



# bioveem Rapport 9

## Kalibemesting van grasklaver





### **Colofon**

#### **Uitgever**

Animal Sciences Group / Praktijkonderzoek  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 – 238 238  
Fax 0320 – 238 050  
E-mail [bioveem.po.asg@wur.nl](mailto:bioveem.po.asg@wur.nl)  
Internet <http://www.bioveem.nl>

#### **Redactie**

Bioveem

#### **© Animal Sciences Group**

Het is verboden zonder schriftelijke toestemming van de uitgever deze uitgave of delen van deze uitgave te kopiëren, te vermenigvuldigen, digitaal om te zetten of op een andere wijze beschikbaar te stellen.

#### **Aansprakelijkheid**

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen

#### **Bestellen**

ISSN 0169-3689  
Eerste druk 2005/oplage 50  
Prijs € 17,50

Losse nummers zijn schriftelijk, telefonisch, per E-mail of via de website te bestellen bij de uitgever.



ANIMAL SCIENCES GROUP  
WAGENINGEN UR



LOUIS BOLK INSTITUUT  
natuurwetenschappelijk onderzoek

Bioveem is een samenwerkingsproject van 17 biologische melkveehouders, Louis Bolk Instituut, Animal Sciences Group/Praktijkonderzoek en DLV-adviesgroep n.v.

Missie:  
biologische melkveehouderij versterken en verbreden



Rapport 9

# Kalibemesting van grasklaver op biologische melkveebedrijven

Nick van Eekeren  
Ellen Heeres  
Goaitske Iepema  
Hugo van der Meer

Mei 2005

## Voorwoord

Voor u ligt een rapport in het kader van thema Bemesting, bodemvruchtbaarheid en vruchtwisseling van Bioveem. In dit thema wordt door Bioveem-deelnemers, DLV'ers en onderzoekers van diverse instituten gewerkt aan een bemestingsadvies. Dit rapport draagt bij aan de onderbouwing van een kalibemestingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven.

Naast literatuur en gegevens van Bioveembedrijven is gebruik gemaakt van gegevens van een kalibemestingsproef op Droevendaal door het PRI, 2 kalibemestingsproeven op Aver Heino door het Louis Bolk Instituut en een verschalingsproef met grasklaver en kali op het Hengstven in een samenwerking van het Overlegplatform de Duinboeren met Natuurmonumenten en het Louis Bolk Instituut. Hierbij willen wij onze dank uitspreken voor het gebruik van deze gegevens.

## Samenvatting en advies voor de praktijk

Dit rapport draagt bij aan de ontwikkeling van het kalibemestingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Uitgangspunt vormt hierbij het huidige kalibemestingsadvies voor gras. Op basis van resultaten uit bemestingsproeven op grasklaver, regelgeving en argumenten uit de biologische landbouw wordt gekeken of dit advies moet worden aangepast voor de teelt van grasklaver op biologische melkveebedrijven.

De huidige gebruiksnormen voor dierlijke mest in de biologische melkveehouderij zetten de kaliaanvoer uit mest sterk onder druk (ekologische bedrijven 170 kg N/ha en BD-bedrijven 112 kg N/ha). Problemen met kaliumtekorten zullen zich theoretisch het eerst voordoen op maaipercelen (hoge afvoer) en met name op zandgronden (kleinere voorraad en grotere uitspoeling dan op andere gronden). Op de bedrijven in Bioveem-2 lijkt de kalitoestand bijna gelijk verdeeld over de verschillende grondsoorten, maar met grote verschillen tussen de bedrijven onderling.

Kaliumtekorten concentreren zich op het gewas en niet op het vee. Met stikstof bemest gras en grasklaver lijken qua drogestofopbrengst een vergelijkbare respons te hebben op kali in het traject van 21 naar 32 g kalium per kg droge stof in het gewas. Er is echter een wezenlijk verschil. Bij grasklaver komt het effect van een beperkte kalivoorziening vooral tot uiting in de klaveropbrengst en dus indirect in de stikstofvoorziening van het gewas en het bedrijf. Verder is gebleken dat klaver bij een te laag kaliniveau simpelweg weg kan vallen, vooral bij extreme weersomstandigheden. Bij grasklaver op een biologisch bedrijf is het effect van een beperkte kalivoorziening op het bedrijf dus ingrijpender dan bij met stikstof bemest gras op een gangbaar bedrijf.

Er ligt een degelijk kalibemestingsadvies voor grasland (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002). Bij de huidige gebruiksnormen van dierlijke mest kunnen veel biologische melkveebedrijven de kalivoorziening van het grasland niet meer rondzetten uit organische bemesting. Aanvoer uit kalihulp meststoffen wordt noodzakelijk. De vraag is of biologische veehouders op dat moment met het huidige kalibemestingsadvies voor grasland verder moeten, of dat er een specifiek bemestingsadvies voor biologische grasklaver zou moeten worden gemaakt. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de vraag of het huidige kalibemestingsadvies voor de biologische klaverteelt moet worden aangepast. Argumenten voor afwijking van het gangbare kalibemestingsadvies kunnen als volgt worden samengevat:

Tegen aanscherping:

- Bij aanscherping wordt het risico groter dat de productie van de klaver vermindert of dat de klaver door een ernstig kaliumtekort wegvalt en daarmee de stikstofvoorziening van het grasklavermengsel.
- Het K-getal in de bodem is een tamelijk grove indicator voor de beschikbaarheid en mogelijke opname door de plant. Om risico van te lage kaliumvoorziening uit te sluiten, moet de huidige streefwaarde worden gerespecteerd of het kaliumadvies zou moeten worden afgestemd op het kaliumgehalte in het gewas.

Neutrale:

- Diergezondheid is met het huidige advies geen probleem.
- Met een kostprijs van € 0,51/kg K<sub>2</sub>O voor kaliumsulfaatgranulaat en aankoop van grasklaver op stam inclusief transportkosten voor € 0,06/kg ds, zijn de kosten voor aanvullende kalibemesting iets hoger dan de baten. Met andere woorden: het levert niets op, maar het kost weinig. Bemesten volgens het huidige advies maakt het risico echter wel kleiner dat klaver wegvalt en daarmee het in gevaar komen van de grasklaverproductie en voederwaarde.
- Bij een hogere aanvoer van hulp meststoffen neemt de aanvoer van zwavel toe. Dit probleem lijkt mee te vallen, aangezien een kaliumtekort vaak hand in hand gaat met een zwaveltekort, en kalihulp meststoffen aanvullend op drijfmest worden gebruikt.

Voor aanscherping:

- Vanuit het streven van een gesloten bedrijfsvoering in de biologische landbouw moet de aanvoer van hulp meststoffen op een bedrijf tot een minimum worden beperkt. Afhankelijk van de ruwvoerpositie kan dit wel betekenen dat mogelijk ruwvoer moet worden aangevoerd.

Het al dan niet aanscherpen van het advies is sterk afhankelijk van de ondernemer. Aanscherping van het advies zal gericht moeten zijn op een lager kaliumgehalte in het gewas, waardoor het evenwicht van aan- en afvoer van kali op een lager punt ligt. Streefwaarde van kaliumgehalte in grasklaver zou dan 25 g/kg ds moeten zijn. Dit wordt gehaald bij een lage K-bemestingstoestand in de bodem en een beperkte aanvoer van kali. De vraag is echter: wanneer is deze toestand bereikt? Metingen in het gewas lijken kostentechnisch geen optie. Hoewel het K-gehalte in de bodem een vrij grove maat is, lijkt dit dan toch de meest haalbare indicator die voorspellend voor 2-4 jaar kan aangeven of moet worden bijbemest. Bij maaipercelen met een K-gehalte van <15 op zandgrond en <12 op andere grondsoorten, moet in ieder geval zeker met een aanvoer van 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden

# Inhoudsopgave

## Voorwoord

## Samenvatting en advies voor de praktijk

<b>1</b>	<b>Inleiding en leeswijzer</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Huidige (kali)bemesting op biologische melkveebedrijven</b> .....	<b>2</b>
2.1	Analyse Bioveem-1 .....	2
2.2	Beperking kaliaanvoer door gebruiksnorm voor stikstof.....	2
2.3	Aan- en afvoer op maaiperceel grasklaver .....	2
2.4	Samenvatting en conclusies.....	3
<b>3</b>	<b>Effecten van een tekort aan kali</b> .....	<b>4</b>
3.1	Algemene functie van kalium in planten .....	4
3.2	Visuele gebrekverschijnselen in gras en klaver .....	4
3.3	Effect van kalium op de productie van gras .....	5
3.4	Effect van kalium op de productie van grasklaver.....	6
3.5	Samenvatting en conclusies.....	6
<b>4</b>	<b>Huidige bemestingsadvies voor kali</b> .....	<b>7</b>
4.1	Waardering K-getal.....	7
4.2	Bemestingsadvies kali .....	7
4.3	Uitspoeling van kali .....	8
4.4	Kaliwerkingscoëfficiënten.....	8
<b>5</b>	<b>Is aanpassing van het advies voor de biologische grasklaverteelt noodzakelijk?</b> .....	<b>9</b>
5.1	Argumenten voor al dan niet aanpassen van huidige advies.....	9
5.2	Samenvatting en conclusies.....	13
<b>6</b>	<b>Afwijking van het huidige kalibemestingsadvies</b> .....	<b>14</b>
6.1	Verlaging van het advies door een lager kaliumgehalte .....	14
6.2	Welke parameter is de graadmeter voor bijbemesten?.....	14
6.3	Controle met een bemestingsvenster.....	15
6.4	Samenvatting en conclusies.....	16
<b>7</b>	<b>Advies voor kalibemesting in de biologische melkveehouderijpraktijk</b> .....	<b>17</b>

## Literatuur

## Bijlagen

begonnen. Bij K-getallen van 15-23 op zandgrond en 12-18 op andere grondsoorten lijkt een bemesting van 150-175 kg K<sub>2</sub>O/ha in het eerste jaar na het nemen van bodemonsters afdoende. In vervolgjaren moet bij puur maaien dan ook naar een kalibemesting van 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden gestreefd. Bij hogere K-getallen dan 23 op zandgrond en 18 op andere grondsoorten is het sterk afhankelijk van de aanvoer met bemesting, afvoer in het gewas en mogelijke uitspoeling hoe met de kalibemesting moet worden omgegaan. Bij een K-getal tussen de 24-31, op een zandgrond met uitspoeling van kalium, een beperkte aanvoer van drijfmest (30-45 m<sup>3</sup>) en puur maaien wordt geadviseerd na twee jaar nogmaals een bodemonster te nemen en op basis daarvan de kalibemesting af te stemmen. Eventueel kan een bemestingsvenster ter controle worden aangelegd.

## Advies voor de praktijk

### Algemeen

- Inschatten van de kalitoestand op het bedrijf: Kijk eens naar de bodemanalyses van de afgelopen jaren op de grasklaverpercelen. Wordt alert bij bodemonsters in de laag 0-10 cm met een K-getal lager dan 24 voor zandgrond en 19 voor andere grondsoorten. Problemen lijken zich in eerste instantie voor te doen op bedrijven op zandgrond op percelen waar veel wordt gemaaid. Bedenk ook eens in welke percelen het klaveraandeel ineens sterk terugliep en probeer dat te relateren met de kalitoestand van het perceel op dat moment.
- Plaats de kalitoestand in het licht van het gewas: Is het een pas ingezaaid diepwortelend gewas, dan zal het minder problemen hebben met een lage kalitoestand dan een ouder gewas met een minder goede worteling.
- Verdeling van bemesting: Denk in het algemeen aan verdeling van de beschikbare dierlijke mest. Waar de kalitoestand ruim voldoende of hoger is, breng daar niet te veel drijfmest in verband met luxe consumptie van het gewas en de kans op grotere uitspoelingsverliezen bij een grotere kalivoorraad in de grond.
- Kies uit onderstaande twee strategieën voor kalibemesting van grasklaver.

### *Bemestingsstrategie 1: Bemesten voor optimale drogestof-opbrengst en een minimale kans van verdwijnen van klaver door kaliumgebrek*

- Volg het huidige kalibemestingsadvies voor grasklaver zoals beschreven in hoofdstuk 4. Probeer in eerste instantie de kalibemesting rond te krijgen door een betere verdeling van mest op het bedrijf. Hier volgen enkele aanknopingspunten voor de eerste snede en vervolgsnedes.
- Bemesting eerste snede: Bij bemesting van de eerste snede wordt in eerste instantie de nadruk gelegd op de bemesting met stikstof. Het klaveraandeel, de leeftijd van de grasklaver en het stikstofleverend vermogen van de grond zijn belangrijke factoren die de mesthoeveelheid bepalen. Maaipercelen en/of percelen met een lage kalitoestand moeten echter al bij de eerste snede meer drijfmest ontvangen. Bemest dus niet standaard alle percelen met dezelfde hoeveelheid drijfmest of stalmest, maar houdt een bewuste verdeling aan, uitgaande van het geplande graslandgebruik maar ook van de kalitoestand. Met een bemesting van 15 m<sup>3</sup>/ha drijfmest voor een weidesnede en 30 m<sup>3</sup>/ha voor een maaisnede (>2500 kg ds/ha) wordt in principe het kalibemestingsadvies gevolgd bij een lage kalitoestand (100 respectievelijk 180 kg K<sub>2</sub>O/ha). Ga hierbij ook niet hoger zitten met de drijfmestgift, omdat er dan overconsumptie van kalium door het gewas plaatsvindt. Om uitspoeling van kali te voorkomen moet niet te vroeg worden bemest (niet voor maart).
- Bemesting vervolgsnedes bij een K-getal lager dan 24 voor zandgrond en 19 voor andere grondsoorten: Weidepercelen waar dag en nacht wordt geweid, hebben in principe nog maar weinig extra kalibemesting nodig. Bemest op deze percelen dan ook niet meer. Op maaipercelen wordt wel veel kalium in het product afgevoerd. Met een bemesting van 15 m<sup>3</sup> drijfmest (90 kg K<sub>2</sub>O/ha) wordt in principe aan het bemestingsadvies (70-100 kg K<sub>2</sub>O/ha) van kali voor de tweede maaisnede voldaan. Bij latere maaisnedes moet bij een lage en voldoende kalitoestand worden bijbemest met 70 kg K<sub>2</sub>O/ha uit drijfmest of een kalihulpmeststof. Dit zou betekenen 140 kg kaliumsulfaatgranulaat/ha per snede.

