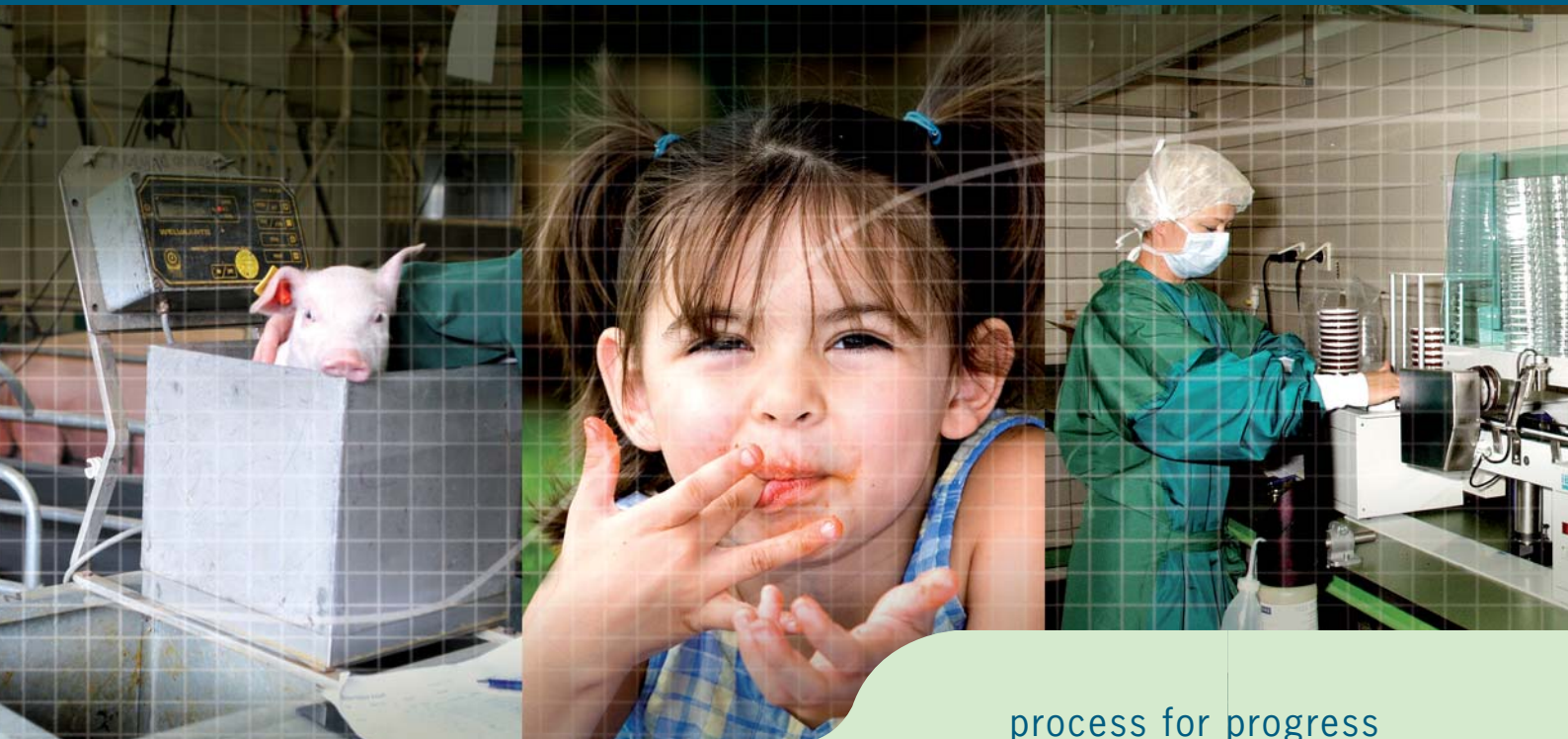


# Animal Sciences Group

Divisie Veehouderij, kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 76

Voeding van natuurgras aan melkvee met een zelfsturend voeradvies

December 2007



ANIMAL SCIENCES GROUP  
WAGENINGEN UR

## Colofon

### Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR

Postbus 65, 8200 AB Lelystad

Telefoon 0320 - 238238

Fax 0320 - 238050

E-mail [Info.veehouderij.ASG@wur.nl](mailto:Info.veehouderij.ASG@wur.nl)

Internet <http://www.asg.wur.nl>

### Redactie

Communication Services

### 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.

### Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

## Abstract

This report describes the effect of replacing common roughage by nature grass silage by evaluation of the milk returns minus feed costs by means of the dynamic or adaptive feed advice. A limited part of nature grass in the ration proved to be economically profitable.

## Keywords

Gras from nature conservation areas, nature grass silage, concentrates, feed, dairy cattle, dynamic feed advice, feed intake, milk production, feed prices, milk price, gross return minus feed costs

## Referaat

ISSN 1570 - 8616

## Auteurs

G.J. Rummelink

G. André

E.J.B. Bleumer

K.M. van Houwelingen

H.A. van Schooten

## Titel

Voeding van natuurgras aan melkvee met een zelfsturend voeradvies  
Rapport 76

## Samenvatting

Dit rapport beschrijft het effect van vervanging van gangbaar ruwvoer door natuurgraskuil op basis van het saldo melkopbrengst minus voerkosten door evaluatie met het dynamisch of zelfsturend voeradvies. Een beperkt aandeel natuurgras in het rantsoen blijkt economisch voordelig te zijn.

