door één tweede snede, de andere 7 oogsten ontloopen elkaar zeer weinig.

Voorloopig mag dan ook niet uit deze proefvelden worden geconcludeerd, dat door verdeeling van de kalibemesting over twee giften een hoogere opbrengst kan worden verkregen.

Bij deze beide meerjarige proefvelden is ook nog nagegaan of er door verdeeling van de bemesting over twee giften ook minder kali wordt opgenomen. Dit zou op den langen duur tot een bezuiniging in de kalibemesting kunnen leiden. Het bleek echter, dat de lagere kali-opname in de eerste snede weer werd genivelleerd door een hoogere opname in de tweede snede.

De kali-onttrekking in kg per ha was als volgt:

kalibemesting	40+40	80	80+40	120
OO 676 1e snede	79	89	94	101
2e snede	85	75	93	81
Totaal	164	164	187	182
OO 677 1e snede	120	129	142	139
2e snede	85	79	101	85
Totaal	205	208	243	234

De verdeeling van de bemesting over twee giften geeft dus blijkbaar geen bezuiniging in de kali-opname.

Ten aanzien van de zomerbemesting met kali zouden wij voorloopig dan ook willen concludeeren, dat de proefvelden niet hebben aangetoond, dat hoogere opbrengsten kunnen worden verkregen door een gedeelte van de kali in den zomer uit te strooien. Het is ook niet aangetoond, dat door verdeeling van de bemesting in twee giften een lagere kali-onttrekking wordt bereikt.

HOOFDSTUK V

DE INVLOED VAN KALIBEMESTING OP DE BOTANISCHE SAMENSTELLING VAN GRASLAND

Het Nederlandsche proefveldmateriaal heeft op grasland voornamelijk betrekking op de eerste snede bij hooiwinning. Bij de bespreking van de beïnvloeding van de botanische samenstelling van de grasmat moet dit als een groot bezwaar worden gevoeld omdat bepaalde waardevolle bestanddeelen onder die omstandigheden weinig tot ontwikkeling kunnen komen. Dit geldt met name voor de witte klaver, doch in mindere mate ook voor grassoorten als Engelsch raaigras, kamgras e.a.

In totaal staan ons de gegevens van 34 meerjarige proefvelden ter beschikking. Bij mogelijke verschuivingen door kalibemesting moet wel worden bedacht, dat het zeer van de omgeving zal afhangen of het percentage van een soort toeneemt of afneemt. Indien b.v. zoowel meelraai als Engelsch raaigras in belangrijke mate voorkomen, dan zal bij kalibemesting Engelsch raaigras in de meeste gevallen toenemen ten koste van meelraai. Indien echter naast meelraai alleen beemdvossenstaart en fiorin in belangrijke mate voorkomen, dan zal het percentage meelraai veelal toenemen door kalibemesting. Bij de verwerking van de proefveldgegevens zijn de verschillende hoeveelheden kali gemiddeld, zoodat alleen met en zonder kalibemesting wordt vergeleken. Indien van een proefveld meermalen de botanische samenstelling is vastgesteld, dan is het gemiddelde van de verschillende bepalingen genomen voor vergelijking met andere proefvelden.

Hieronder worden eerst de verhoudingen tusschen de groepen van weideplanten besproken, terwijl daarna de voornaamste soorten apart aan de beurt komen.

Gras-klaver-onkruidverhouding.

Gemiddeld was de verhouding tusschen de grassen, klavers en onkruiden als volgt bij genoemde 34 proefvelden.

	geen kali	wel kali
Gras	81,5	83,6
Vlinderbloemigen	2,–	4,2
Schijngrassen	2,9	1,7
Andere onkruiden	12,1	9,3

De verschuivingen zijn als geheel beschouwd slechts gering, omdat het percentage gras slechts weinig veranderd is en in beide gevallen meer dan 80 % van den oogst inneemt.