### *Bemestingsstrategie 2: Bemesten voor minimale kaliaanvoer op bedrijfsniveau en beperkt risico van wegvallen van klaver door een te lage kalitoevoer*

- Zoek de grens op van lage kalitoestand. Bij maaipercelen moet bij een K-getal van <15 op zandgrond en <12 op andere grondsoorten op jaarbasis minimaal 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden toegediend. Bij een K-getal van 15-23 op zandgrond en 12-18 op andere grondsoorten kan in het 1<sup>e</sup> jaar na bemonsteren met 150-175 kg K<sub>2</sub>O/ha uit bemesting worden volstaan. Daarna moet ook op jaarbasis 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden gegeven.
- Bemesting eerste snede: Bemest een weidesnede met 10 m<sup>3</sup> drijfmest/ha en een maaisnede met 20 m<sup>3</sup> drijfmest/ha.
- Bemesting vervolgsnedes: Weidepercelen waar dag en nacht wordt geweid, hebben in principe nog maar weinig extra kalibemesting nodig. Op maaipercelen moet voor de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> maaisnede nog 10 m<sup>3</sup> drijfmest/ha worden gebracht of 60 kg K<sub>2</sub>O/ha uit een kalihulpmeststof. Dit zou betekenen 120 kg kaliumsulfaatgranulaat/ha per snede.

- Leg een bemestingsvenster aan op percelen waar wordt verwacht dat tekorten op kunnen gaan treden, zodat op tijd kan worden ingegrepen.



## 1 Inleiding en leeswijzer

Binnen het thema bodemvruchtbaarheid, bemesting en vruchtwisseling van het project Bioveem-2 wordt toegewerkt naar een bemestingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Bij de ontwikkeling van dit bemestingsadvies worden twee sporen gevolgd die uiteindelijk worden geïntegreerd. Deze sporen zijn:

- 1) Onderbouwen van de gewenste bemestingsniveaus voor de verschillende elementen middels veldproeven en deskstudies.
- 2) Ontwikkeling van een bemestingsplanner om de organische mest die beschikbaar is op bedrijfsniveau zo goed mogelijk over de percelen te verdelen.

Dit rapport draagt bij aan de ontwikkeling van spoor 1 door de onderbouwing te geven van een kalibemestingsadvies voor grasklaver op biologische melkveebedrijven. Uitgangspunt vormt hierbij het huidige kalibemestingsadvies voor grasland (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002). Op basis van resultaten van bemestingsproeven op grasklaver, regelgeving en argumenten uit de biologische landbouw, wordt nagegaan of dit advies moet worden aangepast voor de teelt van grasklaver op biologische melkveebedrijven.

In hoofdstuk 2 wordt gekeken naar de huidige bemesting op biologische melkveebedrijven en de knelpunten wat betreft kalium. Dit wordt gevolgd door een hoofdstuk over de effecten van kalium op de productie van met N bemest gras en grasklaver. Daarna wordt in hoofdstuk 4 het huidige bemestingsadvies besproken. In hoofdstuk 5 wordt ingegaan op mogelijke argumenten voor aanpassing van het gangbare kalibemestingsadvies voor biologische grasklaver. Hoe deze aanpassing eruit zou kunnen zien, wordt besproken in hoofdstuk 6. Hoofdstuk 7 geeft de praktische invulling van het advies voor de praktijk.

### **Kalium en Kali**

In dit rapport wordt van kalium (K) gesproken in het gewas en kali ( $K_2O$ ) in de bodem en mest. 1 kg K=1,205 kg  $K_2O$ .

## 2 Huidige (kali)bemesting op biologische melkveebedrijven

### 2.1 Analyse Bioveem-1

Op de meeste biologische melkveebedrijven wordt tot nu toe enkel met kali bemest via organische mest en urine die met weidegang en bemesting op het land komen. De bemesting is in eerste instantie gericht op stikstof en niet op kali. Een analyse van de bemesting op bedrijven in Bioveem-1 over de periode 1998-2000 door Snijders en Pinxterhuis (2001) laat zien dat de kalibemesting op bedrijfsniveau nog boven het gangbare advies voor kali lag. Voor een groot deel wordt dit verklaard door de nog redelijke kalitoestanden in de bodem en het daaruit voortvloeiende relatief lage advies voor de aanvoer van kali (zie ook hoofdstuk 4). Ook de kalibalans op bedrijfsniveau (afvoer via melk en vlees, aanvoer via aangekocht voer, strooisel en bedrijfsvreemde mest) viel mee. Slechts een van de elf bedrijven in Bioveem-1 had toentertijd een negatieve kalibalans, terwijl twee bedrijven net boven het evenwicht zaten. Van deze drie bedrijven waren twee bedrijven zeer extensief met 5000-6000 liter melk per hectare.

Ondanks bovenstaande feiten werd in deze analyse toch de kans op kalitekorten op korte termijn groot geacht. Met name vanwege de lage kalitoestand van diepere bodemlagen en de grote kans op het uitspoelen van kali op zandgronden. Ook gaf de analyse aan dat op maaipercelen te krap werd bemest en dat daar de kalivoorziening in het gedrang dreigde te komen.

### 2.2 Beperking kaliaanvoer door gebruiksnorm voor stikstof

Sinds de analyse in Bioveem-1 is er veel veranderd. In 2001 is het gebruik van dierlijke mest in de biologische landbouw beperkt door de instelling van stikstofgebruiksnormen. Deze houden in dat op ecologische bedrijven niet meer dan 170 kg stikstof per ha uit dierlijke mest mag worden gebruikt en op biologisch-dynamische niet meer dan 112 kg stikstof per ha. In beide gevallen gaat het om het totaal van 'stalmest' en weidemest (Skal, 2000). Met deze gebruiksnorm voor stikstof wordt ook de aanvoer van kali uit dierlijke mest beperkt. In tabel 2.1 is voor bedrijven met verschillende veebezettingen aangegeven wat ze uit drijfmest aan kali per ha land beschikbaar hebben en wat er via weidegang aan kali op de percelen komt. Voor dit laatste moet worden bedacht dat kali voornamelijk via de urine wordt uitgescheiden en heel pleksgewijs op het land komt. Naast het al gesignaleerde probleem op extensieve bedrijven in Bioveem-1, loopt de beschikbaarheid van kali uit drijfmest ook terug op intensievere bedrijven (zie tabel 2.1). Dit zet de kalibemesting op maaipercelen nog verder onder druk. Met de gebruiksnorm van 112 kg stikstof per ha op BD-bedrijven speelt dit nog sterker.

**Tabel 2.1** Beschikbaarheid van kali uit drijfmest en via beweiding naar aanleiding van de gebruiksnorm van 170 kg N/ha

Biologische bedrijfstypes in Nederland	GVE per hectare	Mest-productie (kg N/ha)	Opgevangen mest (kg N/ha)	Beschikbare mest voor uitrijden (kg N/ha)	Beschikbare hoeveelheid drijfmest (m <sup>3</sup> /ha)	Beschikbare kali uit drijfmest (kg K <sub>2</sub> O/ha)	Hoeveelheid kali via weidegang (kg K <sub>2</sub> O/ha)
Intensief	2,5	228	150	92	24	146	125
Maximaal	1,85	168	111	111	29	177	92
Gemiddeld	1,5	137	90	90	24	146	76
Extensief	1,1	100	66	66	17	104	55

*Aannames: een stikstofproductie in mest van 91 kg N per GVE (Skal, 2000), 34 % hiervan komt als weidemest direct op het land, en drijfmest bevat 3,8 kg N en 6,1 kg K<sub>2</sub>O per m<sup>3</sup> (Smolders e.a., 2000)*

### 2.3 Aan- en afvoer op maaiperceel grasklaver

Tabel 2.1 geeft aan wat er met de huidige regelgeving op ecologische bedrijven aan de aanbodzijde van kali uit organische mest gebeurt. In tabel 2.2 wordt aangegeven wat dit voor de aan- en afvoerbalans van kali op een maaiperceel betekent. De aanvoer is aangegeven bij twee bemestingsniveaus: 30 en 45 m<sup>3</sup> drijfmest per ha. De afvoer is aangegeven bij drie niveaus van kalium in het gewas; 25, 30 en 35 g kalium/kg ds.

**Tabel 2.2** Aan- en afvoer van kali op een maaiperceel grasklaver

Bedrijfstype		Biologisch-dynamisch	Ekologisch
Bemestingsniveau (m <sup>3</sup> drijfmest /ha)		30	45
<b>Aanvoer <sup>1)</sup></b>			
N-totaal (kg/ha)		114	171
Werkelijke aanvoer kali (kg K <sub>2</sub> O/ha)		183	275
Gangbaar advies bij laag K-getal		490	490
<b>Afvoer bij maaien</b>			
Kali (kg K <sub>2</sub> O/ha) bij:	25 g K/kg ds	361	361
	30 g K/kg ds	434	434
	35 g K/kg ds	506	506
<b>Overschot of tekort (-) <sup>2)</sup></b>			
Kali (kg K <sub>2</sub> O/ha) bij:	25 g K/kg ds	-178	-86
	30 g K/kg ds	-251	-159
	35 g K/kg ds	-323	-231

<sup>1)</sup> Uitgaande van gehalten in drijfmest van 3,8 kg N en 6,1 kg K<sub>2</sub>O en een netto productie van 12 ton ds/ha in 5 snedes

<sup>2)</sup> Overschot of tekort = aanvoer in mest – afvoer bij maaien.

Uit tabel 2.2 wordt duidelijk dat bij bemesting volgens de gebruiksnormen voor respectievelijk biologisch-dynamische en ekologischer bedrijven de kalibalans in alle gevallen negatief is, zelfs bij een laag kaliumgehalte in het gewas. Dit betekent dat er bij gebruik van alleen maar dierlijke mest op maaipercelen wordt ingeteerd op de kalivoorraad in de bodem. Afhankelijk van de bemestingstoestand en de uitspoeling van kalium lopen bedrijven op zandgrond in eerste instantie op maaipercelen tegen kalitekorten aan. Op de Bioveem-bedrijven is echter te zien dat op alle grondsoorten percelen met een kalistoestand 'laag' of 'voldoende' voorkomen (zie tabel 2.3). Tussen de bedrijven bestaan grote verschillen. Van één bedrijf op veen valt 21% van de percelen in de kalistoestand laag (zie annex IV).

Op maaipercelen met een kalistoestand 'laag' of 'voldoende' wordt met de aanvoer van 30 en 45 m<sup>3</sup> drijfmest per ha niet voldoende bemest volgens het gangbare bemestingsadvies. In de praktijk zijn er nog maar enkele bedrijven die op maaipercelen gericht bijbemesten met kalihulpmeststoffen. Tot voor kort werd hiervoor voornamelijk patentkali gebruikt. Kaliumsulfaat lijkt echter prijstechnisch interessanter (zie annex III). Naast grasklaver wordt op enkele bedrijven ook snijmais bijbemest met kalihulpmeststoffen in het geval er voor de stikstofvoorziening geen drijfmest wordt gegeven bij de teelt op een gescheurde grasklaver.

**Tabel 2.3** Waardering van de kalistoestand op 17 Bioveem-bedrijven in 2001 in de laag 0-10 cm naar het bemestingsadvies (zie hoofdstuk 4)

K-toestand	Laag	Voldoende	Ruim voldoende	Hoog en zeer hoog
	% van het totaal aantal percelen			
Zand- en dalgrond (8 bedrijven)	4%	26%	25%	46%
Klei, veen en löss (9 bedrijven)	8%	27%	25%	40%

## 2.4 Samenvatting en conclusies

De huidige gebruiksnormen voor dierlijke mest in de biologische melkveehouderij beperken de kaliaanvoer uit mest op grasland sterk. Voor BD-bedrijven pakt dit nog extremer uit dan voor ecologische bedrijven. Problemen met kalitekorten zullen zich theoretisch het eerst voordoen op maaipercelen (hoge afvoer) en met name op zandgronden (kleinere voorraad en grotere uitspoeling dan op andere gronden). Op de bedrijven in Bioveem-2 lijkt de kalistoestand bijna gelijk verdeeld over de verschillende grondsoorten, maar met grote verschillen tussen de bedrijven onderling.

### 3 Effecten van een tekort aan kali

Dit hoofdstuk gaat met name over de effecten van een tekort aan kalium in het gewas. De behoefte van rundvee, zowel van hoogproductieve dieren als van jongvee, wordt met 8 g kalium per kg drogestof in het rantsoen volledig gedekt (NRLO, 1982). Bij gehalten lager dan 15 g kalium per kg drogestof groeien gras en klaver bijna niet meer en zelfs snijmais heeft hogere kaliumgehalten dan nodig is voor rundvee. In die zin is de kaliumbehoefte van het vee dus altijd gedekt, zelfs met een aantal producten in het rantsoen die weinig kalium bevatten. Een groter probleem zijn hoge(re) kaliumgehalten in het gewas en de negatieve invloed hiervan op de benutting van andere mineralen (o.a. magnesium). Hierover meer in hoofdstuk 5.