## Trefwoorden:

beheersgrasland, natuurgras, natuurgraskuil, krachtvoer, voeding, melkvee, dynamisch voeradvies, voeropname, melkproductie, voerprijzen, melkprijs, voersaldo



Rapport 76

## Voeding van natuurgras aan melkvee met een zelfsturend voeradvies

## Feeding of nature grass to dairy cattle with an adaptive feed advice

G.J. Remmelink

G. André

E.J.B. Bleumer

K.M. van Houwelingen

H.A. van Schooten

December 2007

## Voorwoord

Er komt steeds meer gras beschikbaar van natuurgraslanden, vooral in de veenweide- en stroomdalgebieden. Er zijn schattingen die uitgaan van een toename van het areaal grasland met 'Subsidieregeling agrarisch natuurbeheer' of 'Subsidieregeling particulier natuurbeheer' tot circa 200.000 ha in 2018. Een van de mogelijkheden om natuurgras te verwerken is om dit gras te gebruiken als voer in de melkveehouderij. Veehouders vinden beheersgras vooral geschikt voer voor jonvee en droogstaande koeien.

Daarnaast geven veehouders die natuurgras gebruiken aan dat een kleine hoeveelheid in het rantsoen van melkkoeien goed past als structuraanvulling en positief kan werken op de gezondheid. Ook onderzoek op Zegveld heeft aangetoond dat een beperkt aandeel in een rantsoen voor melkkoeien goed mogelijk is. De hoeveelheid die past in het rantsoen varieert echter in de tijd en is afhankelijk van allerlei voedingseigenschappen van de rantsoencomponenten. Met de huidige voeradviezen wordt dit niet altijd tijdig en goed onderkend, waardoor nadelige gevolgen voor de melkproductie kunnen ontstaan. Er is daarom behoefte aan een systeem dat continu rekening houdt met veranderingen in de tijd. Vanuit die gedachte is het dynamisch voeradvies (ontwikkeld door ASG) in dit onderzoek ingezet om het aandeel natuurgras in het rantsoen van melkkoeien te sturen en te evalueren. De resultaten van het onderzoek dragen op deze manier bij aan stimulering van het gebruik van natuurgras in de veehouderij.

Het onderzoek is deels gefinancierd door het onderzoeksprogramma "Multifunctionele bedrijfssystemen" van het Ministerie van LNV en deels door Productschap Zuivel.

## Samenvatting

Een deel van het 'gangbare' ruwvoer vervangen door 'beheersgraskuil' (ook wel: 'natuurgraskuil'), kan tot een hoger saldo melkopbrengst minus voerkosten leiden. Voorwaarden hiervoor: de prijs van natuurgraskuil moet relatief laag zijn, het moet ander ruwvoer in voldoende mate verdringen en er moet geen of een beperkt negatief effect op de melkproductie zijn.

Naar aanleiding van de gunstige toepassingsmogelijkheden van beheersgraskuil in verschillende melkveerantsoenen (PraktijkRapport Rundvee 77), heeft de Animal Sciences Group van Wageningen UR vervolgonderzoek met natuurgras uitgevoerd. In dit onderzoek werd het 'dynamisch' of 'zelfsturend' voeradvies toegepast dat door ASG is ontwikkeld. De input voor het voeradvies zijn actuele gegevens over het verloop van voeropname en melkproductie én de prijs van voedermiddelen en melk. Het resultaat is een frequent advies over de hoeveelheid natuurgraskuil en krachtvoer in het rantsoen, gericht op een maximaal saldo. Vanaf voorjaar 2006 t/m voorjaar 2007 is op Praktijkcentrum (PRC) Zegveld op koppelniveau onderzoek uitgevoerd met natuurgraskuil in het rantsoen van melkkoeien. In de stalperiode 2006/07 is het project verbreed met rantsoenadviezen op een praktijkbedrijf met natuurgras in het bedrijfssysteem.

Voor de resultaten zijn de volgende perioden te onderscheiden:

- Rondom de overgang van stal naar weide (voorjaar 2006) met een koppel melkkoeien.
- Weideperiode, inclusief een deel van de overgang naar de stal (2006) met een hoogproductief koppel melkkoeien.
- Stalperiode en de overgang naar de weide (2006/07) met een koppel melkkoeien.
- Stalperiode op een praktijkbedrijf (2006/07) met een koppel melkkoeien.

De volgende resultaten werden berekend:

- In de periode rond de overgang van de stal naar de weide 2006 nam het saldo per kg ds natuurgraskuil met 1,6 eurocent per koe per dag toe. Dat was het gevolg van besparing op de ruwvoerkosten door gebruik van natuurgraskuil bij gelijkblijvende melkopbrengsten.
- Tijdens de weideperiode 2006 was er nauwelijks een toename van het saldo (per kg ds natuurgraskuil 0,3 eurocent per koe per dag). De besparing op de ruwvoerkosten (per kg ds natuurgraskuil 1,7 eurocent per koe per dag) viel bijna weg tegen de verminderde melkopbrengst (per kg ds natuurgraskuil -1,4 eurocent per koe per dag).
- In de stalperiode plus overgang 2006/07 leverde het gebruik van natuurgraskuil geen saldowinst op. De besparing op de ruwvoerkosten was gelijk aan de lagere melkopbrengst (beide per kg ds natuurgraskuil 3,1 eurocent per koe per dag).
- Tijdens de stalperiode 2006/07 op het praktijkbedrijf nam het saldo per kg ds natuurgraskuil met 3,1 eurocent per koe per dag toe. Dat was het resultaat van het prijsverschil van 4,0 eurocent tussen natuur- en gewone graskuil en een 0,9 eurocent lagere melkopbrengst.

