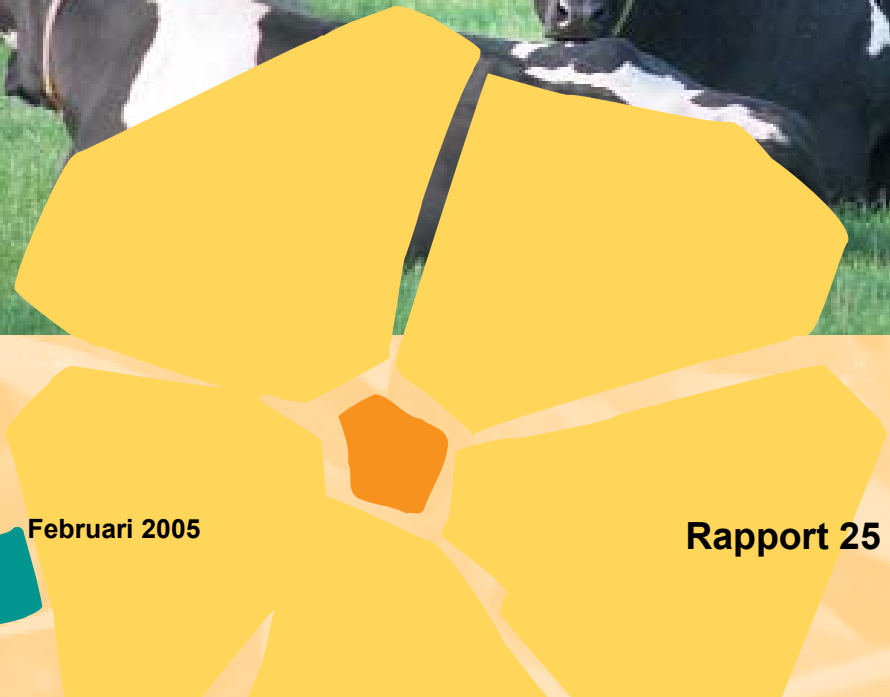


Bemesting en kwaliteit graskuil

Koeien & Kansen, 1997-2003





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 – 238 238
Fax 0320 – 238 050
E-mail : koeienenkansen.po.asg@wur.nl.
Internet <http://www.koeienenkansen.nl>

Redactie

Koeien & Kansen

© 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 200
Prijs € ..

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

'Koeien & Kansen'

is een samenwerkingsproject van 17 melkveehouders, PV, PRI, LEI, NMI, CLM en IMAG

Doel is het in de praktijk ontwikkelen, onderzoeken en demonstreren van duurzame melkveehouderij onder uiteenlopende omstandigheden op diverse grondsoorten



Bemesting en kwaliteit graskuil

Koeien & Kansen, 1997-2003

D.J. den Boer
R.F. Bakker

Nutriënten Management Instituut NMI

Samenvatting

In de eerste fase van het project Koeien & Kansen was de belangrijkste doelstelling om de verliesnormen voor stikstof (N) en fosfaat (P) versneld te realiseren op de deelnemende bedrijven. De deelnemers hebben op zich genomen om de eindnormen voor N en P in het kader van MINAS uiterlijk te realiseren in 2001. Om deze doelstelling te kunnen realiseren waren het terugbrengen van de N- en P- bemesting en het verbeteren van de werking van de meststoffen belangrijke hulpmiddelen.

Een daling van de stikstofbemesting heeft invloed op de opbrengst en op de kwaliteit van het gewonnen ruwvoer. In dit rapport is het effect van de dalende bemesting en van een gewijzigd graslandmanagement op de kuil kwaliteit en op de minerale samenstelling van de graskuilen beschreven.

Bemesting en graslandmanagement

In de periode van 1998-2003 is de stikstofjaargift op grasland verminderd met 88 kg N van gemiddeld 323 naar 235 kg werkzame N ha⁻¹. Hierbij is de gift aan werkzame N uit dierlijke mest gestegen van 103 naar 116 kg N ha⁻¹ en is de kunstmestgift op grasland met 101 kg N ha⁻¹ afgenomen van 220 naar 119 kg ha⁻¹. De fosfaatbemesting op grasland is nagenoeg gelijk gebleven. De hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest is daarbij toegenomen van 78 naar 90 kg P₂O₅ ha⁻¹ en de fosfaatkunstmestgift is met 15 kg P₂O₅ ha⁻¹ gedaald van 24 naar 9 kg P₂O₅ ha⁻¹. Naast dierlijke mest is alleen fosfaatkunstmest gegeven op percelen met een lage of vrij lage fosfaattoestand en op percelen die geen dierlijke mest ontvingen. Dit gold voornamelijk nieuw ingezaaide percelen, waarop in het voorjaar nog geen bemesting met dierlijke mest mogelijk was.

Om de stikstofbenutting te verbeteren zijn de deelnemers de dierlijke mest meer in het voorjaar toe gaan dienen. Hierbij is de N-gift op de maaipercelen in het voorjaar niet gedaald maar zelfs iets toegenomen van gemiddeld 92 naar 95 kg N ha⁻¹. Op de te beweiden percelen is de N-gift in het voorjaar afgenomen van 92 naar 80 kg N ha⁻¹. Om meer opbrengst van het land te halen zijn de deelnemers de eerste snede later gaan maaien. Hierbij is de opbrengst van de eerste snede verhoogd van gemiddeld 3000 naar 3300 kg droge stof (ds) ha⁻¹. Voor de overige sneden hebben de deelnemers de stikstofbemesting versneld afgebouwd. Voor deze sneden hebben ze ervoor gekozen om te maaien bij een wat lagere opbrengst. In de zomerperiode is de maaiopbrengst gedaald van 2600 naar 2300 en in het najaar van gemiddeld 1900 naar 1600 kg ds ha⁻¹.

Eiwit

Door het gewijzigde management is het ruweiwitgehalte in de voorjaarskuilen gedaald van gemiddeld 177 naar 155 g ruw eiwit (RE) kg⁻¹ droge stof. Het ruweiwitgehalte in de zomerkuilen is afgenomen van 177 naar gemiddeld 165 gram. Het ruweiwitgehalte in de najaarskuilen varieert sterk tussen de jaren. Het is afgenomen van ruim 200 g kg⁻¹ ds in 1999 naar 175 g in 2002. Door de sterke mineralisatie na de droge zomer was het ruweiwitgehalte in de najaarskuilen van 2003 echter weer ruim 200 g kg⁻¹ ds.

Het verlagen van de stikstofbemesting heeft niet geleid tot een lager gehalte in darmverteerbaar eiwit (DVE) in de kuilen. De daling heeft plaatsgevonden in het onbestendig eiwitgehalte. De onbestendig eiwitbalans (OEB) is gedaald van gemiddeld 48 g OEB kg⁻¹ ds in 1999 naar circa 35 g op jaarbasis in 2003. Een daling van de OEB is gunstig. Een sterk positieve onbestendig eiwitbalans betekent dat er veel onbestendig eiwit niet benut kan worden in de pens van de koe. De stikstof verlaat dan onbenut via de urine het lichaam van de koe. Dit leidt tot een hogere N-excretie. Voor een goede voeding is een OEB van 300 g per dag in het rantsoen voldoende.

De daling van het RE en van de OEB was het sterkst in het voorjaar en de zomer. In het najaar varieerden het RE-gehalte en de OEB sterk tussen de jaren. Dit was het gevolg van een verschil in stikstofmineralisatie in de bodem in de verschillende jaren.

De hoeveelheid DVE nam in de loop van het groeiseizoen af. De OEB nam juist toe. Door de afnemende lichtintensiteit neemt ook de hoeveelheid fermenteerbare organische stof (FOS) af. Hierdoor kan er minder bacterie-eiwit gevormd worden in de pens. Dit bacterie-eiwit komt weer beschikbaar als darmverteerbaar eiwit.

VEM en kuil kwaliteit

Door verlagen van het RE-gehalte daalt de VEM. De deelnemers hebben dit goed opgevangen door de genomen managementmaatregelen. Hierdoor is de gerealiseerde VEM zeker niet lager dan die op praktijkbedrijven.

De deelnemers zijn er over het algemeen in geslaagd goed geconserveerde kuilen te winnen. Het suikergehalte van de najaarskuilen lag echter gemiddeld op de ondergrens van het streeftraject. Een blijvend aandachtspunt is het drogestofgehalte bij de voederwinning. Een drogestofgehalte van 35-45 procent is optimaal voor een goede conservering en voor de voeding van het vee.

Fosfaat

In de eerste fase van het project (1999-2003) zijn de deelnemers erin geslaagd om te voldoen aan de verliesnormen voor fosfaat in MINAS. Hierbij is het gebruik van kunstmestfosfaat op grasland teruggebracht van 24 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ voor de start van het project naar gemiddeld 9 kg in 2003. In 2003 is totaal in het grasland nog 99 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ toegediend. De fosfaattoestand is op een gemiddeld P-AL-getal van 44 gehandhaafd. Naar verwachting heeft het voldoen aan de verliesnormen voor fosfaat geen negatief effect gehad op de graslandopbrengst. Het P-gehalte in de graskuilen is op een goed niveau gebleven en was gemiddeld 4,1 g P kg⁻¹ ds.

Overige mineralen en spoorelementen

- Het kaliumgehalte is tijdens de projectperiode op hetzelfde niveau gehandhaafd en was gemiddeld 33 á 34 g K kg⁻¹ ds. Bij een ruweiwitgehalte in het gras van 175 g RE kg⁻¹ ds is 29 g K kg⁻¹ ds voldoende voor een optimale groei van het gras. Het grasland was dus gemiddeld ruim van K voorzien.
- Voor een optimale groei moet het gras meer dan 2,0 g S kg⁻¹ ds bevatten. Door de sterk afgenomen S-depositie is de S-voorziening een voortdurend aandachtspunt. Lage gehalten in voorjaarskuilen zijn vooral aangetroffen op bedrijven op zandgrond.
- Het Mg-gehalte is in de projectperiode gemiddeld niet gedaald. Het gerealiseerde Mg-gehalte verschilt echter sterk tussen de afzonderlijke bedrijven.
- Het Na-gehalte is op de Koeien & Kansen bedrijven gedaald van gemiddeld 2,4 g Na kg⁻¹ ds naar 2,0 g Na kg⁻¹ ds. Bij beweidn leidt een hoger Na-gehalte tot een hogere grasopname en een betere grasbenutting. De gehalten op bedrijven met laag Na lagen ver beneden de behoeftenorm van het vee.
- De hoogte van de stikstofbemesting heeft geen duidelijke invloed op de gehalten aan de spoorelementen Cu, Co en Se.

Conclusies en aanbevelingen

- Aangezien het DVE-gehalte niet is gedaald en er gemiddeld voldoende OEB in de droge stof aanwezig was mag worden geconcludeerd dat de deelnemers, gezien vanuit de voeding, de stikstofbemesting gemiddeld niet te sterk hebben afgebouwd. Op de afzonderlijke bedrijven zijn er wel te lage gehalten aan DVE en OEB aangetroffen.
- Een aandachtspunt is zeker het verschil in stikstofmineralisatie tussen jaren. Na een warme en droge zomer treedt een sterke mineralisatie op. Hierdoor zijn het ruweiwitgehalte en de OEB in de najaarskuilen in jaren met een sterke stikstofmineralisatie aanzienlijk verhoogd. Een betere benutting van de stikstof die vrijkomt door mineralisatie is gewenst. Hierdoor is een verdere besparing op de stikstofgift mogelijk en kan het vee beter op de eiwitnorm gevoerd worden.
- De deelnemers zouden de VEM en het DVE in de nazomer nog kunnen verhogen door meer in de middag te gaan maaien. Het suikergehalte neemt dan toe en daarmee ook de VEM. Voldoende suiker zorgt voor een goede conservering van de kuilen en levert fermenteerbare organische stof, waarmee de pensbacteriën meer onbestendig eiwit kunnen benutten. De OEB neemt dan af en de hoeveelheid DVE toe.
- In de tweede fase van het project is de doelstelling om te voldoen aan de gebruiksnormen voor fosfaat van 2009. Er mag dan op grasland in totaal 95 kg P₂O₅ uit dierlijke mest en kunstmest worden gegeven en op het maïs- en bouwland nog 80 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹. Dit betekent dat er nauwelijks nog ruimte is voor het gebruik van fosfaat uit kunstmest. Extra aandacht is daarom nodig voor een optimale verdeling van het fosfaat uit de dierlijke mest over de gewassen en over de percelen met een uiteenlopende fosfaattoestand.
- Van de overige mineralen en spoorelementen was de kaliumvoorziening ruim. Het Na-gehalte is in de loop van de projectperiode sterk verlaagd en lag op een aantal bedrijven ver beneden de behoeftenorm. De gehalten aan S, Mg, Na, Cu, Co en Se varieerden sterk tussen de bedrijven. Extra aandacht voor de voorziening van het gewas met deze voedingsstoffen is gewenst.

Inhoudsopgave

Samenvatting

1	Inleiding	1
1.1	Leeswijzer	1
2	Materiaal en methode	2
3	Eiwit	5
3.1	Ruw Eiwit	5
3.1.1	Verschillen tussen bedrijven	7
3.2	Darm Verteerbaar Eiwit (DVE)	7
3.3	Onbestendig Eiwit Balans (OEB)	9
3.3.1	OEB bij Koeien & Kansen en in de praktijk.....	9
3.3.2	Ver schillen tussen bedrijven	10
3.4	Samenvatting en aanbevelingen	11
4	Voedereenheid Melk (VEM)	12
4.1	Ruwe celstof.....	12
4.2	Verteerbaarheid van de organische stof (VCOS).....	13
4.3	De VEM.....	13
4.4	VEM 1999 en 2003 op enkele bedrijven	14
4.5	VEM per grondsoort	16
4.6	Samenvatting en aanbevelingen	16
5	Kuilkwaliteit	17
5.1	Droge stof.....	17
5.2	De ammoniakfractie	18
5.3	De zuurgraad (pH)	18
5.4	Suiker	18
5.5	Samenvatting en aanbevelingen	20
6	Fosfaat	21
6.1	Fosfaatbemesting en P-AL-getal.....	21
6.2	Graslandproductie en fosfor(P-)gehalte in het gras	22
6.3	Samenvatting en vooruitblik	23
7	Overige mineralen en spoorelementen	24
7.1	Kalium (K)	24
7.2	Zwavel (S)	25
7.3	Magnesium (Mg)	26
7.4	Natrium (Na).....	26
7.5	Spoorelementen koper (Cu), kobalt (Co) en seleen (Se).....	28
7.5.1	Koper	28
7.5.2	Kobalt.....	28
7.5.3	Seleen.....	28
7.5.4	Cu, Co en Se bij Koeien & Kansen.....	28
7.6	Samenvatting en aanbevelingen	29
	Literatuur	30

Bijlagen	31
Bijlage 1 Omschrijving voederwaarden met bijbehorende streefwaarde	31
Bijlage 2 Stikstofbemesting grasland	32
Bijlage 3 Kengetallen graslandproductie	34
Bijlage 4 Weersomstandigheden in 1997-2003.....	37
Bijlage 5 Voederwaarden	38
Bijlage 6 Maaidatum van de eerste snede	41
Bijlage 7 Fosfaatbemesting grasland	42

1 Inleiding

Binnen het project Koeien & Kansen hebben de deelnemers op zich genomen om de verliesnormen voor stikstof (N) en fosfaat (P) in het kader van MINAS versneld te realiseren. Uiterlijk in 2001 moesten alle bedrijven voldoen aan de eindnormen voor N en P.

Om deze doelstelling te kunnen realiseren waren het verlagen en het optimaliseren van de bemesting belangrijke maatregelen. Op het maïsland is de stikstof- en fosfaatbemesting geoptimaliseerd maar er is niet sterk beneden het advies bemest. Op het grasland is de bemesting verlaagd van gemiddeld 323 naar 235 kg werkzame N ha⁻¹. Hierdoor is de bemesting de laatste jaren circa 90 kg N ha⁻¹ beneden het landbouwkundig advies uitgekomen. Dit landbouwkundig advies is gebaseerd op het stikstofleverend vermogen (NLV) van de grond en het gebruik van de percelen. Ook de fosfaatbemesting is gedaald.

Het verlagen van de N- en P-bemesting heeft effect op de opbrengst en kwaliteit van het gras. De opbrengsten worden beschreven in een gezamenlijk rapport (in voorbereiding) van Plant Research International (PRI) en Nutriënten Management Instituut NMI. In het voor u liggende rapport is beschreven hoe de deelnemers hun management hebben aangepast aan de lagere bemesting op het grasland en de kuilkwaliteit die ze daarbij hebben gerealiseerd. De voederwaarde en de minerale samenstelling van de kuilen is vergeleken met die op praktijkbedrijven. Hierbij is gebruik gemaakt van de kuilanalyses van Blgg Oosterbeek.

1.1 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft de bedrijven weer die aan het project deelnemen. Daarnaast geeft dit hoofdstuk een overzicht van de veranderingen in de bemesting en in het graslandmanagement.

Hoofdstuk 3 geeft de veranderingen weer in het ruweiwitgehalte, in het darmverteerbaar eiwit en in de onbestendig eiwitbalans.

Hoofdstuk 4 beschrijft het ruwe celstofgehalte en de gerealiseerde VEM.

Hoofdstuk 5 behandelt de conservering en het gerealiseerde suikergehalte in de kuilen.

Hoofdstuk 6 beschrijft de wijzigingen in de fosfaatbemesting en het effect daarvan op de P-toestand en het P-gehalte in het kuilgras.

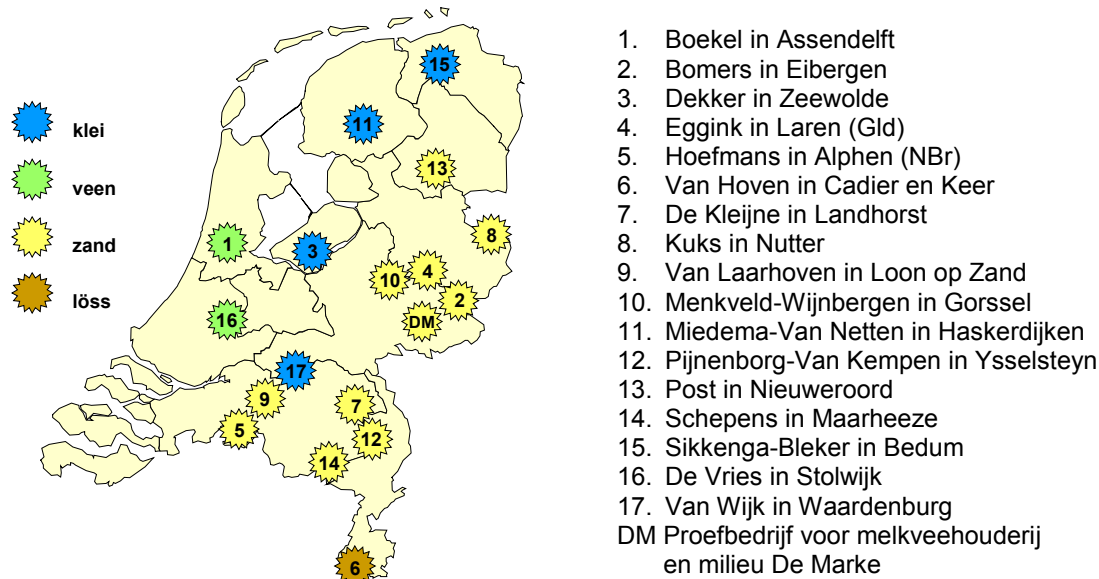
Hoofdstuk 7 behandelt het effect van de afgenomen stikstofbemesting en het gewijzigde graslandmanagement op de overige mineralen en sporelementen.

Graag willen we onze stagiaire Jettie Kruiswijk bedanken voor haar bijdrage aan dit rapport en aan het verzamelen en bewerken van de data.

2 Materiaal en methode

Het project Koeien & Kansen is in 1999 gestart met 12 bedrijven. Om te kunnen voldoen aan de kwaliteitseis voor het grondwater van maximaal 50 mg nitraat liter⁻¹ zijn de verliesnormen voor N voor bedrijven op uitspoelingsgevoelige zandgrond aangescherpt. Op verzoek van het ministerie van LNV is het aantal bedrijven in 2000 uitgebreid met vijf bedrijven, geheel of gedeeltelijk gelegen op uitspoelingsgevoelige zandgrond. Van de 17 bedrijven lagen er 10 op zandgrond, vier op klei, twee op veen en één op löss (figuur 1).

Figuur 1 De ligging van de deelnemende bedrijven

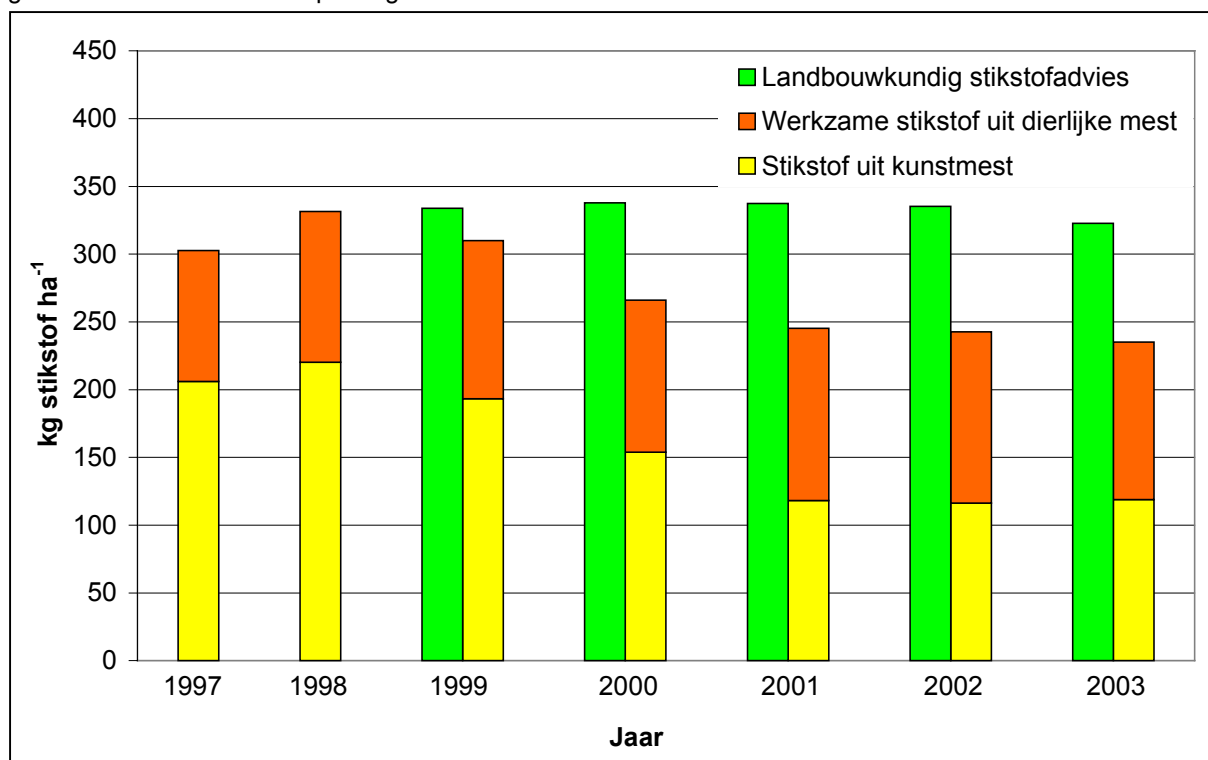


De bedrijven lagen goed verspreid over Nederland en het melkquotum per ha varieerde van 10.000 tot 22.000 kg ha⁻¹. De bedrijven zijn zo gekozen dat ze een goede afspiegeling vormden van de Nederlandse melkveehouderij.

In overleg met de deelnemers is voor elk bedrijf een BedrijfsOntwikkelingsPlan (BOP) opgesteld. In dit plan is rekening gehouden met de wensen van de deelnemers. De meeste deelnemers gaven aan te willen groeien. In de periode 1999-2003 zijn de bedrijven gemiddeld nog wat intensiever geworden. Naast maatregelen als extra grond aankopen, bijkopen of pachten van land met beheersbeperkingen, een kortere beweidingduur, inzaaien van gras-klavermengsels en het telen van een vanggewas, gaven de meeste deelnemers aan efficiënter te willen gaan voeren, de dierlijke mest beter te gaan benutten en het niveau van de N- en P-bemesting te gaan verlagen.