#### 3.1 Algemene functie van kalium in planten

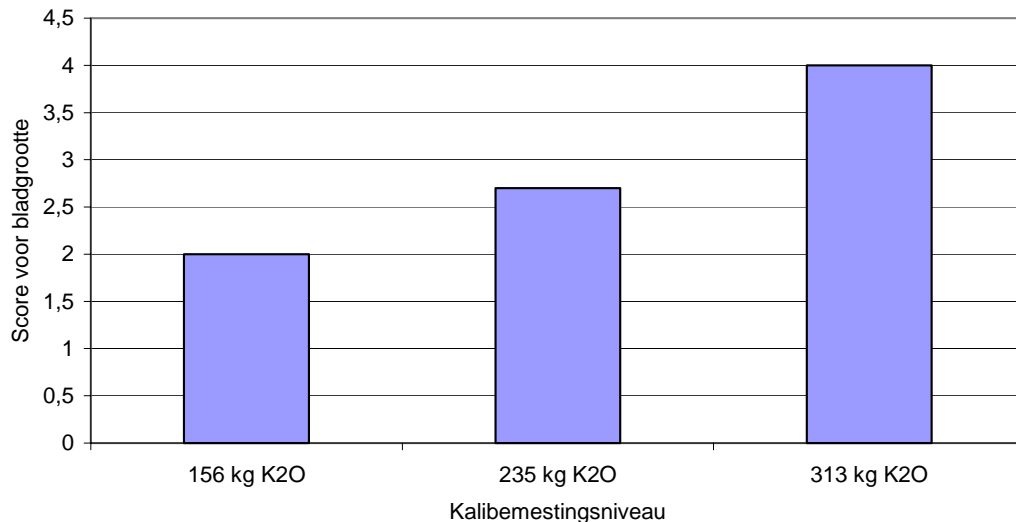
Kalium vormt in de plant geen bestanddeel van de organische stof (dus van eiwitten, zetmeel en suikers). Kalium speelt echter wel een rol in het functioneren van een groot aantal enzymen. Hiermee heeft kalium een sterk regulerende functie in de vorming en het transport van koolhydraten, eiwitten en vitamines. Kalium reguleert ook de openingstoestand van de huidmondjes. Bij een gebrek aan kalium gaan de huidmondjes open staan waardoor het gewas meer water gaat verbruiken en ook gevoeliger wordt voor droogte. Daarnaast verhoogt kalium de osmotische waarde van het celvocht, waardoor de plant steviger is en resistenter tegen vorst (De Jong 1988; Van de Ven 1990).

#### 3.2 Visuele gebrekverschijnselen in gras en klaver

Kaligebrek bij gras is zichtbaar aan de geel tot geelbruine verkleuring van de bladtoppen. Aangezien kalium in de plant mobiel is, treden gebrekverschijnselen het eerste op in oudere bladeren. Gebrekverschijnselen worden pas zichtbaar als de groei al sterk is gereduceerd.

Bij klaver leidt een lagere kalitoestand tot kleinere bladeren (zie figuur 3.1). Duidelijke gebrekverschijnselen zijn kleine witte of geel bruine puntjes op het blad. Net zoals bij gras is dit het eerst zichtbaar in oudere bladeren (zie foto). Een belangrijk verschil met gras is dat witte klaver bij een tekort aan kalium grotendeels afsterft en wegvalt.

**Figuur 3.1** Bij een lager kalibemestingsniveau wordt de bladgrootte lager gescoord (Baars, ongepubliceerde gegevens)



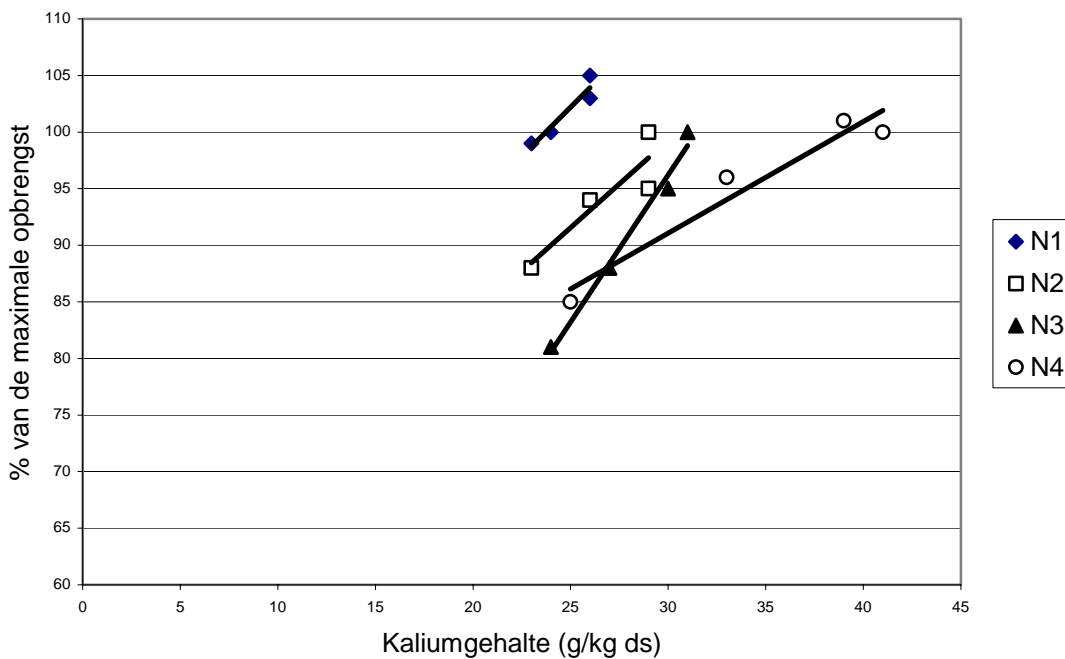


Visuele gebrekverschijnselen van kalium in witte klaver

### 3.3 Effect van kalium op de productie van gras

Het effect van kalium op productie van met stikstof bemest gras wordt geïllustreerd door het kaliumgehalte in het gewas uit te zetten tegen het percentage van de maximale opbrengst. In figuur 3.2 is duidelijk te zien dat in een bepaald traject van kaliumgehalten de relatieve drogestofopbrengst stijgt van 80 naar 100%. Dit traject van kaliumgehalten is afhankelijk van het stikstofniveau. Bij het hoge stikstofniveau (N4) is te zien dat er zeer hoge kaliumgehalten nodig zijn. In een analyse van verschillende maaiproeven geeft Van de Ven (1990) aan dat de opbrengstverhoging van 90 naar 100% (100% = 11,7 t ds/ha) gepaard kan gaan met een stijging van het kaliumgehalte in het gras van 21 naar 32 g kalium per kg drogestof. Variatie tussen proeven wordt voor een groot deel verklaard door het stikstofniveau.

**Figuur 3.2** Relatie tussen het kaliumgehalte in gras en de (relatieve) drogestof-opbrengst bij 4 N-niveaus (Chevalier, 1978)



### 3.4 Effect van kalium op de productie van grasklaver

De meeste kalibemestingsproeven zijn gedaan met een mengteelt van gras en klaver. Net zoals voor met stikstof bemest gras wordt in deze proeven een relatie gevonden tussen het kaliumgehalte en de grasklaveropbrengst. In de analyse van diverse proeven stijgt de grasklaverproductie met 13% naar 11,6 t ds/ha bij een toename van het kaliumgehalte in het mengsel van 21 naar 32 g kalium per kg drogestof (zie annex I). Tot zover lijkt grasklaver nog redelijk vergelijkbaar met puur gras. Er zijn echter twee punten waar grasklaver essentieel verschilt van met stikstof bemest gras:

1. De respons van grasklaver op kalibemesting wordt sterk gedomineerd door de respons van klaver op kali. In figuur I.1 in annex I is te zien dat de respons van de grasklaveropbrengst op kalium parallel loopt aan de respons van de klaveropbrengst. Kalibemesting heeft daarmee indirect via de stikstofbinding van klaver een invloed op de stikstofvoorziening van het gewas en het biologisch bedrijf als geheel.
2. Zoals al eerder aangegeven, is er een grote kans dat klaver bij een laag kaliumniveau wegvalt. In de literatuur wordt 18 g kalium per kg ds als het kritieke kaliumgehalte voor witte klaver opgegeven (Evans e.a., 1986). In annex II zijn de kaliumgehalten in enkele proeven op grasklaver beschreven, waar witte klaver in het grasklaver wegviel. Uit deze proeven komt naar voren dat kaliumgehalten in het **mengsel** van gras en witte klaver lager dan 20 g kalium per kg ds kritiek zijn. Dit lijkt echter absoluut een minimumwaarde. Witte klaver kan, door een minder uitgebreid wortelstelsel en fysiologische beperkingen, moeilijk met gras concurreren om de beschikbare kali in de bodem. In condities waar concurrentie om kali belangrijk is (dus bij een lage kalitoestand van de bodem) kan gras vijf keer sneller kali opnemen dan witte klaver (Dunlop e.a., 1979). Bij een lage kalitoestand zullen de kaligehalte in klaver dan ook lager zijn dan in gras. Dit wordt verergerd bij een slechtere beworteling van klaver door bodemverdichting en aantasting van het wortelstelsel (bijvoorbeeld door het klavercystenaaltje). Het kaliumgehalte in het mengsel van gras en witte klaver overschat in deze situaties altijd het kaliumgehalte in witte klaver. Om zeker te zijn dat klaver niet wegvalt moet daarom 20-25 g kalium per kg drogestof als een risicogebied worden aangehouden en worden gestreefd naar een kaliumgehalte in het **mengsel** van 25 g kalium per kg ds.

### 3.5 Samenvatting en conclusies

Kaliumtekorten concentreren zich op het gewas en niet op het vee. Met stikstof bemest gras en grasklaver lijken qua drogestofopbrengst een vergelijkbare respons te hebben op kalium in het traject van 21 naar 32 g kalium per kg drogestof in het gewas. Er is echter een wezenlijk verschil. Bij grasklaver komt het effect van een beperkte kaliumvoorziening vooral tot uiting in de klaveropbrengst en dus indirect in de stikstofvoorziening van het gewas en het bedrijf. Verder is gebleken dat klaver bij een te laag kaliumniveau simpelweg kan wegvallen, vooral bij extreme weersomstandigheden. Bij grasklaver op een biologisch bedrijf is het effect van een beperkte kaliumvoorziening op het bedrijf dus ingrijpender dan bij met stikstof bemest gras op een gangbaar bedrijf.

## 4 Huidige bemestingsadvies voor kali

Het huidige bemestingsadvies voor kali op grasland geldt ook voor grasklaver-mengsels (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002). Dit advies is afhankelijk van:

- 1) De beschikbaarheid van kali in de bodem, gewaardeerd naar het K-getal
- 2) De grondsoort
- 3) Het graslandgebruik oftewel de afvoer van kalium van het perceel
- 4) Het tijdstip in het seizoen (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002).

### Kader K-getal

Tot voor kort werd het kaligehalte in de bodem in de meeste laboratoria door een extractie met zoutzuur bepaald. Op basis van deze K-HCl wordt door middel van een herleidingsfactor het K-getal berekend. In deze herleidingfactor is de invloed van de organische stof op de kalivoorziening verwerkt. Met bijvoorbeeld een kaligehalte (K-HCl) op zandgrond van 10 mg  $K_2O/100$  g droge grond is het K-getal bij een organische-stofgehalte van 3%, 27 en bij een organische-stofgehalte van 6%, 16. Dus bij een hoger organischstofgehalte is bij een gelijkblijvend kaligehalte (K-HCl) het K-getal lager, omdat er meer kali wordt vastgehouden in de organische stof (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002).

Vanaf 2004 wordt bij het BLGG in Oosterbeek het K-gehalte in de grond bepaald met de zogenaamde PAE-methode (Plant Available Elements). Met de K-PAE wordt ook via formules het K-getal berekend. Eerste vergelijkingen met andere jaren laten zien dat de K-getallen met de nieuwe methode iets lager uitvallen. De waardering van het K-getal is hetzelfde gebleven, dus de nieuwe methode adviseert in principe sneller een kalibemesting. Dit wordt op het moment in proeven getoetst (Reijneveld, BLGG, persoonlijke mededeling).

### 4.1 Waardering K-getal

De waardering van het K-getal wordt in tabel 4.1 gegeven. Het K-getal op zand- en dalgronden wordt bij een iets hogere waarde als laag beoordeeld dan op klei, veen en löss.

**Tabel 4.1** Waardering van het K-getal in de bodem (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002)

Waardering	Zand- en dalgrond		Zeeklei, rivierklei, veen en löss	
	0-5 cm	0-10 cm	0-5 cm	0-10 cm
Laag	<16	<15	<13	<12
Voldoende	16-25	15-23	13-20	12-18
Ruim voldoende	26-35	24-31	21-28	19-25
Hoog	36-45	32-40	29-36	26-32
Zeer hoog	>45	>40	>36	>32

### 4.2 Bemestingsadvies kali

Het bemestingsadvies voor kali is gericht op een optimale gewasproductie van de eerste snede. Voor de overige sneden is verondersteld dat compensatie van de onttrekking van kali voldoende is om een optimale gewasproductie te handhaven (Den Boer en Vergeer, 2000). Op basis van de waardering van het K-getal en het graslandgebruik, is het advies voor de bemesting van kali op zand- en dalgrond weergegeven in tabel 4.2 en op klei, veen en löss in tabel 4.3. Bij een lage waardering van de bemestingstoestand wordt 20-40 kg  $K_2O/ha$  extra geadviseerd voor onderhoud.

**Tabel 4.2** Advies voor de kalibemesting van gras of grasklaver op zand- en dalgrond, in kg K<sub>2</sub>O per ha (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002)

Waardering K-toestand	Eerste snede			Volgende sneden					Aantal jaren
	Weiden	Maaien		Weiden		Maaien			
		>2500 kg ds/ha	<2500 kg ds/ha	Dag en nacht	Overdag	Voor 1 juli		Na 1 juli	
						>2500 kg ds/ha	<2500 kg ds/ha		
Laag	100	180	140	15	85	100	70	70	4
Voldoende	60	140	100	15	85	100	70	70	4
Ruim voldoende	0	80	40	15	85	80	50	50	1
Hoog	0	40	0	0	0	60	40	40	1
Zeer hoog	0	0	0	0	0	0	0	0	1

**Tabel 4.3** Advies voor de kalibemesting van gras of gras/klaver op zeelei, rivierlei, veen en löss, in kg K<sub>2</sub>O per ha (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002)

Waardering K-toestand	Eerste snede			Volgende sneden					Aantal jaren
	Weiden	Maaien		Weiden		Maaien			
		>2500 kg ds/ha	<2500 kg ds/ha	Dag en nacht	Overdag	Voor 1 juli		Na 1 juli	
						>2500 kg ds/ha	<2500 kg ds/ha		
Laag	80	160	120	15	85	100	70	70	4
Voldoende	20	100	60	15	85	100	70	70	4
Ruim voldoende	0	60	30	15	85	50	30	30	1
Hoog	0	30	0	0	0	0	0	0	1
Zeer hoog	0	0	0	0	0	0	0	0	1

### 4.3 Uitspoeling van kali

De mate van kali-uitspoeling wordt voor een groot deel bepaald door de adsorptiecapaciteit van de bodem, omdat kali in oplossing gemakkelijk uitspoelt. Op zandgrond, en met name op humusarme zandgrond, is de uitspoeling dan ook het grootst. De hoeveelheid kali die gedurende een bepaalde periode uitspoelt, wordt bepaald door het neerslagoverschot in die periode (zie hoofdstuk 5). Neerslag en grondsoort zijn ook sterk bepalend voor de uitspoeling van kali uit organische mest die vroeg is uitgereden. Bij uitrijden van drijfmest op zandgrond rond half februari moet er rekening mee worden gehouden dat 20% van de kali uitspoelt.