Uit het onderzoek is gebleken dat een beperkt aandeel natuurgras in het rantsoen economisch voordelig is. Het saldo melkopbrengst minus voerkosten steeg met 0 tot 3 eurocent per kg ds natuurgraskuil. Het effect van natuurgras op het voersaldo kan voortdurend worden geëvalueerd door een zelfsturend voeradvies. Voor een bedrijf met 80 koeien dat 200 dagen 1,5 kg ds natuurgraskuil voert, bedraagt het economische voordeel € 0 tot € 720,- per jaar bij een prijs van 6 eurocent per kg ds natuurgras. Het economisch voordeel neemt toe naarmate de prijs van natuurgraskuil daalt en/of de prijs van het basisruwvoer stijgt.

## Summary

Replacing part of 'common' roughage by 'nature' grass silage can lead to higher milk returns minus feed costs. The price of nature grass silage, however, should be relatively low and nature grass silage intake should sufficiently supersede other roughage. Moreover, there should not be a (or only a slight) negative effect on the milk production.

As a result of the favourable applicabilities of nature grass silage in different dairy cattle rations (Report Cattle 77), the Animal Sciences Group (ASG) of Wageningen UR carried out a follow-up study with nature grass. In this study the 'dynamic' or 'adaptive' feed advice was applied, which was developed by ASG. The input for the feed advice are current data on feed intake and milk production and the price of feed and milk. The result is a frequent advice on the amount of nature grass silage and concentrates in the ration, aimed to maximize milk returns minus feed costs.

From the spring of 2006 through spring 2007, a study was done on nature grass silage in the ration of dairy cattle at the Experimental Research Centre Zegveld at herd level. During the housing period 2006/07 the project was extended by ration recommendations on a practical farm with nature grass in the farm system.

For the results the following periods can be distinguished:

- At the time of transition from housing to grazing (spring 2006), with a herd of dairy cattle.
- Grazing period, including part of the period of transition to the housing (2006), with a highly productive herd of dairy cattle.
- Housing period and the transition to grazing (2006/07), with a herd of dairy cattle.
- Housing period on a practical farm (2006/07), with a herd of dairy cattle.

The results were as follows:

- At the transition from housing to grazing in 2006, the gross margin per kg of dry matter nature grass silage increased by 1.6 eurocent per cow per day. This was the result of fewer roughage costs due to using nature grass silage at constant milk returns.
- During the grazing period in 2006 there was hardly any increase in the gross margin (per kg of dry matter nature grass silage 0.3 eurocent per cow per day). The reduction in the roughage costs (per kg of dry matter nature grass silage 1.7 eurocent per cow per day) was almost outweighed by the reduced milk returns (per kg of dry matter nature grass silage -1.4 eurocent per cow per day).
- During the housing period and transition from housing to grazing 2006/07, using nature grass silage was not profitable. The reduction in roughage costs was similar to the lower milk returns (both per kg of dry matter nature grass silage 3.1 eurocents per cow per day).
- On the practical farm, gross margin per kg of dry matter nature grass silage increased by 3.1 eurocents per cow per day during the housing period 2006/07. This was the result of the price difference of 4.0 eurocents between nature and common grass silage and 0.9 eurocent-lower milk returns.

Research has shown that a limited share of nature grass in the ration is economically profitable. The milk returns minus feed costs increased by 0 to 3 eurocents per kg of dry matter nature grass silage. The effect of nature grass on milk returns minus feed costs can be evaluated continuously by an adaptive feed advice system. For an 80-cow farm feeding 1.5 kg of dry matter nature grass silage during 200 days, the economic profit is € 0 to € 720 per year at a price of 6 eurocents per kg of dry matter nature grass. The economic profit increases as the price of nature grass silage decreases and/or the price of base roughage increases.

# Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
1.1	Achtergrond .....	1
1.2	Werking zelfsturend voeradvies .....	1
1.3	Doel onderzoek .....	1
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b> .....	<b>2</b>
2.1	Opzet .....	2
2.2	Zelfsturend voeradvies .....	3
2.2.1	Effect van natuurgras en krachtvoer op melkproductie en voeropname .....	3
2.2.2	Berekening van advies voor natuurgras en krachtvoer .....	5
2.2.3	Praktische werkwijze bij adviesberekening .....	5
2.3	Stalseizoen Praktijkcentrum Zegveld .....	6
2.4	Stalseizoen praktijkbedrijf .....	6
2.5	Weideseizoen Praktijkcentrum Zegveld .....	6
2.6	Voedermiddelen .....	7
2.7	Metingen en waarnemingen .....	12
2.7.1	Voeropname .....	12
2.7.2	Melkproductie en melksamenstelling .....	12
2.7.3	Lichaamsgewicht en conditiescore .....	12
<b>3</b>	<b>Resultaten</b> .....	<b>13</b>
3.1	Resultaten per groep/periode .....	13
3.1.1	Stalseizoen Praktijkcentrum Zegveld .....	13
3.1.2	Stalseizoen praktijkbedrijf .....	15
3.1.3	Weideseizoen Praktijkcentrum Zegveld .....	16
3.2	Effecten volgens zelfsturend voeradvies .....	16
3.2.1	Effect van natuurgras en krachtvoer op melkproductie en voeropname .....	16
3.2.2	Voeradviezen voor natuurgras en krachtvoer .....	17
<b>4</b>	<b>Evaluatie en praktijktoepassing</b> .....	<b>19</b>
4.1	Praktijkervaringen .....	19
4.1.1	Praktijkcentrum Zegveld .....	19
4.1.2	Praktijkbedrijf .....	19
4.2	Advisering .....	19
4.2.1	Economie .....	20
4.2.2	Nader onderzoek .....	20
<b>5</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>21</b>
	<b>Bijlagen</b> .....	<b>22</b>
	<b>Literatuur</b> .....	<b>24</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Door natuuruitbreiding, onder andere door realisatie van de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) en het toenemen van het areaal (agrarisch) natuurbeheer door particulieren, zal het areaal beheersgras ('natuurgras') in Nederland de komende jaren toenemen. Voor instandhouding en beheer van deze natuurgraslanden is het maaien en afvoeren van gras erg belangrijk. Een rendabele benutting van dit natuurgras speelt een grote rol in het bereiken van de natuurdoelen. Vooral melkvee, als grootste groep herkauwers in Nederland, kan hierin een grote rol vervullen.