Bij de andere groepen blijkt echter het percentage klaver ruim verdubbeld te zijn. Gemiddeld blijft dit percentage echter laag, omdat dit gewas in de eerste snede moeilijk kan concurreeren met de grassen. Indien we het gemiddelde nemen van de 7 proefvelden, waarbij de totaalopbrengst duidelijk verhoogd werd en het klaverpercentage in een van de beide gevallen boven de 5 % kwam, dan geeft dit het volgende resultaat:

	geen kali	wel kali
Percentage klaver	2,5	9

In geen van deze 7 gevallen trad een daling van het percentage klaver door de kalibemesting op. Het klaverpercentage blijft dus gewoonlijk zeer laag in de eerste snede bij Nederlandsch hooiland. Indien echter de omstandigheden gunstig zijn voor de ontwikkeling van klaver, dan wordt deze zeer bevorderd door een goede kalivoorziening.

Het percentage schijngrassen (zeggen en russchen) en dat der overige onkruiden daalt juist door kalibemesting, dit blijkt ook duidelijker, indien we alleen de proefvelden in aanmerking nemen, waarin deze groepen in een van de gevallen 5 % of meer van den oogst innamen.

Gemiddeld zijn de cijfers hier als volgt:

	aantal gevallen	geen kali	wel kali
Schijngrassen	8	10	6
Overige onkruiden	26	15	12

Vooral bij de schijngrassen blijkt duidelijk dat deze achteruitgaan door een volledige bemesting. Van de 8 gevallen werd op twee velden een kleine stijging geconstateerd. Bij de overige onkruiden daalde het percentage in 19 van de 26 gevallen, terwijl in 5 gevallen een stijging werd geconstateerd.

Bij het percentage grassen kan worden opgemerkt, dat dit toeneemt in de gevallen, waar op het veld zonder kali aanmerkelijke hoeveelheden schijngrassen voorkomen; ook stijgt het percentage grassen wel door daling van het percentage der overige onkruiden. Door toeneming van het percentage klaver kan echter een daling intreden. Zooals uit de hierboven gegeven cijfers blijkt, verandert het percentage gras in de eerste snede gemiddeld niet veel door kalibemesting.

Verhouding tusschen de goede en minderwaardige grassen.

De grassen kunnen in verband met hun landbouwkundige waarde verdeeld worden in kwaliteitsgroepen. Bij de beoordeeling van de botanische samenstelling van grasland wordt hiertoe aan het Centraal Instituut voor

Landbouwkundig Onderzoek te Wageningen een indeeling in drie groepen gebruikt, nl. goede, matige en minderwaardige grassoorten. [1])

Gemiddeld is de verhouding tusschen deze groepen niet veel veranderd door de kalibemesting op de 34 proefvelden. Dit blijkt duidelijk uit de onderstaande cijfers:

	geen kali	wel kali
Goede grassen	35,2 %	36,8 %
Matige grassen	27,5 %	28,4 %
Minderwaardige grassen	18,8 %	18,4 %

De verschuivingen tusschen deze groepen zijn dus zeer klein tengevolge van kalibemesting. De tendenz is echter gunstig; de groep goede grassen neemt het sterkste toe en de groep minderwaardige grassen neemt iets af.

De afzonderlijke grassoorten.

Bij de voornaamste grassoorten is ook nagegaan, hoe het gedrag ten opzichte van kalibemesting is. In de onderstaande tabel worden de gemiddelde percentages opgegeven van de proefvelden, waarbij een soort 5 % of meer van den oogst innam.

	aantal proefvelden	geen kali	wel kali
Goede grassen:			
Engelsch raaigras	19	19%	20%
Veldbeemdgras	10	11%	11%
Beemdlangbloem	8	9%	8%
Ruwbeemdgras	22	14%	15%
Matige grassen:			
Beemdvossestaart	4	14%	15%
Kamgras	4	5%	5%
Gerstgras	3	14%	9%
Kropaar	6	11%	10%
Fiorin	13	9%	8%
Meelraai	17	13%	12%
Kweek	7	14%	14%
Minderwaardige grassen:			
Reukgras	8	6%	7%
Rood zwenkgras	13	10%	8%
Zachte dravik	8	8%	12%
Hondsstruisgras	5	15%	13%

[1]) Landb.k. Tijdschrift, 54e Jg., No. 663 1942.