### 4.4 Kaliwerkingscoëfficiënten

In tabel 4.4 zijn de werkingscoëfficiënten van kali in organische mest op grasland weergegeven. In principe kan op jaarbasis met 100% werking rekening worden gehouden.

**Tabel 4.4** Werkingscoëfficiënten (in %) van kali in dierlijke mest bij diverse toedieningsmethoden op grasland (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002)

Methode	Toedieningstijdstip (t.o.v. de eerste snede)	Snede na toediening			
		1e	2e	Overige	totaal
Injectie	Voor	50	25	25	100
	Na	15	25	60	100
Zodenbemesting	Voor	75	25		100
	Na	60	40		100
Sleepvoeten	Voor	90	10		100
	Na	80	20		100
Vaste mest	Voor	100			100



## 5 Is aanpassing van het advies voor de biologische grasklaverteelt noodzakelijk?

### 5.1 Argumenten voor al dan niet aanpassen van huidige advies

Er ligt een degelijk kalibemestingsadvies voor grasland (Adviesbasis bemesting grasland en voedergrassen, 2002). In 2000 is het advies nog aangescherpt naar de laatste inzichten (Den Boer en Vergeer, 2000). Bij de huidige gebruiksnormen van dierlijke mest kunnen veel biologische melkveebedrijven de kalivoorziening van het grasland niet meer rondzetten uit organische bemesting. Aanvoer uit kalihulpmeststoffen wordt noodzakelijk. De vraag is of biologische veehouders op dat moment met het huidige kalibemestingsadvies voor grasland verder moeten, of dat er een specifiek bemestingsadvies voor biologische grasklaver zou moeten worden gemaakt. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vraag of het huidige kalibemestingsadvies voor de biologische klaverteelt moet worden aangepast.

Argumenten voor het al dan niet aanpassen van het kalibemestingsadvies voor de biologische grasklaverteelt zijn de volgende:

#### *1) Verschil tussen met stikstof bemest gras en grasklaver*

Zoals besproken in hoofdstuk 3 en annex I is er bij met stikstof bemest gras een traject van kaliumgehalten in het gewas, waarbij de productie stijgt. Grasklaver met een beperkte stikstofgift lijkt ook een dergelijk traject te hebben. Het grote verschil tussen met stikstof bemest gras en grasklaver is, dat een onvoldoende kalivoorziening van grasklaver door een lagere klaverproductie de stikstofvoorziening van de grasklaver vermindert. Bovendien kan klaver bij een bepaald minimumgehalte aan kalium wegvallen, waardoor de stikstofvoorziening van het grasklavermengsel volledig in het gedrang komt en de productie sterk terugvalt. Dit betekent dat het effect van een kaliumtekort bij een grasklavermengsel met een beperkte stikstofgift veel desastreuzer is dan bij met stikstof bemest gras. Daarnaast kan het effect van een kaliumtekort veel moeilijker worden hersteld; als klaver eenmaal weg is komt het niet gemakkelijk terug. Dit zou er voor pleiten om het huidige bemestingsadvies zeker op het huidige niveau te handhaven.

#### *2) K-getal in de bodem*

Eén van de uitgangspunten van het huidige advies is het K-getal in de bodem. Het K-getal heeft echter enkele beperkingen:

- Een bodemanalyse geeft enkel het gemiddelde van het perceel weer. Over het perceel kan het K-getal sterk variëren. Met name op een perceel met beweiding kan op een urineplek veel kali zitten en daarnaast veel minder. Voor grasklaver kan dit bij een laag gemiddeld K-getal betekenen dat op sommige plekken de klaver wegvalt omdat de kalitoestand heel laag is, terwijl op andere plekken van het perceel de kalitoestand hoger dan gemiddeld is.
- Het K-getal is weersafhankelijk. Een K-getal gemeten na hevige regenval kan laag uitvallen. Bij droogte kan het K-getal door capillaire opstijging van kali juist toenemen (Den Boer, persoonlijke mededeling).
- Het K-getal in een bodemonster onder grasland is enkel een opname van de laag 0-10 cm en legt geen relatie met de worteling van het gewas. Een gewas met een diep en uitgebreid wortelstelsel kan hoogstwaarschijnlijk bij een laag K-getal toch nog in haar kalibehoeft voorzien. Het omgekeerde kan zich ook voordoen als het wortelstelsel door bodemverdichting of ziekte (bijvoorbeeld het klavercystenaaltje) is aangetast. In de mengteelt grasklaver kan dit betekenen dat gras wel voldoende kalium kan opnemen maar klaver niet.

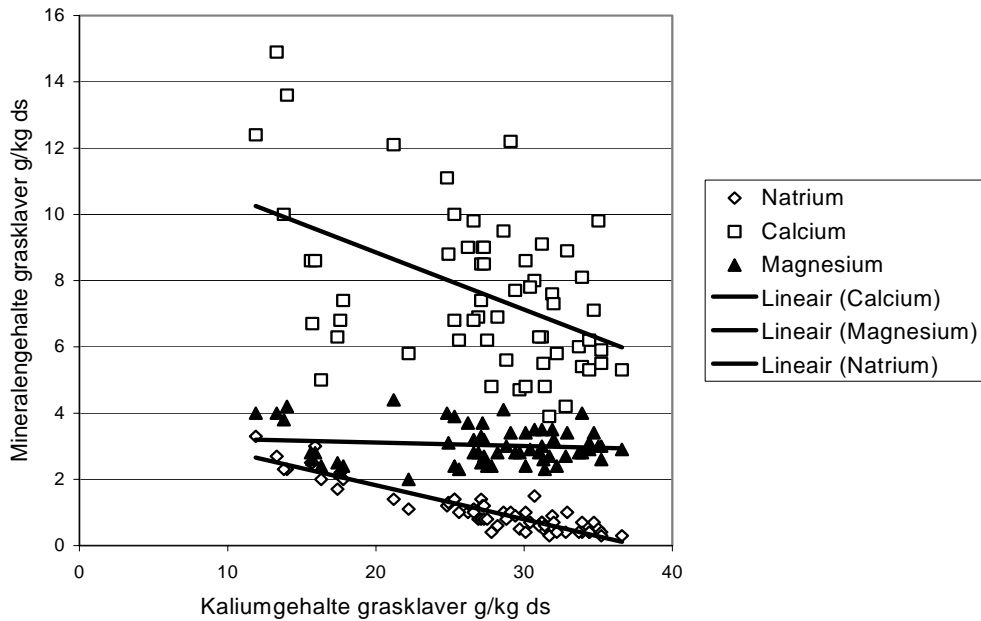
De eerste twee beperkingen van het K-getal pleiten ervoor om met de streefwaarde van het K-getal toch redelijk aan de veilige kant te gaan zitten en het bemestingsadvies op het huidige niveau te handhaven. De beperking van het K-getal in relatie tot de laag 0-10 cm en de worteling zou er voor pleiten om het bemestingsadvies meer af te stemmen op het gehalte in het gewas. De praktische beperkingen hiervan worden in hoofdstuk 6 nader bekeken.

#### *3) Diergezondheid*

Kaliumtekorten in het gewas lijken over het algemeen geen probleem voor de diergezondheid, dus wat dat betreft zou het kalibemestingsadvies zonder problemen naar beneden kunnen worden bijgesteld. Een mogelijk argument voor aanscherping van het bemestingsadvies is, dat een hoog kaliumgehalte in het gras een verlagend effect heeft op de opname van natrium, calcium en magnesium van de plant (NRLO, 1982) (zie figuur 5.1). De negatieve invloed van het kaliumgehalte in grasklaver is het duidelijkst voor natrium, gevolgd door calcium. Bij calcium speelt mogelijk een relatie met het klaveraandeel een rol. Bij een hoog kaliumgehalte neemt het klaveraandeel toe wat

juist ook weer een toename van het calciumgehalte geeft. In puur gras zal het negatieve effect van het kaliumgehalte op het calciumgehalte hoogstwaarschijnlijk duidelijker zijn. Voor magnesium is er enkel een heel zwakke negatieve relatie. Mogelijk speelt ook hier het hogere gehalte aan magnesium in klaver een rol.

**Figuur 5.1** Effect van het kaliumgehalte in grasklaver op de natrium-, calcium- en magnesiumgehalten (Van Eekeren e.a., ongepubliceerde data Project Hengstven 2003)



Naast het effect van een hoog kaliumgehalte op de opname van mineralen door de plant geeft het ook een lagere benutting van magnesium door het dier. Dit laatste is ook gerelateerd aan het ruw-eiwitgehalte. Bij hoge kalium- en eiwitgehalten in het gras wordt de absorptie van magnesium in het maag-darmkanaal verlaagd (Kemp e.a., 1960). Gecombineerd met een laag magnesiumgehalte in het gras kan dit kopziekte in de hand werken. Voor Clement en Hopper (1968) was dit de reden om te streven naar een kalibemestingsniveau waarmee het kaliumgehalte in het gras niet veel hoger wordt dan 20-25 g/kg ds. Met deze kaliumgehalten wordt echter de optimale grasopbrengst niet gehaald. Op basis van de formule van Sluijsmans (1962) voor het optimale kaliumgehalte voor grasgroei in afhankelijkheid van het ruw-eiwitgehalte en de absorptiecurves van magnesium van Kemp e.a. (1960), kunnen minimale magnesiumgehalten in gras worden uitgerekend (zie tabel 5.1). Het gemiddelde magnesiumgehalte in vers gras in Bioveem-1 over de periode 1998-2000, was 2,5 g/kg ds. Dit magnesiumgehalte voldoet bij een ruw-eiwitgehalte van 250 g/kg ds en een kaliumgehalte van 35 g/kg ds. Hier moet wel bij worden vermeld dat witte klaver over het algemeen een hoger magnesiumgehalte heeft dan gras, waardoor in het voorjaar met een lager klaveraandeel de magnesiumgehalten lager zijn (gemiddeld 2,3 g/kg ds tegen 2,8 g/kg ds in de zomer) (Plomp, 2001). Dus theoretisch zouden bedrijven enkel bij heel hoge kaliumgehalten en ruw-eiwitgehalten in de problemen kunnen komen. Gerekend met de magnesiumbeoordeling van Kemp e.a. (1960) voldeden echter alle gemiddelde versgras- en kuilmonsters van zandbedrijven in Bioveem-1 aan het minimale magnesiumgehalte in gras. Aanscherping van het kalibemestingsadvies voor gezondheidsredenen lijkt daarom geen noodzaak.

**Tabel 5.1** Minimale magnesiumgehalten in het gewas bij een gegeven ruw-eiwitgehalte en een optimaal kaliumgehalte voor grasproductie

Ruw eiwitgehalte (g/kg ds)	50	100	150	200	250	300
Optimale kaliumgehalten voor grasproductie volgens Sluijsmans (1962) bij de aangegeven ruw- eiwitgehalten (g/kg ds)	19,7	23,5	27,3	31,1	34,9	38,7
Minimale magnesiumgehalten in het gewas volgens Kemp e.a. (1960) bij de aangegeven ruw eiwit- en kaliumgehalten (g/kg ds)	<1,0	<1,0	1,3-1,4	1,9-2,0	2,5-2,6	>2,6

*4) Gesloten bedrijfsvoering en beperking van het gebruik van hulpbronnen*

Een belangrijke reden vanuit de biologische melkveehouderij om het advies aan te passen, is het streven naar een gesloten bedrijfsvoering waarin zo min mogelijk mineralen van buiten worden aangevoerd. Dit door een zo goed mogelijke benutting van mineralen op het bedrijf en zo min mogelijk verliezen naar het milieu. Door grasklaver te telen bij een lagere kalitoestand van de bodem of een lagere kalibemesting kunnen deze verliezen hoogstwaarschijnlijk worden beperkt. Dit zou pleiten voor een aanscherping van het kalibemestingsadvies.

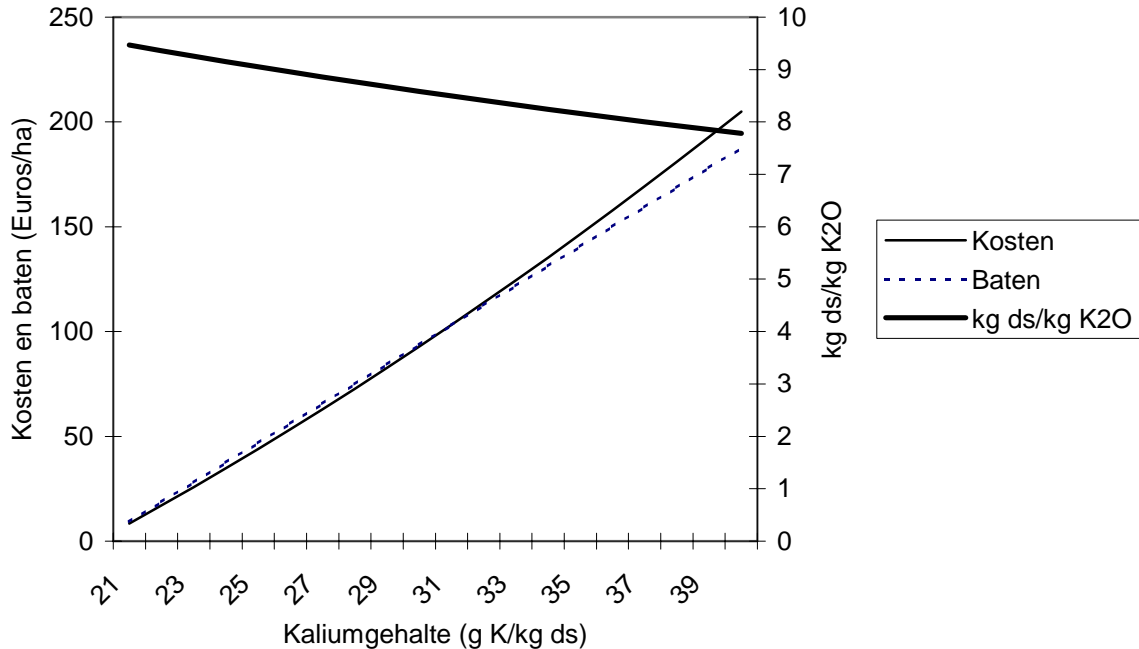
Afhankelijk van de ruwvoerpositie kan dit wel betekenen dat in plaats van kali mogelijk ruwvoer moet worden aangevoerd, waardoor juist de geslotenheid van de bedrijfsvoering weer onder druk komt te staan. Ter illustratie is aangegeven wat mogelijke verliezen van kalium zijn naar het bovenste grondwater. In Bioveem-1 was in 1998 de gemiddelde kaliuuitspoeling op zandbedrijven 18,2 mg kalium/liter (variatie 9-40 mg kalium/liter) (Snijders en Evers, 2000). De maximaal toelaatbare kaliuconcentratie volgens de EU-drinkwaternorm is 12 mg kalium/liter. Bij een neerslagoverschot van 300 mm per jaar, zoals in Nederland ongeveer het geval is, mag de kaliuuitspoeling dan maximaal 43 kg K<sub>2</sub>O /ha zijn (Van de Ven, 1990). Gemiddeld genomen betekent dit dat biologische melkveebedrijven op zandgrond de drinkwaternorm licht overschrijden. Hoewel er van hogere kaliuconcentraties in het grondwater geen nadelige gevolgen bekend zijn, betekent het op deze biologische bedrijven wel een gemiddeld verlies van 65 kg K<sub>2</sub>O/ha/jaar.