Uit de eerste fase van het project 'Inpassing van gras uit natuurbeheer in rantsoenen voor melkvee' bleek dat in melkveerantsoenen het vervangen van circa 25% van de gangbare graskuil door beheersgraskuil verantwoord is, mits de beheersgraskuil is geogst onder goede omstandigheden en goed is geconserveerd (Van Duinkerken et al, 2005). De hoeveelheid natuurgras die veehouders in de praktijk aan melkkoeien voeren is in het algemeen beperkt: tussen de 0 en 2,5 kg droge stof per koe per dag. Bij dat niveau zijn doorgaans geen effecten op de totale voeropname en de melkproductie merkbaar (Braker et al, 2005). Door het vervoederen van (meer) natuurgras aan melkgevende koeien nemen de gebruiksmogelijkheden voor veehouders toe en is het mogelijk om een substantieel deel van het grasareaal op het melkveebedrijf met natuurdoelstellingen te beheren.

## 1.2 Werking zelfsturend voeradvies

De Animal Sciences Group van Wageningen UR heeft in 2002 een prototype van een dynamisch krachtvoeradvies systeem ontwikkeld (Van Duinkerken et al, 2002). Dit systeem houdt rekening met veranderingen in de tijd en biedt de mogelijkheid om ook rekening te houden met verschillen tussen individuele dieren. Het systeem gebruikt de dagelijkse melkgift van de (individuele) koeien als respons op de opgenomen hoeveelheid krachtvoer. Op basis van deze respons wordt de krachtvoergift bijgesteld. De methodiek die in dit dynamische voersysteem is gebruikt, is ook geschikt voor bedrijven met 'natuurgras' om de respons in melkproductie te voorspellen en te evalueren en op basis daarvan het rantsoen te optimaliseren. Het prototype van het dynamisch krachtvoeradvies systeem is daarom voor melkveebedrijven met natuurgras uitgebreid tot een zelfsturend rantsoenadvies op koppelniveau. In dit rapport is beschreven hoe het rantsoenadvies voor natuurgras op koppelniveau is toegepast.

## 1.3 Doel onderzoek

Het doel van het onderzoek is het evalueren van het gebruik van natuurgras onder praktijkomstandigheden met behulp van het zelfsturend voeradvies. Gekoppeld hieraan is de doelstelling om het zelfsturend advies verder te ontwikkelen voor melkveebedrijven met natuurgras.



## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Opzet

Een zelfsturend voeradvies voor bedrijven met natuurgras is ontwikkeld en toegepast op Praktijkcentrum (PRC) Zegveld en een praktijkbedrijf. Hierbij is zoveel mogelijk aangesloten bij de gangbare bedrijfsvoering. Er zijn adviezen berekend voor de optimale hoeveelheid natuurgraskuil in het rantsoen en het optimale krachtvoerniveau. De krachtvoeradviesing gebeurde op koppelniveau. De vertaling van een koppeladvies naar individuele dieren is aan de veehouder overgelaten. Adviezen over natuurgraskuil zijn op koppelniveau toegepast.

Het voeradvies was gericht op maximalisering van het voersaldo en niet op een maximale melkproductie.

De activiteiten waren gericht op de toepassing van het zelfsturend voeradvies in drie bedrijfssituaties:

- I. Sturing van het aandeel natuurgraskuil én het aandeel krachtvoer op koppelniveau via een gemengd basisrantsoen. Dit was de situatie in de stalperiode op het praktijkbedrijf, waar krachtvoervangers door het basisrantsoen werden gemengd. Aanvullend krachtvoer werd per individuele koe door krachtvoerautomaten verstrekt.
- II. Sturing van het aandeel natuurgraskuil op koppelniveau via het basisrantsoen en daarnaast verstrekking van krachtvoer op koeniveau door de krachtvoerautomaat. Dit was de situatie op PRC Zegveld tijdens het stalseizoen.
- III. Sturing van de bijvoeding met natuurgraskuil op koppelniveau naast weidegang, in combinatie met verstrekking van krachtvoer op koeniveau door de krachtvoerautomaat. Dit was de situatie op PRC Zegveld tijdens het weideseizoen.

Bovenstaande bedrijfssituaties zijn gevolgd in verschillende perioden. Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende perioden en bovenstaande drie situaties waarbij het dynamisch voeradvies is toegepast. Op PRC Zegveld is de onderzoeksperiode in drieën verdeeld, waarvan één weideperiode en twee stalperioden inclusief overgang. Op het praktijkbedrijf is alleen tijdens de stalperiode 2006/07 met het zelfsturend voeradvies gewerkt. Belangrijke overgangen in de genoemde perioden, van volledig op stal naar (beperkt) weiden en andersom, zijn in tabel 2 vermeld.