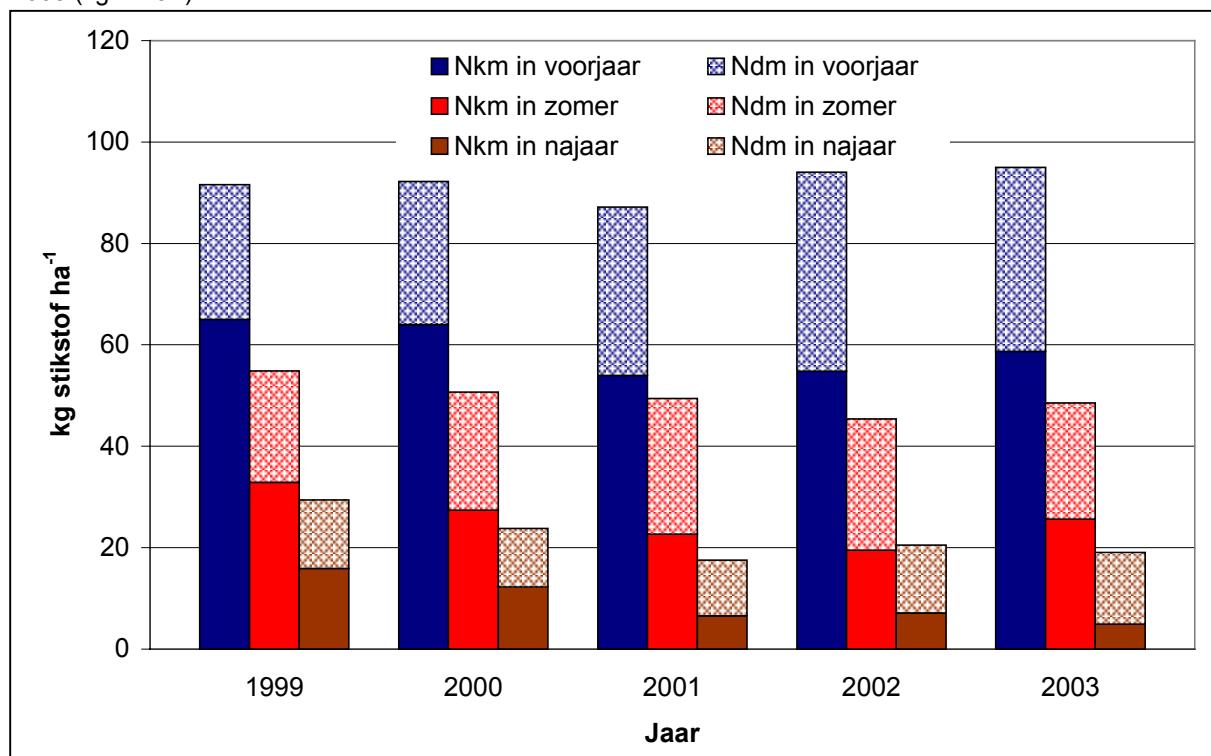
Voor het realiseren van de eindnormen van MINAS voor N en P hebben het verbeteren van de benutting van de mest (Den Boer *et al.*, 2002) en het verlagen van de N- en P-bemesting een belangrijke bijdrage geleverd. In figuur 2 zijn het gemiddeld landbouwkundig N-advies van het grasland op de 17 bedrijven, en de gemiddelde bemesting met mest en kunstmest weergegeven. Het landbouwkundig advies is gebaseerd op het stikstofleverend vermogen (NLV) van de grond en het gebruik van de percelen. De N-bemesting is afgenomen van gemiddeld 323 kg in 1998 tot 235 kg N ha⁻¹ in 2003. De bemesting in 1998 geeft de situatie weer in het jaar voorafgaande aan de projectperiode. De daling is volledig toe te schrijven aan een vermindering van het kunstmestgebruik. Doordat de bedrijven gemiddeld intensiever zijn geworden en door een betere benutting van de mest is de hoeveelheid werkzame N uit dierlijke mest toegenomen van 103 naar 116 kg ha⁻¹. De bemesting met kunstmest is gedaald van 220 kg in 1998 naar 119 kg N ha⁻¹ in 2003. De bemesting per bedrijf is weergegeven in bijlage 2.

Figuur 2 Gemiddeld landbouwkundig advies en de gerealiseerde N-jaargift (kg ha^{-1}) van 1997-2003 op grasland zonder beheersbeperkingen



De werkzame N op gemaaide percelen is per seizoen weergegeven in figuur 3. Om de stikstofbenutting te verbeteren zijn de deelnemers de dierlijke mest meer in het voorjaar toe gaan dienen. Hierdoor is de N-bemesting van maaipercelen voor de eerste snede zelfs nog wat gestegen van gemiddeld 92 naar 95 kg N ha^{-1} . Op de te beweiden percelen is de N-bemesting voor de eerste snede gedaald van 92 naar 80 kg N ha^{-1} . Voor de overige sneden hebben de deelnemers de stikstofgift versneld afgebouwd.

Figuur 3 Werkzame stikstofgift uit kunstmest en dierlijke mest op gemaaide percelen per seizoen in 1999-2003 (kg N ha^{-1})



Voor het realiseren van een goede opbrengst van de eerste snede in combinatie met een goede N-benutting zijn de deelnemers de eerste snede wat later gaan maaien. Hierdoor is de opbrengst van de eerste snede verhoogd van ruim 3000 naar 3380 kg droge stof (ds) ha⁻¹. Voor de overige sneden hebben de deelnemers ervoor gekozen om juist te gaan maaien bij een wat lagere opbrengst. In de zomerperiode is de maaiopbrengst gedaald van gemiddeld 2640 naar 2260 kg ds ha⁻¹ en in het najaar van 1900 naar circa 1600 kg ha⁻¹ (tabel 1). De maaiopbrengsten per seizoen en het maaipercentage zijn per bedrijf vermeld in bijlage 3. De maaidata voor de eerste snede staan in bijlage 6.

Tabel 1 Gerealiseerde opbrengsten en maaipercentage in de periode 1999 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

	1999	2000	2001	2002	2003
Opbrengst 1 ^e snede (kg ds ha ⁻¹)	3035	3047	2988	3248	3380
Opbrengst zomer (kg ds ha ⁻¹)	2641	2446	2302	2353	2259
Opbrengst najaar (kg ds ha ⁻¹)	1916	1920	1741	1704	1544
Aandeel "1e snede" in jaarproductie (%)	35	31	37	39	40
Aandeel "zomer" in jaarproductie (%)	51	54	50	49	45
Aandeel "najaar" in jaarproductie (%)	14	15	13	12	15
Maaipercentage jaarbasis (%)	339	335	336	318	304
Maaipercentage 1 ^e snede (%)	80	80	87	85	80

Het aandeel van de eerste snede in de jaaropbrengst aan kuilvoer is gestegen van 35 naar 40 procent. In de zomerperiode wordt 45 tot 50 procent van het kuilvoer gewonnen en in het najaar 10-15 procent.

Bemesting, opbrengsten en kuil kwaliteit in het voorjaar hebben steeds betrekking op de eerste snede. De zomerperiode is de periode na de eerste snede tot en met 31 augustus en het najaar is de periode na 31 augustus.

De deelnemers leggen de bemesting en de opbrengsten per snede vast in het programma BAP Manager. De maaiopbrengst van een perceel wordt vastgesteld door het aantal wagens per perceel te tellen en incidenteel ook een wagen te wegen. De opbrengsten worden geverifieerd door alle kuilen op te meten. Van alle kuilen van voorjaar, zomer en najaar vindt analyse plaats op voederwaarde en minerale samenstelling. De analyseresultaten zijn gemiddeld per bedrijf, per jaar en per seizoen vermeld in bijlage 5.

In dit rapport vindt een analyse plaats van het effect van de afgenomen stikstofbemesting en het gewijzigde graslandmanagement op het eiwitgehalte, de voederwaarde en de minerale samenstelling van de kuilen per seizoen. Hierbij is gelet op wijzigingen in de samenstelling gedurende de projectperiode van 1999-2003. Tevens is een vergelijking gemaakt met de analyseresultaten van kuilen in de praktijk. Voor de kuilanalyses in de praktijk is gebruik gemaakt van de gemiddelde kuilanalyses van Blgg Oosterbeek over een vergelijkbare periode. Bij vergelijking van de cijfers op jaarbasis dient er rekening mee gehouden te worden dat in het kader van het project Koeien & Kansen de najaarskuilen steeds zijn bemonsterd. In de praktijk worden najaarskuilen alleen bemonsterd als ze bestemd zijn voor het melkvee. Soms zijn streefwaarden weergegeven. Dit zijn de streefwaarden die op het uitslagformulier van Blgg Oosterbeek zijn vermeld.

De bemesting van het grasland met fosfaat op jaarbasis is niet sterk gewijzigd. De bemesting met fosfaat uit kunstmest is afgenomen van 24 kg P₂O₅ ha⁻¹ in 1998 naar 9 kg in 2003. De hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest is wat toegenomen. De bemesting met fosfaat per bedrijf is vermeld in bijlage 7.

3 Eiwit

De droge stof van een voedermiddel bestaat uit organische en anorganische stof (ruw as). De organische stof bestaat uit N-houdende organische stof (ruw eiwit) en N-vrije organische stof (ruwe celstof en overige koolhydraten). Ruw eiwit (RE) bestaat uit darmverteerbaar eiwit (DVE) en onbestendig eiwit. De mate waarin het onbestendig eiwit door rundvee kan worden benut, is weergegeven als Onbestendig Eiwit Balans (OEB). In bijlage 1 is een lijst met afkortingen weergegeven en is tevens de streefwaarde vermeld van de verschillende componenten en van de mineralen en sporelementen. Aangezien het verlagen van de stikstofbemesting en veranderingen in het graslandmanagement een directe invloed hebben op het eiwitgehalte is ervoor gekozen om eerst de veranderingen in het ruweiwitgehalte (RE) en in de eiwitsamenstelling (DVE en OEB) te beschrijven.

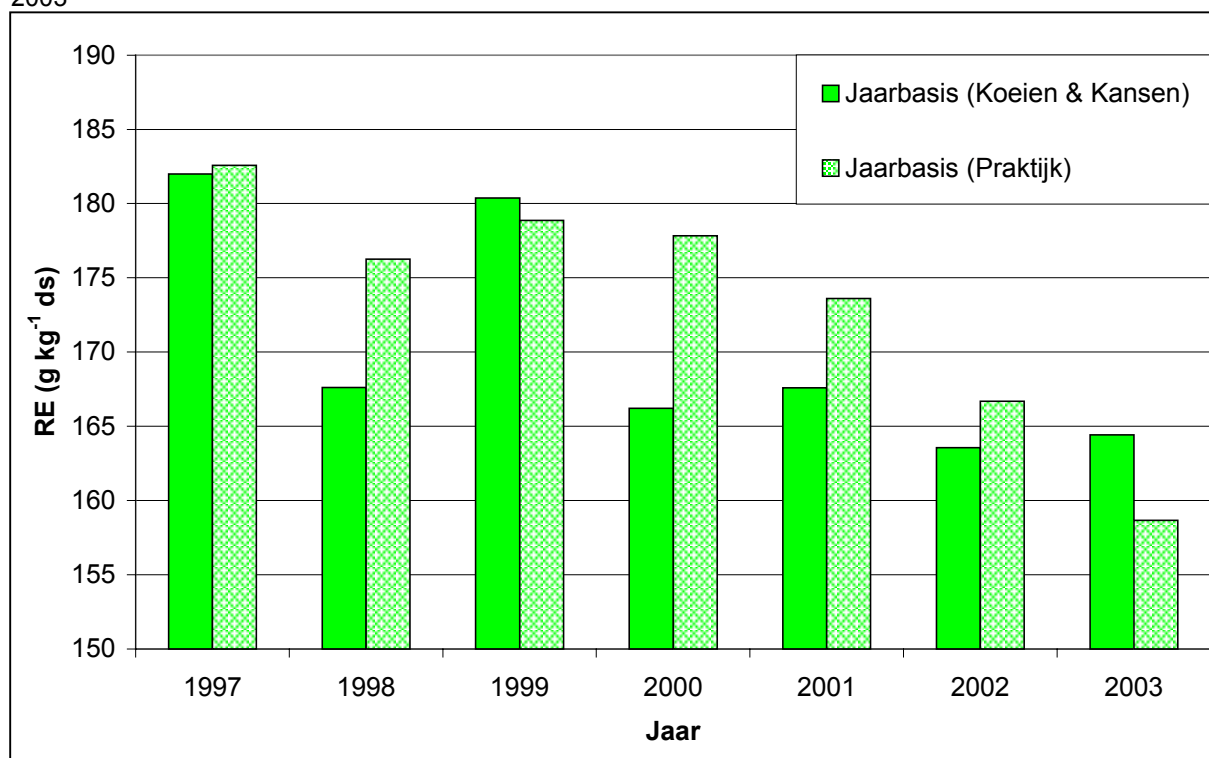
Eiwit is een bouwstof voor lichaamseiwit en melkeiwit. Eventueel kan eiwit ook beschikbaar komen als energiebron. Aangezien een groot deel van het rantsoen in de winter bestaat uit graskuil zijn het eiwitgehalte en de eiwitsamenstelling van de graskuil van groot belang voor de Nederlandse melkveehouders.

3.1 Ruw Eiwit

Met ruw eiwit wordt bedoeld: al de stikstof die gemeten wordt in het voer. Dat is alle eiwitstikstof plus alle niet-eiwitstikstof. Voorbeelden van niet-eiwitstikstof zijn ammoniak en nitraat. In de pens vinden processen plaats waarbij niet-eiwitstikstof omgezet kan worden in eiwit. Bij herkauwers is het daarom van belang om ruw eiwit weer te geven.

In figuur 4 is het ruweiwitgehalte in graskuil gemiddeld per jaar weergegeven van 1997-2003. Ter vergelijking is ook het gemiddelde ruweiwitgehalte van praktijkkuilen gegeven.

Figuur 4 Gemiddeld ruweiwitgehalte (g kg^{-1} ds) op Koeien & Kansen-bedrijven en in de praktijk van 1997-2003



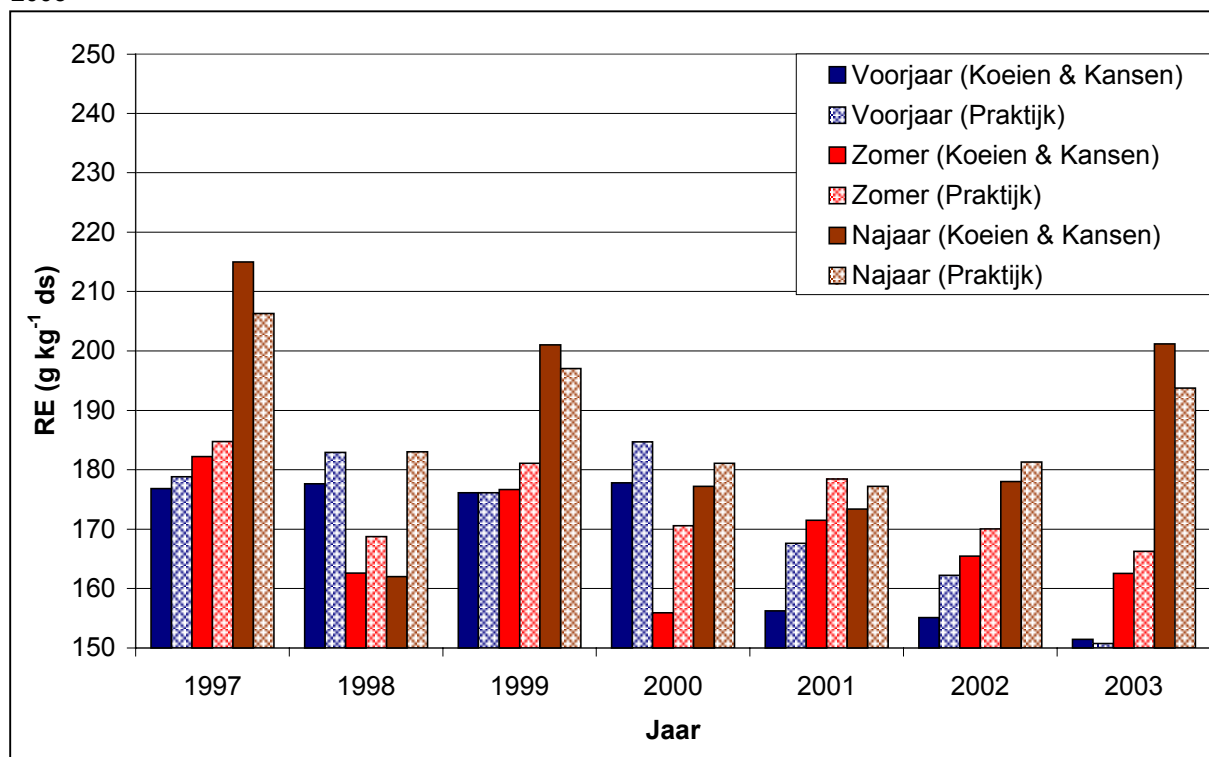
De jaren 1997 en 1998 waren jaren voorafgaand aan de projectperiode. In 1999 hebben de deelnemers ernaar gestreefd om te bemesten overeenkomstig het landbouwkundig advies. In de volgende jaren is de bemesting teruggebracht om te kunnen voldoen aan de MINAS-eindnormen voor stikstof. Bij het gerealiseerde RE-gehalte zijn niet alleen de hoogte van de stikstofbemesting en de verdeling ervan over het seizoen van belang, maar spelen ook de weersomstandigheden een belangrijke rol. Dit blijkt heel duidelijk in 1998. In dat jaar is in het voorjaar in maart maar ook in de zomer en de nazomer zeer veel neerslag gevallen. De temperatuur was normaal, waardoor er veel gras kon groeien. Hierdoor is een

verdunding opgetreden van het eiwitgehalte. Daarnaast kan een deel van de stikstof verloren zijn gegaan door denitrificatie of uitspoeling. De weersomstandigheden zijn per maand en per jaar gegeven in bijlage 4. Na 1999 is de invloed van de afnemende N-bemesting duidelijk merkbaar. De praktijk heeft dan hogere RE-gehalten dan Koeien & Kansen. In 2003 lijkt het RE-gehalte in de praktijk lager te zijn dan bij Koeien & Kansen. Bij Koeien & Kansen waren er in dat jaar veel najaarskuilen met een hoog RE-gehalte. Deze zijn in de praktijk in mindere mate bemonsterd.

In grote lijnen kan gesteld worden dat op de Koeien & Kansen-bedrijven het RE-gehalte op jaarbasis gedaald is van 180 naar circa 165 g RE kg⁻¹ ds.

Het RE-gehalte per seizoen is voor de periode 1997-2003 weergegeven in figuur 5.

Figuur 5 Gemiddeld RE-gehalte (g kg⁻¹ ds) per seizoen bij Koeien & Kansen en in de praktijk van 1997-2003



In het voorjaar is de stikstofbemesting op maaipercelen bij Koeien & Kansen niet verminderd (figuur 3). Door het oogsten van een zwaardere snede is het RE-gehalte afgenomen van 175 g kg⁻¹ ds in 1999 en 2000 naar 155 g in 2001 en 2002. De zeer natte meimaand in combinatie met een zware snede heeft gezorgd voor uitzonderlijk lage RE-gehalten in de voorjaarskuilen van 2003.

In de zomer en het najaar is de stikstofbemesting bij Koeien & Kansen versneld afgebouwd. Het RE-gehalte in de zomerperiode is na 1999 afgenomen. In de praktijk werd in de zomer een hoger RE-gehalte gerealiseerd.

Het RE-gehalte in het najaar wisselt sterk. Het RE-gehalte was in het najaar van 1997, 1999 en 2003 hoog. In het zeer natte najaar van 1998 is veel stikstof door uitspoeling en denitrificatie verloren gegaan, waardoor het RE-gehalte laag was.

De hoge RE-gehalten in de najaarskuilen van 1997, 1999 en 2003 hangen samen met veel stikstofmineralisatie in en na een warme zomer in combinatie met een voldoende vochtvoorziening. In 1999 was de stikstofbemesting in het najaar duidelijk hoger dan in 2003 (ruim 10 kg N ha⁻¹). Dit is weergegeven in tabel 2.

Toch was het RE-gehalte in de najaarskuilen van 2003 met ruim 200 g kg⁻¹ ds niet lager dan in 1999.

Tabel 2 Werkzame stikstof uit dunne mest en kunstmest (kg ha^{-1}) na 1 september op de Koeien & Kansen-bedrijven van 1999-2003

Jaar	N-totaal	Ndm	Nkm
1999	29,4	13,5	16,0
2000	23,8	11,5	12,3
2001	17,5	11,0	6,6
2002	20,5	13,4	7,1
2003	19,0	14,1	4,9

Blgg houdt een streefwaarde aan voor het RE-gehalte van 160 – 190 g kg^{-1} ds. Bedrijven waar het rantsoen in de winterperiode uit graskuil bestaat kunnen met 150 à 160 g RE kg^{-1} ds volstaan. Een hoger RE-gehalte gaat samen met een hogere OEB. Snijmaïs heeft een lager RE-gehalte en een negatieve OEB. Op bedrijven met veel maïs in het rantsoen kan het vee een hoger RE-gehalte in graskuil tezamen met de hogere OEB goed benutten.

3.1.1 Verschillen tussen bedrijven

In de figuren 4 en 5 is het gemiddelde RE-gehalte van de 17 Koeien & Kansen-bedrijven weergegeven. Tussen de bedrijven komen echter grote verschillen voor. De gemiddelde RE-gehalten per bedrijf zijn vermeld in bijlage 5. Het bedrijf Van Laarhoven had gemiddeld het hoogste RE-gehalte en het biologische bedrijf Bomers het laagste. De gemiddelde bemesting per snede en het gemiddelde RE-gehalte zijn voor beide bedrijven per jaar gegeven in tabel 3.

Tabel 3 Gemiddelde hoeveelheid werkzame stikstof per snede en het RE-gehalte op de bedrijven Van Laarhoven en Bomers in de periode 1999-2003

Jaar	N-werkzaam (kg ha^{-1})		Ruw eiwit (g/kg ds^{-1})	
	Van Laarhoven	Bomers	Van Laarhoven	Bomers
1999	- ¹⁾	18	203	135
2000	71	15	175	156
2001	70	11	191	150
2002	82	13	177	132
2003	69	17	184	105

¹⁾ Jaar voorafgaand aan projectperiode; bemesting per snede niet bekend.

Op bedrijf Van Laarhoven is de werkzame stikstof afkomstig uit dierlijke mest en kunstmest en op het bedrijf Bomers alleen uit de dierlijke mest. Tabel 3 laat zien dat de verschillen tussen de jaren op beide bedrijven vrij groot zijn.

Op bedrijf Van Laarhoven nam het RE-gehalte toe naarmate het jaar vorderde. Het bedrijf Van Laarhoven heeft de stikstofbemesting in het seizoen sterk afgebouwd. De stijging van het RE-gehalte duidt erop dat er veel stikstof vrijkomt uit de nawerking van de dierlijke mest en door mineralisatie van de stikstof in de bodem. Het bedrijf Van Laarhoven heeft een oude graszode met daarin veel bodemleven. Als de bodem warm genoeg is voor de bodemorganismen om optimaal te functioneren, profiteert de grasmat van de stikstof die door het bodemleven wordt vrijgemaakt.

De stijging van het RE-gehalte in de loop van het seizoen komt overeen met het gemiddelde beeld op de Koeien & Kansen-bedrijven en in de praktijk (bijlage 5). De verschillen in RE-gehalte in het najaar zijn tussen de jaren echter groot.

3.2 Darm Verteerbaar Eiwit (DVE)

DVE is een berekend getal. Het bevat al het eiwit dat in de darm verteerd kan worden. Dit is zowel het darmverteerbare bestendige voereiwit als microbiëel eiwit dat uit de pens in de darm komt. De hoeveelheid microbiëel eiwit, die gevormd wordt, is afhankelijk van de hoeveelheid onbestendig eiwit en van de hoeveelheid fermenteerbare organische stof (FOS).

De hoeveelheid DVE is door het verlagen van de stikstofbemesting niet gewijzigd en was gemiddeld over de jaren 71 g DVE kg^{-1} ds (bijlage 5). Bij een lagere stikstofbemesting zal eerst de OEB gaan dalen en daarna het DVE. Dat het DVE niet gedaald is betekent dat er gemiddeld voldoende OEB aanwezig was voor de vorming van het microbiëel eiwit in de pens.