5) Kosten en baten

De meest praktische kalihulpmeststof die toegestaan is in de biologische melkveehouderij is kaliuulfatgranulaat (zie annex III). Deze meststof kost € 0,51 per kg K<sub>2</sub>O (10 ton in de silo; excl. btw). Dit is fors duurder dan de € 0,34 per kg K<sub>2</sub>O voor Kali-60 dat meestal gebruikt wordt in de gangbare melkveehouderij. Gerekend met prijzen voor biologische grasklaver op stam van € 0,06 /kg ds betekent dit dat elke kg K<sub>2</sub>O uit kaliuulfat minimaal 8,5 kg ds grasklaver moet opbrengen. Hierbij zijn echter twee nuances te maken:

- Aangezien de productie van grasklaver bij een bepaald minimum kaliu gehalte sterk terugvalt, geldt dit enkel boven een bepaald minimum kaliu gehalte. Onder dit kaliu gehalte is kalibemesting pure noodzaak om klaver in het grasland te houden.
- Bij een hoger kaliu gehalte in het gewas neemt de opbrengst toe, maar is er per kg ds meer kalibemesting nodig. Hierdoor neemt de drogestofopbrengst per kg K<sub>2</sub>O af. Dit is in figuur 5.2. weergegeven voor de kaliu respons in de proef op het Hengstven-perceel 27. De bemestingskosten stijgen bij een bepaald K-gehalte sterker dan de baten uit de extra drogestofopbrengst. Voor de kaliu respons op dit perceel ligt bij de aangenomen prijzen het omslagpunt rond de 31 g kaliu/kg ds.

**Figuur 5.2** K-efficiëntie (kg ds/kg K<sub>2</sub>O) en kosten en baten van kalibemesting onder invloed van het kaliu gehalte in grasklaver



<sup>1)</sup> Aangenomen dat het verschil in afvoer goed gemaakt wordt door aanvoer uit kaliuulfatgranulaat

Specifiek voor het Hengstven-perceel 27 (figuur 5.2) kan bemesting met kalihulpmeststoffen op grasklaver uit tot een kaliu gehalte van 31 kaliu/kg ds. Voor de gemiddelde proef beschreven in annex I is de respons voor kali in het traject 21-32 g kaliu, 7 kg ds/kg K<sub>2</sub>O. Gerekend in dit kaliu traject met bovenstaande cijfers wegen de kosten van € 96 voor kalihulpmeststoffen niet op tegen de baten van € 80. Verschillen tussen kosten en baten zijn echter klein. Wordt met een prijs van grasklaver op stam van 0,07 euro/kg ds gerekend dan zijn kosten en

baten gelijk. Kosten lopen echter ook weer op als arbeidskosten voor het uitrijden van de kaliumsulfaatgranulaat worden meegerekend. Aan de andere kant beïnvloedt kalibemesting de klaverproductie en daarmee ook de eventuele extra voederwaarde die hier niet is meegerekend. Dit combinerend met het risico dat klaver wegvalt (bij 21 g K/kg ds is die kans erg groot), is het daarom de vraag of vanuit economisch oogpunt het bemestingsadvies moet worden aangescherpt.

#### *6) Overmaat aan zwavel*

De verschillende kalihulpmeststoffen bevatten naast kali ook veel zwavel. Hoge giften van zwavel leiden tot een slechte opname van sporenelementen door het gras. Bovendien daalt de benutting van sporenelementen door het dier. Verder leidt een te hoge S-gift tot extra zwaveluitspoeling (Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen, 2002). Nu gaan kalitekorten vaak hand in hand met zwavel omdat zwavel ook zeer mobiel is en op zandgronden makkelijk uitspoelt. Bij een lage zwaveltoestand wordt 30 kg S geadviseerd. Als op een maaiperceel 170 kg N uit organische mest wordt aangevoerd en bij een lage kalitoestand de aanvullende gift van kaliumsulfaatgranulaat volgens het gangbare kaliadvies wordt gegeven, is de totale zwavelbemesting 50 kg S. Dit is nog een acceptabel bemestingsniveau van zwavel. Wordt het kaliadvies enkel gedekt door kaliumsulfaatgranulaat dan wordt er 94 kg S bemest. Dit geeft aan dat er grenzen zijn aan het gebruik van kalihulpmeststoffen om in het bemestingsadvies van kali te voorzien. Aangezien in de praktijk kalihulpmeststoffen meestal aanvullend zijn op drijfmest lijkt een overmaat aan zwavel mee te vallen.

## **5.2 Samenvatting en conclusies**

Argumenten voor afwijking van het gangbare kalibemestingsadvies kunnen als volgt worden samengevat:

#### *Tegen aanscherping*

- Bij aanscherping wordt het risico groter dat de productie van de klaver vermindert of dat de klaver door een ernstig kaliumtekort wegvalt en daarmee de stikstofvoorziening van het grasklavermengsel.
- Het K-getal in de bodem is een tamelijk grove indicator voor de beschikbaarheid en mogelijke opname door de plant. Om risico van te lage kaliumvoorziening uit te sluiten moeten huidige streefwaarden worden gerespecteerd of het kaliumadvies zou afgestemd moeten worden op kaliumgehalte in het gewas.

#### *Neutrale*

- Diergezondheid is met het huidige advies geen probleem.
- Met een kostprijs van € 0,51/kg K<sub>2</sub>O voor kaliumsulfaatgranulaat en aankoop van grasklaver op stam inclusief transportkosten voor € 0,06/kg ds, zijn de kosten voor aanvullende kalibemesting iets hoger dan de baten. Met andere woorden: het levert niets op maar het kost weinig. Bemesten volgens het huidige advies maakt het risico echter wel kleiner dat klaver wegvalt en daarmee de grasklaverproductie en voederwaarde in gevaar brengt.
- Bij een hogere aanvoer van hulpmeststoffen neemt de aanvoer van zwavel toe. Aangezien een kaliumtekort echter vaak hand in hand gaat met een zwaveltekort en kalihulpmeststoffen aanvullend op drijfmest worden gebruikt, lijkt dit probleem mee te vallen.

#### *Voor aanscherping*

- Vanuit het streven naar een gesloten bedrijfsvoering in de biologische landbouw moet de aanvoer van hulpmeststoffen op een bedrijf tot een minimum worden beperkt. Afhankelijk van de ruwvoerpositie kan dit wel betekenen dat mogelijk ruwvoer moet worden aangevoerd.

## 6 Afwijking van het huidige kalibemestingsadvies

Gezien de argumenten, aangedragen in hoofdstuk 5, is het afwijken van het gangbare kalibemestingsadvies sterk afhankelijk van de volgende punten:

1. het risico dat een ondernemer kan en wil nemen met betrekking tot het wegvallen van klaver
2. het belang dat wordt gehecht aan het argument van een gesloten bedrijfsvoering en het gebruik van hulpbronnen
3. de ruwvoeroppositie van het bedrijf.

In dit hoofdstuk wordt gekeken hoe het bemestingsadvies mogelijk kan afwijken.

### 6.1 Verlaging van het advies door een lager kaliumgehalte

Als een veehouder met een aangescherpt advies verder gaat, is de vraag hoe dit vorm zou moeten krijgen. Aanscherping van het advies zal gericht moet zijn op een lager kaliumgehalte in het gewas waardoor het evenwicht van aan- en afvoer van kali op een lager punt ligt. Als wordt bemest op basis van kaliafvoer bij een lager kaliumgehalte, dan kan een deel van de kalibemesting worden bespaard ten opzichte van het gangbare advies. Dit is met een voorbeeldsituatie geïllustreerd in tabel 6.1, waarin duidelijk is te zien dat streven naar een lager kaliumgehalte in het gewas ook een opbrengstderving geeft.

**Tabel 6.1** Voorbeeld van een berekening van de besparing op de kalibemesting op een maaiperceel grasklaver bij lagere kaliumgehalten in het geoogste gewas

Kalium/kg ds grasklaver	Opbrengst grasklaver t ds/ha	Opbrengstderving t.o.v. maximum t ds/ha	Kali-gift op basis kaliafvoer Kg K <sub>2</sub> O/ha	Besparing t.o.v. gangbare advies 420 kg K <sub>2</sub> O/ha
20	9,9	1,8	239	181
25	10,5	1,2	317	103
30	11,1	0,6	402	18
35	11,7	0	495	-75

Om het risico van het wegvallen van klaver te beperken moet een kaliumgehalte in het gewas van minimaal 25 g kali per kg ds worden nagestreefd (zie ook hoofdstuk 3 en annex II). 20-25 g kalium per kg ds is een risicozone, mede omdat het gaat over een mengmonster van grasklaver. Klaver heeft in een dergelijk geval een aanzienlijk lager kaliumgehalte dan het mengsel en kan dus onder het kritische gehalte van 20 g kalium per kg ds komen. Minder dan 20 g kalium per kg ds in het mengsel betekent een duidelijk kaliumtekort.

### 6.2 Welke parameter is de graadmeter voor bijbemesten?

Bij aanscherping van het advies zou dus moeten worden gewerkt met een kaliumgehalte in het gewas van 25 g kalium per kg ds. In het voorbeeld van tabel 6.1 betekent dit een bemesting van 317 kg K<sub>2</sub>O/ha per jaar. Door de bank genomen zou dit betekenen dat op maaipercelen de aanvoer van kali uit bemesting minimaal 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha moet zijn. De vraag is echter op welk moment hiermee moet worden begonnen. Het heeft geen zin de aanvoer te verhogen als het kaliumgehalte in het gewas nog boven de 25 g kalium/kg ds zit. Logischerwijs zou het kaliumgehalte in het gewas hierbij de leidende factor moeten zijn. De kosten voor het analyseren van kalium in grasklaver bij BLGG lopen echter al snel op naar € 30 per monster. Aangezien het kaliumgehalte in het gewas sterk kan variëren, moet dit regelmatig worden gemeten. Dit lijkt kostentechnisch niet haalbaar. Metingen van het kaliumgehalte in grasklaver met een Horiba compact ionmeter C131 K+ in het veld, lijken ook nog niet echt bruikbaar voor de praktijk (Van Eekeren, ongepubliceerde gegevens). Andere gewascomponenten die een kaliumtekort aan kunnen geven, zoals putrescine (Smith e.a., 1982), lijken ook niet praktijkrijp.

Hoewel het K-getal in de bodem een vrij grove maat is, lijkt dit dan toch de meest haalbare indicator die voorspellend voor 2-4 jaar kan aangeven of moet worden bijbemest. Hierbij is echter de vraag bij welk K-getal in de bodem het kaliumgehalte in het gewas lager wordt en er kan worden toegewerkt naar een lager evenwicht in aan- en afvoer. In onderzoek van Baars (2002) op Aver Heino werd een relatie gevonden tussen het kaliumgehalte in de laatste snede en het K-getal in het volgend voorjaar. In dit geval betekende een kaliumgehalte van 25 g/kg ds in het najaar een K-getal van 12 (laag 0-5 cm) in het voorjaar. Bij een K-getal van 8 liet een herinzaai grasklaver op het ene perceel nog geen problemen zien, terwijl op het andere perceel met een K-getal van 13 uit een herinzaai van grasklaver binnen één jaar de klaver wegvalt. Het is duidelijk dat de grens van een K-getal van 15 in de laag van 0-10 cm, zoals gebruikt in het bemestingsadvies, een duidelijke ondergrens is voor zandgrond. Bij maaipercelen met een K-getal van <15 op zandgrond en <12 op andere grondsoorten moet in ieder geval met een aanvoer van 300-

350 kg K<sub>2</sub>O/ha per jaar worden begonnen. Als er echter één keer in de vier jaar wordt bemonsterd, wanneer moet aanvullende bemesting dan plaatsvinden op een zandgrond bij een K-getal van bijvoorbeeld 23? Voor het traject K-getal = 15-23 adviseert het gangbare advies al aanvoer van kali op basis van afvoer. Bij een aangescherpt advies waar wordt aangestuurd op 25 g kalium per kg ds in het gewas lijkt 150-175 kg K<sub>2</sub>O/ha in het 1<sup>e</sup> jaar na het nemen van bodemonsters afdoende bij een K-getal van 15-23 op zandgrond en 12-18 op andere grondsoorten. In de volgende jaren moet bij puur maaien dan ook naar een kalibemesting van 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden gestreefd. Bij hogere K-getallen dan 23 is het sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van dierlijke mest, de afvoer in het gewas en mogelijke uitspoeling hoe met de kalibemesting moet worden omgegaan. Bij een K-getal tussen de 24 en 31, op een zandgrond met uitspoeling van kali, een beperkte aanvoer van drijfmest (30-45 m<sup>3</sup>/ha per jaar) en uitsluitend maaien wordt geadviseerd na twee jaar nogmaals een bodemonster te nemen en op basis daarvan de kalibemesting af te stemmen.