**Tabel 1** Perioden waarin voor verschillende groepen het dynamisch voeradvies is toegepast

Groep	Aantal koeien	Bedrijfs-situatie <sup>1)</sup>	Periode inzet natuurgras	
			begin	einde
<i>Praktijkcentrum Zegveld</i>				
ZVstal-weide06	67	II,III	18-04-06	13-06-06
ZVweide06	41	III	19-07-06	31-10-06
ZVstal-weide06/07 <sup>2)</sup>	80	II,III	01-11-06	19-05-07
<i>Praktijkbedrijf</i>				
PRKstal06/07	102	I	04-12-06	07-04-07

<sup>1)</sup> Zie bovenstaande omschrijving van de drie bedrijfssituaties

<sup>2)</sup> Eind januari 2007 is gestart met krachtvoeradvies per koe; resultaten in dit rapport zijn per koppel berekend

**Tabel 2** Tijdstippen waarop het aandeel weidegang voor verschillende groepen werd gewijzigd

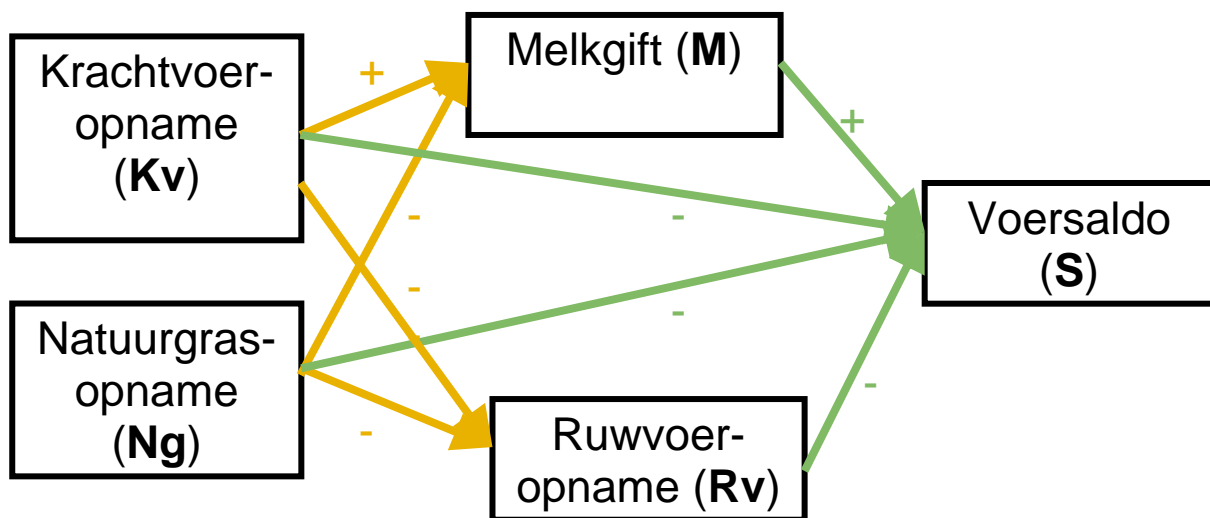
Groep	Volledig op stal	Overgang naar weide	Volledig weiden	Overgang naar stal	Opmerkingen
ZVstal-weide06		24-04-06	12-06-06		
ZVweide06				30-08-06	2006 natte (na)zomer
ZVstal-weide06/07	12-11-06	11-04-07	20-05-07		
<i>Praktijkbedrijf</i>					
PRKstal06/07	04-12-06	07-04-07			

## 2.2 Zelfsturend voeradvies

Voor het uitbrengen van een advies over natuurgras in het rantsoen is het nodig om te weten wat de effecten zijn van natuurgras op de opname en de productie en wat daarvan de economische gevolgen zijn. Natuurgras zal in de regel een lagere voederwaarde hebben en bovendien de opname van ander ruwvoer negatief beïnvloeden. Dit heeft in de regel een negatief effect op de melkproductie, maar door besparing van de ruwvoerkosten kan het uiteindelijke economische effect op het voersaldo (melkopbrengst minus voerkosten) toch positief zijn. Daarbij speelt tevens een rol dat bij een lagere voederwaarde van het ruwvoer de respons op krachtvoer kan verbeteren. In figuur 1 zijn de te verwachten enkelvoudige effecten weergegeven. Gezamenlijk bepalen deze enkelvoudige effecten het uiteindelijke effect op het voersaldo.

Let wel: In samenhang met het zelfsturend voeradvies wordt onder 'ruwvoer' en 'ruwvoeropname' het ruwvoer en de ruwvoeropname anders dan (van) natuurgras verstaan.

**Figuur 1** Schematisch overzicht van de te verwachten effecten van natuurgras en krachtvoer op ruwvoeropname, melkgift en voersaldo



De effecten van natuurgras zijn geschat met een zelflerend model. Aansluitend is op basis van de zo verkregen informatie en uitgaande van actuele prijzen een advies berekend voor de opname van natuurgras in het rantsoen en de daarbij passende optimale krachtvoergift.