Uit deze cijfers blijkt, dat door kalibemesting geen groote verschuiving in de verhouding tusschen de grassoorten plaats vindt.

Bij de goede grassen stijgt het percentage bij twee van de vier soorten. Het percentage van beemdlangbloem daalt. Nu was het reeds bekend, dat deze soort in het algemeen minder hooge eischen stelt.

Bij de matige grassen vertoont alleen beemdvossenstaart een stijging door kalibemesting. De sterke daling van gerstgras door kalibemesting valt op, het betreft echter slechts drie gevallen.

Bij de minderwaardige grassen stijgt het percentage zachte dravik door kalibemesting. Nu is het ook wel bekend, dat deze soort tamelijk hooge eischen aan de vruchtbaarheid van den bodem stelt. Het percentage rood zwenkgras en hondsstruisgras neemt duidelijk af door de kalibemesting.

Samenvattend kan worden gezegd, dat de botanische samenstelling van de eerste snede in het algemeen niet sterk wordt veranderd door kalibemesting. Witte klaver is wel het meest gevoelig voor kaligebrek. Indien de andere omstandigheden gunstig zijn voor de ontwikkeling van klaver dan stijgt het percentage aanmerkelijk door kalibemesting. Het percentage schijngrassen en onkruiden daalt door de kalibemesting. De verandering in het percentage grassen wordt beïnvloed door de veranderingen van de andere groepen. Gemiddeld neemt het percentage grassen toe door kalibemesting bij de eerste snede.

Ook de verhouding tusschen de verschillende grassen verandert niet veel door kalibemesting. Zachte dravik, Engelsch raaigras, ruwbeemdgras nemen toe. Gerstgras, rood zwenkgras, hondsstruisgras en in mindere mate fiorin, kropaar en meelraai gaan achteruit door kalibemesting. Dit zijn echter geen regels zonder uitzonderingen. Er is geen enkele soort, die in alle gevallen vooruit of achteruit gaat. Het hangt waarschijnlijk van de omgevende soorten af of het percentage van een soort zal toe- of afnemen. Bij het beschikbare materiaal zijn hierover echter nog geen duidelijke aanwijzingen verkregen.

HOOFDSTUK VI

INVLOED VAN DE KALIBEMESTING OP DE CHEMISCHE SAMENSTELLING VAN HET GRAS

Door bemesting met kali verandert ook de chemische samenstelling van het gewas. In de eerste plaats heeft een stijging van het kaligehalte plaats, maar daarnaast kunnen ook andere gehalten veranderen.

Bij grasland kan de verandering in chemische samenstelling op verschillende wijzen ontstaan, nl. in de eerste plaats doordat het gehalte in de soorten afzonderlijk verandert. Hiernaast is echter een gehalteverandering door wijziging van de botanische samenstelling zeer goed mogelijk. Tegenstrijdige resultaten van verschillende proefvelden vinden waarschijnlijk mede hun oorzaak in het feit, dat nu eens de eene factor overheerscht en dan weer de andere. Om een eenvoudig voorbeeld te noemen, in het algemeen zal een kalibemesting het kalkgehalte doen dalen. Indien de kalibemesting echter tot een sterke stijging van het klaverpercentage leidt, dan zal het kalkgehalte stijgen, omdat het kalkgehalte van klaver veel hooger is dan van gras.

Hieronder zal nu de invloed van kalibemesting op enkele belangrijke bestanddeelen worden besproken.

Invloed op het kaligehalte.

In het algemeen veroorzaakt kalibemesting een belangrijke stijging van het kaligehalte ook indien de opbrengst niet stijgt. Van 25 proefvelden met totaal 73 oogstjaren is de invloed van de kalibemesting op het kaligehalte nagegaan.