### 6.3 Controle met een bemestingsvenster

Om het risico uit te sluiten dat de klaver langzaam wegvalt door een lage kalitoestand kan een bemestingsvenster worden aangelegd. Op een vaste plek op het perceel of meerdere plekken van 5 m x 5 m wordt bijvoorbeeld twee maal per jaar extra kali gebracht in de vorm van een kalihulpmeststof. De grens van deze vensters moet strak worden gemarkeerd met plaatjes, zodat de kalibemesting steeds op dezelfde plek plaatsvindt. Als het klaveraandeel en de productie binnen het venster hoger wordt dan op de rest van het perceel, dan is er een duidelijke indicatie dat het kalibemestingsniveau te laag is.

#### Voorbeeld van bemestingsvenster bij Sjaak Sprangers in Kaatsheuvel

Sjaak Sprangers pacht grond van Natuurmonumenten. Op deze grond mag enkel vaste mest worden toegediend. Op het perceel is in het voorjaar 2002 grasklaver ingezaaid. Het perceel is in 2002 uitsluitend gemaaid en vanaf 2003 gebruikt voor weiden en maaien. Het K-getal in de laag 0-10 cm is 8, dus zeer laag. Vanaf 2003 is een kalivenster aangelegd en wordt een bemesting van 2 x 250 kg K<sub>2</sub>O/ha vergeleken met 0 kg K<sub>2</sub>O/ha. In het najaar van 2003 en 2004 is de betrektingsgraad van klaver geschat (zie tabel 5.1). In de tabel is in beide jaren het verschil te zien in klaveraandeel. Extra kalibemesting is noodzakelijk op dit perceel om de klaver niet te verliezen.

**Tabel 5.1** Voorbeeld van een klavervenster

Bemesting	Klaveraandeel najaar 2003	Klaveraandeel najaar 2004
2 x 250 kg K <sub>2</sub> O	28%	16%
0 kg K <sub>2</sub> O	18%	10%



*Klaveraandeel bij al dan niet kalibemesting op een locatie met een kalitekort*

#### 6.4 Samenvatting en conclusies

Het al dan niet aanscherpen van het advies is sterk afhankelijk van de ondernemer. Aanscherping van het advies zal gericht moeten zijn op een lager kaliumgehalte in het gewas waardoor het evenwicht van aan- en afvoer van kali op een lager punt ligt. Streefwaarde van het kaliumgehalte in grasklaver zou dan 25 g/kg ds moeten zijn. Dit wordt gehaald bij een lage K-bemestingstoestand in de bodem en een beperkte aanvoer van kali. De vraag is echter wanneer deze toestand is bereikt. Metingen in het gewas lijken kostentechnisch geen optie. Hoewel het K-gehalte in de bodem een vrij grove maat is, lijkt dit dan toch de meest haalbare indicator die voorspellend voor 2-4 jaar kan aangeven of moet worden bijbemest. Bij maaipercelen met een K-gehalte van <15 op zandgrond en <12 op andere grondsoorten moet in ieder geval zeker met een aanvoer van 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden begonnen. Bij K-getallen van 15-23 op zandgrond en 12-18 op andere grondsoorten, lijkt een bemesting van 150-175 kg K<sub>2</sub>O/ha in het 1<sup>e</sup> jaar na het nemen van bodemmonsters afdoende. In vervolgjaren moet bij uitsluitend maaien dan ook naar een kalibemesting van 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden gestreefd. Bij hogere K-getallen dan 23 op zandgrond en 18 op andere grondsoorten is het sterk afhankelijk van de beschikbaarheid van dierlijke mest, de afvoer in het gewas en mogelijke uitspoeling hoe met de kalibemesting moet worden omgegaan. Bij een K-getal tussen de 24-31, op een zandgrond met uitspoeling van kali, een beperkte aanvoer van drijfmest (30-45 m<sup>3</sup>/ha per jaar) en uitsluitend maaien, wordt geadviseerd na twee jaar nogmaals een bodemmonster te nemen en op basis daarvan de kalibemesting af te stemmen. Eventueel kan ter controle een bemestingsvenster worden aangelegd.



## 7 Advies voor kalibemesting in de biologische melkveehouderijpraktijk

### *Algemeen*

- Inschatten van de kalitoestand op het bedrijf: Kijk eens naar de bodemanalyses van de afgelopen jaren op de grasklaverpercelen. Wordt alert bij bodemonsters in de laag 0-10 cm met een K-getal lager dan 24 voor zandgrond en 19 voor andere grondsoorten. Problemen lijken zich in eerste instantie voor te doen op bedrijven op zandgrond op percelen waar veel wordt gemaaid. Bedenk ook eens op welke percelen het klaveraandeel ineens sterk terugliep en probeer dat te relateren met de kalitoestand van het perceel op dat moment.
- Plaats de kalitoestand in het licht van het gewas: Is het een pas ingezaaid, diepwortelend gewas dan zal het minder problemen hebben met een lage kalitoestand dan een ouder gewas met een minder goede beworteling.
- Verdeling van bemesting: Denk in het algemeen aan verdeling van de beschikbare dierlijke mest. Waar de kalitoestand ruim voldoende of hoger is, breng daar niet te veel drijfmest in verband met luxe consumptie van het gewas en de kans op grotere uitspoelingsverliezen bij een grotere kalivoorraad in de grond.
- Kies uit onderstaande twee strategieën voor kalibemesting van grasklaver.

### *Bemestingsstrategie 1:*

*Bemesten voor optimale drogestof-opbrengst en een minimale kans van verdwijnen van klaver door kaliumgebrek*

Volg het huidige kalibemestingsadvies voor grasklaver zoals beschreven in hoofdstuk 4. Probeer in eerste instantie de kalibemesting rond te krijgen door een betere verdeling van mest op het bedrijf. Hier volgen enkele aanknopingspunten voor de eerste snede en vervolgsnedes.

- Bemesting eerste snede: Bij bemesting van de eerste snede wordt in eerste instantie de nadruk gelegd op de bemesting met stikstof. Het klaveraandeel, de leeftijd van de grasklaver en het stikstofleverend vermogen van de grond zijn belangrijke factoren die de mesthoeveelheid bepalen. Maaipercelen en/of percelen met een lage kalitoestand moeten echter al bij de eerste snede meer drijfmest ontvangen. Bemest dus niet standaard alle percelen met dezelfde hoeveelheid drijfmest of stalmest, maar houdt een bewuste verdeling aan, uitgaande van het geplande graslandgebruik maar ook van de kalitoestand. Met een bemesting van 15 m<sup>3</sup>/ha drijfmest voor een weidesnede en 30 m<sup>3</sup>/ha voor een maaisnede (>2500 kg ds/ha) wordt in principe het kalibemestingsadvies gevolgd bij een lage kalitoestand (100 respectievelijk 180 kg K<sub>2</sub>O/ha). Ga hierbij ook niet hoger zitten met de drijfmestgift omdat er dan overconsumptie van kalium door het gewas plaatsvindt. Om uitspoeling van kali te voorkomen moet niet te vroeg worden bemest (niet voor maart).
- Bemesting vervolgsnedes bij een K-getal lager dan 24 voor zandgrond en 19 voor andere grondsoorten. Weidepercelen waar dag en nacht wordt geweid, hebben in principe nog maar weinig extra kalibemesting nodig. Bemest op deze percelen dan ook niet meer. Op maaipercelen wordt wel veel kalium in het product afgevoerd. Met een bemesting van 15 m<sup>3</sup> drijfmest (90 kg K<sub>2</sub>O/ha) wordt in principe aan het bemestingsadvies (70-100 kg K<sub>2</sub>O/ha) van kali voor de tweede maaisnede voldaan. Bij latere maaisnedes moet bij een lage en voldoende kalitoestand worden bijbemest met 70 kg K<sub>2</sub>O/ha uit drijfmest of een kalihulpmeststof. Dit zou betekenen 140 kg kaliumsulfaatgranulaat/ha per snede.

### *Bemestingsstrategie 2:*

*Bemesten voor minimale kaliaanvoer op bedrijfsniveau en beperkt risico van wegvallen van klaver door een te lage kalitoevoer*

- Zoek de grens op van lage kalitoestand. Bij maaipercelen moet bij een K-getal van <15 op zandgrond en <12 op andere grondsoorten op jaarbasis minimaal 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden toegediend. Bij een K-getal van 15-23 op zandgrond en 12-18 op andere grondsoorten kan in het 1<sup>e</sup> jaar na bemonsteren met 150-175 kg K<sub>2</sub>O/ha uit bemesting worden volstaan. Daarna moet ook op jaarbasis 300-350 kg K<sub>2</sub>O/ha worden gegeven.
- Bemesting eerste snede: Bemest een weidesnede met 10 m<sup>3</sup> drijfmest/ha en een maaisnede met 20 m<sup>3</sup> drijfmest/ha.
- Bemesting vervolgsnedes: Weidepercelen waar dag en nacht wordt geweid, hebben in principe nog maar weinig extra kalibemesting nodig. Op maaipercelen moet voor de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> maaisnede nog 10 m<sup>3</sup> drijfmest/ha worden gebracht of 60 kg K<sub>2</sub>O/ha uit een kalihulpmeststof. Dit zou betekenen 120 kg kaliumsulfaatgranulaat/ha per snede.
- Leg een bemestingsvenster aan op percelen waar wordt verwacht dat tekorten op kunnen gaan treden, zodat op tijd kan worden ingegrepen.

## Literatuur

- Adviesbasis bemesting grsaldn en voedergewassen (2002) Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Baars T. (2002) Reconciling scientific approaches for organic farming research. Part II. Effects of manure types and white clover cultivars on te productivity of grass-clover mixtures grown on a humid sandy soil. Proefschrift Wageningen Universiteit. pp 346.
- Boer, D.J. den & W.N. Vergeer (2000) Wijziging kalibemestingsadvies voor grasland. Meststoffen 2000, 7-11.
- Chevalier, H. (1978) The effect of nitrogen and potassium fertilizer on seasonal production of perennial ryegrass under simulated grazing management. In: The constraints to grass growth and grassland output. Proceedings of the 7 th General meeting of the European Grassland Federation, 5-9 Jnue, Gent, EGF, Merelbeke, 10.43-10.52.
- Clement, C.R. & M.J. Hopper (1968) The supply of potassium to high yielding cut grass. N.A.A.S. Quarterly, Review 79, 101-109.
- Eekeren, N. van (2004) Projectrapportage evenwichtige verschraling van natuurgronden: Voordeel voor natuur en landbouw. Pilotstudy bij het Hengstven. Overlegplatform de Duinboeren, Natuurmonumenten en Louis Bolk Instituut. Driebergen.
- Evans, D.R., T.A. Thomas, T.A. Williams & W. Ellis Davies (1986) Effect of fertilizers on the yield and chemical composition of pure sown white clover and on soil nutrient status. Grass and Forage Science, Volume 41, 295-302.
- Frame J. & Newbould (1986) Agronomy of white clover. Advances in Agronomy 40, 1-88.
- Jong, J.A. de (1988) Modern graslandgebruik. Zwolle. pp 233.
- Kemp, A. (1960) Hypomagnesaemia in milking cows: The response of serummagnesium to alterations in herbage composition resulting from potash and nitrogen dressings on pasture. Neth. J. Agric. Sci. 8: 281-304.
- Meer, H.G. van der & T. Baan Hofman (2002) Effects of different slurry application techniques on the utilisation of slurry N, P and K by a grass/white clover sward. In: H.G. van der Meer (ed.): Reducing inputs and losses of nitrogen and energy on dairy farms. Final Report Project AIR3 CT92-0332. Note 210, Plant Research International, Wageningen, The Netherlands.
- NRLO (1982) Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Commissie onderzoek minerale voeding. 's-Gravenhage.
- Plomp, M. (2001) Voeding en voerkwaliteit. In: Rapport Bioveem-1.
- SKAL (2000) Biologisch produceren veehouderij; De productievooraarden voor dierlijke biologische producten. Zwolle.
- Sluijsmans, C.M.J. (1962) Magnesium- en kaliumgehalten van gras in afhankelijkheid van bodem- en andere factoren. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 87, 547-556.
- Smolders, G., P. Snijders, T. Kraak & J. Bleumink (2000) Bodemvruchtbaarheid en bemesting. In: Biologische Veehouderij en Management. Projectteam Bioveem. PR Publicatie 144. Lelystad.
- Snijders, P. & Evers H. (2000) Mineralenbalans, stikstofbinding en waterkwaliteit. In: Biologische Veehouderij en Management. Projectteam Bioveem. PR Publicatie 144. Lelystad.
- Snijders, P. & I. Pinxterhuis (2001) Mestkwaliteit en bemesting. In: Rapport Bioveem-1.
- Smith, G.S., D.R. Lauren, I.S. Cornforth & M.P. Agnew (1982) Evaluation of putrescine as a biochemical indicator of the potassium requirements of lucerne. New Phytol. 91, 419-428.
- Ven, G.W.J. van de (1990) De kaliumkringloop op grasland. CABO-verslag nr 132. Wageningen.