### 2.2.1 Effect van natuurgras en krachtvoer op melkproductie en voeropname

Het zelflerende model beschrijft de invloed van krachtvoer en natuurgras op de melkproductie en de ruwvoeropname. Dit model is weergegeven in de vergelijkingen (1) en (2). De respons in melkproductie ( $M_t$ ) op krachtvoer ( $Kv_t$ ) is een kwadratische kromme en toevoeging van natuurgras ( $Ng_t$ ) heeft een lineair effect.

$$M_t = c_{0t} + c_{1t}Kv_t + c_{2t}Kv_t^2 + c_{3t}Ng_t \quad (1)$$

- met:
- $M_t$  gemiddelde melkgift (kg per koe per dag) op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$
  - $Kv_t$  gemiddelde krachtvoeropname (kg per koe per dag) op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$
  - $Ng_t$  gemiddelde natuurgrasopname (kg ds per koe per dag) op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$
  - $c_{0t}$  intercept op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$ , dat is de te verwachten melkgift wanneer geen krachtvoer en natuurgras wordt opgenomen
  - $c_{1t}, c_{2t}$  lineair en kwadratisch effect van krachtvoeropname op melkproductie op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$

$c_{3t}$  lineair effect van natuurgrasopname op melkproductie op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$

Zowel door krachtvoer als natuurgras wordt ruwvoer verdrongen. Deze effecten zijn in het model opgenomen als lineaire effecten.

$$Rv_t = b_{0t} + b_{1t}Kv_t + b_{2t}Ng_t \quad (2)$$

met:  $Rv_t$  gemiddelde ruwvoeropname (kg ds per koe per dag) op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$   
 $b_{0t}$  intercept, dat is de te verwachten ruwvoeropname wanneer geen krachtvoer en natuurgras wordt opgenomen op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$   
 $b_{1t}$  lineair effect van krachtvoeropname op de ruwvoeropname op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$   
 $b_{2t}$  lineair effect van natuurgrasopname op ruwvoeropname op dag  $t$ ,  $t = 1 \dots n$

Bijzonder in dit model is dat niet alleen de variabelen ( $M, Rv, Kv, Ng$ ) in de tijd veranderen, maar ook de parameters ( $c_{0 \dots 3}, b_{0 \dots 2}$ ) die de onderlinge relaties weergeven. Dit is een zogenaamd dynamisch lineair model (DLM) waarbij de parameters voortdurend tijdens het ontstaan van de reeks worden geschat en aangepast. Dat is nodig omdat in de tijd niet alleen de hoeveelheden voer veranderen, maar ook de kwaliteit van het voer en de samenstelling van de veestapel. Daardoor verandert ook voortdurend de respons in melkproductie en ruwvoeropname. De dagelijkse gegevens werden wekelijks verwerkt zodat eenmaal per week actuele parameterschattingen beschikbaar waren voor de berekening van de adviezen.

Op PRC Zegveld stond de dagelijkse gift natuurgras los van die van het overige ruwvoer. Op het praktijkbedrijf werd het natuurgras gemengd verstrekt samen met het gangbare ruwvoer, met als gevolg verstremgeling van de natuurgras- en ruwvoeropname. Daarom is voor het praktijkbedrijf het model iets aangepast door uit te gaan van het aandeel natuurgras in plaats van de opnamehoeveelheid.

Berekening van het optimale aandeel krachtvoervangers in het basisrantsoen van het praktijkbedrijf was geen punt van onderzoek. Het dynamisch lineair model was dan ook niet uitgebreid met meerdere componenten, mede omdat de veehouder vrij was om zelf het aandeel krachtvoervangers te bepalen. Het krachtvoeradvies had dus alleen betrekking op de gift van de krachtvoerautomaat.

De methode voor tijdreeksanalyse gebaseerd op DLM's is beschreven door West en Harrison (1997). Voor de schatting van de parameters is gebruik gemaakt van het statistisch pakket Genstat (2006). De toepassing van DLM's voor individuele advisering van de krachtvoergift is ontwikkeld door Duinkerken et al., (2002). Inmiddels heeft de toepassing geleid tot goede resultaten (André et al., 2007). In dit onderzoek is deze toepassing verder ontwikkeld voor advisering van een ruwvoercomponent in combinatie met krachtvoer op koppelniveau.

### 2.2.2 Berekening van advies voor natuurgras en krachtvoer

Het advies voor de hoeveelheid krachtvoer en natuurgras is gebaseerd op de economische berekening van het voersaldo ( $S$ ): de melkopbrengst minus de voerkosten. Daarvoor is uitgegaan van de actuele voer- en melkprijzen. De melkprijs ( $p_m$ ) is berekend op basis van de meest recente melkafrekening, rekening houdend met te verwachten toeslagen en kortingen en de meest actuele melksamenstelling, namelijk het vet- en eiwitgehalte van de laatste melklevering per 2 à 3 dagen. De prijzen voor krachtvoer ( $p_k$ ), ruwvoer (incl. bijproducten) ( $p_r$ ) en natuurgras ( $p_n$ ) zijn gebaseerd op de actuele marktprijzen voor aan- of verkoop. De berekening van het voersaldo is weergegeven in (3).

$$\begin{aligned}
 S &= p_m M - p_r Rv - p_k Kv - p_n Ng \\
 &= p_m (c_0 + c_1 Kv + c_2 Kv^2 + c_3 Ng) - p_r (b_0 + b_1 Kv + b_2 Ng) - p_k Kv - p_n Ng \\
 &= p_m c_0 - p_r b_0 + (p_m c_1 - p_r b_1 - p_k) Kv + p_m c_2 Kv^2 + (p_m c_3 - p_r b_2 - p_n) Ng
 \end{aligned} \tag{3}$$

Voor de leesbaarheid is de suffix  $t$  weggelaten.