Het streeftraject van DVE loopt van 70 tot 85 g kg ds^{-1} . Niet op alle bedrijven voldoet het DVE-gehalte gemiddeld aan deze streefwaarde (tabel 4). Het bedrijf Bomers heeft regelmatig een negatieve OEB

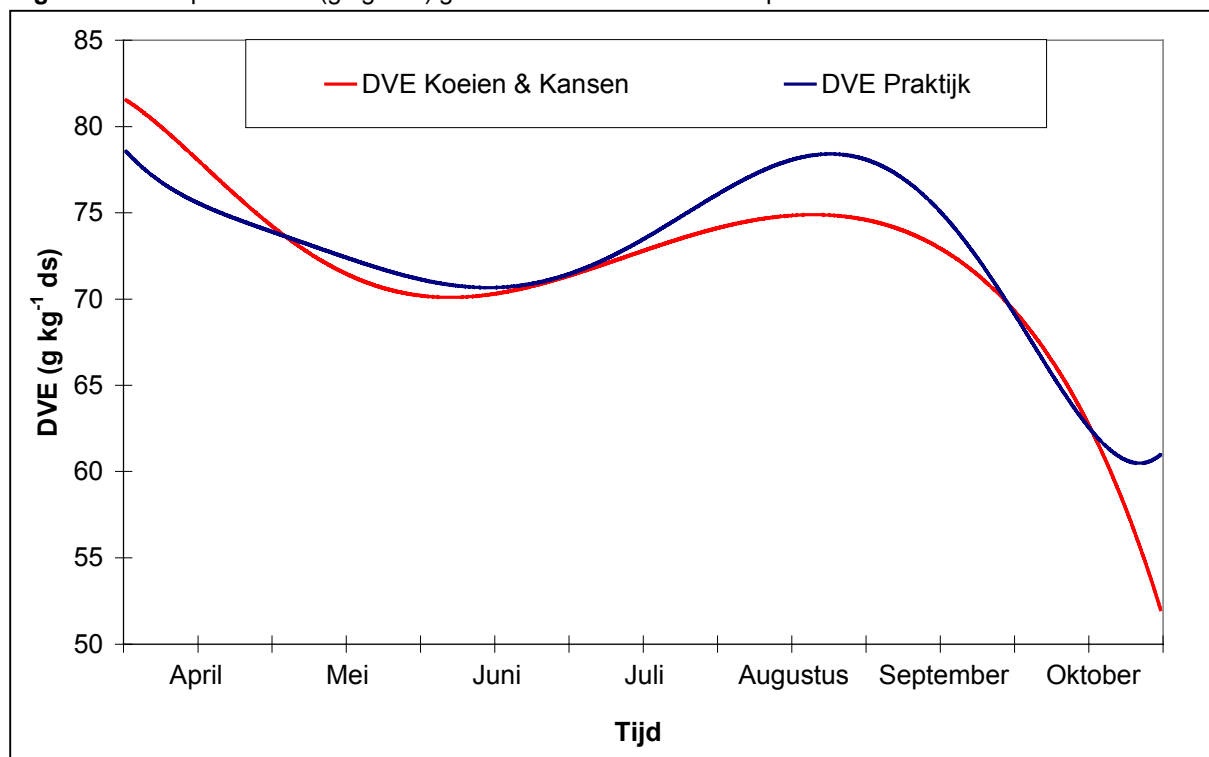
(tabel 5). Er is dan onvoldoende onbestendig eiwit aanwezig voor de vorming van voldoende microbieel eiwit. De hoeveelheid DVE is dan lager. Op het bedrijf Boekel is wel voldoende onbestendig eiwit aanwezig maar is de verteringscoëfficiënt van de organische stof (VCOS) laag (bijlage 5). Hierdoor is er te weinig FOS aanwezig voor de pensmicroben. De lage verteringscoëfficiënt is het gevolg van een minder goede grasmat en van laat maaien. Op bedrijf Menkveld-Wijnbergen wordt de gemiddelde verteerbaarheid gedrukt door het kuilgras van het beheersland. Dit is niet afzonderlijk ingekuuld. Bedrijf Hoefmans heeft gemiddeld het hoogste gehalte aan DVE gerealiseerd.

Tabel 4 Gemiddeld DVE ($\text{g kg}^{-1} \text{ ds}$) op Koeien & Kansen-bedrijven van 1997-2003

Bedrijf	DVE
Bomers	61
Boekel	64
Menkveld-Wijnbergen	65
Miedema-Van Netten	70
Van Hoven	72
Sikkenga-Bleker	72
Eggink	72
Dekker	72
Post	72
De Vries	73
Pijnenborg-Van Kempen	73
Schepens	73
Van Laarhoven	73
Kuks	75
De Kleijne	75
Van Wijk	77
Hoefmans	81

De DVE is het laagst in het najaar. De oorzaak voor de lagere DVE moet gezocht worden in de VCOS die na het voorjaar daalt. Doordat het aantal zonuren afneemt, daalt de hoeveelheid FOS. Hierdoor bevat de kuil meer OEB en minder DVE. In figuur 6 is dit effect weergegeven. Dit seizoenseffect is ook terug te zien de in de cijfers van de praktijk.

Figuur 6 Verloop van DVE ($\text{g kg}^{-1} \text{ ds}$) gedurende het seizoen in de periode 1997-2003



3.3 Onbestendig Eiwit Balans (OEB)

Een hoge OEB betekent dat door energiegebrek in de pens veel onbestendig eiwit niet door pensmicro-organismen kan worden omgezet in hoogwaardig microbiel eiwit. Te veel onbestendig eiwit komt in het lichaam vrij als ammoniak en wordt via het bloed getransporteerd naar de nieren. In de nieren wordt dit ammoniak omgezet in ureum, waarna het via de urine het lichaam verlaat (Subnel *et al.*, 1994). Dit kost veel extra energie, die niet meer gebruikt kan worden voor de melkproductie.

De streefwaarde voor graskuil is een OEB tussen 25 en 65 g kg⁻¹ ds. Een OEB van nul betekent dat alle onbestendig eiwit is benut. De OEB op rantsoenbasis moet hoger dan nul zijn. In de veestapel zijn er verschillen tussen dieren en verschillen in productieniveau. Bij een OEB van nul kan een aantal dieren dan onvoldoende microbiel eiwit vormen. Op rantsoenbasis wordt een OEB van 300 g per dag als voldoende beschouwd.

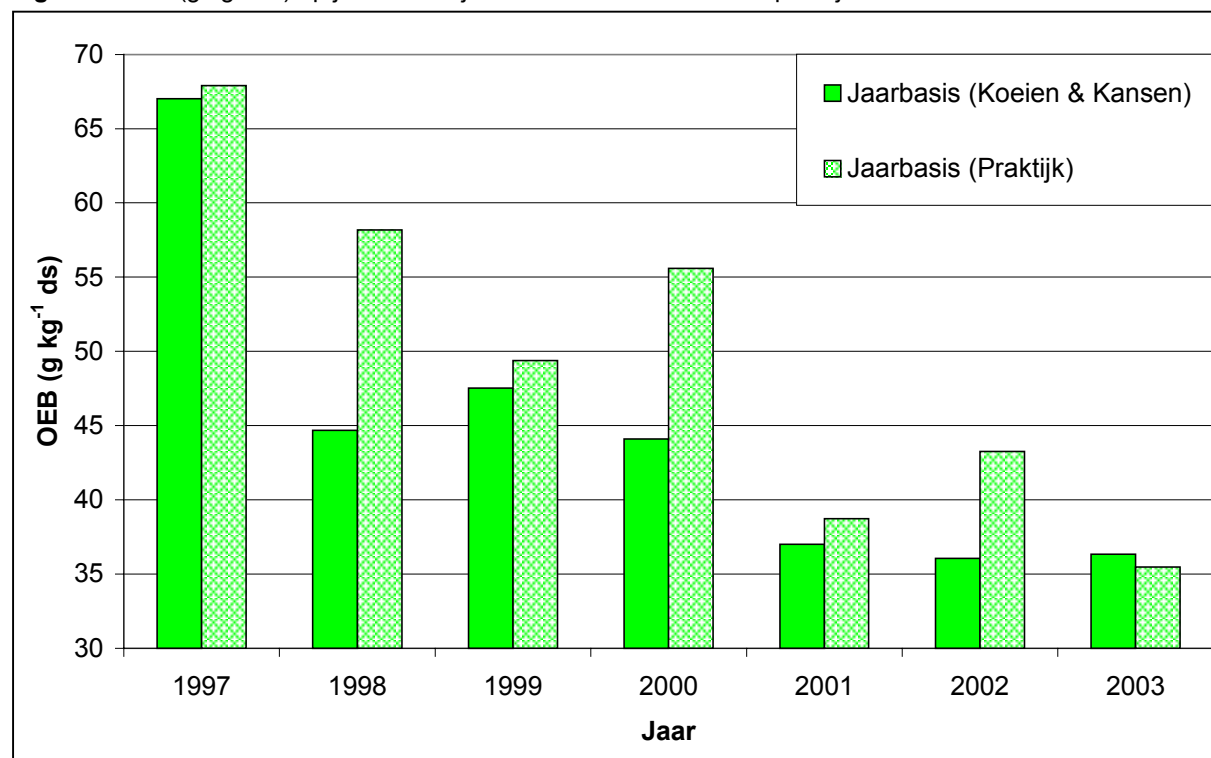
Een hoge OEB wordt veroorzaakt door een hoog ruweiwitgehalte en/of een lage FOS. FOS is fermenteerbare organische stof, die in de pens beschikbaar komt voor de pensmicroben (Bakker *et al.*, 2000).

3.3.1 OEB bij Koeien & Kansen en in de praktijk

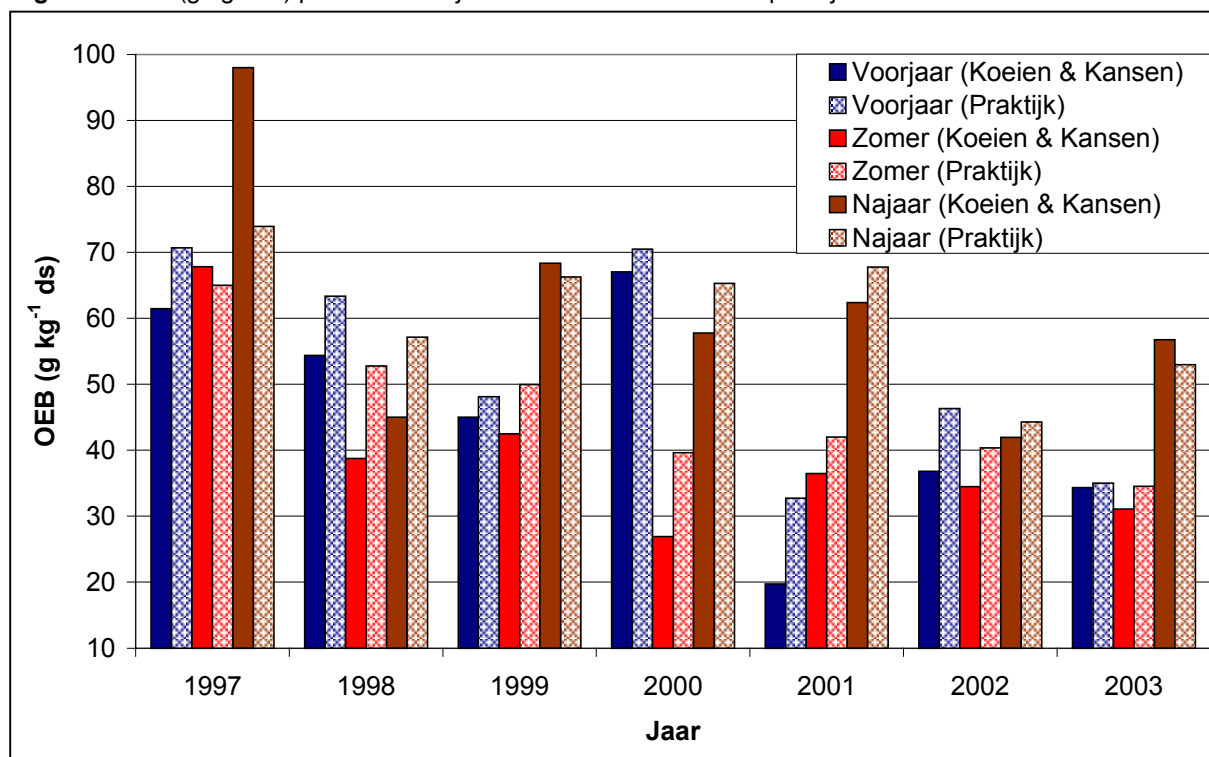
De OEB is te sturen via de stikstofbemesting. Over het algemeen bevat gras dat beperkt is bemest niet teveel onbestendig eiwit en voldoende energie. De OEB is dan laag.

Op de Koeien & Kansen-bedrijven is de stikstofbemesting verlaagd en in de loop van het seizoen versneld afgebouwd. De verwachting is dan dat de OEB gedurende het project zal dalen. In figuur 7 is het OEB-gehalte op jaarbasis weergegeven voor Koeien & Kansen en voor de praktijk. Bij de start van het project in 1999 was er op jaarbasis weinig verschil tussen Koeien & Kansen en de praktijk. In de volgende jaren was de OEB in de praktijk duidelijk hoger. Doordat relatief minder herfstkuilen zijn bemonsterd is de OEB in 2003 in de praktijk op jaarbasis lager dan bij Koeien & Kansen.

Figuur 7 OEB (g kg⁻¹ ds) op jaarbasis bij Koeien & Kansen en in de praktijk van 1997-2003



In figuur 8 is de gemiddelde OEB in de kuilen per seizoen weergegeven. Evenals bij het RE-gehalte is de OEB in de voorjaars- en zomerkuilen duidelijk gedaald. De afname van de OEB in de voorjaarskuilen is niet toe te schrijven aan een lagere bemesting, maar aan het maaistadium. Gras dat in een later stadium gemaaid is bevat minder onbestendig eiwit. In de najaarskuilen is de afname van de OEB minder duidelijk. De mineralisatie van stikstof uit de bodem speelt hier een rol. Daardoor is het RE-gehalte hoger. Daarnaast bevatten de herfstkuilen gemiddeld 61 g kg⁻¹ ds minder FOS dan de voorjaarskuilen (bijlage 5). Er is dan minder energie beschikbaar om het onbestendige eiwit om te zetten in microbiel eiwit.

Figuur 8 OEB (g kg^{-1} ds) per seizoen bij Koeien & Kansen en in de praktijk van 1997-2003

3.3.2 Verschillen tussen bedrijven

Tussen de bedrijven komen aanzienlijke verschillen in gerealiseerde OEB voor. Ook tussen kuilen zijn de verschillen soms groot. In tabel 5 is de gemiddelde OEB per bedrijf weergegeven bij de start van het project in 1999 en in 2003. Per bedrijf is tevens de laagste en de hoogste waarde weergegeven. Wanneer de OEB lager is dan de streefwaarde (< 25) is het betreffende vak geel gekleurd. Bij een OEB boven de streefwaarde (> 65) is dit met groen aangegeven.

Tabel 5 Gemiddeld OEB (g kg^{-1} ds) op jaarbasis met minimum en maximum in 1999 en 2003

Bedrijf	1999			2003			1997-2003
	Gem.	Min.	Max.	Gem.	Min.	Max.	Gem.
Boekel	67	44	99	14	-11	51	34
Bomers	11	-26	65	-12	-31	5	12
Dekker	44	17	89	20	-20	52	38
Eggink	36	9	73	24	-21	65	34
Hoefmans	55	7	89	42	9	61	49
Van Hoven	81	58	129	51	39	67	42
De Kleijne	61	46	90	35	-42	72	49
Kuks	52	3	76	24	-16	68	39
Van Laarhoven	70	48	95	60	22	84	73
Menkveld-Wijnbergen	38	0	84	38	-8	72	38
Miedema-Van Netten	59	34	83	27	-12	68	53
Pijnenborg-Van Kempen	41	8	83	44	-18	81	44
Post	34	-11	54	24	-1	49	26
Schepens	77	77	77	61	29	99	64
Sikkenga-Bleker	20	-3	36	38	7	61	35
De Vries	54	21	75	50	6	111	61
Van Wijk	35	1	52	49	20	70	37

In 1999 was de OEB op een aantal bedrijven gemiddeld hoger dan de streefwaarde. In 2003 was de OEB op 5 bedrijven gemiddeld lager dan de streefwaarde. Op bedrijf Bomers was de OEB gemiddeld zelfs negatief. Er is dan te weinig onbestendig eiwit voor de vorming van voldoende microbieel eiwit.

3.4 Samenvatting en aanbevelingen

De hoeveelheid DVE in de kuilen is gedurende het project niet gedaald. Dit duidt erop dat de N-bemesting niet te sterk is verlaagd. In het kuilgras was over het algemeen voldoende onbestendig eiwit aanwezig voor de vorming van het microbieel eiwit.

Het RE-gehalte is gedaald naar gemiddeld 150 à 160 g kg⁻¹ ds. De variatie tussen bedrijven en kuilen is echter groot. Vanuit het voedingsoogpunt is het wenselijk om in het rantsoen een gemiddeld ruweiwitgehalte van 150 à 160 g kg⁻¹ ds te realiseren. Gezien de schommelingen binnen een jaar is het belangrijk een goed beeld te hebben van de te voeren graskuil. De hoeveelheid er naast te voeren maïs en/of bijproduct dient hier op afgestemd te worden. Het streven naar een constant ruweiwitgehalte in het gras en in het rantsoen is belangrijk. In het nieuwe mestbeleid, waarbij mogelijk gewerkt gaat worden met N-excretienormen op bedrijfsniveau, is het scherp voeren van groot belang. Door het verlagen van het ruweiwitgehalte in het rantsoen tot 150 à 160 g kg⁻¹ ds zal de stikstofbenutting toenemen. Het ureumgehalte in de melk kan dan op een laag niveau gehandhaafd blijven.

Door het verlagen van de stikstofbemesting is ook de OEB gedaald. Het RE-gehalte en de OEB zijn in het najaar hoger dan in voorjaar en zomer. Gemiddeld hadden in de periode 1997-2003 in het najaar 40 procent van de kuilen op de Koeien & Kansen-bedrijven een OEB van meer dan 65 g kg⁻¹ ds. Dit duidt erop dat de deelnemers kunnen overwegen om de stikstofbemesting gedurende het seizoen nog sterker af te bouwen.

Een zwak punt is de onzekere factor van de mate van mineralisatie in de loop van het seizoen. Een betere voorspelling van de mineralisatie als gevolg van de weersomstandigheden en onder invloed van bodemkwaliteit en bodemleven is gewenst.

De variatie in OEB tussen kuilen per bedrijf is groot. Binnen één bedrijf varieerde deze in hetzelfde jaar zelfs van - 42 tot + 72 g OEB kg⁻¹ ds. Bedrijven kunnen ernaar streven via de bemesting deze variatie te verkleinen. Dit is belangrijk voor een betere stikstofbenutting. Ook met het oog op het nieuwe mestbeleid is het van belang de OEB vrij laag te houden voor het realiseren van een lage N-excretie.

Herfstkuilen bevatten een hogere OEB en een lager DVE-gehalte. Herfstkuilen bevatten gemiddeld 61 g kg⁻¹ ds minder FOS dan de voorjaarskuilen. Door in het najaar steeds in de middag te maaien zal het gras meer suikers bevatten en daardoor meer FOS. Er kan dan meer onbestendig eiwit omgezet worden in microbieel eiwit. De OEB daalt dan en het DVE neemt toe.

Wanneer kuilen teveel ruw eiwit bevatten en een te hoge OEB hebben kan een veehouder de stikstofbenutting verbeteren door het bijvoeren van snijmaïs of energierijke bijproducten met een lage OEB.

4 Voedereenheid Melk (VEM)

VEM is een getal dat weergeeft hoeveel energie een koe uit voer kan benutten. De hoogte van de VEM is afhankelijk van de hoeveelheid ruw eiwit, ruwe celstof en overige koolhydraten. Suiker maakt deel uit van de overige koolhydraten. Ook de verteerbaarheid van de organische stof, uitgedrukt als verteringscoëfficiënt van de organische stof (VCOS) is belangrijk. Als de verteerbaarheid van de organische stof afneemt daalt de VEM.

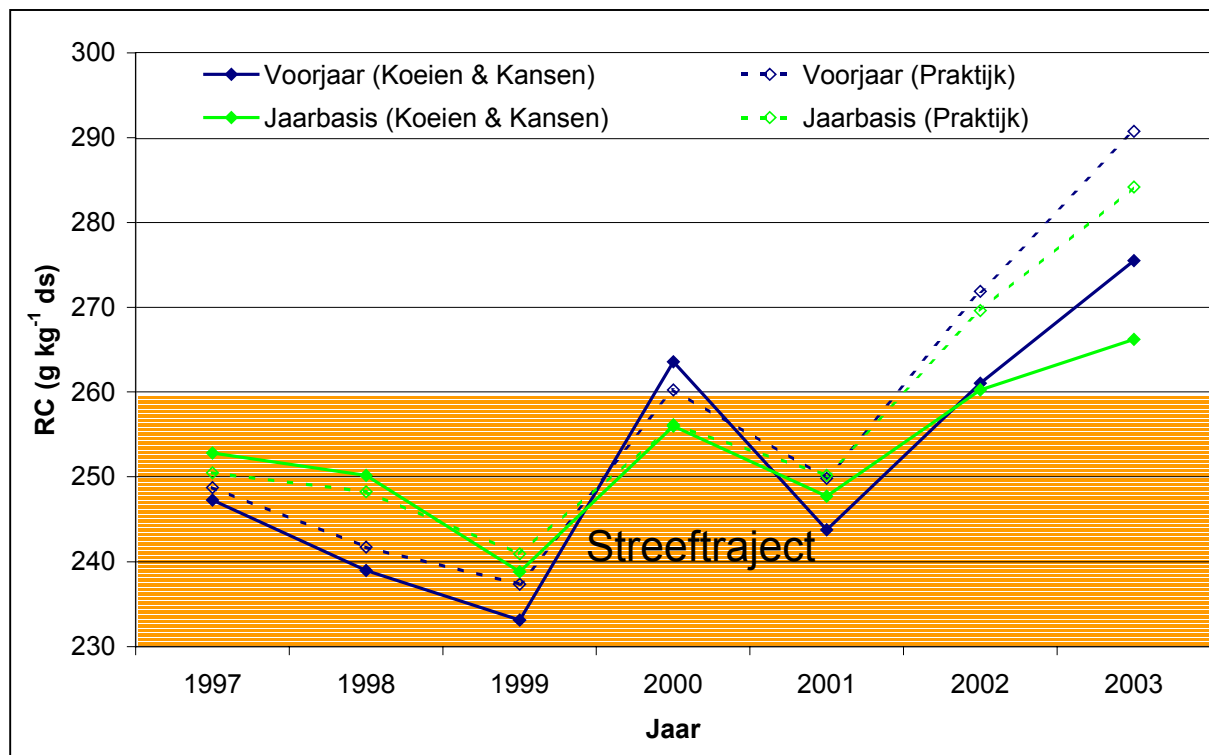
Door het verlagen van de stikstofbemesting is het RE-gehalte op de Koeien & Kansen-bedrijven gedaald van gemiddeld 180 naar circa 165 g kg⁻¹ ds. Dit is beschreven in hoofdstuk 3. Bij een afname van het RE-gehalte zal naar verwachting ook de VEM lager zijn. De deelnemers hebben ervoor gekozen de maaipercelen van de eerste snede niet minder te bemesten maar wel te maaien bij een wat hogere opbrengst. In latere sneden is de stikstofbemesting sterk afgebouwd. Deze sneden zijn geogst bij een wat lagere opbrengst. Deze maatregelen kunnen van invloed zijn op het ruwecelstofgehalte. Bij een hoger ruwecelstofgehalte daalt de verteerbaarheid van de organische stof. De VEM is dan lager. In dit hoofdstuk zijn eerst ruwe celstof en de verteerbaarheid van de organische stof besproken. Vervolgens is de gerealiseerde VEM vergeleken met die in de praktijk.

4.1 Ruwe celstof

Voor ruwe celstof geldt een streefwaarde van 230-260 g kg⁻¹ ds. Bij een te hoog ruwecelstofgehalte is het voedermiddel slecht verteerbaar voor de koe. Het ruwecelstofgehalte mag ook niet te laag zijn. Ruwe celstof zorgt voor voldoende structuur in de pens. Op die manier helpt het mee in het stimuleren van het herkauwen en de pensactiviteit waardoor de pens niet verzuurt. Bij een te laag ruwecelstofgehalte is er te weinig structuur om de penswand te prikkelen. De activiteit van de pens neemt dan af.

De hoeveelheid ruwe celstof hangt voornamelijk af van de soort en het type gras en de maaidatum. Ruw eiwit en ruwe celstof hangen vaak met elkaar samen. Is er veel ruw eiwit dan is er weinig ruwe celstof en omgekeerd. Dit is het zogenaamde stadiumeffect. Hoe verder gras richting bloeistadium gaat, hoe hoger het gehalte ruwe celstof. Voor de bloei is veel stengelvorming nodig. Om de stengels stevig genoeg te maken zit er een hoog gehalte ruwe celstof in deze plantdelen. Figuur 9 geeft het verloop weer van het ruwecelstofgehalte in graskuilen in de periode 1997 tot en met 2003.