## Bijlagen

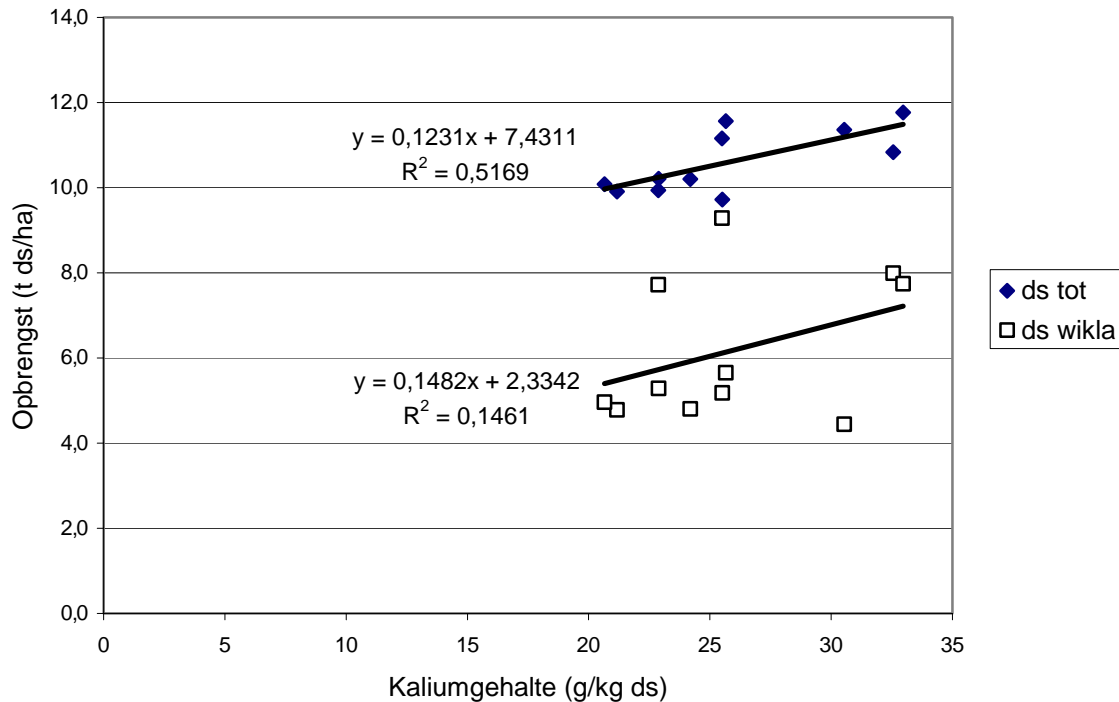
### Annex I: Relatie tussen het kaliumgehalte in het gewas en de opbrengst van grasklaver

In verschillende grasklaverproeven is de relatie tussen kaliumgehalte in het gewas en de opbrengst van grasklaver en klaver onderzocht. In deze annex worden enkele van deze proeven besproken.

#### *Aver Heino 1993-1998 (Baars, 2002)*

In deze bemestingsproef is de productie van een mengsel van gras en witte klaver vergeleken bij toediening van verschillende mestsoorten (drijfmest, vaste mest en P+K-meststoffen) en bemestingsniveaus. Voor onderzoek naar het optimale traject van kalibemesting zijn de varianten die enkel met P en K zijn bemest het meest interessant. In figuur I.1 is de relatie weergegeven tussen het gemiddelde kaliumgehalte (op jaarbasis) en de totale drogestofopbrengst van het mengsel en van de klaver in het mengsel op de objecten met de P+K - niveaus (157-313 kg K<sub>2</sub>O/ha) in 1997. Er is een redelijk rechtlijnige relatie tussen het kaliumgehalte en de totale ds-opbrengst. De respons van de grasklaveropbrengst is gemiddeld genomen gelijk aan de stijging van de opbrengst van de klaver. Worden de cijfers van de P+K - niveaus over de jaren 1995-1998 gebruikt dan wordt de relatie met de totale opbrengst zwakker, maar de relatie met de klaveropbrengst sterker en steiler. Dit zou mogelijk worden verklaard door een najl-effect van een bepaalde klaveropbrengst op de grasklaveropbrengst het jaar daarna.

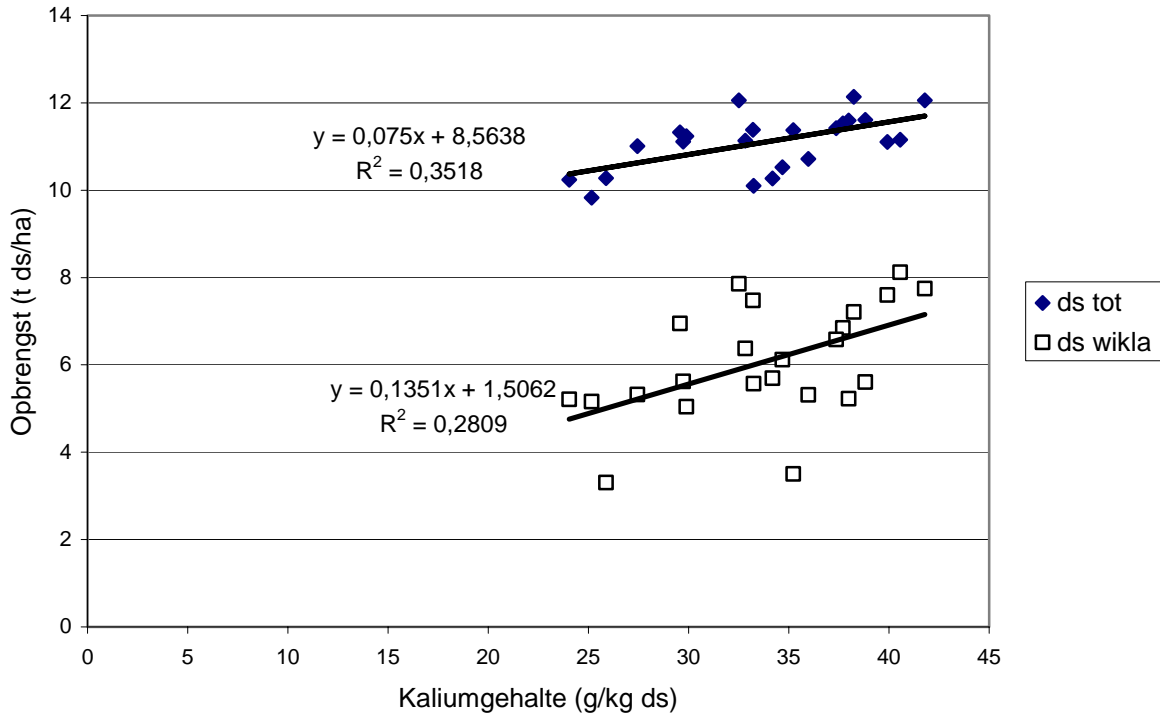
**Figuur I.1** Relatie tussen kaliumgehalte en grasklaveropbrengst Aver Heino 1997



#### *Aver Heino 2001-2003 (Heeres en Baars, 2003)*

In deze proef wordt gezocht naar de optimale bemesting van een mengsel van gras en witte klaver. Van deze proef is de grasklaver- en de klaveropbrengst ook uitgezet tegen het kaliumgehalte van de P+K-varianten in 2002 en 2003 (zie figuur I.2). Hier reageert de klaveropbrengst iets sterker dan de grasklaveropbrengst. Aangezien de kaliniveaus in deze proef varieerden van 210-719 kg K<sub>2</sub>O/ha liggen de kaliumgehalten in het gewas over het algemeen hoger.

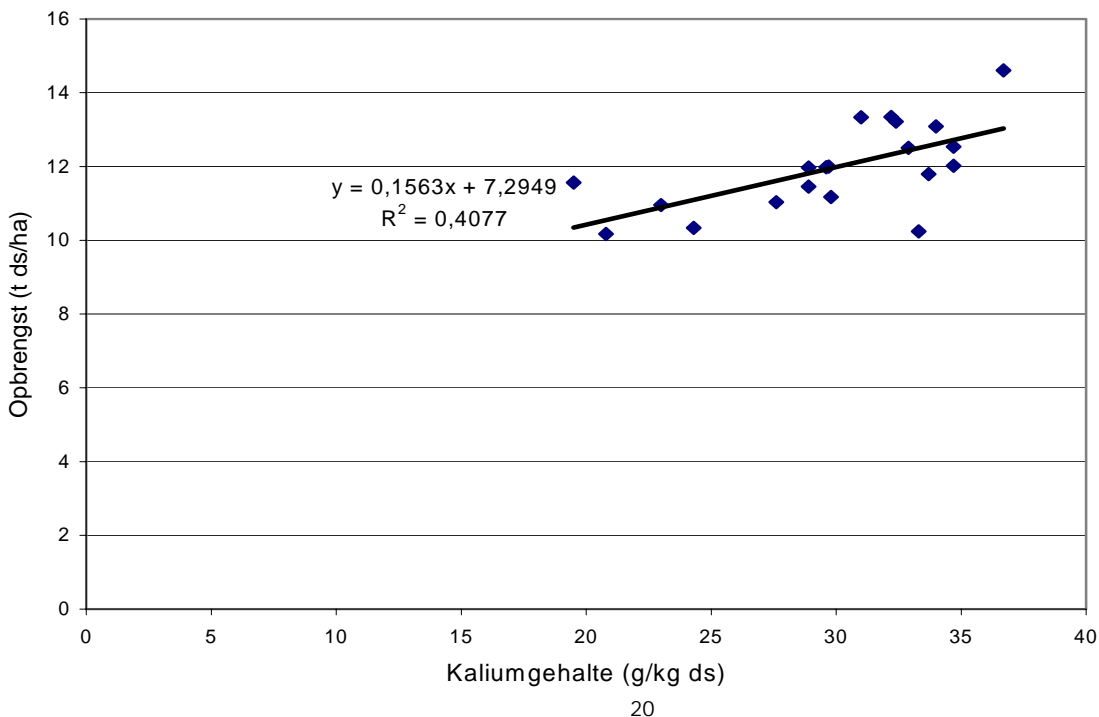
**Figuur I.2** Relatie tussen kaliumgehalte en grasklaveropbrengst Aver Heino 2001-2003  
 Note: Kaliumgehalte in grasklaver is gemiddelde van 1<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> snede



*Hengstven 2002-2004 (van Eekeren, 2004)*

In verschrallingsproeven in het Natuurgebied de Loonense en Drunense Duinen wordt gekeken naar het effect van kalibemesting op de grasklaveropbrengst en daarmee de fosfaatafvoer. In deze proeven varieert het kalibemestingsniveau van 0-723 kg K<sub>2</sub>O/ha. In een proef op een mengsel van gras en rode en witte klaver wordt in het 1<sup>e</sup> jaar na inzaai de volgende relatie gevonden tussen kaliumgehalte en grasklaveropbrengst (zie figuur I.3).

**Figuur I.3** Relatie tussen kaliumgehalte en grasklaveropbrengst Hengstven 27, 2002



### Discussie en conclusies

In tabel I.1 zijn de relaties tussen kaliumgehalte en opbrengst voor de verschillende proeven op grasklaver samengevat. In een analyse van verschillende maaiproeven met puur, met N bemest gras geeft van de Ven (1990) aan dat een opbrengstverhoging van 90 naar 100% (11,7 t ds/ha) gepaard gaat met een gemiddelde toename van het kaliumgehalte in het gras van 21 naar 32 g kalium per kg ds. In hetzelfde traject van kaliumgehalten stijgt de gemiddelde grasklaverproductie in de hier besproken proeven met 13% naar 11,6 t ds/ha.

**Tabel I.1** Overzicht effect kaliumgehalte in grasklaver ( $x$  = g kalium per kg ds) op ds-opbrengst mengsel ( $y$  = ton ds/ha)

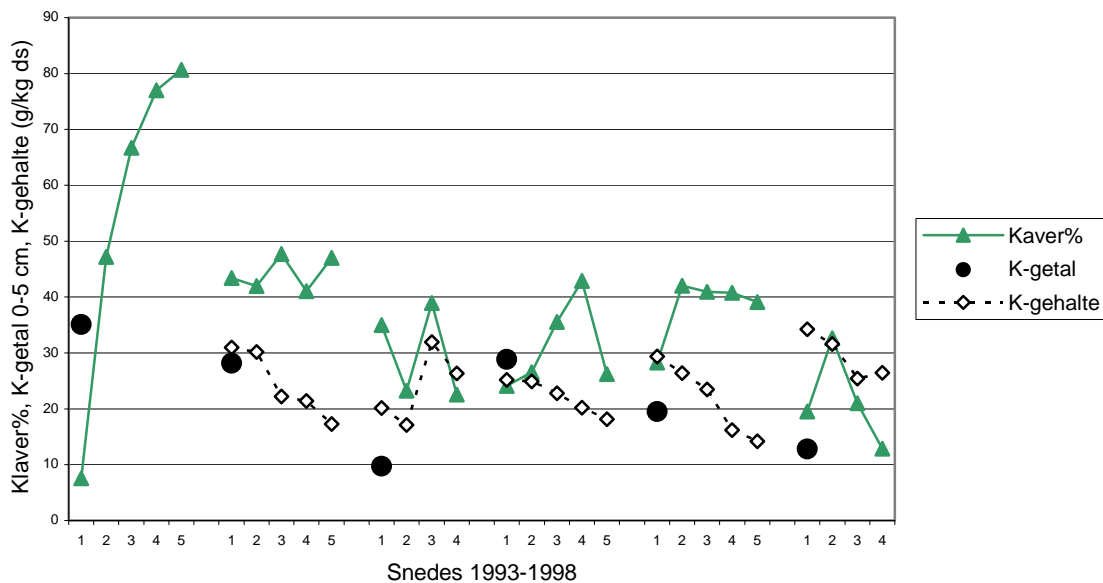
Proef	Jaar	Rechtlijnig verband	R <sup>2</sup>	Kalium traject
Aver Heino	1997	$y=0,123x + 7,43$	0,52	20-35
Aver Heino	2001-2003	$y=0,084x + 8,56$	0,35	25-40
Hengstven 27	2002	$y=0,156x + 7,30$	0,41	20-35

**Annex II:** Minimale kaliumgehalte in klaver

*Aver Heino 1993-1998 (Baars, 2002)*

Op Aver Heino is in 1993 een bemestingsproef aangelegd op grasklaver. In de behandeling met enkel P+K-meststoffen is in 1993, 105 kg K<sub>2</sub>O/ha toegediend. In 1994 is enkel voor de 1<sup>e</sup> snede, 160 kg K<sub>2</sub>O/ha gegeven. In beide jaren was de kaliafvoer in het geoogste gewas het dubbele van de kaligift. In 1994 leidde dit al tot een sterke terugval van het kaliumgehalte van grasklaver tot waarden in de 5<sup>e</sup> snede van onder 20 g kalium/kg ds (zie figuur II.1). Ondertussen was het K-getal in de laag 0-5 cm afgenomen van 35 in 1993 tot 10 in 1995. De eerste snede van 1995 heeft weer 160 kg K<sub>2</sub>O/ha ontvangen, waarna er verder niet meer zou worden bemest. In de 2<sup>e</sup> snede van 1995 viel echter het klaveraandeel sterk terug en werd er een kalitekort gesignaleerd. Een bijmesting van 160 kg K<sub>2</sub>O/ha voor de 3<sup>e</sup> snede bracht het kaliumgehalte en het klaveraandeel tijdelijk weer terug tot normale proporties. De lage kaliaanvoer van 160 kg K<sub>2</sub>O/ha die verder in de proef is voortgezet bracht de klaver in 1998 weer in de problemen.