In de eerste plaats is bepaald hoe groot de gehaltestijging was, door de bemesting, welke een opbrengstverhooging gaf. De gemiddelde kaligehalten in de drogestof bedroegen hier:

Geen kalibemesting	2,02 % K_2O
Voldoende kalibemesting	2,69 % K_2O

Deze cijfers komen aardig overeen met de grenscijfers, welke voor het al of niet aanwezig zijn van een kalitekort door van Italie werden gevonden (zie blz. 14). Er blijkt duidelijk uit, hoe het kaligehalte door kalibemesting stijgt. Deze toeneming vond op alle proefvelden plaats. Hiernaast is nagegaan hoe de gehalteverandering was in de gevallen, waarin een hoogere kalibemesting is gegeven dan noodzakelijk is voor de maximumopbrengst. Hier werden de volgende cijfers gevonden:

Voldoende kalibemesting	2,69 % K_2O
Overmaat kalibemesting	3,17 % K_2O

De stijging van het kaligehalte gaat dus door, ook indien de opbrengst niet meer stijgt. Dit leidt tot de zoogenaamde luxe consumptie, er wordt nl. meer kali opgenomen door het gewas dan noodig is. De stijging bedraagt bij deze proefvelden gemiddeld 0,48 %. Bij een opbrengst van 4000 kg drogestof in de eerste snede werd dus gemiddeld bijna 20 kg K_2O meer opgenomen door de te hooge bemesting dan noodig was. Te hooge kalibemesting is dus ook om deze reden onvoordeelig, terwijl de hooge kaligehalten voor het vee misschien zelfs nadeelig kunnen zijn.

Invloed op het gehalte aan kalk.

Maschhaupt en Van Itallie hebben o.a. onderzoekingen ingesteld naar den samenhang van de gehalten van verschillende basen. Uit dit onderzoek volgde, dat de som van gehalten aan kali, natrium, magnesium en kalk uitgedrukt in aequivalenten bij een bepaald gewas dikwijls vrij constant is. Dit wil dus zeggen, dat een stijging van het kaligehalte leidt tot een daling van het gehalte van de andere drie basen. Dit is vooral van belang voor het calcium- en magnesiumgehalte, omdat het gehalte aan deze stoffen aan den lagen kant is in ons gras en hooi.

Bij de reeds eerder genoemde 25 proefvelden is nu de invloed van de kalibemesting op het kalkgehalte nagegaan. Voor de objecten zonder kalibemesting, met voldoende en met overmaat kalibemesting werden de volgende gemiddelde gehalten gevonden in de drogestof.

Zonder kali	0,89 % CaO
Voldoende kali	0,85 % „
Overmaat kali	0,82 % „

Gemiddeld wordt dus een kleine daling gevonden. Op sommige proefvelden, waar de opbrengst van het veld zonder kali sterk achterbleef, was het kalkgehalte van dit object zeer hoog; door kalibemesting daalde dit gehalte sterk. Op één proefveld bedroeg de daling gemiddeld bijna 0,5 %. Het hooge kalkgehalte van hooi van onland op kleihoudend laagveen wordt waarschijnlijk veroorzaakt door kali-armoede. De kalk treedt hier dus in de plaats, die in normale gevallen door kali wordt ingenomen.

Landbouwkundig belangrijker is de daling van het kalkgehalte door overmaat kali, omdat deze daling vermeden kan worden. Gemiddeld bedroeg deze daling 0,03 % terwijl de grootste gevonden daling bij een proefveld 0,10 % bedroeg. Deze verandering in kalkgehalte is slechts onbeteekenend in vergelijking met de verschillen, die tusschen verschillende perceelen optreden. De variatie van de proefveldgemiddelden van de objecten met voldoende kali bedroeg b.v. 1,12 % nl. van 0,41 tot 1,53 %.

Ook bij het onderzoek van 57 Nederlandsche hooimonsters was de variatie van het kalkgehalte groot, nl. van 0,42 tot 1,25 %.