Figuur 9 Het ruwecelstofgehalte (g kg⁻¹ ds) in kuilgras in het voorjaar en op jaarbasis in de periode 1997-2003

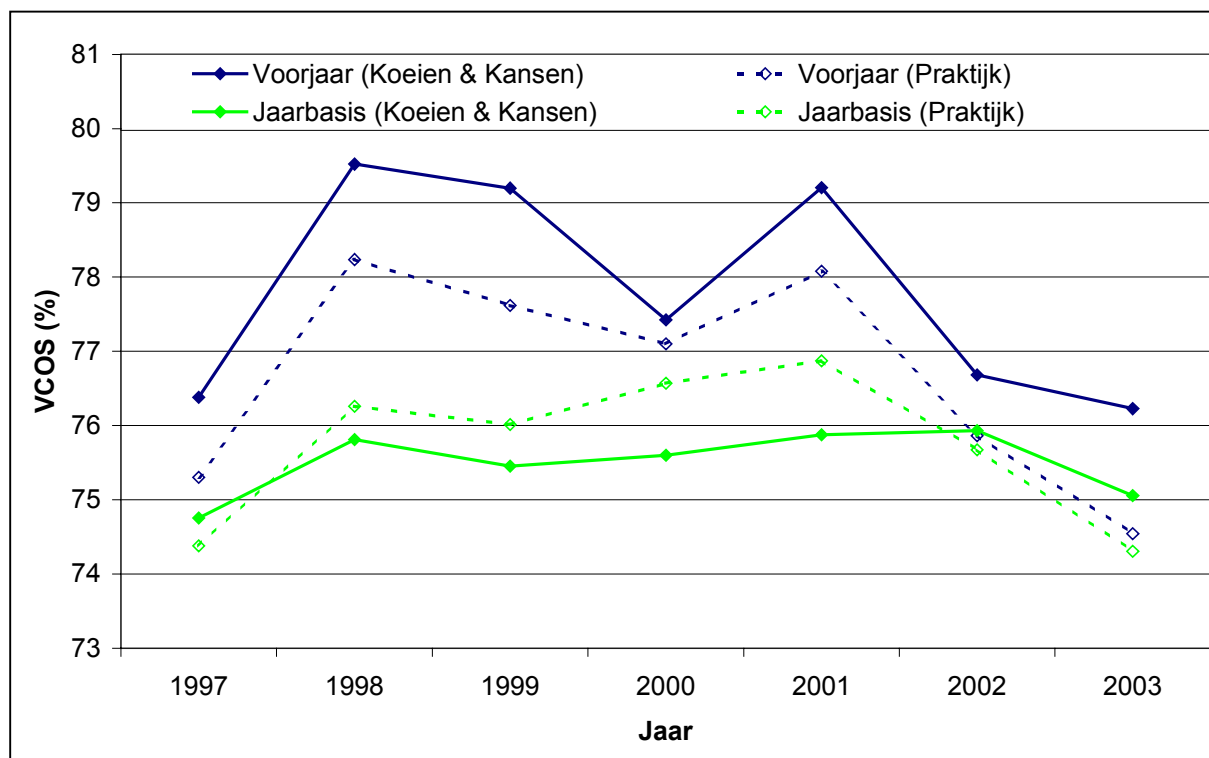


Het jaar 2000 werd gekenmerkt door een vroeg voorjaar. Ondanks de vroege maaidatum (gemiddeld 5 mei) was het ruwecelstofgehalte in de eerste snede hoog. Ook in 2002 en 2003 was het ruwecelstofgehalte hoog. Voor een deel is dit toe te schrijven aan het bewust later gaan maaien en voor een deel aan de weersomstandigheden. Aan het begin van het project lag de maaidatum gemiddeld nog rond 10 mei terwijl dit de laatste jaren gemiddeld een week later was (bijlage 6). Ook de praktijk heeft in 2002 en 2003 later gemaaid. Het ruwecelstofgehalte was in deze jaren nog hoger dan bij Koeien & Kansen. In 2002 was het voorjaar droog en warm. Na het uitrijden van mest is regen nodig om de stikstof in de plant op te nemen. Dit is niet voldoende gebeurd, waardoor het gehalte ruw eiwit laag was. Hierdoor was er verhoudingsgewijs meer ruwe celstof aanwezig. In 2003 was de meimaand erg nat waardoor er laat is gemaaid. De zomer was vervolgens droog. Hierdoor had het gras een langere groeiduur, waardoor het ruwecelstofgehalte erg hoog was.

4.2 Verteerbaarheid van de organische stof (VCOS)

Niet alle organische stof is verteerbaar voor de koe. Het verteerbare deel wordt weergegeven door VCOS. De streefwaarde voor de VCOS is 76 procent of hoger. De VCOS is sterk afhankelijk van het gehalte ruwe celstof. Als het ruwecelstofgehalte hoog is, is de verteringscoëfficiënt over het algemeen lager. Dit is goed te zien in de figuren 9 en 10. In de jaren 2000, 2002 en 2003 was het ruwecelstofgehalte hoog. De verteringscoëfficiënt was hierdoor verlaagd. De VCOS is in het voorjaar hoger dan in de zomer en in het najaar. Op de Koeien & Kansen-bedrijven was de verteringscoëfficiënt in het voorjaar gemiddeld ruim 77,5 procent en in zomer en najaar 74,5 procent. Dit is terug te vinden in de lagere VEM in deze seizoenen.

Figuur 10 Verloop van de VCOS (%) in kuilgras in het voorjaar en op jaarbasis in de periode 1997-2003

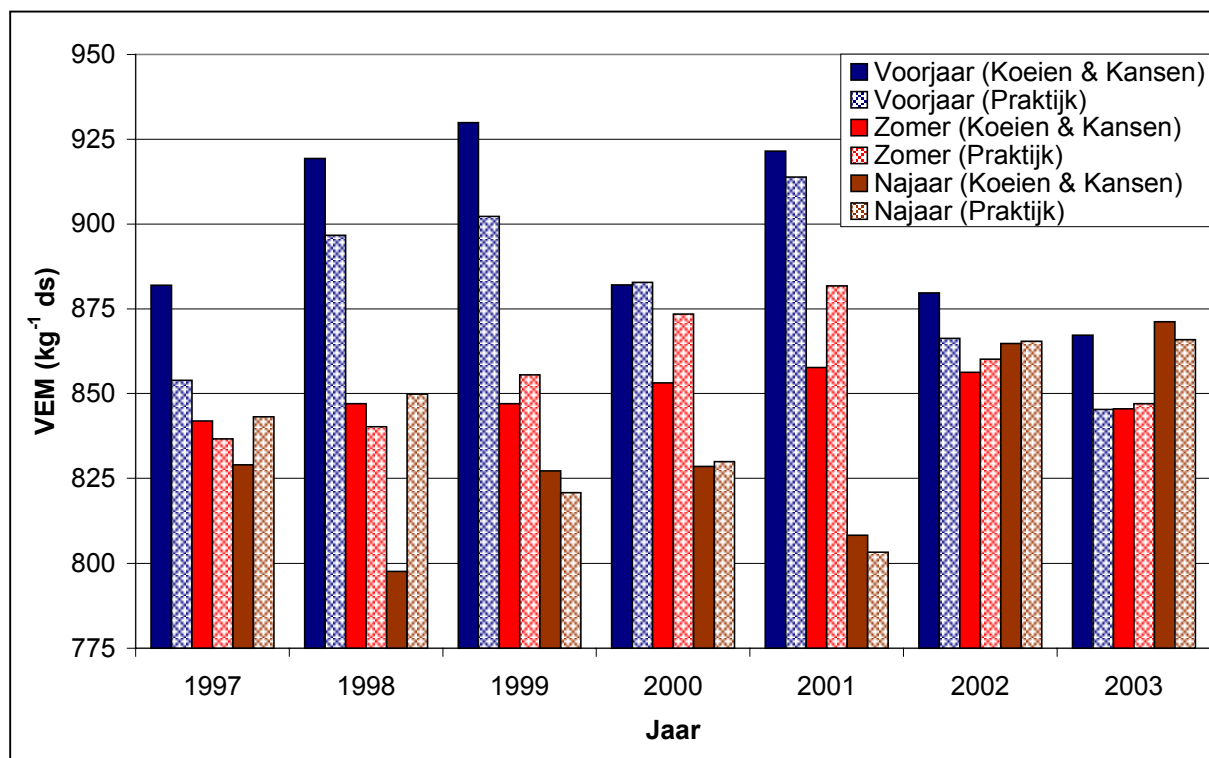


4.3 De VEM

In figuur 11 worden de behaalde resultaten bij Koeien & Kansen vergeleken met cijfers van de praktijk. In 1999 is het project gestart. In dit jaar is bij Koeien & Kansen gemiddeld de hoogste VEM in de voorjaarskuilen behaald. Het voorjaar van 1999 was warm en zonnig. Daarnaast viel er voldoende neerslag. Door de vele uren zon was het suikergehalte behoorlijk hoog. Samen met een hoog ruweiwitgehalte, een lage hoeveelheid ruwe celstof en een gemiddelde verteringscoëfficiënt was de VEM gemiddeld hoog. Het laatste jaar, 2003, is meer het tegengestelde van 1999 wat de voederwaarde van de graskuilen betreft. Door de natte meimaand is de eerste snede laat geoogst met een hoog ruwecelstofgehalte en een relatief lage VEM. Gemiddeld was de VEM in de voorjaarskuilen in de projectperiode op de Koeien & Kansen-bedrijven 896 VEM kg⁻¹ ds. Dit was hoger dan in de praktijk.

In de zomerperiode was de VEM vrij stabiel en gemiddeld $852 \text{ VEM kg}^{-1} \text{ ds}$. Dit was lager dan in de praktijk. De hogere VEM in de praktijk is vooral gerealiseerd in de jaren 1999-2001, de eerste jaren van de projectperiode. In die jaren was het RE-gehalte in de praktijk duidelijk hoger (figuur 5). De VEM in de najaarskuilen kwam goed overeen met die in de praktijk. Het streeftraject voor de VEM is $880\text{-}940 \text{ VEM kg}^{-1} \text{ ds}$. Deze waarden zijn bij Koeien & Kansen en in de praktijk gemiddeld alleen in de voorjaarskuilen gerealiseerd.

Figuur 11 VEM ($\text{kg}^{-1} \text{ ds}$) in voorjaar, zomer en najaar bij Koeien & Kansen en in de praktijk in 1997-2003

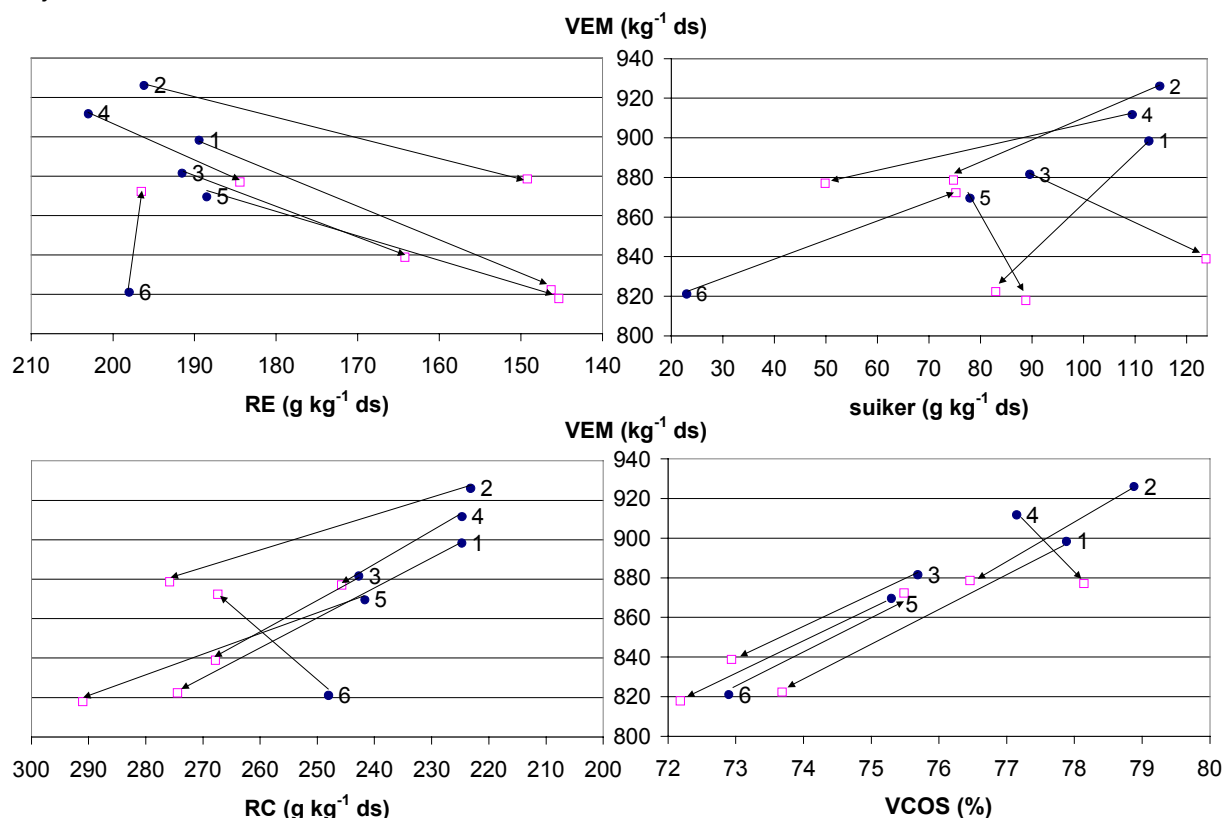


Opvallend is de hoogte van de VEM in het najaar van 2002 en 2003. Beide najaren waren bovengemiddeld zonnig. De vele zonuren hebben tot duidelijk hogere suikergehalten geleid. In combinatie met een goede verteerbaarheid van de organische stof was de VEM hierdoor hoog.

4.4 VEM 1999 en 2003 op enkele bedrijven

In figuur 12 staan voor de jaren 1999 en 2003 de gegevens van een aantal bedrijven met opvallende verschillen in VEM of in een VEM-component weergegeven. Naast ruw eiwit, ruwe celstof en de VCOS is ook suiker weergegeven. Suiker behoort tot de overige koolhydraten, is nodig voor een goede conservering van de kuil en levert een positieve bijdrage aan de VEM. Suiker is bovendien onderdeel van de fermenteerbare organische stof (FOS), die bacteriën nodig hebben om onbestendig eiwit om te zetten in microbieel eiwit.

Figuur 12 Ruw eiwit, ruwe celstof, suiker en de VCOS uitgezet tegen de VEM voor een aantal bedrijven in de jaren 1999 en 2003



● 1999
□ 2003

1 = Dekker
2 = De Kleijne
3 = Kuks
4 = Van Laarhoven
5 = Miedema-Van Netten
6 = Schepens

Met pijltjes is per bedrijf bij elke component de verandering in VEM aangegeven. In de figuur is goed te zien dat een daling van het ruweiwitgehalte en een stijging van het ruwecelstofgehalte in het algemeen leidt tot een daling van de VCOS en tot een lagere VEM.

Opvallend is vooral bedrijf Schepens (pijltje nummer zes). Op dit bedrijf is het ruweiwitgehalte in 2003 vergeleken met 1999 vrijwel niet gedaald. Ondanks een stijging van het ruwecelstofgehalte is de VCOS gestegen. Dit is veroorzaakt door een stijging van het suikergehalte is van 23 naar 75 g kg⁻¹ ds.

Het bovenstaande maakt duidelijk dat het belangrijk is voldoende aandacht te besteden aan: Het maaimoment. Maai zo mogelijk voordat de stengelstrekking plaatsvindt voor de bloei van het gras. Het ruwecelstofgehalte neemt daarna sterk toe en de verteerbaarheid neemt af.

Het suikergehalte in het gras. Voor een goed suikergehalte is het belangrijk rekening te houden met het seizoen en het weer. In de zomer en het najaar is het belangrijk in de middag te maaien. Gras bevat aan het eind van de middag de meeste suikers.

Bij zonnig weer en koude nachten in het voorjaar is het verstandig om 's morgens te maaien. Het gras bevat dan al voldoende suikers. Als het suikergehalte te hoog wordt neemt de kans op pensverzuuring toe.

Opmerking

Kuilgras met veel stengels of met een lange groei duur bevat meer ruwe celstof. Ook de afbreekbaarheid van de celwanden neemt af. De celwanden bevatten dan meer lignine (houtstof). Op het analyseformulier is dit aangegeven met ADL (acid detergent lignine). Door de verminderde afbreekbaarheid van de celwanden komt de celinhoud langzaam vrij. Er ontstaat dan een trage kuil. Het bijvoeren van producten met snel beschikbare energie is dan nodig voor een goede afstemming van energie en eiwit.

Kuilgras dat snel is gegroeid bevat een lager ruwecelstofgehalte. Bovendien zijn de celwanden dan gemakkelijk afbreekbaar. Ze bevatten veel hemicellulose. De celinhoud komt dan snel beschikbaar voor de

pensmicroben. Bij deze snelle kuil kan pensverzuring optreden. Bijvoeren van minder snel afbreekbare producten is dan nodig.

4.5 VEM per grondsoort

De grondsoort hoeft niet de reden te zijn voor een hoge of juist lage VEM. Het bedrijf Boekel heeft een lage VEM in de kuil, gemiddeld 784 VEM kg⁻¹ ds (tabel 6). Het bedrijf De Vries ook gelegen in het westen en op veen heeft beduidend betere resultaten met een gemiddelde VEM van 880 kg⁻¹ ds.

Tabel 6 Gemiddelde VEM en VEM-componenten op de bedrijven Boekel en De Vries over de periode 1997-2003

Bedrijf	VEM	ruw eiwit	ruwe celstof	VCOS	suiker
Boekel	784	156	270	69,7	81
De Vries	880	185	252	75,5	71

Het bedrijf De Vries maait eerder dan gemiddeld. Dit verklaart het hoge gehalte eiwit. Het suikergehalte van bedrijf De Vries is vrij laag in combinatie met het gehalte ruw eiwit, waardoor een nogal hoge OEB, (61 g kg⁻¹ ds) ontstaat. Het hoge gehalte ruw eiwit in combinatie met een goede verteerbaarheid is de belangrijkste oorzaak voor de hoge VEM op het bedrijf De Vries. Het bedrijf kan het suikergehalte verhogen door meer in de middag te gaan maaien, behalve bij koude nachten in het voorjaar.

Het bedrijf Boekel maait later dan gemiddeld. Als de gehalten van bedrijf Boekel worden vergeleken met andere bedrijven die laat maaien, valt het op dat de VCOS erg laag is. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk het hogere ruwecelstofgehalte, veroorzaakt door de samenstelling van de grasmat. Ook kan op de huiskavel het gras ineens explosief groeien. Omdat het bedrijf in een werktuigcoöperatie zit, kan daar niet altijd even goed op ingespeeld worden. Door de lage VCOS en gehalten ruw eiwit en suiker is de VEM te laag. Op dit bedrijf is het vanwege de minder goede botanische samenstelling van het grasland erg belangrijk tijdig te maaien. Hiermee is nog een grote winst te behalen.

4.6 Samenvatting en aanbevelingen

Door verlagen van het RE-gehalte daalt de VEM. De deelnemers hebben dit goed opgevangen door de genomen managementmaatregelen. Hierdoor is de gerealiseerde VEM zeker niet lager dan die op praktijkbedrijven.

De deelnemers zouden de VEM in een aantal gevallen nog kunnen verhogen door meer in de middag te gaan maaien. Het suikergehalte neemt dan toe en daarmee ook de VEM. Voldoende suiker zorgt voor een goede conservering van de kuilen en levert fermenteerbare organische stof, waarmee de pensbacteriën meer onbestendig eiwit kunnen benutten. Het maaien in de middag geldt niet in het voorjaar na zonnige dagen en koude nachten. Het suikergehalte is dan al hoog.

5 Kuilkwaliteit

In het voorgaande hoofdstuk is aangegeven dat de deelnemers erin geslaagd zijn door aangepast management, ondanks een sterk afgenomen stikstofbemesting, een VEM in de kuilen te realiseren die zeker niet lager is dan in de praktijk. In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op het gerealiseerde drogestofgehalte en de conservering van de kuilen.

Voor een goede conservering is het noodzakelijk dat de kuil zuurstofloos wordt afgesloten en de pH van de kuil daalt tot een niveau waarbij micro-organismen niet meer actief zijn. Het omzetten van bijvoorbeeld eiwit naar ammoniak stopt dan. Belangrijk is dat deze daling van de pH snel verloopt. De daling van de pH vindt plaats doordat melkzuurbacteriën suikers omzetten in melkzuur. De mate waarin de pH moet dalen is afhankelijk van het drogestofgehalte van de kuil. Daarnaast is het belangrijk dat er voldoende suikers aanwezig zijn en dat er een goed milieu is voor de melkzuurbacteriën om hun werk te doen.

5.1 Droge stof

Het drogestofgehalte in kuilen kan variëren van minder dan 30 procent tot meer dan 60 procent. Melkzuurbacteriën houden van een droge omgeving: 30 procent droge stof is hierbij het minimum. Dit betekent dat natte kuilen over het algemeen slecht conserveren. Bovendien is water een buffer voor het melkzuur. Er is dan meer melkzuur nodig om de gewenste pH te bereiken. Bij een natte kuil moet de pH ver dalen tot een niveau van circa 4,2 (zie figuur 13). Een natte kuil bevat vaak minder bestendig en meer onbestendig eiwit.

Ook kuilen met een drogestofgehalte van meer dan 50 procent conserveren vaak langzaam. Deze kuilen zijn moeilijker aan te rijden en bevatten daardoor meer zuurstof. Droog kuilgras is bovendien bestendig. Dit betekent dat de celwanden moeilijk zijn af te breken. Hierdoor komt de suiker uit de cellen langzamer beschikbaar voor de melkzuurbacteriën. Een voordeel is dat de pH minder ver hoeft te dalen (figuur 13).

Een drogestofgehalte van 35-45 procent is optimaal. Deze kuilen zijn meestal smakelijk. Het kuilvoer is minder bestendig dan dat van drogere kuilen. Hierdoor is de passagesnelheid door de pens hoger dan die van droge kuilen. De dieren nemen er meer van op.

In tabel 7 is voor de Koeien & Kansen-bedrijven de samenstelling gegeven van kuilen met een te laag drogestofgehalte (< 30 procent), van kuilen met een goed drogestofgehalte (rond 45 procent) en van kuilen met een te hoog drogestofgehalte (> 60 procent). Het betreft hier een gemiddelde van alle graskuilen die zijn genomen in de periode 1997 tot en met 2003. Tevens is aangegeven welk deel van de onderzochte graskuilen in het betreffende seizoen tot een bepaalde drogestofklasse behoorde.

Tabel 7 Samenstelling van graskuilen (in g kg⁻¹ ds en voor DS, VCOS en NH₃-fractie in %) bij Koeien & Kansen in de periode van 1997-2003 bij een te laag, goed of te hoog drogestofgehalte

Periode	Klasse ds	% van totaal	DS	VEM	DVE	OEB	RE	RC	Suiker	VCOS	pH	NH ₃ -fractie
Voorjaar	< 30%	11	26,5	894	61	75	173	249	27	78,8	4,4	14
Voorjaar	42,5-47,5%	20	44,9	900	75	36	162	253	103	77,8	4,9	9
Voorjaar	> 60%	4	65,9	896	83	2	147	254	146	76,9	5,9	4
zomer	< 30%	5	26,0	812	52	71	167	268	17	73,0	4,2	12
zomer	42,5-47,5%	21	45,1	861	71	40	167	259	78	75,4	4,8	8
zomer	> 60%	18	68,0	830	78	15	160	261	116	72,4	5,8	4
najaar	< 30%	21	23,8	800	49	70	171	230	21	74,2	4,3	13
najaar	42,5-47,5%	21	45,2	871	77	62	196	234	78	76,2	4,9	9
najaar	> 60%	10	68,8	842	86	36	190	236	104	73,9	5,8	4

In het voorjaar had 11 procent van de kuilen een te laag en 4 procent een te hoog drogestofgehalte. In de zomer was het drogestofgehalte van 5 procent van de kuilen te laag en van 18 procent te hoog en in de herfst van 21 procent te laag en van 10 procent te hoog.

Kuilen met een te laag drogestofgehalte hadden een aanzienlijk lager DVE-gehalte en een hogere OEB. Ze bevatten weinig suiker en hadden een hogere ammoniakfractie (NH₃-fractie) dan de kuilen met een hoger drogestofgehalte.

Kuilen met een te hoog drogestofgehalte hadden het hoogste DVE-gehalte en de laagste OEB. Ze bevatten de meeste suiker. Ze hadden echter een lagere verteringscoëfficiënt dan de kuilen met een gehalte aan

droge stof van gemiddeld 45 procent. Dit duidt erop dat de kuilen bestendiger en daardoor trager zijn. De NH_3 -fractie van 4 procent is goed.