De geadviseerde optimale krachtvoergift ( $Kv_{opt}$ ) is afgeleid van (3) en gericht op een maximaal voersaldo. De optimale krachtvoergift wordt berekend volgens (4):

$$Kv_{opt} = - \frac{p_m c_1 - p_r b_1 - p_k}{2 p_m c_2} \tag{4}$$

In (3) is het effect van natuurgras op het voersaldo weergegeven. Wanneer dit effect positief is, dan is het raadzaam om natuurgras in het rantsoen op te nemen, zie (5). Daaruit blijkt dat natuurgras een positief effect op het saldo heeft indien:

- er geen of een gering negatief effect op de melkproductie is ( $p_m c_3$ );
- ander ruwvoer in voldoende mate wordt verdrongen ( $p_r b_2$ );
- de prijs van natuurgras relatief laag is ( $p_n$ ).

$$p_m c_3 - p_r b_2 - p_n > 0 \tag{5}$$

Met bovenstaande rekenregel is het ook mogelijk om een gevoeligheidsanalyse uit te voeren om na te gaan wat het effect van variërende prijzen is op de adviezen.

### 2.2.3 Praktische werkwijze bij adviesberekening

Onderzoekers in Lelystad hebben de voeradviezen opgesteld en teruggekoppeld met de proevencoördinator die voor de toepassing op het Praktijkcentrum en het praktijkbedrijf zorgde. Om snel in te spelen op actuele managementinformatie werkte men volgens een strak schema:

- op maandag bijwerken/aanleveren van de gegevens over voeropname en melkproductie;
- op dinsdag berekenen van rantsoenadviezen in Lelystad plus verzenden naar PRC Zegveld;
- op dinsdag/woensdag aanpassen van het rantsoen.

Voor de vergelijking met het te verwachten niveau werden op het adviesoverzicht ook de huidige krachtvoergift, ruwvoeropname, melkgift en saldo vermeld. Een voorbeeld van de uitkomsten van de wekelijkse adviesberekening is opgenomen in bijlage 2. Daarbij wordt opgemerkt dat het advies voor natuurgras 'kwalitatief' is (positief of negatief) en dat de optimale krachtvoergift een 'kwantitatief' advies is (kg).

### 2.3 Stalseizoen Praktijkcentrum Zegveld

In het voorjaar van 2006 zijn de eerste ervaringen opgedaan met het zelfsturend voeradvies, in eerste instantie zonder natuurgras in het rantsoen. Wekelijks werd een krachtvoeradvies opgesteld voor de groep 'ZVstal-weide06' (tabel 1). Najaar 2006 stonden de koeien vanaf 12 november volledig op stal en is de advisering voor zowel natuurgraskuil als krachtvoer voortgezet (groep 'ZVstal-weide06/07' – tabellen 1 en 2). Het bleek dat wijzigingen in de groepssamenstelling nogal wisselende krachtvoeradviezen voor de groep als geheel tot gevolg hadden. Daarom werd eind januari 2007 het systeem verfijnd met een krachtvoeradvies per koe. Omdat individueel verstrekken van natuurgras onmogelijk is, maar de benodigde basisgegevens wel werden geregistreerd, zijn naderhand met terugwerkende kracht tot 20 mei 2007 ook adviezen voor natuurgraskuil berekend.

In het kort was de werkwijze als volgt. Tijdens het stalseizoen werd natuurgraskuil gemengd met het overige ruwvoer verstrekt, waarbij de dagelijkse gift natuurgras los stond van die van het overige ruwvoer. Op basis van de voeropname en melkproductie werd op koppelniveau een voeradvies opgesteld t.a.v. de hoeveelheid natuurgraskuil en krachtvoer in het rantsoen. Deze adviezen zijn zoveel mogelijk opgevolgd, met het oog op het behalen van een maximaal voersaldo.

Voor achtergrondinformatie werden de koeien maandelijks gewogen en hun lichaamscondities gescoord.

### 2.4 Stalseizoen praktijkbedrijf

Voor de stalperiode 2006/07 werd een melkveehouder gezocht die ervaring wilde opdoen met een zelfsturend voeradvies. Uitgangspunt voor dit praktijkbedrijf was registratie van voeropname en melkproductie op basis van de beschikbare managementinformatie. Voor selectie van het bedrijf werden onderstaande criteria geformuleerd.

- Gelegen in het veenweidegebied, bij voorkeur in de regio Zegveld (i.v.m. begeleiding door Praktijkcentrum).
- Voert dagelijks met een voermengwagen met weeginstallatie.
- Beschikt over voldoende natuurgraskuil en is bereid dit aan melkvee te voeren.
- Is bereid om voeradviezen op te volgen, ook als dat een hoog aandeel natuurgras in het rantsoen betekent.
- Is bereid bedrijfs-, dier- en voergegevens (incl. actuele voer- en melkprijzen) te verstrekken.
- Beschikt over internet en e-mail.
- Geen bezwaar tegen openbare rapportage van de bevindingen op zijn bedrijf.
- Staat open voor participatie in communicatieactiviteiten (bijv. bedrijfsrapportage in vakpers).
- Bij voorkeur elektronische melkmeting.
- Krachtvoerregistratie.
- Kan gedisciplineerd en zorgvuldig werken (i.v.m. dataverzameling e.d.).

Op basis van deze criteria werd één bedrijf geselecteerd uit een groep van twaalf geïnteresseerde bedrijven. De belangrijkste kenmerken van dit praktijkbedrijf staan in bijlage 1.

Op het praktijkbedrijf werd natuurgraskuil gemengd met het overige ruwvoer plus een deel van het basiskrachtvoer verstrekt. Daarbij was de opname van natuurgras mede afhankelijk van de opname van het totale voermengsel. Rond het moment dat de koeien begin december 2007 volledig werden opgesteld, is gestart met een wekelijks advies voor het aandeel natuurgras in het rantsoen en de krachtvoergift, voor de koppel melkgevende koeien ('PRKstal06/07' in tabellen 1 en 2).