Op enkele proefvelden trad geen daling van het kalkgehalte op maar een kleine stijging. Dit verschijnsel kon niet worden verklaard uit een toenemend klaver- of onkruidpercentage, aangezien deze percentages laag waren en weinig schommelden. In verband met de kleine verschillen moet aan toevallige afwijkingen worden gedacht.

In het algemeen kan dus worden gezegd, dat overmaat kalibemesting in de eerste snede een kleine daling van het kalkgehalte veroorzaakt. De klaver- en onkruidpercentages zijn over het algemeen te laag om veel invloed te hebben.

De invloed op het magnesiumgehalte.

Het magnesiumgehalte in het Nederlandsche gras is veel lager dan het calciumgehalte, bij het onderzoek naar de kwaliteit van het Nederlandsche hooi werd een gemiddeld gehalte van 0,32 % in het gras gevonden met een variatie van 0,16 tot 0,47.

Het aantal kaliproefvelden, waarbij ook het magnesiumgehalte werd bepaald, is niet groot. Op een drietal Utrechtsche proefvelden bleek de tendenz gelijk aan die bij het kalkgehalte. De cijfers waren gemiddeld als volgt:

Geen kalibemesting	0,45 % MgO
Voldoende kali	0,39 % „
Overmaat kali	0,37 % „

De invloed op het natriumgehalte.

De invloed van de kalibemesting op het natriumgehalte is tweeledig. Door de kaliumbemesting zal het natriumgehalte dalen, maar indien met kalizout 20 of 40 wordt gemest, wordt tevens met natrium gemest, waardoor het gehalte misschien weer zal stijgen.

Op het proefveld U 3 werd enkele jaren met zwavelzure kali bemest naast chilisalpeter. Door de chilisalpeter was het natriumgehalte op de veldjes zonder kali zeer hoog en dit daalde sterk bij toenemende kalibemesting. Dit blijkt duidelijk uit de cijfers voor 1933 en 1934.

	300 kg chili	450 kg chili
Geen kali	1,41 % Na_2O	1,74 % Na_2O
100 kg K_2O	1,14 % „	1,42 % „
200 kg K_2O	0,86 % „	1,02 % „
300 kg K_2O	0,62 % „	0,90 % „

Uit de cijfers van dit proefveld op rivierklei blijkt wel, dat het natriumgehalte hier zeer hoog was, bij onderzoek naar de kwaliteit van het Neder-

landsche hooi werd b.v. slechts 0,35 % gevonden. Duidelijk blijkt bij dit proefveld de sterke daling door de kalibemesting en de stijging door de verhoogde bemesting met chilisalpeter.

Van een zevental proefvelden waar stijgende hoeveelheden kalizout-40 zijn gegeven, werd bij 15 oogstjaren het natriumgehalte bepaald. Gerangschikt naar de objecten kalibemesting werden de volgende gemiddelde gehalten gevonden:

Geen kalibemesting	0,57
Voldoende kali	0,50
Overmaat kali	0,44

De daling van het natriumgehalte was dus op deze proefvelden ook niet onbelangrijk.

De invloed op het stikstofgehalte.

Het stikstofgehalte daalt ook bij kalibemesting. Dit geldt vooral voor de proefvelden, waar een sterk kaligebrek optreedt. Gemiddeld werden de volgende gehalten gevonden bij een 20-tal proefvelden:

Geen kali	1,88 % N	11,8 % ruw eiwit
Voldoende kali	1,78 % N	11,1 % „ „
Overmaat kali	1,77 % N	11,1 % „ „

Gemiddeld daalt het stikstofgehalte dus tamelijk belangrijk, indien het kali-tekort wordt aangevuld. Op proefvelden met een sterk kali-tekort bedroeg de daling van het stikstofgehalte wel 0,1–0,5 % of tot 3 % ruw eiwit. Een overmaat kali had gemiddeld weinig invloed op het stikstofgehalte. Op enkele proefvelden trad een stijging van het stikstofgehalte op. In een paar gevallen ging dit gepaard met een stijging van het klaverpercentage; in andere gevallen was de botanische samenstelling niet bekend.