5.2 De ammoniakfractie

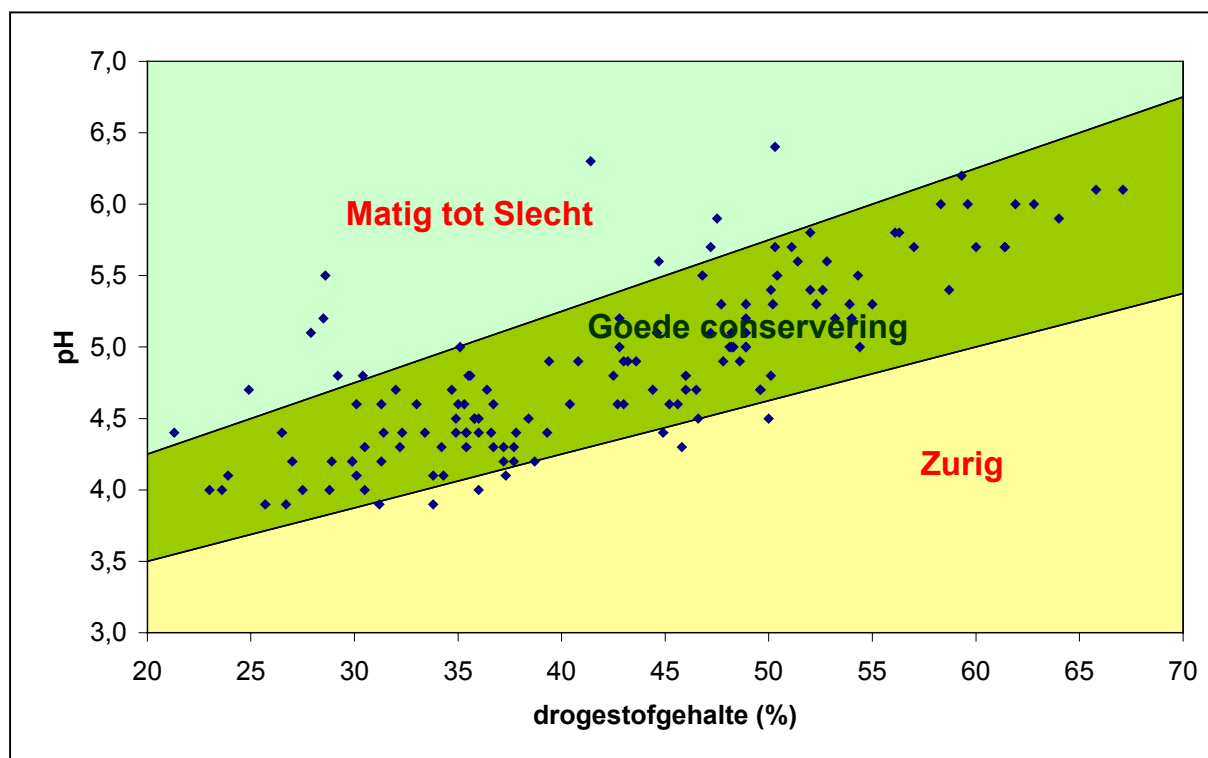
Ammoniak is een product dat vrijkomt bij de afbraak van eiwitten. NH_3 -verliezen zijn slecht voor de voederwaarde van de kuil. Een bijkomend probleem is dat de omzetting van de eiwitten plaatsvindt door boterzuurbacteriën. De sporen van bacteriën kunnen buiten de koe om in de melk terecht komen. Sporen van boterzuurbacteriën zijn ongewenst. Door deze sporen ontstaan bij de kaasbereiding losse kazen.

Een ammoniakfractie van minder dan 7 procent is goed en tussen 7 en 15 procent matig. Boven de 15 procent is de conservering van de kuil mislukt. De kwaliteit van de kuilen met een te laag drogestofgehalte (tabel 7) was met een NH_3 -fractie van 12-14 dus zeer matig.

5.3 De zuurgraad (pH)

In figuur 13 is aangegeven welke pH bij een bepaald drogestofgehalte nodig is voor een goede conservering. In deze figuur is te zien dat het overgrote deel van de voorjaarskuilen op de Koeien & Kansen-bedrijven in de periode van 1997-2003 goed geconserveerd was.

Figuur 13 Drogestofgehalte (%) van voorjaarskuilen uitgezet tegen de pH op de Koeien & Kansen-bedrijven in de periode van 1997-2003



5.4 Suiker

Suiker is belangrijk voor de conservering van de kuil. Na de conservering moet er voldoende suiker in de kuil overblijven. Het aanbevolen suikergehalte ligt tussen 60 en 140 g kg^{-1} ds. Suiker behoort tot de fermenteerbare organische stof (FOS). Dit is de gemakkelijk afbreekbare organische stof die voor de pensbacteriën beschikbaar komt. De pensbacteriën hebben voldoende energie nodig om het in de pens aanwezige onbestendige eiwit om te zetten in microbieel eiwit. Dit komt vervolgens in de darmen als darmverteerbaar eiwit (DVE).

Het suikergehalte mag ook niet te hoog zijn. Vooral bij de snelle kuilen met gemakkelijk afbreekbare ruwe celstof komt er dan teveel suiker in korte tijd vrij. De pensbacteriën kunnen dit dan niet verwerken en er ontstaat pensverzuring.

De vorming van suikers in de plant is afhankelijk van de lichtintensiteit. Bij veel zon en een hoge lichtintensiteit vindt veel suikervorming plaats. In het voorjaar met een hoge lichtintensiteit bevat de plant dan ook meer suikers dan in het najaar met een lagere lichtintensiteit. Overdag vindt suikervorming plaats en 's nachts worden de suikers omgezet in eiwit en hogere koolhydraten en gedeeltelijk ook weer afgebroken (dissimilatie). Bij koude nachten staat deze omzetting nagenoeg stil. Zo kan het voorkomen dat bij zonnig weer in het voorjaar en koude nachten de planten ook 's morgens een hoog suikergehalte hebben.

Suiker en ruw eiwit hangen met elkaar samen. Planten met een hoog ruweiwitgehalte hebben vaak een laag suikergehalte. Bij een hoge stikstofbemesting en voldoende vochtvoorziening groeit de plant sneller en worden meer suikers gebruikt voor de vorming van hogere koolhydraten en eiwit. Eiwit neutraliseert zuur. Daarom is er bij het inkuilen van eiwitrijk gras meer suiker nodig om voldoende melkzuur te kunnen vormen. Meestal bevat het eiwitrijke gras juist minder suikers.

In tabel 8 zijn het suikergehalte en het ruweiwitgehalte gegeven per seizoen bij Koeien & Kansen en in de praktijk in de periode 1997-2003.

Tabel 8 Gemiddelde voederwaarde en suikers per seizoen bij Koeien & Kansen en in de praktijk in de periode 1997-2003

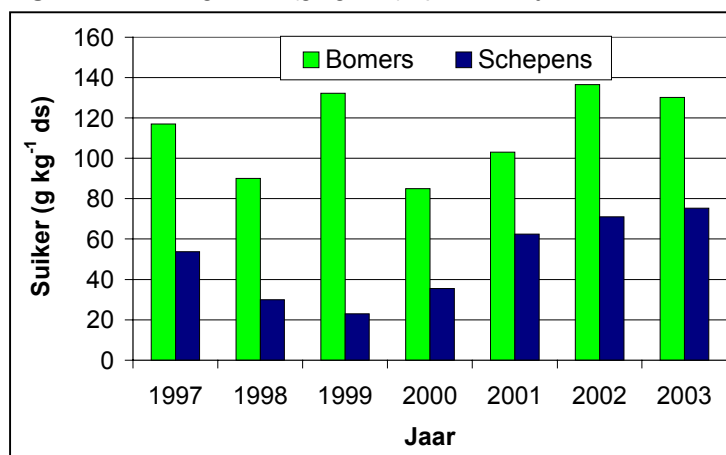
Seizoen	Groep	VEM	Ruw eiwit	Ruwe celstof	VCOS	Suiker
Voorjaar	K&K	896	166	253	77,7	87
	Praktijk	880	173	256	76,7	78
Zomer	K&K	851	167	259	74,5	85
	Praktijk	855	175	257	74,8	80
Najaar	K&K	833	185	237	74,5	59
	Praktijk	840	189	237	74,9	63

In het voorjaar en in de zomer is bij Koeien & Kansen het ruweiwitgehalte wat lager en het suikergehalte juist hoger dan in de praktijk. In het najaar is bij een lager ruweiwitgehalte een lager suikergehalte gerealiseerd. Dit hangt ermee samen dat bij Koeien & Kansen alle najaarskuilen zijn geanalyseerd en in de praktijk overwegend de betere kuilen, die bestemd waren voor het melkvee.

Een belangrijk aandachtspunt is echter dat zowel in de praktijk als bij Koeien & Kansen in het najaar kuilen zijn gerealiseerd met het hoogste ruweiwitgehalte en een suikergehalte dat zich gemiddeld op de ondergrens van het aanbevolen traject bevindt. Dit betekent dat in beide groepen ook kuilen waren met een veel te laag suikergehalte.

Tussen bedrijven kan het suikergehalte aanzienlijk variëren. Ter illustratie is in figuur 14 het suikergehalte gegeven van het biologische bedrijf Bomers en van bedrijf Schepens in de periode 1997-2003. Op het biologische bedrijf Bomers is gemiddeld 96 kg werkzame N ha⁻¹ jaar⁻¹ gegeven uit dierlijke mest. Op het bedrijf Schepens is gemiddeld 355 kg werkzame N ha⁻¹ jaar⁻¹ gegeven.

Figuur 14 Suikergehalte (g kg⁻¹ ds) op de bedrijven Bomers en Schepens in de periode 1997-2003



Het bedrijf Bomers had met gemiddeld 116 g kg^{-1} ds het hoogste suikergehalte van de Koeien & Kansen-bedrijven. Het bedrijf Schepens had met gemiddeld $57 \text{ g suiker kg}^{-1}$ ds het laagste gehalte. Het bedrijf Schepens is erin geslaagd het suikergehalte in de loop van het project te verhogen van ruim 20 g in 1999 naar circa 75 g kg^{-1} ds in 2003. De stikstofbemesting is daarbij gedaald van 407 naar $284 \text{ kg ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$.

Het bedrijf Bomers heeft een lage en soms negatieve OEB in de graskuilen (tabel 5). Hierdoor was er te weinig onbestendig eiwit aanwezig om de suikers te kunnen benutten voor de vorming van darmverteerbaar eiwit. Hierdoor heeft bedrijf Bomers gemiddeld het laagste gehalte aan DVE (tabel 4).

Het bedrijf Schepens heeft gemiddeld een hoog ruweiwitgehalte (bijlage 5). Er is dan veel suiker nodig voor een goede conservering van de kuil. Ook het gehalte aan onbestendig eiwit is gemiddeld hoog (tabel 5). Er is dan juist veel suiker nodig om het onbestendige eiwit goed te kunnen benutten.

5.5 Samenvatting en aanbevelingen

De Koeien & Kansen-bedrijven zijn er over het algemeen in geslaagd goed geconserveerde kuilen te winnen. Een blijvend aandachtspunt is het drogestofgehalte bij de voederwinning. Een drogestofgehalte van 35-45 procent is optimaal voor een goede conservering en voor de voeding van het vee.

Een tweede aandachtspunt is het suikergehalte. Het suikergehalte van de najaarskuilen lag gemiddeld op de ondergrens van het streeftraject.

Het suikergehalte is te beïnvloeden door niet te jong te maaien. Verder uitgegroeid gras bevat over het algemeen meer DVE en suiker en minder OEB.

Ook het drogestofgehalte van de kuil is van invloed. Naarmate het gras natter wordt ingekuild is de OEB hoger en zijn DVE en suiker juist lager.

Een derde aandachtspunt is het tijdstip van maaien. Na een aantal natte en sombere dagen is het verstandig om, indien mogelijk, eerst wat zonneschijn af te wachten en vervolgens te maaien in de middag. Dit geldt zeker voor de najaarskuilen. In het voorjaar na zonnige dagen en koude nachten is het juist aan te bevelen om in de morgen te maaien. Het suikergehalte is dan al hoog.

Met deze maatregelen is het goed mogelijk om ook in het najaar voldoende suikers in de kuil te krijgen.

6 Fosfaat

Kunstmestfosfaat behoort in MINAS niet als aanvoerpost te worden meegeteld. Binnen het project Koeien & Kansen is kunstmestfosfaat wel als aanvoerpost meegenomen. De deelnemers moesten uiterlijk in 2001 dus voldoen aan een verliesnorm voor fosfaat van $20 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ inclusief het fosfaat uit kunstmest. Voor percelen met een lage of vrij lage fosfaattoestand gold een verliesnorm van $50 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$.

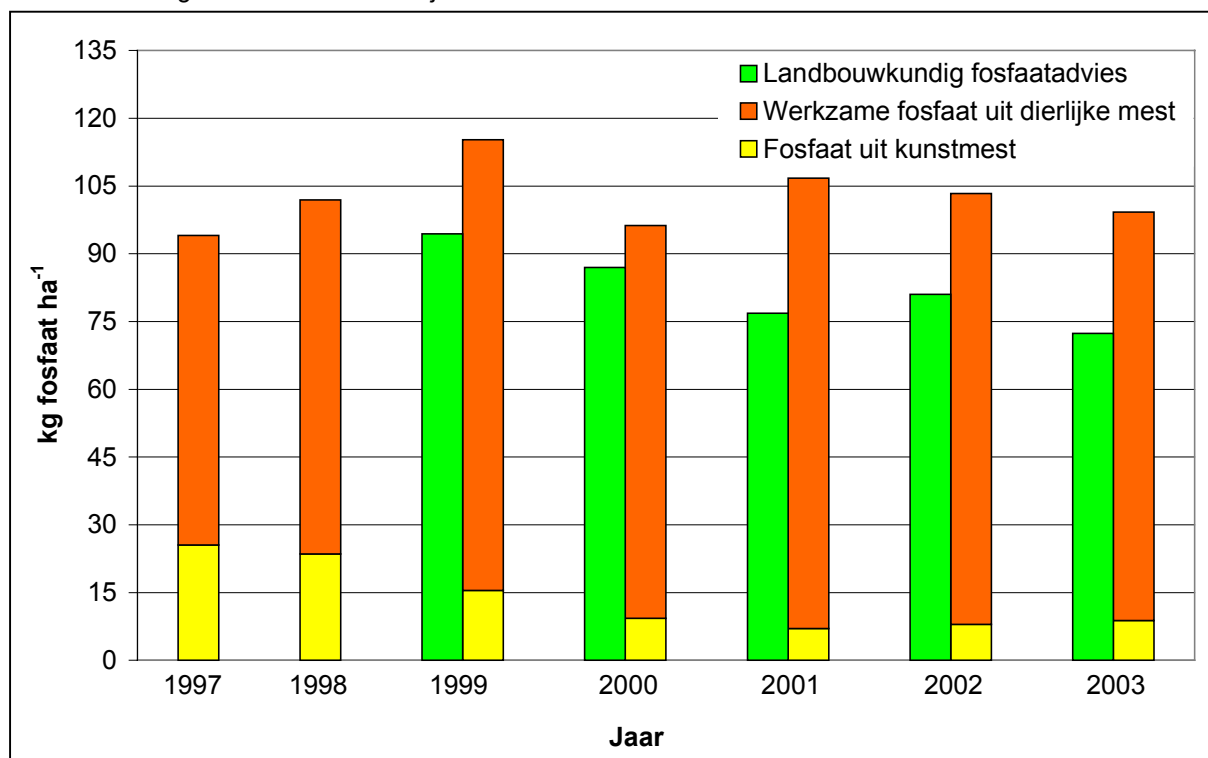
Alleen voor het bedrijf Van Wijk, gelegen op fosfaatfixerende rivierklei, is hiervoor een uitzondering gemaakt. In het jaar 2000 heeft dit bedrijf wel voldaan aan de bovengenoemde verliesnorm. Dit leidde echter tot een forse opbrengstderving op het grasland (Den Boer *et al.*, 2002). Daarom is besloten dat bedrijf Van Wijk met ingang van 2001 mocht bemesten met fosfaat overeenkomstig het landbouwkundige advies.

In dit hoofdstuk is het effect beschreven van het voldoen aan eindnormen voor fosfaat, inclusief kunstmestfosfaat, binnen MINAS op de fosfaatbemesting, de fosfaattoestand van de percelen en op de graslandproductie en het fosforgehalte in de graskuilen.

6.1 Fosfaatbemesting en P-AL-getal

In figuur 15 zijn het fosfaatadvies en de fosfaatbemesting met dierlijke mest en kunstmest weergegeven over de periode 1997-2003. De fosfaatbemesting per bedrijf is vermeld in bijlage 7.

Figuur 15 Fosfaatbemesting op grasland zonder beheersbeperkingen in de periode 1997-2003 en het landbouwkundig advies vanaf 1999 bij Koeien & Kansen



In het eerste jaar van het project 1999 hebben alle bedrijven ernaar gestreefd te bemesten overeenkomstig het landbouwkundig advies. Daarna is de fosfaatbemesting teruggebracht. Vanaf 2000 kregen alleen percelen met een lage of vrij lage fosfaattoestand in het voorjaar kunstmestfosfaat naast de dierlijke mest. Daarnaast is kunstmestfosfaat gegeven op nieuw ingezaaide percelen, waarop in het voorjaar nog geen dierlijke mest kon worden toegediend.

Figuur 15 laat zien dat de deelnemers in de jaren voorafgaand aan het project gemiddeld $25 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ uit kunstmest hebben verstrekt. In 1999 was dit bij bemesting in het voorjaar overeenkomstig het advies gemiddeld $15 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$. In de jaren voorafgaand aan het project is naar verwachting met kunstmestfosfaat boven het advies bemest.

De bemesting met fosfaat uit kunstmest is afgenomen tot $9 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ in 2003. Dit is inclusief het bedrijf Van Wijk. Exclusief bedrijf Van Wijk hebben de deelnemers gemiddeld nog $5 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ uit

kunstmest op het grasland verstrekt. De bemesting met fosfaat uit dierlijke mest bleef globaal op hetzelfde niveau, maar fluctueerde wat tussen de jaren als gevolg van weersomstandigheden (bijlage 7). De totale bemesting met fosfaat is afgenomen van 115 kg P₂O₅ ha⁻¹ jaar⁻¹ in 1999 naar 99 kg in 2003.

De deelnemers hebben ondanks het afgenomen gebruik aan kunstmestfosfaat gemiddeld boven het landbouwkundige advies bemest. Dit is veroorzaakt door het fosfaat uit dierlijke mest, dat toegediend is voor latere sneden.

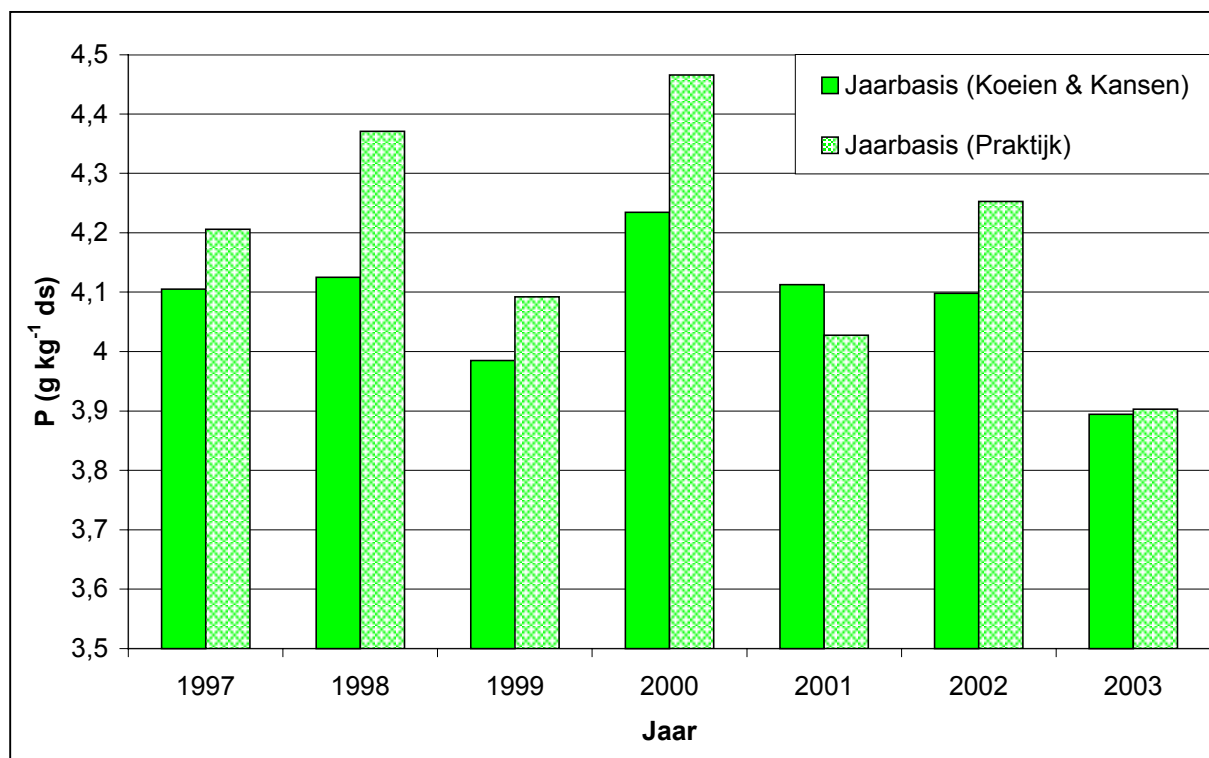
Het landbouwkundige advies is afhankelijk van het P-AL-getal en van het graslandgebruik. Het P-AL-getal varieerde wat tussen de jaren, maar is gemiddeld op hetzelfde niveau gebleven. Het gemiddelde P-AL-getal was 44. Het maaipercentage is afgenomen van gemiddeld 339 procent in 1999 naar 304 procent in 2003 (tabel 1). Daardoor is het landbouwkundige advies gedaald.

6.2 Graslandproductie en fosfor(P-)gehalte in het gras

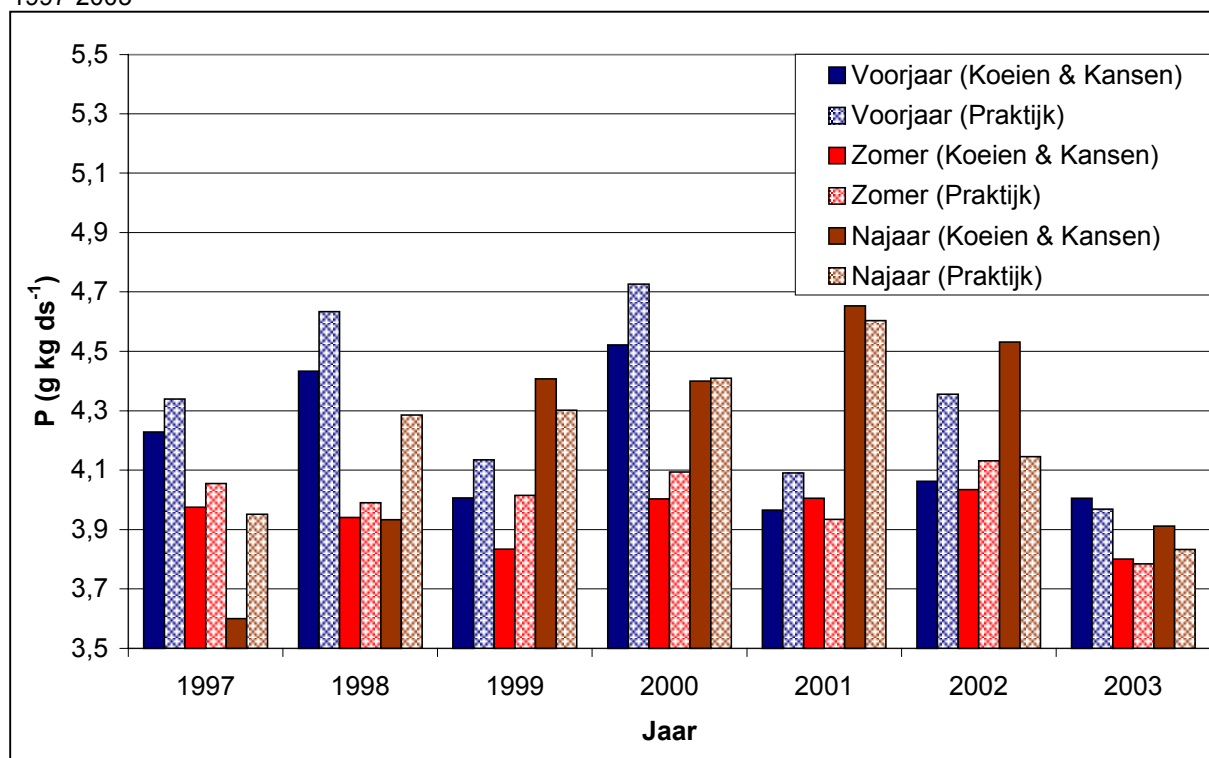
Fosfaat is van invloed op de graslandproductie. Het gras heeft fosfaat nodig als bouwstof voor eiwitten en andere organische structuren. Fosfaat bevordert de wortelontwikkeling van de plant en is van invloed op een goede botanische samenstelling van de grasmat. De percelen met een lage of vrij lage fosfaattoestand kregen naast het fosfaat uit mest een aanvulling met kunstmestfosfaat en op jaarbasis is gemiddeld boven het advies bemest. Naar verwachting heeft het gras geen gebrek gehad aan gemakkelijk beschikbaar fosfaat en heeft het voldoen aan de MINAS-normen voor fosfaat geen negatief effect gehad op de graslandopbrengst.

Voldoende fosfor in het gras is ook van belang voor de gezondheid van de koe. Fosfor is één van de hoofdbestanddelen van botmineralen, is een onderdeel van eiwitten en is nodig voor de energiehuishouding. Figuur 16 geeft het gemiddelde P-gehalte in graskuilen bij Koeien & Kansen en voor de praktijk in de jaren 1997-2003.