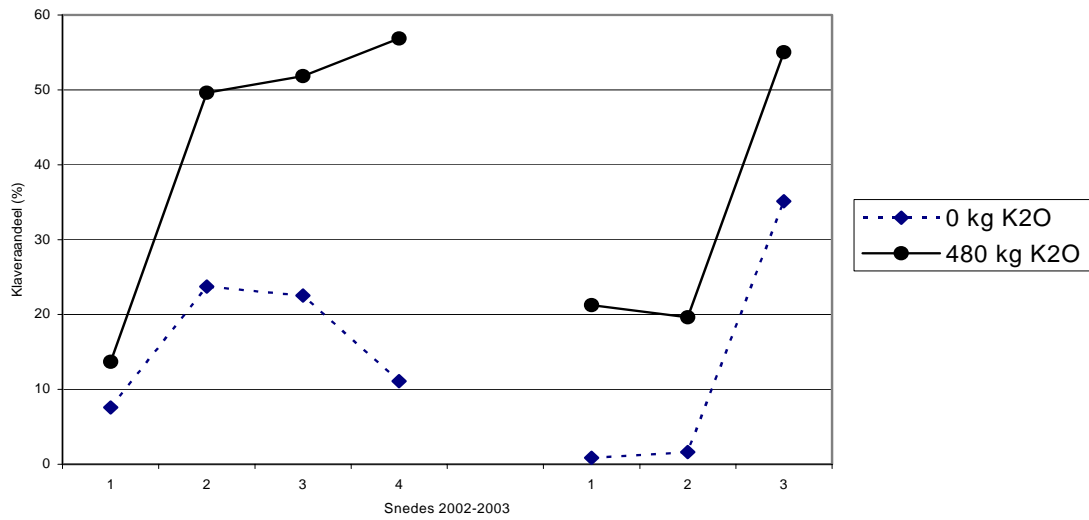
**Figuur II.1** Verloop klaveraandeel, K-getal in de bodem (0-5 cm) en kaliumgehalte grasklaver



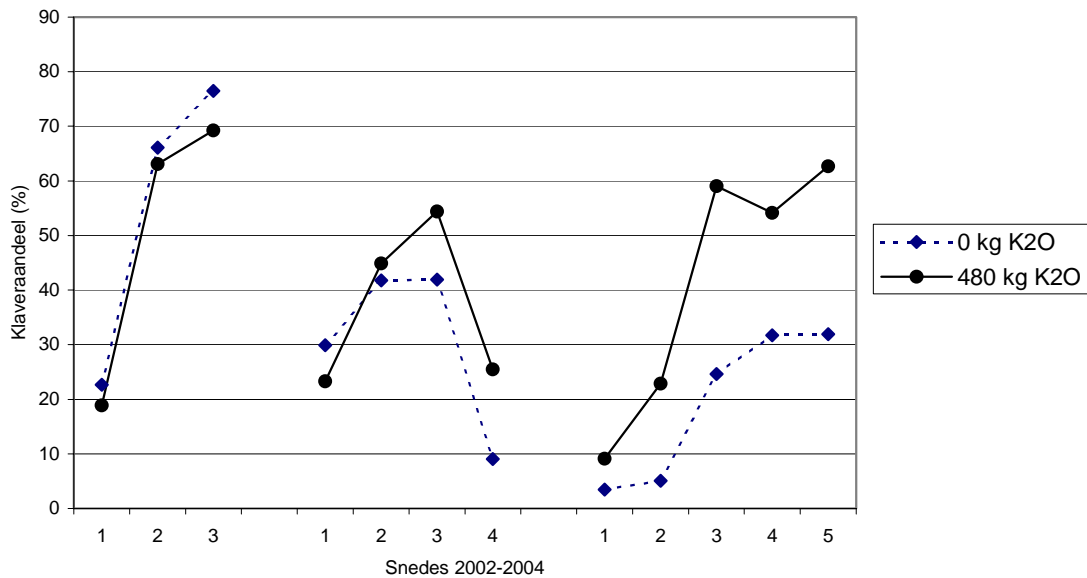
*Hengstven 2002-2004 (van Eekeren, 2004)*

Op de verschalingsproeven in het Hengstven worden op 3 grasklaverpercelen met lage K-getallen in de laag 0-10 cm, verschillende kaligiften gegeven. In figuur II-2 is het verloop van het kaliumgehalte te zien bij een bemesting van 0 kg en 480 kg K<sub>2</sub>O/ha (op de Y-as staat het klaveraandeel). De kaliumgehalten van de 0-bemesting variëren van 10-20 g K/kg ds, tegen 25-35 g K/kg ds in de bemeste variant. Dit was een reeds bestaande grasklaver waar de productie en het klaveraandeel te lijden hadden van een kalitekort. Het kaliumgehalte van onder de 20 g kalium/kg ds laat in deze proef duidelijk zien dat dit een grens is voor klaver om goed te groeien. In het grasklaverperceel 3 van het Hengstven, dat in 2001 opnieuw is ingezaaid, liepen de kaliumgehalten bij de 0-bemesting in 2003 onder de 25 g K/kg ds. In 2004 waren de kaliumgehalten in de 0-bemesting minder dan 20 g K/kg ds, tegen 30-45 g K/kg ds in de bemeste variant. In figuur II.3 is te zien dat dit in de 4<sup>e</sup> snede van 2003 een sterke terugval van het klaveraandeel gaf. Dit resulteerde in de 1<sup>e</sup> snede van 2004 in visuele symptomen van een kalitekort in de klaver en in een sterke terugval van het klaveraandeel en de grasklaverproductie van de 2<sup>e</sup> snede. Na de lagere grasklaverproductie in de 2<sup>e</sup> snede was er weer een lichte opleving van het klaveraandeel in de 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> snede. Voor rode klaver lijkt dit iets anders te liggen. Op perceel 27 met een mengsel van gras en rode- en witte klaver was er een duidelijke relatie tussen het kaliumgehalte en de grasklaverproductie, maar was niet duidelijk het beeld te zien dat rode klaver wegvalt bij een kaliumgehalte onder de 20 g K/kg ds.

**Figuur II.2** Verloop van het klaveraandeel op perceel 5 in het Hengstven bij 2 kalibemestingsniveaus



**Figuur II.3** Verloop klaveraandeel Hengstven perceel 3 bij 2 kalibemestingsniveaus



*Droevendaal 1993-1995 (van der Meer & Baan Hofman, 2002)*

In een proefveld op de Proefboerderij Droevendaal bij Wageningen werd onder meer het effect van 3 kalibemestingsniveaus vergeleken op de opbrengst en samenstelling van een grasklavermengsel. Het mengsel was in 1992 ingezaaid op een lichte zandgrond met een K-getal van 25 (laag 0-20 cm). De kalibemestingsniveaus K0, K1 en K2 kregen resp. 90 (0+0+90), 1163 (263+352+428) en 1498 (393+527+578) kg K<sub>2</sub>O/ha in de jaren 1993, 1994 en 1995 (tussen haakjes de giften in de afzonderlijke jaren). Alle 3 objecten kregen in de betreffende jaren resp. 102, 105 en 130 kg kunstmest-N/ha. De opbrengsten en kaliumgehalten van het grasklavermengsel en de componenten gras en klaver staan in tabel II.1.

**Tabel II.1** Drogestofopbrengsten en kaliumgehalten van een grasklaver-mengsel bij 3 K-niveaus

Object	Drogestofopbrengst (ton/ha)		Kaliumgehalte (g K/ds)		
	Totaal	Klaver	Mengsel	Gras	klaver
<i>1993</i>					
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	9,84	4,00	36,5	39,0	31,3
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	9,89	4,51	42,5	42,6	40,8
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	10,55	5,39	43,7	45,2	42,3
<i>1994</i>					
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	9,17	2,55	20,7	25,7	16,9
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	10,48	3,46	32,8	36,5	31,5
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	10,64	3,92	34,9	37,4	34,9
<i>1995</i>					
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	8,46	0,13	16,7	18,1	7,7
N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	10,03	0,68	30,9	34,2	30,9
N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>3</sub>	10,14	1,10	31,3	35,7	33,6

Uit de tabel blijkt dat op alle objecten de kaliumgehalten in het mengsel en in het gras en de klaver afzonderlijk in het eerste jaar hoger waren dan in het tweede en derde jaar. Ook in andere experimenten werd dit waargenomen. Mogelijk duidt dit op grotere wortelactiviteit van het jonge gewas (ingezaaid in 1992). Verder zijn op het object zonder kalibemesting de kaliumgehalten in het mengsel en de mengselcomponenten in 1993 al duidelijk lager dan op de andere objecten. In 1994 was dit nog sterker en bleek er ook een groot verschil in kaliumgehalte tussen het gras en de witte klaver. Eind 1994 was de klaver vrijwel uit het K0-object verdwenen. Op de andere objecten verminderde het klaveraandeel echter ook. Waarschijnlijk kwam dit door hete en droge perioden in de zomers van 1994 en 1995. Het gemiddelde kaliumgehalte in het mengsel in 1994, 20,7 g/kg ds, lijkt duidelijk te laag voor de witte klaver in het mengsel.

#### Discussie en conclusies

Uit verschillende proeven blijkt duidelijk dat 20 g K/kg ds een ondergrens is voor het kaliumgehalte in het mengsel grasklaver. Dit wordt bevestigd door de literatuur; Evans e.a. (1986) geeft 18 g K/kg ds aan als kritieke gehalte voor puur witte klaver, 20-24 g K/kg ds als net genoeg en 26-45 g K/kg ds als veilig. Frame & Newbould (1986) geven kritieke concentraties van 15-19 g K/kg ds aan voor puur witte klaver en voor klaver in een mengsel met Engels raaigras 20 g K/kg ds.



**Annex III: Kalihulpmeststoffen**

Kali komt van nature voor in gesteenten, in zeewater en in zoutafzettingen. Deze zoutafzettingen zijn in het verre verleden ontstaan door verdamping van zeewater. Tegenwoordig worden kalizouten meestal in mijnbouw gewonnen op een diepte van 300 tot 1200 meter. Dit gebeurt binnen West-Europa, onder andere in Duitsland en in Frankrijk (Elzas). In de mijnen bevindt zich een mengsel van verschillende zouten, zoals kainiet, silviniet, carnalliet, hardzout en keuzenzout. Deze zouten kunnen door te malen voor bemesting bruikbaar worden gemaakt. We spreken dan van ruwe kalizouten.

De volgende kaliummeststoffen zijn toegelaten in de biologische landbouw volgens de Verordening (EEG) nr. 2092/91 en de Nederlandse Meststoffenwet ([www.skal.nl](http://www.skal.nl)):

- Ruw kalizout (bijvoorbeeld: kainiet, silviniet...)<sup>1)</sup>;
- Kaliumsulfaat dat mogelijk magnesiumzout bevat; door een fysisch extractieproces uit ruw kalizout verkregen product, dat mogelijk ook magnesiumzouten bevat<sup>1)</sup>;
- Vinasse en vinasse-extracten; met uitsluiting van ammoniak-houdende vinasse.

<sup>1)</sup> Deze stoffen mogen alleen worden gebruikt wanneer de behoefte aan de stof blijkt uit een bodemanalyse met bemestingsadvies

In tabel III.1 is de samenstelling en de prijs per kg K<sub>2</sub>O van enkele kalihulpmeststoffen weergegeven. Vinassekalipoeder lijkt het goedkoopst, maar het product moet met een kalkbandstrooier worden uitgereden. Bij uitrijden van 250 kg K<sub>2</sub>O/ha maakt dit het product ongeveer euro 0,10 per kg K<sub>2</sub>O duurder. Bij deze hoge dosering ligt echter het gevaar van overconsumptie in het gewas op de loer. Voor kalibemesting lijkt daarom kaliumsulfaat "granulaat" de meest praktische en prijstechnisch de interessantste hulpmeststof. Hiervan is echter alleen de variant toegestaan die in Duitsland is gewonnen.

**Tabel III.1** Verschillende kalihulpmeststoffen die zijn toegestaan in de biologische landbouw

Meststoffen	Samenstelling (%) <sup>1)</sup>	Prijs euro per kg K <sub>2</sub> O <sup>2)</sup>
Nakamag	11% K <sub>2</sub> O, 5% MgO, 10% SO <sub>3</sub> , 27% NaO en 44% Cl	0,96
Kaliumsulfaat 'gran'	50% K <sub>2</sub> O, 45% SO <sub>3</sub>	0,51
Patentkali	30% K <sub>2</sub> O, 10% MgO, 42% SO <sub>3</sub>	0,69
Vinassekalipoeder	25% K <sub>2</sub> O, CaO 1 % en 41% SO <sub>3</sub>	0,38

<sup>1)</sup> Bron meststoffen

<sup>2)</sup> Prijzen anno 2004 per 10 ton in de silo geblazen

**Annex IV:** Kalitoestand op 17 Bioveem-bedrijven in 2001. Percentages percelen in de aangegeven waarderingsklassen (K-getal van de laag 0-10 cm; waarderingsklassen resp. laag, voldoende, ruim voldoende, en hoog).

K-getal	Zand en dalgrond				Zee- en rivierklei, veen en Löss			
	<15	15-23	24-31	> 31	<13	13-18	19-25	>25
<i>Bedrijf</i>								
Boons					18%	35%	18%	29%
Bor – van Gils						20%	60%	20%
Van Dorp						18%	27%	55%
Boerderij Ter linde						13%	0%	88%
Duijndam					10%	23%	29%	38%
Elderink		33%	28%	39%				
Frijns						11%	11%	79%
Koekoek						7%	21%	71%
Mts. De Lange					21%	66%	14%	0%
Mts. Van Liere		50%	25%	25%				
Mulder		7%	47%	47%				
Oosterhof	5%	53%	32%	11%				
Ormel		0%	13%	88%				
Schoenmakers	4%	12%	20%	64%				
Tomassen – van Dael		10%	19%	71%				
Vis					11%	28%	22%	39%
Wagenvoort	15%	40%	15%	30%				