De invloed van kalibemesting op de chemische samenstelling van gras kan nu als volgt worden samengevat:

1. Het kaligehalte stijgt belangrijk, ook indien de opbrengst niet meer stijgt, dit leidt dan tot luxe consumptie.
2. Het gehalte aan natrium kan belangrijk stijgen bij kaligebrek. In een dergelijk geval daalt het natriumgehalte aanzienlijk door kalibemesting.
3. Het calciumgehalte daalt gemiddeld door kalibemesting. Alleen op velden met een sterk kali-tekort treedt een belangrijke daling van het kalkgehalte op. Op kali-arme velden kan ook kalk blijkbaar gedeeltelijk de functie van kali overnemen. Door overmaat kali daalt het kalk-

gehalte weinig, nl. gemiddeld 0,03 %. De groote variatie in het kalkgehalte kan niet worden verklaard door den invloed van kali.
Het klaver en onkruidpercentage is in de eerste snede gewoonlijk slechts laag, zoodat het kalkgehalte hier weinig door wordt beïnvloed. Waarschijnlijk is deze factor in den nazomer en bij beweiding van meer beteekenis.

4. De veranderingen in het magnesiumgehalte door kalibemesting zijn slechts klein, gemiddeld treedt een daling op bij stijgende kalibemesting.
5. Op velden met kaligebrek heeft het gewas een hoog stikstofgehalte, zoodat dit gehalte dan daalt bij kalibemesting. Door overmaat kali treedt practisch geen extra daling op. Op sommige proefvelden vertoonde het stikstofgehalte een kleine stijging door kalibemesting, dit houdt waarschijnlijk verband met een toeneming van het percentage klaver.

SAMENVATTING

In het voorgaande wordt een overzicht gegeven van de resultaten der proefnemingen met kalibemesting op grasland, die door den Rijkslandbouwvoorlichtingsdienst en het Rijkslandbouwproefstation te Groningen zijn genomen.

In het eerste hoofdstuk wordt het vraagstuk behandeld hoe de kalibehoefte van grasland te bepalen is. Uiteengezet wordt, dat de aanvankelijk gevolgde methode van proefveldaanleg zonder toepassing van de algemeene methoden van chemisch grond- en gewasonderzoek slechts tot globale conclusies kan leiden. Uit de resultaten van 200 proefvelden is gebleken, dat in verschillende streken van ons land een bemesting met kalibemesting reeds het eerste jaar in vele gevallen een belangrijke opbrengstverhooging gaf. De hooilanden op klei en kleiveen in Zuid-Holland blijken dankbaar voor kali te zijn evenals de rivierkleiperceelen in Gelderland. Ook de laagveengraslanden gaven in de meeste gevallen een opbrengstverhooging door kalibemesting. Op onze zandgronden, die van nature waarschijnlijk het armst aan kali zijn, blijkt in vele gevallen de kalibemesting behoorlijk te zijn bijgehouden, zoodat in het eerste jaar geen opbrengstverhooging werd verkregen.

De laboratoriummethoden van chemisch grond- en gewasonderzoek stellen in staat de resultaten, verkregen bij een bepaalde serie proefvelden waar deze methoden zijn beproefd, tot algemeene toepassing te brengen en in individueele gevallen de kalibehoefte te bepalen. Uit de behandeling van de resultaten van het grondonderzoek is gebleken, dat het kaligetal van de zodelaag (0–5 cm) een vrij betrouwbare maat voor de kalibehoefte van zandgrasland is. Bij een kaligetal beneden 20 is een flinke kalibemesting gewenscht. Bij een kaligetal hooger dan 40 is zelfs een zeer lichte bemesteting niet meer rendabel. Bij de veen- en kleigronden geeft het kaligehaltecijfer goede aanwijzingen. Het verband met de kalibehoefte blijkt bij de veengronden in sterke mate beheerscht te worden door het humusgehalte. De bij verschillende humusgehalten geldige grenscijfers werden vermeld. Bij de kleigronden is de samenhang tusschen het kaligehalte en de kalibehoefte waarschijnlijk zoowel afhankelijk van het humusgehalte als van de pH van den grond. Het aantal beschikbare gegevens is echter nog te klein, zoodat deze samenhang nog weinig zeker te bepalen is.