Figuur 16 P-gehalte in graskuilen (g P kg⁻¹ ds) op jaarbasis bij Koeien & Kansen en in de praktijk in de jaren 1997-2003



Streefwaarde voor gras is 3,0-4,5 g P kg⁻¹ ds. Op jaarbasis is het fosforgehalte in de periode 1997-2003 met gemiddeld 4,1 g kg⁻¹ ds op een goed niveau gehandhaafd. Uitschieters zijn de jaren 2000 en 2003. Deze afwijkende gehalten hangen samen met de vochtvoorziening. De fosforopname door het gewas is sterk afhankelijk van de vochtvoorziening. Bij een goede vochtvoorziening en een voldoende temperatuur neemt het gras veel beschikbaar P op. Onder droge omstandigheden is de opname beperkt, ook bij een ruime P-beschikbaarheid. Door de droge zomer is in 2003 door het gras minder P opgenomen. Het hogere P-gehalte in 2000 is vooral veroorzaakt door de voorjaarskuilen. Dit is goed te zien in figuur 17.

Figuur 17 P-gehalte in graskuilen ($\text{g P kg}^{-1} \text{ ds}$) per seizoen bij Koeien & Kansen en in de praktijk in de jaren 1997-2003

Het voorjaar van 2000 werd gekenmerkt door een goede vochtvoorziening en een hogere temperatuur dan normaal (bijlage 4). Dit heeft geleid tot hoge P-gehalten in de voorjaarskuilen. Ook in de nazomer van 2001 en 2002 ging een goede vochtvoorziening gepaard met een relatief hoge temperatuur.

Het P-gehalte was in de voorjaarskuilen in de praktijk gemiddeld hoger dan bij Koeien & Kansen. In de praktijk heeft in het voorjaar op veel bedrijven nog een aanvullende bemesting met kunstmest plaatsgevonden in de vorm van NP 26-14 of NP 26-7. Door deze extra bemesting is de fosforopname door het gras verhoogd.

6.3 Samenvatting en vooruitblik

In fase 1 van het project (1999-2003) zijn de deelnemers erin geslaagd om te voldoen aan de verliesnormen voor fosfaat in MINAS. Hierbij is het gebruik van kunstmestfosfaat op grasland teruggebracht van gemiddeld $25 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ voor de start van het project naar gemiddeld 9 kg in 2003. In 2003 is totaal aan het grasland nog $99 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ toegediend.

De fosfaattoestand is op een gemiddeld P-AL-getal van 44 gehandhaafd. Naar verwachting heeft het voldoen aan de verliesnormen voor fosfaat geen negatief effect gehad op de graslandopbrengst. Het P-gehalte in de graskuilen is op een goed niveau gebleven en was gemiddeld $4,1 \text{ g P kg}^{-1} \text{ ds}$.

In fase 2 van het project is de doelstelling om te voldoen aan de gebruiksnormen voor fosfaat van 2009. Er mag dan op grasland in totaal $95 \text{ kg P}_2\text{O}_5$ uit dierlijke mest en kunstmest worden gegeven en op het maïs- en bouwland nog $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$. Dit betekent dat er nauwelijks nog ruimte is voor het gebruik van fosfaat uit kunstmest. Extra aandacht is daarom nodig voor een optimale verdeling van het fosfaat uit de dierlijke mest over de gewassen en over de percelen met een uiteenlopende fosfaattoestand.

7 Overige mineralen en sporelementen

Om te voldoen aan de verliesnormen in MINAS is de bemesting met stikstof en fosfaat verlaagd. Voor de bemesting met de overige mineralen en sporelementen golden geen beperkingen. Toch kan het verlagen van de bemesting en het veranderen van het graslandmanagement van invloed zijn op de gehalten in de graskuilen van overige mineralen en sporelementen. Vooral de hoogte van de stikstofbemesting heeft invloed op de opname van een aantal mineralen en sporelementen door het gras. In dit hoofdstuk is de verandering van het gehalte aan overige mineralen en een aantal sporelementen beschreven.

7.1 Kalium (K)

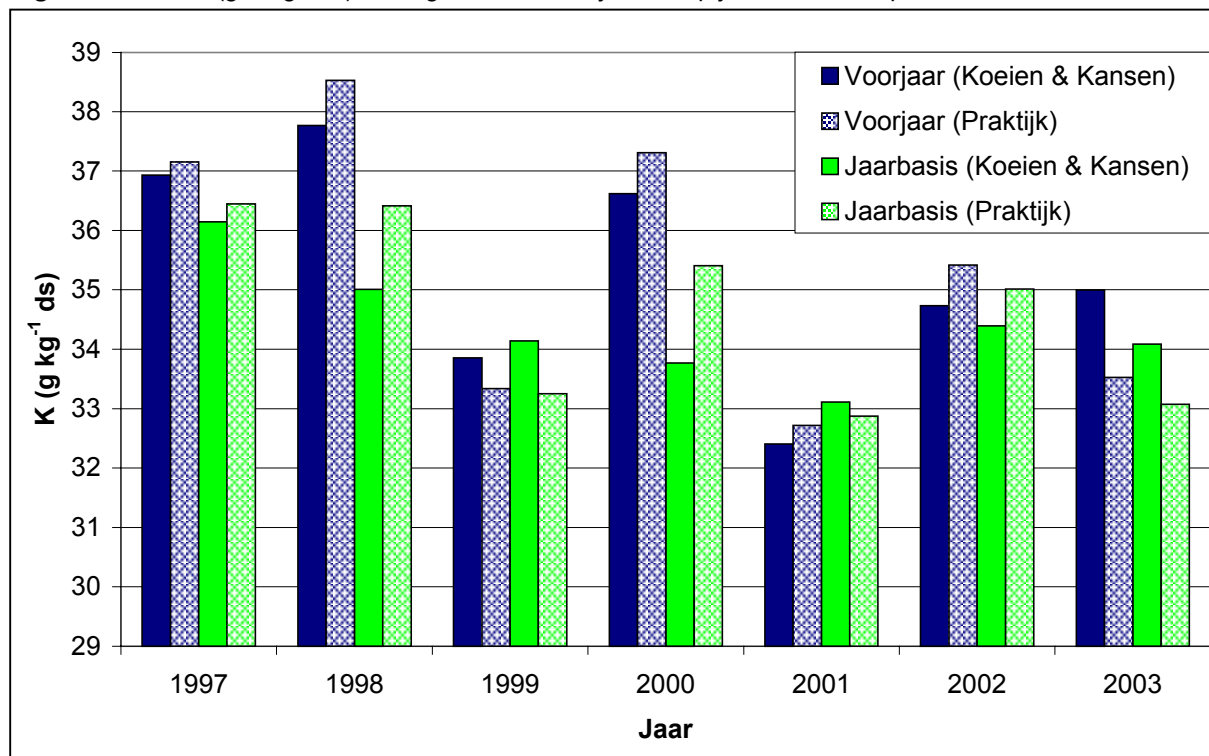
Kalium is van invloed op de graslandproductie. Bij een tekort aan kalium neemt de graslandproductie af. Het gewenste K-gehalte is afhankelijk van het ruweiwitgehalte. Bij een ruweiwitgehalte van 150 is het gewenste K-gehalte voor een optimale grasgroei $27 \text{ g K kg}^{-1} \text{ ds}$. Bij een ruweiwitgehalte van 250 is dit $35 \text{ g K kg}^{-1} \text{ ds}$. Het vee kan met een aanzienlijk lager K-gehalte toe. Voor de voorziening van het vee is $8 \text{ g K kg}^{-1} \text{ ds}$ in het rantsoen al voldoende. Teveel K heeft een negatief effect op de benutting van andere mineralen, zoals magnesium. Een veel hoger K-gehalte dan voor de groei van het gras nodig is, is dan ook ongewenst.

De hoogte van het K-gehalte in het gras is afhankelijk van de kalitoestand van de bodem, uitgedrukt in het K-getal en van de hoogte van de kalibemesting. Daarnaast heeft ook de hoogte van de stikstofbemesting invloed op de K-opname door het gewas.

Het gras neemt stikstof overwegend op in de vorm van nitraat (NO_3^-). Kalium wordt opgenomen als K^+ . Het gras streeft naar een evenwicht in de opname tussen negatief en positief geladen ionen. Bij een lagere stikstofbemesting neemt het gras minder nitraat op. Het gras zal dan ook minder van het positief geladen kali opnemen. Op proefvelden met een sterk uiteenlopende stikstofbemesting en een gelijke kalivoorziening is dit ook aangetoond (Van Middelkoop *et al.*, 2003). Een lagere stikstofbemesting leidde tot een lager K-gehalte in het gras.

Binnen het project Koeien & Kansen vindt de bemesting met kali vrijwel in zijn geheel plaats via dierlijke mest. Bemesting met kunstmestkali vindt uitsluitend plaats op percelen die voor de eerste snede geen dierlijke mest ontvangen, bijvoorbeeld nieuw ingezaaide percelen. Gedurende het project is de veebezetting niet afgenomen. Met de kali uit de dierlijke mest is het grasland gemiddeld ruim boven het advies bemest. Figuur 18 geeft het verloop van het kaliumgehalte in kuilgras gedurende de projectperiode.

Figuur 18 Kalium ($\text{g K kg}^{-1} \text{ ds}$) in kuilgras in het voorjaar en op jaarbasis in de periode 1997-2003



Figuur 18 laat zien dat het K-gehalte in de graskuilen gedurende de projectperiode van 1999-2003 gemiddeld op hetzelfde niveau is gebleven. Op jaarbasis was dit 33 à 34 g K kg⁻¹ ds. Bij een ruweiwitgehalte van 175 g kg⁻¹ ds (figuur 5) is 29 g K kg⁻¹ ds voldoende voor een optimale groei van het gewas. Het grasland was dus gemiddeld ruim voorzien van kali. Naast het K-gehalte op jaarbasis is ook het K-gehalte in de voorjaarskuilen gegeven. De eerste snede is gemiddeld het zwaarst bemest met dierlijke mest en daarmee ook met kali. Het K-gehalte in de kuilen tussen de seizoenen verschilde nauwelijks. Ook is er geen duidelijk verschil tussen Koeien & Kansen en bedrijven in de praktijk.

Binnen bedrijven zijn er wel behoorlijke verschillen in K-gehalte tussen de kuilen. Ook tussen bedrijven kwamen grote verschillen in K-gehalte in het kuilgras voor. Zo was op de bedrijven Van Hoven en Van Wijk het K-gehalte met gemiddeld ruim 30 g K kg⁻¹ ds het laagst. Bedrijf Dekker, op de kleigrond in de polder, had met gemiddeld 40 g K kg⁻¹ ds het hoogste gehalte.

7.2 Zwavel (S)

Zwavel is van belang voor de groei van het gras. Voor een goede grasgroei moet het gras meer dan 2,0 g S kg⁻¹ ds bevatten. Onderzoek van de grond op zwavelleverend vermogen (SLV) kan uitwijzen of de zwavelvoorziening van het gras in gevaar komt en een aanvullende zwavelbemesting nodig is.

Vroeger was er door een hoge S-depositie geen sprake van S-tekorten op grasland. In de laatste decennia is de zwaveldepositie sterk gedaald tot circa 10 kg S ha⁻¹ jaar⁻¹. Gras neemt tussen de 30 en 50 kg S ha⁻¹ jaar⁻¹ op in de vorm van het negatief geladen ion sulfaat. Een lagere nitraatopname geeft dan wat extra ruimte voor de zwavelopname. Door de lage zwaveldepositie moet de zwavelvoorziening van het gewas echter een voortdurend aandachtspunt zijn.

Zwaveltekorten komen het meest voor op zandgrond. Zwavel is uitspoelingsgevoelig. Zwaveltekorten treden dan ook vooral op na de winterperiode in de eerste 3 sneden. Later in het seizoen wordt de S-voorraad aangevuld door de mineralisatie van S uit de bodem.

Zwavel is ook nodig voor de voorziening van het vee. Het is een bestanddeel van de aminozuren methionine en cysteïne. Deze aminozuren vormen een essentieel onderdeel van melkeiwit en van lichaamseiwitten. In de pens is zwavel van belang voor het functioneren en voor de groei van de pensbacteriën. Afhankelijk van het niveau van de melkproductie moet het rantsoen 1,1-2,0 g S kg⁻¹ ds bevatten. Het S-gehalte mag niet te hoog zijn. Een hoog S-gehalte leidt tot een lage koperabsorptie. Bij een hoog molybdeengehalte wordt dit nog versterkt. S-gehalten boven 4 g kg⁻¹ ds zijn dan ook niet gewenst.

In tabel 9 staat per bedrijf voor de jaren 1999-2003 het gemiddelde zwavelgehalte van de voorjaarskuilen. De geel gemarkeerde velden geven een laag zwavelgehalte weer.

Tabel 9 Hoeveelheid S (g kg⁻¹ ds) in kuilgras in het voorjaar in de periode 1999-2003

Bedrijf	Grondsoort	1999	2000	2001	2002	2003
Bomers	zand	2,0	2,2	1,5	1,8	1,6
Eggink	zand	2,1	2,2	*	2,5	3,6
Hoefmans	zand	*	3,0	2,2	2,9	2,8
De Kleijne	zand	2,9	2,2	3,8	2,6	2,7
Kuks	zand	2,9	3,3	3,5	3,2	2,8
Van Laarhoven	zand	*	2,4	2,4	2,5	2,3
Menkveld-Wijnbergen	zand	2,2	2,2	2,9	*	2,9
Pijnenborg-Van Kempen	zand	2,2	1,9	2,3	1,8	2,7
Post	zand	2,0	2,8	2,4	2,5	2,5
Schepens	zand	*	2,7	2,2	2,6	3,2
Van Hoven	löss	2,4	*	*	2,0	2,2
Van Wijk	rivierklei	2,7	2,8	2,0	3,2	3,4
Dekker	klei	3,2	3,2	2,8	2,6	3,0
Sikkenga-Bleker	klei	2,5	2,3	2,1	2,2	2,3
Miedema-Van Netten	klei op veen	3,3	4,2	2,8	3,6	3,2
Boekel	veen	3,0	3,6	2,6	2,8	2,6
De Vries	veen	2,1	3,7	3,4	3,4	3,6

* Bij dit bedrijf is in het betreffende jaar geen apart monster genomen van de voorjaarskuil. Wellicht wel in combinatie met latere sneden.

Tabel 9 laat zien dat te lage S-gehalten vooral voorkwamen op de bedrijven op zandgrond.

Bij Koeien & Kansen is het gemiddelde S-gehalte in de periode 1999-2003 in het voorjaar $2,7 \text{ g kg}^{-1}$ ds. In de zomer was dit gehalte gemiddeld $3,2$ en in het najaar $3,6 \text{ g S kg}^{-1}$ ds. Bij de kuilen in de praktijk waren deze gehalten respectievelijk $2,7$ en $2,9$ en $3,4 \text{ g S kg}^{-1}$ ds.

7.3 Magnesium (Mg)

Magnesium heeft onder andere een functie bij het functioneren van de spieren en de zenuwen. Bij een ernstig tekort aan Mg zijn de dieren onrustig, krijgen spiertrekkingen en kunnen sterven aan kopziekte. Een latent tekort aan Mg treedt al in een vroeger stadium op. Als de dieren niet optimaal functioneren kan dit ten koste gaan van de melkproductie. Daarnaast is waargenomen dat dieren met een goede Mg-voorziening minder vaak aan de nageboorte blijven staan. Na het afkalven kan Mg het benodigde Ca gedeeltelijk vervangen, waardoor minder snel melkziekte zal optreden.

De stikstofbemesting is positief gecorreleerd met de Mg-opname door het gras. Bij het verlagen van de stikstofbemesting neemt de kans op een lager Mg-gehalte in het gras dus toe (Van Middelkoop *et al.*, 2003). Anderzijds zijn kalium en magnesium concurrenten van elkaar. Een hoog K-gehalte in de graskuil zal dus vaak gepaard gaan met een verlaagd Mg-gehalte. Dit is goed waarneembaar op het bedrijf Dekker. Een gehalte van gemiddeld 40 g K kg^{-1} ds gaat gepaard met een laag Mg-gehalte van $1,73 \text{ g kg}^{-1}$ ds (figuur 19).

Magnesium is vrijwel altijd in voldoende mate aanwezig voor de groei van het gras. Het verhogen van het Mg-gehalte in het gras is dan ook gericht op de gezondheid van het vee. Koeien kunnen geen voorraad magnesium aanleggen in het lichaam. Dit betekent dat de dagelijkse voorziening met Mg in orde moet zijn. De benutting van het Mg is afhankelijk van het K- en RE-gehalte in het kuilgras. Naarmate K en RE hoger zijn is de benutting lager. Het gewenste Mg-gehalte is dan ook afhankelijk van de hoogte van het K-en RE-gehalte. Zo is bij een gehalte van 30 g K kg^{-1} ds en 150 g RE een Mg gehalte van $1,5 \text{ g Mg kg}^{-1}$ ds toereikend. Bij een gehalte van 40 g K kg^{-1} ds en 250 g RE is dit $2,7 \text{ g Mg kg}^{-1}$ ds. De kans op een laag Mg-gehalte in het gras is het grootst in een koud en nat voorjaar. Voorjaarskuilen hebben doorgaans een lager Mg-gehalte dan die in zomer en najaar.

De gemiddelde Mg-gehalten per bedrijf, per seizoen en per jaar zijn vermeld in bijlage 5. Het Mg-gehalte was gemiddeld $2,25 \text{ g Mg kg}^{-1}$ ds. Dit gehalte is gedurende het project niet gedaald. Wel waren er aanzienlijke verschillen in gehalte tussen bedrijven. In het linker deel van figuur 19 zijn de drie bedrijven weergegeven met de hoogste gehalten aan Mg in het kuilgras en de drie bedrijven met de laagste gehalten. De gehalten zijn het gemiddelde over de jaren 1997-2003.

Figuur 19 Drie bedrijven met het hoogste en drie bedrijven met het laagste Mg- en Na-gehalte (g kg^{-1} ds) in kuilgras in het voorjaar en op jaarbasis

(voorjaar)		(jaarbasis)		(voorjaar)		(jaarbasis)	
Hoogste magnesiumgehalte				Hoogste natriumgehalte			
Hoefmans	(2,54)	Hoefmans	(2,59)	Boekel	(4,65)	Boekel	(4,37)
De Kleijne	(2,40)	Schepens	(2,58)	Van Wijk	(3,21)	Van Wijk	(3,45)
Schepens	(2,37)	Van Laarhoven	(2,48)	Schepens	(3,03)	Van Hoven/ Schepens	(2,94)
Laagste magnesiumgehalte				Laagste natriumgehalte			
Pijnenborg-	(1,89)	Pijnenborg-	(2,15)	Sikkenga-	(1,14)	Sikkenga-	(1,33)
Van Kempen		Van Kempen		Bleker		Bleker	
Sikkenga-	(1,77)	Post/Sikkenga-	(2,08)	Dekker	(1,08)	Dekker	(1,13)
Bleker		Bleker		Eggink	(0,86)	Eggink	(1,10)
Dekker	(1,48)	Dekker	(1,73)				

Figuur 19 laat zien dat bedrijven met een laag gehalte in het voorjaar ook op jaarbasis een relatief laag Mg-gehalte hebben.

Bedrijven met lage Mg-gehalten doen er goed aan extra aandacht te besteden aan de Mg-voorziening. Een aanvullende bemesting met magnesium biedt hiervoor goede mogelijkheden.

7.4 Natrium (Na)

Natrium vervult een belangrijke functie bij het transport in het dier. Het zorgt voor een juiste spanning in het bloedplasma en het lichaamsvocht. Het is in de vorm van Na-bicarbonaat in speeksel aanwezig en speelt een rol bij het instandhouden van de pH in de pens.

Van natrium is nog niet geheel duidelijk of het een onmisbaar voedingselement is voor gras. Wel is bekend dat het in de plant de rol van kalium gedeeltelijk kan overnemen. Een goede natriumvoorziening is vooral van belang voor de gezondheid van het vee. Het vee kan voor zijn gezondheid met 1,5 à 2 g Na kg⁻¹ ds in het rantsoen volstaan. Snijmaïs bevat nagenoeg geen Na. In rantsoenen met snijmaïs is dan een aanvulling nodig. Het gewenste Na-gehalte in het gras is daarom gesteld op 2,0-5,0 g Na kg⁻¹ ds.

Natrium is bovendien een smaakmaker van het gras. Engels en Duits onderzoek laten zien dat koeien gras met een hoger Na-gehalte beter afvreten. Ook neemt de grasopname toe bij een hoger Na-gehalte. Verhogen van het Na-gehalte met 1 g Na kg⁻¹ ds gaf een toename van de grasopname met circa 2 kg ds per dag (Chiy *et al.*, 1993 en Ernst, 1980). De grasbenutting bij beweiden kan dus verbeterd worden door te zorgen voor voldoende Na in het gewas. Een hogere grasopname leidde in een aantal onderzoeken tot een hogere melkproductie.

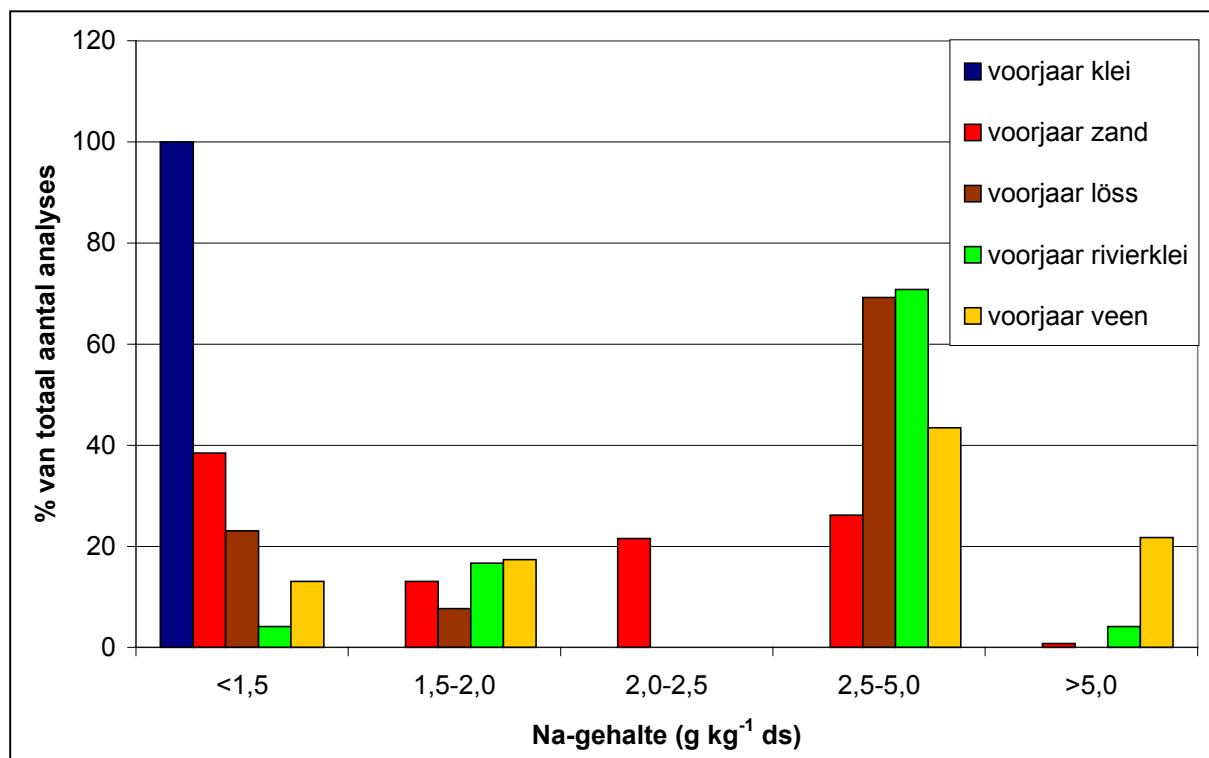
Evenals bij Mg is de stikstofbemesting positief gecorreleerd met de Na-opname door het gras. Door het verlagen van de stikstofbemesting neemt de kans op een lager Na-gehalte in het gras dus toe. Daarnaast heeft een hoge kalivoorziening een sterk drukkend effect op het Na-gehalte.

De gemiddelde Na-gehalten per bedrijf, per seizoen en per jaar zijn vermeld in bijlage 5. Het Na-gehalte was gemiddeld 2,15 g Na kg⁻¹ ds. Dit gehalte is gedurende het project gedaald van 2,3 à 2,5 g in de jaren 1997-1999 naar 2,0 g Na kg⁻¹ ds in de jaren 2000-2003. Het Na-gehalte in de graskuilen bij Koeien & Kansen was hiermee duidelijk lager dan dat in de praktijk. In de praktijk is het gehalte gemiddeld op 2,3 g Na kg⁻¹ ds gehandhaafd.

De graskuilen bij Koeien & Kansen hebben in het najaar het laagste Na-gehalte (bijlage 5). De kuilen in de praktijk hebben juist in het najaar het hoogste Na-gehalte. Dit duidt erop dat in de praktijk meer dierlijke mest later in het seizoen wordt toegediend dan bij Koeien & Kansen.

De verschillen tussen de bedrijven waren groot. In het rechter deel van figuur 19 is het Na-gehalte van voorjaarskuilen en op jaarbasis gegeven van drie bedrijven met het hoogste en drie bedrijven met gemiddeld het laagste Na-gehalte. De gehalten zijn gemiddelde over de jaren 1997-2003. De gehalten op bedrijven met laag Na liggen ver beneden de behoeftenorm van het vee.

Figuur 20 Verdeling van het Na-gehalte in graskuilen op Koeien & Kansen-bedrijven in de periode 1997-2003 in het voorjaar per grondsoort



Figuur 20 laat zien dat van de bedrijven op zeelei alle voorjaarskuilen een zeer laag Na-gehalte hadden. Van de bedrijven op zandgrond had 50 procent van de voorjaarskuilen een gehalte lager dan $2,0 \text{ g Na kg}^{-1} \text{ ds}$. Bedrijven met een laag Na-gehalte in het voorjaar hebben ook een relatief laag Na-gehalte op jaarbasis (figuur 19). De verdeling van de Na-gehalten per grondsoort over de verschillende klassen (figuur 20) komt dan ook op jaarbasis sterk overeen met die in het voorjaar.

Bedrijven met lage gehalten aan natrium kunnen overwegen het natriumgehalte in het gras te verhogen via een natriumbemesting. Hiermee wordt het gras smakelijk, waardoor de opname zal stijgen. Hierdoor kan meer melk worden gehaald uit het eigen geteelde gras.

7.5 Spooorelementen koper (Cu), kobalt (Co) en seleen (Se)

De hoogte van de stikstofbemesting heeft geen duidelijke invloed op de gehalten aan Cu, Co en Se in het gras. Deze spooorelementen zijn niet beperkend voor de groei van het gras. Ze zijn belangrijk voor de gezondheid van het vee. Te lage gehalten in het gras kunnen op peil worden gebracht door een aanvullende bemesting. Bij een bemesting met een Se-houdende meststof is het belangrijk dat dan geen extra Se aan het krachtvoer en/of het mineralenmengsel is toegevoegd. De Se-voorziening kan dan te hoog worden.

7.5.1 Koper

Koper is betrokken bij een groot aantal stofwisselingsprocessen. Daarnaast is het belangrijk voor het onschadelijk maken van giftige stoffen in het lichaam en speelt het een rol bij de vorming van rode bloedlichaampjes. De streefwaarde voor Cu in een graskuil is $8-11 \text{ mg Cu kg}^{-1} \text{ ds}$. Voor het voldoen aan de behoefte van het dier zijn echter zowel het Cu-gehalte van het voer als de mate van absorptie belangrijk. Vooral bij een hoog S-gehalte ($> 4 \text{ g S kg}^{-1} \text{ ds}$) in combinatie met een hoog molybdeengehalte ($> 5 \text{ mg Mo kg}^{-1} \text{ ds}$) is de Cu-benutting laag. Bij een voldoende Cu-gehalte in het voer kan dan toch Cu-gebrek voorkomen.

7.5.2 Kobalt

Kobalt is nodig voor de groei van pensbacteriën. Het voer van herkauwers moet daarom voldoende Co bevatten. Pensbacteriën komen later voor de koe beschikbaar dan darmverteerbaar eiwit. Pensbacteriën produceren het essentiële vitamine B12. Deze vitamine kan een koe niet binnen krijgen via plantmateriaal. Het moet dus door micro-organismen in de pens geproduceerd worden. Vitamine B12 maakt onder andere deel uit van lichaams- en melkeiwit. De streefwaarde voor Co is minimaal $200 \text{ microgram kg}^{-1} \text{ ds}$.

7.5.3 Seleen

Seleen is belangrijk voor de afbraak van afvalproducten uit de stofwisseling in het lichaam van het dier. Een goede Se-voorziening geeft de koe een betere weerstand. Het vee heeft daardoor minder kans op weefselbeschadigingen. Een goede Se-voorziening is bovendien gunstig voor de vruchtbaarheid van het vee. De streefwaarde voor seleen in een graskuil is $150 \text{ microgram kg}^{-1} \text{ ds}$. Dit is $0,150 \text{ mg kg}^{-1} \text{ ds}$. Aan krachtvoer en mineralenmengsels is vaak Se toegevoegd. De Se-voorziening mag niet te laag maar ook niet te ruim zijn. Bij een te ruime Se-voorziening werkt Se toxisch. De bovengrens ligt bij $5000 \text{ microgram (5 mg) kg}^{-1} \text{ ds}$.

7.5.4 Cu, Co en Se bij Koeien & Kansen

Tussen de Koeien & Kansen-bedrijven zijn er zijn grote verschillen in gehalten aan spooorelementen. In de figuren 21 en 22 zijn de drie bedrijven met het hoogste en laagste gehalte aan koper, kobalt en seleen weergegeven. Figuur 21 geeft de gehalten in de voorjaarskuilen en figuur 22 de gehalten op jaarbasis. De gehalten zijn weer het gemiddelde over de jaren 1997-2003. De gemiddelde gehalten per bedrijf, per jaar en per seizoen zijn vermeld in bijlage 5.

Figuur 21 Bedrijven met gemiddeld de hoogste en laagste gehalten aan Cu (mg kg^{-1} ds), Co ($\mu\text{g kg}^{-1}$ ds) en Se ($\mu\text{g kg}^{-1}$ ds) in de voorjaarskuilen in de periode 1997-2003

Hoogste kopergehalte		Hoogste kobaltgehalte		Hoogste seleengehalte	
Van Laarhoven	(9,8)	Van Laarhoven	(407)	Van Wijk	(53)
Kuks	(9,6)	Pijnenborg-Van Kempen	(365)	Van Laarhoven	(44)
Hoefmans	(8,8)	Schepens	(362)	Bomers	(42)

Laagste kopergehalte		Laagste kobaltgehalte		Laagste seleengehalte	
Pijnenborg-Van Kempen	(6,4)	Eggink	(125)	De Kleijne	(19)
Sikkenga-Bleker	(6,0)	Bomers	(120)	Kuks	(15)
Bomers	(5,9)	De Vries	(93)	Post	(11)

Figuur 22 Bedrijven met gemiddeld de hoogste en laagste gehalten aan Cu (mg kg^{-1} ds), Co ($\mu\text{g kg}^{-1}$ ds) en Se ($\mu\text{g kg}^{-1}$ ds) in graskuil op jaarbasis in de periode 1997-2003

Hoogste kopergehalte		Hoogste kobaltgehalte		Hoogste seleengehalte	
Kuks	(10,0)	Van Hoven	(367)	Menkveld-Wijnbergen	(85)
Van Laarhoven	(9,4)	De Kleijne	(306)	Sikkenga-Bleker	(71)
De Vries	(8,7)	Van Wijk	(297)	Van Wijk	(62)

Laagste kopergehalte		Laagste kobaltgehalte		Laagste seleengehalte	
De Kleijne	(7,6)	De Vries	(105)	Eggink	(31)
Sikkenga-Bleker	(7,0)	Eggink	(94)	Hoefmans/Miedema-Van	(30)
Bomers	(6,9)	Post	(88)	Netten/Dekker	(29)

Op veel Koeien & Kansen-bedrijven is het kopergehalte lager dan de streefwaarde. In de voorjaarskuilen was het Cu-gehalte gemiddeld $7,6 \text{ mg kg}^{-1}$ ds en op jaarbasis $8,2 \text{ mg kg}^{-1}$ ds. Dit is vergelijkbaar met de praktijk, waarbij het gemiddelde op jaarbasis $7,9 \text{ mg kg}^{-1}$ ds bedraagt. Op de bedrijven op kleigrond was het gehalte gemiddeld één mg kg^{-1} ds lager dan op de overige grondsoorten.

Het gemiddelde kobaltgehalte bij Koeien & Kansen is op jaarbasis $206 \mu\text{g kg}^{-1}$ ds. Dit is hoger dan de gehalten van de kuilen in de praktijk waarbij het gemiddelde op $180 \mu\text{g kg}^{-1}$ ds uitkomt. In de praktijk waren de gehalten sinds 1999 ieder jaar gemiddeld lager dan de streefwaarde. De verschillen tussen de bedrijven waren groot.

Het Se-gehalte in graskuilen is op alle Koeien & Kansen-bedrijven aanzienlijk lager dan de streefwaarde van $100 \mu\text{g kg}^{-1}$ ds. Het gemiddelde was $45 \mu\text{g kg}^{-1}$ ds. In de praktijk was het Se-gehalte gemiddeld $51 \mu\text{g kg}^{-1}$ ds. Het Se-gehalte neemt toe tijdens het groeiseizoen (bijlage 5) en is daardoor op jaarbasis hoger dan in de voorjaarskuilen. De verschillen tussen de grondsoorten zijn klein. Zo hebben de graskuilen afkomstig van zandgronden een gemiddeld gehalte van $44 \mu\text{g Se kg}^{-1}$ ds. Op de kleigronden is dit $50 \mu\text{g kg}^{-1}$ ds.

7.6 Samenvatting en aanbevelingen

Het kaliumgehalte is tijdens de projectperiode op hetzelfde niveau gehandhaafd en was gemiddeld 33 á 34 g K kg^{-1} ds. Bij een ruw eiwitgehalte in het gras van 175 g kg^{-1} ds is 29 g K kg^{-1} ds voldoende voor een optimale groei van het gras. Het grasland was dus gemiddeld ruim van K voorzien.

Voor een optimale groei moet het gras meer dan $2,0 \text{ g S kg}^{-1}$ ds bevatten. Door de sterk afgenomen S-depositie is de S-voorziening een voortdurend aandachtspunt. Lage gehalten in voorjaarskuilen zijn vooral aangetroffen op bedrijven op zandgrond.

Het Mg-gehalte is in de projectperiode gemiddeld niet gedaald. Het gerealiseerde Mg-gehalte verschilt echter sterk tussen de afzonderlijke bedrijven. Bedrijven met een laag Mg-gehalte doen er goed aan extra aandacht te besteden aan de Mg-voorziening.

Het Na-gehalte is op de Koeien & Kansen bedrijven gedaald van gemiddeld $2,4 \text{ g Na kg}^{-1}$ ds naar $2,0 \text{ g Na kg}^{-1}$ ds. Bij beweiden leidt een hoger Na-gehalte tot een hogere grasopname en een betere grasbenutting. De gehalten op bedrijven met laag Na liggen ver beneden de behoeftenorm van het vee. Extra aandacht voor de Na-voorziening is dan nodig.

De hoogte van de stikstofbemesting heeft geen duidelijke invloed op de gehalten aan de sporelementen Cu, Co en Se.

Literatuur

- Anonymus, 1996.
Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk. Commissie Onderzoek Minerale Voeding, Centraal Veevoederbureau, pp 112.
- Anonymus, 1998.
Veevoedertabel 1998; Chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen, Centraal Veevoederbureau, mei 1998, Lelystad.
- Anonymus, 2002.
Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen, Praktijkonderzoek Veehouderij, november 2002, Lelystad.
- Bakker, J., E. van Huet Lindeman & W. Koopman, 2000.
Kuilen met kwaliteit; Handleiding voor een optimale graskuil. Roodbont uitgeverij, maart 2000, Zutphen.
- Blgg Oosterbeek, 2004.
www.blgg.nl
- Chiy, P.C., C.J.C. Phillips & M.R. Bello, 1993.
Sodium fertiliser application to pasture. 2. Effects on dairy cow production and behaviour. Grass and Forage Science 48 pp 203–212.
- Den Boer, D.J., R.F. Bakker, & W. N. Vergeer, 2002.
Minder verliezen door betere benutting; Bemesting 'Koeien & Kansen' 1999-2001, Nutriënten Management Instituut, Wageningen, 'Koeien & Kansen'-rapport nr. 13.
- Ernst, P., 1980.
Natriummangel in Weidefutter weit verbreitet! In: Der Tierzuchter 5, pp 205-206.
- KNMI, 2004.
www.knmi.nl
- Subnel A.P.J., Tj. Boxem, R.G.M. Meijer & R.L.G. Zom, 1994.
Voeding van melkvee en jongvee in de praktijk, Proefstation voor Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij (PR), oktober 1994, Lelystad.
- Van Middelkoop, J.C., D.J. den Boer, E.R. Boons-Prins & T.A. van Dijk, 2003.
Suboptimale N- en P-bemesting van grasland. Bosma Zathe, 1996. NMI, Verslag 306.96, pp 56.

Bijlagen

Bijlage 1 Omschrijving voederwaarden met bijbehorende streefwaarde

Tabel 1 Afkorting, omschrijving en streefwaarde (in g kg⁻¹ ds, tenzij anders vermeld) van bestandsdelen en berekende voederwaarden in graskuilen (Blgg, 2004)

Afkorting	Omschrijving	Streefwaarde
ds (g kg ⁻¹)	droge stof	300-500
VEM	voedereenheid melk	880-940
DVE	darmverteerbaar eiwit	70-85
OEB	onbestendig eiwit balans	25-65
FOS	fermenteerbare organische stof	560-600
SW	structuurwaarde	2,6-3,0
pH	zuurgraad (streefwaarde afhankelijk van ds-gehalte)	4,0-5,5
NH ₃ -fractie (%)	ammoniakfractie	< 7
RE	ruw eiwit	160-190
RC	ruwe celstof	230-260
RAS	ruw as	90-120
VCOS (%)	verteringscoëfficiënt organische stof	76-80
Suiker	suiker	60-140
NDF	Neutral Detergent Fiber	420-500
ADF	Acid Detergent Fiber	240-290
ADL	Acid Detergent Lignine	20-30
Na	natrium	2,0-5,0
K	kalium	25-40
Mg	magnesium	> 2,0
Ca	calcium	4,5-5,5
P	fosfor	3,0-4,5
Cu (mg)	koper	8-11
Co (µg)	kobalt	> 200
Se (µg)	seleen	150
S	zwavel	> 2,0

Bijlage 2 Stikstofbemesting grasland**Tabel 1** Gerealiseerde N-jaargift (kg ha⁻¹) in 1997 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	276	259	231	171	139	153	128
Bomers	133	123	101	80	78	72	84
Dekker		413	437	390	323	361	308
Eggink		293	229	245	241	169	221
Hoefmans		358	401	319	282	291	291
Van Hoven	323	393	405	283	225	264	214
De Kleijne	321	258	331	260	214	176	168
Kuks	290	286	308	372	257	232	204
Van Laarhoven		381	373	284	286	283	211
Menkveld-Wijnbergen	359	339	333	324	347	327	290
Miedema-Van Netten	372	370	282	241	288	290	205
Pijnenborg-Van Kempen	383	368	363	356	310	326	316
Post		385	382	321	245	242	292
Schepens		454	407	329	321	336	284
Sikkenga-Bleker	318	301	238	182	160	162	277
De Vries	190	118	198	216	195	186	227
Van Wijk	363	313	252	246	242	249	273
Gemiddeld	303	323	310	266	244	242	235

Tabel 2 Gerealiseerde N-gift met kunstmest (kg ha⁻¹) in 1997 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	200	194	170	129	85	91	88
Bomers	0	0	0	0	0	0	0
Dekker		297	352	261	199	208	188
Eggink		140	102	122	114	53	128
Hoefmans		260	278	206	138	125	129
Van Hoven	275	333	313	190	144	167	143
De Kleijne	180	217	103	119	66	62	67
Kuks	180	176	184	174	141	119	111
Van Laarhoven		260	244	143	118	128	102
Menkveld-Wijnbergen	251	232	170	226	190	169	162
Miedema-Van Netten	257	262	156	112	90	131	93
Pijnenborg-Van Kempen	280	252	244	208	166	175	149
Post		290	281	186	119	129	120
Schepens		260	231	150	142	120	111
Sikkenga-Bleker	239	234	159	110	63	75	146
De Vries	145	134	123	133	110	106	127
Van Wijk	261	205	176	147	121	119	155
Gemiddeld	206	220	193	154	118	116	119

Tabel 3 Gerealiseerde werkzame N-gift met dierlijke mest (kg ha^{-1}) in 1997 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	76	65	61	42	54	63	40
Bomers	133	129	101	80	78	72	84
Dekker		166	85	129	124	154	120
Eggink		153	127	123	127	116	93
Hoefmans		98	123	113	144	166	163
Van Hoven	48	60	92	93	81	98	71
De Kleijne	141	41	228	141	148	114	100
Kuks	110	110	124	98	116	113	93
Van Laarhoven		121	129	141	168	155	111
Menkveld-Wijnbergen	108	107	163	98	157	158	128
Miedema-Van Netten	115	108	126	129	198	161	112
Pijnenborg-Van Kempen	103	116	119	148	144	151	168
Post		95	101	135	126	114	171
Schepens		194	176	179	179	216	173
Sikkenga-Bleker	79	67	79	72	97	87	131
De Vries	45	54	75	83	85	80	99
Van Wijk	102	108	76	99	121	131	118
Gemiddeld	97	103	117	112	126	126	116

Bijlage 3 Kengetallen graslandproductie

Tabel 1 Overzicht maaiopbrengsten (kg ds ha⁻¹) 1^e snede, zomer en najaar in 1999 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	Opbrengst 1 ^e snede					Opbrengst zomer					Opbrengst najaar				
	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	3.324	2.994	2.877	2.500	2.833	2.917	2.951	1.413	1.250	2.154	1.900	2.400	1.227	2.616	1.500
Bomers	2.302	1.465	1.936	2.200	2.957	2.095	1.604	2.009	1.551	1.973	2.397	2.555	2.327	1.927	2.168
Dekker	3.500	4.145	4.303	4.351	4.055	3.188	3.078	3.211	2.984	2.768	2.200	2.200	1.500	1.416	1.841
Eggink		3.016	4.064	3.553	3.096		2.350	2.275	2.156	2.673		1.416	1.781	1.576	1.650
Hoefmans		3.243	3.250	3.380	3.800		2.142	2.451	3.565	2.226		1.318	2.020	1.000	1.351
Van Hoven	3.221	3.102	2.943	3.365	3.345	2.400	2.331	1.815	2.491	1.476	750	1.667	2.000		1.500
De Kleijne	2.719	3.300	2.167	3.500	4.091	1.829	2.610	2.550	2.020	1.942	2.090	2.214	2.419	2.860	2.500
Kuks	3.263	2.912	2.734	3.325	3.896	3.500	2.644	2.646	2.841	2.093		2.776	1.980	2.100	2.500
Van Laarhoven		3.114	2.500	3.153	3.740		2.717	2.418	2.575	2.492		2.192	1.639	1.161	1.554
Menkveld-Wijnbergen	3.004	3.290	2.843	2.982	3.254	2.547	2.413	2.230	2.343	2.516	2.819	1.639		1.418	
Miedema-Van Netten	3.500	3.289	3.401	3.000	3.827	2.977	2.413	2.373	2.526	2.236	2.160	1.966	2.682	2.078	1.931
Pijnenborg-Van Kempen	2.472	2.669	2.769	3.109	2.987	2.485	2.777	2.537	2.532	2.676		1.369	2.346	1.883	782
Post		2.784	2.670	3.309	2.912		2.298	1.957	2.068	1.942		1.581	844	2.225	450
Schepens		2.886	3.157	3.795	3.087		2.329	2.678	2.832	2.560		2.144	2.047	1.754	1.318
Sikkenga-Bleker	2.740	3.393	3.354	3.213	3.341	2.591	2.279	2.292	1.940	2.339	1.989	1.651	1.587	1.460	1.749
De Vries	2.963	2.721	2.731	2.715	2.997	2.578	2.531	2.079	2.068	2.485	1.314	1.493	1.509	1.380	1.039
Van Wijk	3.412	3.474	3.106	3.769	3.236	2.579	2.123	2.207	2.264	1.859					
Gemiddeld	3.035	3.047	2.988	3.248	3.380	2.641	2.446	2.302	2.353	2.259	1.916	1.920	1.741	1.704	1.544

Tabel 2 Overzicht aandeel 1e snede, zomer en najaar in jaarproductie (%) in 1999 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	Opbrengst 1 ^e snede						Opbrengst zomer						Opbrengst najaar								
	1999		2000		2001		2002		2003		1999		2000		2001		2002		2003		
Boekel	50	49	68	63	53	48	32	37	46	3	50	48	32	37	46	3	1999	2000	2001	2002	2003
Bomers	30	10	20	18	33	55	80	61	47	16	55	80	61	54	47	10	16	10	19	27	20
Dekker	25	21	28	28	31	51	62	49	53	24	51	62	49	56	53	17	24	17	24	16	16
Eggink		25	33	33	24		57	55	60	18		57	55	54	60	18	12	18	12	13	16
Hoefmans		23	34	37	38		54	52	29	23		54	52	53	29	23	14	14	14	10	33
Van Hoven	47	43	55	45	49	43	36	28	35	10	43	36	28	34	35	21	10	21	18	20	16
De Kleijne	35	19	26	58	45	56	52	50	50	10	56	52	50	42	50	29	10	29	24		5
Kuks	33	29	35	39	61	55	53	46	19	12	55	53	46	48	19	17	12	17	18	14	20
Van Laarhoven		33	39	41	40		52	47	45	15		52	47	42	45	15	14	15	14	18	15
Menkveld-Wijnbergen	27	29	32	37	42	52	57	60	36	21	52	57	60	49	36	14	21	14	9	14	22
Miedema-Van Netten	35	29	38	31	50	45	57	62	50	21	45	57	62	56	50	14	21	14	14	13	
Pijnenborg-Van Kempen	29	29	43	40	34	51	52	42	40	20	51	52	42	48	40	19	20	19	16	12	26
Post		40	41	43	49		49	42	40	12		49	42	47	40	12		12	17	10	11
Schepens		26	32	27	31		54	59	64	21		54	59	60	64	21		21	9	12	5
Sikkenga-Bleker	41	42	42	40	29	48	46	51	47	11	48	46	51	42	47	11	11	11	8	18	24
De Vries	34	33	33	38	33	57	63	56	48	9	57	63	56	54	48	4	9	4	11	8	19
Van Wijk	37	40	30	38	36	51	46	57	55	12	51	46	57	58	55	14	12	14	14	4	9
Gemiddeld	35	31	37	39	40	51	54	50	45	14	51	54	50	49	45	15	14	15	13	12	15

Tabel 3 Overzicht maaipercantage (%) op jaarbasis in 1999 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	145	156	167	172	179
Bomers	610	616	700	422	475
Dekker	469	469	500	543	455
Eggink		500	500	580	493
Hoefmans		388	382	351	427
Van Hoven	274	244	317	272	281
De Kleijne	438	359	275	225	221
Kuks	299	291	238	285	182
Van Laarhoven		271	233	234	162
Menkveld-Wijnbergen	354	341	405	319	321
Miedema-Van Netten	400	264	178	208	130
Pijnenborg-Van Kempen	259	292	213	231	293
Post		309	300	335	305
Schepens		338	305	258	263
Sikkenga-Bleker	197	257	277	283	259
De Vries	289	282	262	283	291
Van Wijk	329	311	454	398	436
Gemiddeld	339	335	336	318	304

Tabel 4 Overzicht maaipercantage (%) eerste snede in 1999 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	67	74	83	79	81
Bomers	53	21	69	68	94
Dekker	100	100	100	100	100
Eggink		100	100	100	100
Hoefmans		100	100	100	100
Van Hoven	100	83	100	85	74
De Kleijne	100	48	72	95	60
Kuks	74	77	100	100	87
Van Laarhoven		82	85	78	51
Menkveld-Wijnbergen	83	74	100	97	100
Miedema-Van Netten	55	100	54	53	48
Pijnenborg-Van Kempen	73	80	90	81	83
Post		100	95	100	100
Schepens		67	74	55	58
Sikkenga-Bleker	75	83	88	59	52
De Vries	87	88	68	88	79
Van Wijk	90	85	100	100	100
Gemiddeld	80	80	87	85	80

Bijlage 4 Weersomstandigheden in 1997-2003**Tabel 1** Neerslag (mm) per maand en op jaarbasis in De Bilt in 1997 tot en met 2003 en over een langjarig (tijdvak 1971-2000) gemiddelde (KNMI, 2004)

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Langjarig gemiddelde
Januari	3,6	80,2	96,0	41,2	70,4	78,2	76,6	67,0
Februari	84,0	22,7	70,4	102,4	90,4	139,4	29,4	47,5
Maart	28,9	116,5	86,0	79,3	74,2	33,3	23,5	65,4
April	30,9	97,5	62,0	39,2	87,4	49,2	46,2	44,5
Mei	110,9	44,7	51,8	84,8	29,1	35,4	91,9	61,5
Juni	70,0	181,4	89,2	60,2	53,7	84,9	34,6	71,7
Juli	65,4	79,4	36,5	98,6	86,6	96,9	29,8	70,0
Augustus	91,0	71,6	93,9	43,4	116,2	112,1	9,2	58,2
September	52,8	148,9	67,9	68,7	210,7	32,2	51,6	72,0
Oktober	95,6	179,3	42,7	105,5	40,9	90,8	84,3	77,1
November	31,3	140,0	59,6	117,6	85,4	82,7	39,5	81,2
December	79,1	77,4	145,5	91,5	93,9	88,9	96,1	76,8
Jaarbasis	743,5	1239,6	901,5	932,4	1038,9	924,0	612,7	792,9