Het kaligehalte van het gras kan een belangrijke aanwijzing geven betreffende de kalivoorziening, het gehalte is echter in sterke mate afhankelijk van het groeistadium van het gras, dat daarom in rekening moet worden gebracht.

Hierna wordt aan de hand van meerjarige proefvelden nagegaan, hoeveel kalibemesting per jaar noodig is. Bij éénmaal maaien per jaar is op klei en laagveen een hoeveelheid van 60–100 kg kali in verreweg de meeste ge-

vallen voldoende. Alleen op zeer kali-arme perceelen is een bemesting van 120–160 kg gewenscht. Grondonderzoek en proefveldgegevens van overeenkomstige perceelen zullen aanwijzingen kunnen geven of kalibemesting en zoo ja hoeveel gewenscht is.

Op zandgrond is gemiddeld een iets hoogere bemesting noodig in verband met de grootere uitspoeling. In de meeste gevallen kan met een gift van 80–120 kg per ha worden volstaan, hoewel er ook gevallen voorkomen, waarbij 160–200 kg K_2O per ha bij éénmaal maaien gewenscht is. Grondonderzoek zal hier ook den juisten weg kunnen wijzen. Te zware bemesting leidt op alle grondsoorten tot opbrengstdaling.

Bij twee of meermalen maaien per jaar wordt de kali-onttrekking grooter, zoodat ook de bemesting hooger moet zijn.

Bij de beschouwing van de gewenschte kalibemesting is het noodzakelijk om rekening te houden met de stalmest- en gierbemesting. Een gift van 15–20.000 kg stalmest is volgens de proefveldgegevens waarschijnlijk voldoende voor de kalivoorziening, indien éénmaal wordt gemaald.

Er zijn een aantal proefvelden aangelegd om na te gaan, welke kalimeststof op grasland de voorkeur heeft. Uit de resultaten blijkt geen voorkeur voor één van de meststoffen, zoodat de goedkoopste meststof het meest in aanmerking komt. In speciale gevallen heeft het magnesiumgehalte van sommige meststoffen misschien beteekenis.

Uit de proefnemingen ten aanzien van den meest gewenschten tijd van de kalimeststoffen blijkt, dat het niet zeker is, dat voorjaarsbemesting de voorkeur verdient boven herfstbemesting. Vooral op de klei- en veengronden verdient een vroegtijdige aanwending misschien wel aanbeveling.

De vraag of overbemesting in den zomer bij voldoende kalibemesting in den winter nog rendabel is, wordt op bijna alle proefvelden ontkennend beantwoord, terwijl ook niet is gebleken, dat op deze wijze een lagere kali-opname wordt verkregen. Nader onderzoek van deze kwestie is wel gewenscht.

De botanische samenstelling wordt in het algemeen niet sterk beïnvloed door de kalibemesting, hoewel de klaverontwikkeling door kalibemesting wel vrij sterk bevorderd wordt, terwijl de onkruiden en schijngrassen geremd worden. Bij de grassen onderling blijken de verschillen niet groot te zijn, in het algemeen bestaat echter de tendenz, dat de goede grassen bevorderd worden door een goede kalivoorziening.

Het kaligehalte stijgt sterk door kalibemesting, ook indien de opbrengst niet meer stijgt. Deze toeneming blijkt gepaard te gaan met een daling van het kalk-, magnesium- en natriumgehalte. Deze daling blijkt echter vooral op te treden, als een kali-tekort wordt aangevuld. Door overmaat kali daalt het natriumgehalte nog aanmerkelijk, de gehalten aan kalk en magnesium dalen echter weinig ten opzichte van een voldoende bemesting.

Het eiwitgehalte stijgt bij kaligebrek. Overmaat kali heeft weinig invloed op het eiwitgehalte van het gras.