Tabel 2 Gemiddelde temperatuur (°C) per maand en op jaarbasis in De Bilt in 1997 tot en met 2003 en over een langjarig (tijdvak 1971-2000) gemiddelde (KNMI, 2004)

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Langjarig gemiddelde
Januari	-1,2	4,7	5,2	4,3	2,6	4,4	2,5	2,8
Februari	6,2	6,4	3,1	5,9	4,5	7,1	1,8	3,0
Maart	8,0	7,6	7,3	6,8	4,9	7,2	7,3	5,8
April	7,8	9,4	9,8	10,0	8,3	9,3	9,9	8,3
Mei	12,8	14,9	14,2	14,7	14,1	13,4	13,2	12,7
Juni	16,0	15,8	15,0	16,0	15,2	16,5	17,8	15,2
Juli	17,4	16,3	19,1	15,5	18,5	17,6	18,8	17,4
Augustus	20,5	16,5	17,5	17,4	18,5	18,6	19,3	17,2
September	14,3	15,0	17,4	15,8	13,4	14,6	13,9	14,2
Oktober	9,7	9,9	10,6	11,3	14,2	9,5	7,5	10,3
November	6,7	3,7	6,7	7,8	7,1	7,9	8,0	6,2
December	5,0	4,6	4,8	5,1	2,9	2,9	4,0	4,0
Jaarbasis	10,3	10,4	10,9	10,9	10,4	10,8	10,3	9,8

Tabel 3 Zonuren (uren) per maand en op jaarbasis in De Bilt in 1997 tot en met 2003 en over een langjarig (tijdvak 1971-2000) gemiddelde (KNMI, 2004)

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Langjarig gemiddelde
Januari	81	70	66	56	72	76	66	52
Februari	69	110	95	107	91	116	158	79
Maart	126	92	109	80	63	176	199	114
April	184	91	184	154	145	197	228	158
Mei	205	206	231	210	277	195	192	204
Juni	203	150	226	232	203	194	254	187
Juli	179	148	253	123	216	184	226	196
Augustus	231	188	166	212	196	157	227	192
September	183	118	149	115	113	159	194	133
Oktober	123	50	117	98	119	122	148	106
November	63	77	74	61	63	71	69	60
December	45	54	51	69	65	43	62	44
Jaarbasis	1693	1354	1720	1515	1623	1688	2022	1524

Bijlage 5 Voederwaarden**Tabel 1** Gemiddelde voederwaarde graskuilen (g kg⁻¹ ds, tenzij anders aangegeven) op Koeien & Kansen-bedrijven in periode 1997-2003

Bedrijf	DS (g kg ⁻¹)	VEM	DVE	OEB	VOS	FOS	SW ¹⁾	pH	NH ₃ - fractie (%)	RE	RC	RAS	VCOS (%)	Suiker	Nitraat	NDF	ADF	ADL
Boekel	501	784	64	34	617	502	2,6	5,4	8	156	270	115	69,7	82	1,0	546	309	32
Bomers	469	823	61	12	644	531	2,4	4,8	7	134	250	126	73,8	116	0,8	483	285	31
Dekker	474	865	72	38	668	547	2,2	4,9	8	167	253	129	76,6	79	2,3	486	283	25
Eggink	469	864	72	34	669	546	2,4	5,1	8	164	242	125	76,4	96	1,2	480	271	24
Hoefmans	471	910	79	49	697	573	2,2	5,3	8	183	249	105	77,9	90	1,8	485	275	23
Van Hoven	477	860	72	42	666	542	2,3	5,0	9	167	256	118	75,6	77	1,6	488	285	27
De Kleijne	441	900	75	49	689	566	2,4	5,0	9	176	248	117	78,1	92	1,9	463	267	23
Kuks	524	851	75	39	658	540	2,3	5,3	7	172	257	118	74,6	85	2,4	515	285	27
V. Laarhoven	419	879	72	73	670	541	2,3	4,9	11	190	238	132	77,1	65	3,5	454	258	23
Menkveld-W.	455	818	65	38	638	518	2,4	4,6	8	162	256	119	72,8	74	1,5	504	289	29
Miedema-V. N.	426	860	70	53	665	539	2,7	4,9	11	172	265	114	75,1	68	1,6	507	295	27
Pijnenb.-V. K.	438	884	73	44	682	558	2,3	5,0	9	170	253	108	76,5	85	2,2	480	276	24
Post	465	873	72	26	678	556	2,3	5,2	8	158	260	109	76,0	93	0,8	508	286	26
Schepens	438	866	73	64	664	535	2,6	5,0	10	187	252	129	76,3	57	2,3	480	277	26
Sikkenga-B.	456	867	72	35	672	552	2,4	4,8	8	162	254	121	76,4	81	1,4	481	286	25
De Vries	414	880	73	61	677	549	2,4	4,7	9	185	252	103	75,5	71	1,7	488	282	27
Van Wijk	474	901	77	37	694	574	2,4	5,0	8	170	253	103	77,4	92	1,0	485	277	23
Gem. K&K	460	863	71	43	667	545	2,4	5,0	9	169	253	117	75,5	82	1,7	490	282	26
Gem. praktijk	461	867	73	51	669	547	3,0	5,1	10	174	256	117	75,7	78	3,3	498	286	26

¹⁾ SW = Structuurwaarde

Tabel 2 Gemiddelde mineralensamenstelling graskuilen (g kg⁻¹ ds, tenzij anders aangegeven) op Koeien & Kansen-bedrijven in periode 1997-2003

Bedrijf	Na	K	Mg	Ca	P	Mn (mg)	Zn (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Co (µg)	Se (µg)	S	Mo (mg)
Boekel	4,4	28,7	2,3	5,3	3,7	146	36	806	8,3	254	45	3,0	2,1
Bomers	1,9	29,8	2,2	5,6	3,6	122	42	472	6,9	133	44	2,2	3,1
Dekker	1,1	39,8	1,7	7,2	4,2	40	34	384	7,9	132	30	3,4	1,9
Eggink	1,1	36,2	2,4	4,9	4,0	74	42	244	7,8	94	31	3,0	2,2
Hoefmans	2,1	35,9	2,5	4,8	4,2	77	42	220	8,1	129	30	3,0	1,8
Van Hoven	2,9	30,5	2,2	6,2	4,1	87	49	873	8,5	367	39	2,7	1,2
De Kleijne	2,0	37,1	2,5	4,8	4,5	94	50	382	7,6	306	51	3,0	2,2
Kuks	2,1	36,0	2,2	4,6	4,0	92	38	482	10,0	239	32	2,9	1,6
V. Laarhoven	1,9	34,5	2,5	5,1	4,3	98	46	286	9,4	295	41	2,7	2,6
Menkveld-W.	1,7	32,0	2,2	6,0	4,1	66	42	441	8,3	179	85	3,1	1,9
Miedema-V. N.	2,1	35,4	2,3	5,3	3,9	149	37	394	7,6	203	30	4,3	3,0
Pijnenb.-V. K.	1,8	36,9	2,1	4,6	4,2	98	49	245	7,9	250	34	2,8	3,0
Post	1,5	34,5	2,1	4,9	4,5	132	42	236	8,0	129	27	3,2	2,6
Schepens	2,9	35,4	2,6	4,8	4,1	71	65	293	8,6	238	42	3,2	3,9
Sikkenga-B.	1,3	34,5	2,1	6,3	4,1	68	29	635	7,0	195	71	2,6	5,9
De Vries	2,3	34,4	2,2	5,6	4,0	128	39	323	8,7	105	35	4,0	3,5
Van Wijk	3,5	30,3	2,2	6,4	4,0	92	33	684	8,7	297	62	3,1	0,9
Gem. K&K	2,2	34,1	2,2	5,5	4,1	94	42	440	8,2	206	45	3,1	2,5
Gem. praktijk	2,3	34,7	2,3	5,1	4,2	100	43	481	7,9	179	51	2,8	2,1

Tabel 3 Gemiddelde voederwaarde graskuilen (g kg⁻¹ ds, tenzij anders aangegeven) per jaar in periode 1997-2003

Jaar	DS (g kg ⁻¹)	VEM	DVE	OEB	VOS	FOS	SW	pH	NH ₃ - fractie (%)	RE	RC	RAS	VCOS (%)	Suiker	Nitraat	NDF	ADF	ADL
1997 (K&K)	406	858	66	67	661	534	2,2		10	182	253	117	74,8	61	3,0			
1997 (praktijk)	438	845	67	68	651	527	2,8	5,1	11	183	250	125	74,4	64	4,7			
1998 (K&K)	424	866	70	45	670	546	2,0		9	168	250	116	75,8	67	1,6			
1998 (praktijk)	423	868	71	58	669	543	2,9	4,7	11	176	248	123	76,3	63	2,8	479	274	26
1999 (K&K)	502	873	77	48	671	552	2,1	5,4	8	180	239	111	75,5	100	2,3	470	264	25
1999 (praktijk)	483	879	77	49	675	557	2,8	5,1	8	179	241	111	76,0	101	3,3	463	263	23
2000 (K&K)	437	856	69	44	663	538	2,8	5,0	10	166	256	123	75,6	63	1,6	482	280	24
2000 (praktijk)	462	877	75	56	674	552	3,0	5,2	10	178	256	120	76,6	65	3,5	493	284	24
2001 (K&K)	481	866	73	37	669	548	2,3	5,1	8	168	248	119	75,9	93	1,3	485	280	26
2001 (praktijk)	510	893	80	39	687	571	3,0	5,3	8	174	250	106	76,9	108	2,9	486	277	24
2002 (K&K)	462	865	72	36	669	549	1,9	4,9	8	164	260	117	75,9	86	1,4	499	287	28
2002 (praktijk)	457	863	72	43	669	547	3,1	5,0	10	167	270	116	75,7	74	2,8	510	296	27
2003 (K&K)	473	858	71	36	664	544	3,1	4,9	8	164	266	114	75,1	90	1,4	507	291	27
2003 (praktijk)	471	847	70	35	660	541	3,3	5,0	10	159	284	112	74,3	82	2,5	530	307	29
Gem. K&K	460	863	71	43	667	545	2,4	5,0	9	169	253	117	75,5	82	1,7	490	282	26
Gem. praktijk	461	867	73	51	669	547	3,0	5,1	10	174	256	117	75,7	78	3,3	498	286	26

Tabel 4 Gemiddelde mineralensamenstelling graskuilen (g kg⁻¹ ds, tenzij anders aangegeven) per jaar in periode 1997-2003

Jaar	Na	K	Mg	Ca	P	Mn (mg)	Zn (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Co (µg)	Se (µg)	S	Mo (mg)
1997 (K&K)	2,5	36,1	2,1	5,3	4,1	104	44	559	7,5	221	31	3,0	2,6
1997 (praktijk)	2,4	36,4	2,3	5,2	4,2	102	46	602	8,1	230	37	2,8	2,1
1998 (K&K)	2,3	35,0	2,2	5,5	4,1	97	43	367	7,5	199	61	2,5	2,8
1998 (praktijk)	2,4	36,4	2,4	5,2	4,4	104	45	481	8,6	242	52	2,7	2,3
1999 (K&K)	2,5	34,1	2,2	5,7	4,0	104	40	391	7,9	191	55	3,2	2,6
1999 (praktijk)	2,3	33,3	2,3	5,2	4,1	108	40	421	7,6	188	42	2,9	2,2
2000 (K&K)	2,0	33,8	2,3	5,3	4,2	87	42	397	8,5	212	43	3,1	2,8
2000 (praktijk)	2,3	35,4	2,4	5,1	4,5	99	43	493	8,3	173	43	2,9	2,2
2001 (K&K)	2,0	33,1	2,2	5,4	4,1	94	42	566	8,8	274	48	3,0	2,8
2001 (praktijk)	2,0	32,9	2,3	5,1	4,0	99	41	393	7,4	146	53	2,7	2,2
2002 (K&K)	2,1	34,4	2,3	5,7	4,1	101	41	488	8,3	232	36	3,1	2,5
2002 (praktijk)	2,3	35,0	2,4	5,0	4,3	99	42	466	7,9	169	59	2,8	2,2
2003 (K&K)	2,0	34,1	2,3	5,5	3,9	82	42	342	7,9	118	43	3,1	2,1
2003 (praktijk)	2,3	33,1	2,3	5,0	3,9	87	41	496	7,6	153	61	2,8	1,7
Gem. K&K	2,2	34,1	2,2	5,5	4,1	94	42	440	8,2	206	45	3,1	2,5
Gem. praktijk	2,3	34,7	2,3	5,1	4,2	100	43	481	7,9	179	51	2,8	2,1

Tabel 5 Gemiddelde voederwaarde graskuilen (g kg⁻¹ ds, tenzij anders aangegeven) op Koeien & Kansen-bedrijven per seizoen (voorjaar (vj), zomer (zm) en najaar (nj)) in periode 1997-2003

Jaar	Seizoen	DS (g kg ⁻¹)	VEM	DVE	OEB	VOS	FOS	SW	pH	NH ₃ - fractie (%)	RE	RC	RAS	VCOS (%)	Suiker	Nitraat	NDF	ADF	ADL
1997	voorjaar	392	882	66	61	678	555	2,4		10	177	247	113	76,4	71	2,5			
1998	voorjaar	407	919	76	54	702	579	2,0		9	178	239	116	79,5	72	1,1			
1999	voorjaar	459	930	80	45	711	594	1,9	4,7	8	176	233	102	79,2	119	1,9	439	253	21
2000	voorjaar	396	882	71	67	678	551	3,0	4,9	12	178	264	125	77,4	39	1,5	485	289	22
2001	voorjaar	521	921	80	20	708	599	2,5	5,4	7	156	244	105	79,2	140	0,9	472	268	19
2002	voorjaar	398	880	69	37	682	560	2,0	4,7	10	155	261	111	76,7	82	0,8	487	291	26
2003	voorjaar	394	867	66	34	674	553	3,1	4,6	9	151	275	116	76,2	77	1,0	504	296	27
1997	zomer	414	842	65	68	650	522	2,1		11	182	258	119	73,8	56	3,2			
1998	zomer	449	847	68	39	658	536	2,1		9	163	257	114	74,3	67	2,2			
1999	zomer	534	847	76	42	655	537	2,1	5,5	7	177	245	111	73,7	97	2,7	488	274	27
2000	zomer	486	853	71	27	664	545	2,8	5,1	8	156	258	113	74,9	86	1,7	490	282	26
2001	zomer	512	858	75	36	664	545	2,4	5,1	7	171	254	112	74,8	90	1,6	502	286	28
2002	zomer	492	856	72	34	663	545	1,9	5,0	7	165	262	117	75,4	88	1,6	508	287	29
2003	zomer	521	846	72	31	657	541	3,2	5,1	7	163	274	107	73,6	96	1,6	526	303	30
1997	najaar	433	829	71	98	634	498	2,1		12	215	243	127	72,5	33	4,1			
1998	najaar	349	798	57	45	627	491	2,2		9	162	247	128	71,8	52	0,6			
1999	najaar	500	827	74	68	635	505	2,6	5,9	8	201	231	126	72,7	66	2,3	472	257	26
2000	najaar	365	829	63	58	641	503	2,1	4,7	10	177	242	145	75,0	38	1,6	457	261	23
2001	najaar	345	808	58	62	627	485	2,0	4,7	12	173	236	154	74,1	33	1,3	459	280	31
2002	najaar	493	865	75	42	667	541	1,9	5,1	8	178	248	131	76,7	88	1,6	486	276	27
2003	najaar	526	871	81	57	663	535	2,8	5,3	6	201	220	132	76,4	104	1,6	457	245	20
97-03	vj, K&K	424	896	73	44	690	569	2,4	4,9	9	166	253	112	77,7	87	1,3	481	282	24
97-03	zm, K&K	492	851	72	38	660	540	2,4	5,1	8	167	259	113	74,5	85	2,0	504	287	28
97-03	nj, K&K	425	833	68	59	643	508	2,2	4,9	9	185	237	138	74,5	59	1,7	464	264	26
97-03	vj, praktijk	439	880	73	54	678	557	3,0	5,1	11	173	256	116	76,7	78	2,4	494	287	25
97-03	zm, praktijk	484	855	73	48	661	540	3,0	5,2	9	175	257	116	74,8	80	4,1	504	287	27
97-03	nj, praktijk	449	840	71	61	646	513	2,8	5,1	10	189	237	137	74,9	63	3,6	471	270	26

Tabel 6 Gemiddelde mineralensamenstelling graskuilen (g kg⁻¹ ds, tenzij anders aangegeven) op Koeien & Kansen-bedrijven per seizoen in periode 1997-2003

Jaar	Seizoen	Na	K	Mg	Ca	P	Mn (mg)	Zn (mg)	Fe (mg)	Cu (mg)	Co (µg)	Se (µg)	S	Mo (mg)
1997	voorjaar	2,4	36,9	2,0	5,0	4,2	103	45	622	7,4	224	27	3,0	2,4
1998	voorjaar	2,3	37,8	2,2	5,1	4,4	91	39	296	7,5	159	33	2,7	2,5
1999	voorjaar	2,4	33,9	2,1	5,1	4,0	95	35	345	6,7	168	36	2,6	2,4
2000	voorjaar	2,5	36,6	2,2	5,2	4,5	96	43	391	9,6	324	34	2,9	2,8
2001	voorjaar	1,6	32,4	2,0	4,8	4,0	93	38	455	6,9	212	33	2,5	2,6
2002	voorjaar	2,1	34,7	2,0	5,1	4,1	103	37	483	7,7	286	32	2,6	2,2
2003	voorjaar	2,1	35,0	2,1	5,0	4,0	84	39	386	7,3	145	32	2,7	2,0
1997	zomer	2,5	35,3	2,2	5,6	4,0	103	43	483	7,6	211	47	3,1	3,3
1998	zomer	2,4	34,0	2,2	5,8	3,9	101	45	396	7,4	210	67	2,3	2,7
1999	zomer	2,4	33,4	2,2	5,9	3,8	114	41	352	8,1	185	66	3,4	2,7
2000	zomer	1,9	32,6	2,3	5,5	4,0	82	40	319	7,4	133	41	3,0	2,9
2001	zomer	2,3	32,9	2,3	5,8	4,0	92	42	467	9,4	251	51	3,3	2,8
2002	zomer	2,2	33,7	2,4	6,0	4,0	99	42	488	8,4	216	39	3,2	2,5
2003	zomer	1,9	33,4	2,4	6,0	3,8	82	42	255	8,0	88	42	3,3	2,3
1997	najaar	4,2	33,4	2,7	6,2	3,6	120	44	445					
1998	najaar	1,7	27,6	1,9	5,4	3,9	95	46	541	7,9	318	150	2,6	4,0
1999	najaar	2,6	37,3	2,6	6,3	4,4	94	46	627	9,8	269	56	4,0	2,3
2000	najaar	1,7	32,6	2,4	4,8	4,4	85	45	592	9,3	229	63	3,4	2,5
2001	najaar	2,0	34,8	2,3	5,4	4,7	101	50	1027	10,3	449	65	3,2	2,9
2002	najaar	1,7	37,0	2,5	5,7	4,5	103	42	502	9,6	152	36	4,0	3,0
2003	najaar	2,2	33,9	2,5	5,1	3,9	78	47	492	9,1	140	74	3,7	1,8
97-03	vj, K&K	2,2	35,1	2,1	5,1	4,1	95	39	424	7,6	224	33	2,7	2,4
97-03	zm, K&K	2,2	33,4	2,3	5,8	3,9	94	42	390	8,2	179	47	3,2	2,7
97-03	nj, K&K	2,0	34,5	2,4	5,4	4,4	92	46	654	9,6	253	63	3,6	2,5
97-03	vj, praktijk	2,2	35,5	2,2	4,9	4,3	97	41	495	7,9	186	50	2,7	2,1
97-03	zm, praktijk	2,4	33,6	2,5	5,4	4,0	104	45	453	7,8	161	51	2,9	2,1
97-03	nj, praktijk	2,5	34,6	2,6	5,5	4,2	102	49	660	9,3	237	77	3,3	2,3

Bijlage 6 Maaidatum van de eerste snede**Tabel 1** Maaidatum van de eerste snede in de periode 1999-2003

Bedrijf	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	12-05-99	10-05-00	27-05-01	19-05-02	27-05-03
Bomers	02-05-99	10-05-00	11-05-01	30-04-02	24-05-03
Dekker	02-05-99	01-05-00	08-05-01	10-05-02	10-05-03
Eggink		23-04-00	18-05-01	11-05-02	08-05-03
Hoefmans		04-05-00	11-05-01	15-05-02	24-05-03
Van Hoven	29-04-99	03-05-00	11-05-01	12-05-02	13-05-03
De Kleijne	05-05-99	04-05-00	11-05-01	15-05-02	19-05-03
Kuks	15-05-99	10-05-00	28-05-01	19-05-02	28-05-03
Van Laarhoven		01-05-00	15-05-01	09-05-02	12-05-03
Menkveld-Wijnbergen	06-05-99	08-05-00	12-05-01	12-05-02	27-05-03
Miedema-Van Netten	10-05-99	05-05-00	19-05-01	15-05-02	22-05-03
Pijnenborg-Van Kempen	07-05-99	02-05-00	14-05-01	14-05-02	11-05-03
Post		13-05-00	23-05-01	17-05-02	16-05-03
Schepens		01-05-00	09-05-01	07-05-02	18-05-03
Sikkenga-Bleker	08-05-99	07-05-00	17-05-01	20-05-02	20-05-03
De Vries	10-05-99	06-05-00	22-05-01	07-05-02	11-05-03
Van Wijk	12-05-99	08-05-00	11-05-01	16-05-02	07-05-03
Gem. K&K	08-05-99	05-05-00	16-05-01	13-05-02	18-05-03
Gem. praktijk	12-05-99	08-05-00	17-05-01	16-05-02	21-05-03

Bijlage 7 Fosfaatbemesting grasland**Tabel 1** Gerealiseerde P₂O₅-jaargift (kg ha⁻¹) in 1997 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	75	73	55	52	49	66	57
Bomers	90	92	91	74	67	62	86
Dekker		120	127	162	133	135	128
Eggink		113	89	98	116	98	76
Hoefmans		81	108	91	98	119	113
Van Hoven	70	107	112	77	86	98	66
De Kleijne	88	117	179	98	136	75	80
Kuks	64	90	98	101	87	93	80
Van Laarhoven		93	89	82	114	94	59
Menkveld-Wijnbergen	96	94	156	111	112	107	106
Miedema-Van Netten	128	121	138	79	174	149	78
Pijnenborg-Van Kempen	92	87	118	110	87	91	121
Post		113	111	118	123	121	183
Schepens		121	157	112	108	120	108
Sikkenga-Bleker	164	137	115	89	86	74	101
De Vries	46	51	86	79	62	58	72
Van Wijk	122	123	131	103	177	197	174
Gemiddeld	94	102	115	96	107	103	99

Tabel 2 Gerealiseerde P₂O₅-gift met kunstmest (kg ha⁻¹) in 1997 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	14	20	0	0	0	0	12
Bomers	0	0	0	0	0	0	0
Dekker		35	50	52	15	11	15
Eggink		6	0	0	2	0	0
Hoefmans		16	18	20	0	0	2
Van Hoven	43	73	46	21	19	23	14
De Kleijne	0	0	0	0	0	0	0
Kuks	0	15	6	31	4	16	0
Van Laarhoven		18	4	0	0	0	0
Menkveld-Wijnbergen	14	12	4	5	0	0	0
Miedema-Van Netten	47	44	18	0	4	0	0
Pijnenborg-Van Kempen	17	9	4	0	0	6	6
Post		30	22	9	6	9	30
Schepens		3	9	0	3	2	0
Sikkenga-Bleker	96	79	31	1	0	0	0
De Vries	3	0	4	0	0	0	0
Van Wijk	47	41	47	19	67	68	71
Gemiddeld	26	24	15	9	7	8	9

Tabel 3 Gerealiseerde P₂O₅-gift met dierlijke mest (kg ha⁻¹) in 1997 tot en met 2003 op grasland zonder beheersbeperkingen

Bedrijf	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Boekel	61	53	55	52	49	66	45
Bomers	90	92	91	74	67	62	86
Dekker	0	85	77	110	118	123	113
Eggink	0	107	89	98	114	98	76
Hoefmans	0	65	90	71	98	119	111
Van Hoven	27	34	66	56	67	75	52
De Kleijne	88	117	179	98	136	75	80
Kuks	64	75	92	70	83	77	80
Van Laarhoven	0	75	85	82	114	94	59
Menkveld-Wijnbergen	82	82	152	106	112	107	106
Miedema-Van Netten	81	77	120	79	170	149	78
Pijnenborg-Van Kempen	75	78	114	110	87	85	115
Post	0	83	89	109	117	112	153
Schepens	0	118	148	112	105	119	108
Sikkenga-Bleker	68	58	84	88	86	74	101
De Vries	43	51	82	79	62	58	72
Van Wijk	75	82	84	84	110	129	104
Gemiddeld	68	78	100	87	100	95	90