### 2.5 Weideseizoen Praktijkcentrum Zegveld

Voor dit onderzoek zijn de perioden waarin de koeien naast weidegang gedeeltelijk op stal stonden, tot het weideseizoen gerekend. Gedurende de tijd dat de koeien op stal stonden hebben ze de gelegenheid gekregen om ingekuild natuurgras op te nemen.

De advisering in de weideperiode 2006 op PRC Zegveld had een oriënterend karakter. Omdat er geen praktisch bruikbare methode voorhanden was, werd de drogestofopname uit weidegras ingeschat. Aanvullend werd de grasopbrengst bepaald en de voederwaarde van het weidegras onderzocht.

In 2006 gingen de koeien op 24 april voor het eerst overdag naar buiten. Vanaf dat moment werd natuurgraskuil bijgevoerd, naast een deel 'gewoon' graskuil. Op 11 juni kregen de koeien voor het laatst natuurgraskuil en vanaf 12 juni werd dag en nacht weidegang toegepast. Op 19 juli werd de bijvoeding met natuurgraskuil hervat met circa 1 kg droge stof per koe per dag, rondom het melken. Vanwege de nattigheid werden de koeien vanaf 30 augustus 's nachts opgesteld en kregen ze circa 6 kg droge stof uit natuurgraskuil bijgevoerd. Door de groeizame nazomer werden de koeien pas vanaf 12 november 2006 volledig op stal gehouden (tabel 2).

Onderbreking van het bijvoeren van natuurgras tijdens het weideseizoen is gebeurd op initiatief van de 'veehouder', in dit geval de leiding van PRC Zegveld. Daarbij werd rekening gehouden met beweidingssomstandigheden en de mogelijkheden om natuurgraskuil bij te voeren. Omdat men bij volledige weidegang nauwelijks natuurgras kon bijvoeren, werden in juli en augustus 2006 geen voeradviezen opgesteld. Wel is de benodigde informatie voor het vervolg van de advisering in september vastgelegd.

De voeradviezen werden in eerste instantie berekend voor de hele koppel melkgevende koeien. In het kader van het verder ontwikkelen van het zelfsturend voeradvies bestond van 29 juni t/m 31 oktober 2006 de koppel alleen uit hoogproductieve koeien (tabel 1). Vanaf 1 november zijn de adviezen weer berekend voor het hele koppel melkgevende koeien.

## 2.6 Voedermiddelen

PRC Zegveld en het praktijkbedrijf zorgden op hun eigen wijze voor de voedervoorziening van hun veestapel. 's Zomers werd zoveel mogelijk beweiding toegepast en 's winters bestond het ruwvoer voor 100% uit graskuil, waarvan een deel afkomstig van beheersland. Voor de karakterisering van de voeders werd uitgegaan van bedrijfsmatig uitgevoerd ruwvoeronderzoek.

De gangbare graskuil komt van de eigen bedrijfspercelen. Met het oog op te verwachten kwaliteitsverschillen werd op PRC Zegveld het gras in voorjaar, zomer en herfst meest apart ingekuuld.

Het praktijkbedrijf won zelf natuurgraskuil; PRC Zegveld kocht natuurgras of -graskuil aan. Men hield rekening met eerdere ervaringen met natuurgras om het niet te droog en - als het kan - bij goed weer te winnen, zodat het smakelijk is en de dieren het goed opnemen. De natuurgraskuil werd opgeslagen in ronde, met folie omwikkelde balen of in een rijkuil. Om problemen met broei te voorkomen heeft men voor vervoeding tijdens het weideseizoen natuurgraskuil uit balen gebruikt. Afhankelijk van de opslagcapaciteit lag de overige natuurgraskuil ook in balen of in een rijkuil opgeslagen.

De natuurgraskuil was afkomstig van percelen waarop *weidevogelbeheer* wordt toegepast. Het betreft percelen beheersland die al 25-30 jaar als reservaatgebied zijn beheerd. De maaidatum van de eerste snede heeft in deze periode steeds tussen 1 en 15 juni gelegen. Er wordt geen kunstmest toegediend en pas de laatste jaren is er een hoeveelheid organische mest (veelal stalmest) na de eerste snede gegeven. De ontwatering van de percelen is max. 30 cm onder maaiveld. Op beide bedrijven gebruikte men vooral eerste snede beheerskuil van 2005 en 2006 (maaidatum begin of half juni). Op PRC Zegveld werd dit aangevuld met tweede snede beheerskuil 2005 en op het praktijkbedrijf met tweede en derde snede beheerskuil 2006.

Uit veldschattingen in 2004 op vergelijkbare percelen bleek dat er op het beheersgrasland minder (landbouwkundig) goede - en voor een deel ook andere - grassoorten voorkwamen dan op het gangbare grasland van Praktijkcentrum Zegveld (Van Duinkerken et al, 2005). Toen stond er bijna 30% minder Engels raaigras en ruim 20% meer gestreepte witbol op het beheersland. Ook kwamen op het beheersgrasland acht kruidensoorten voor die niet in het gangbare grasland zijn waargenomen. Met 22 soorten was echter de verscheidenheid aan kruiden in het gangbare grasland van PRC Zegveld het grootst.

Op PRC Zegveld werd het ruwvoer hoofdzakelijk aangevuld met mengvoeders. Op het praktijkbedrijf zaten ook enkelvoudige droge - en vochtrijke krachtvoeders in het basisrantsoen, waardoor minder aanvullend mengvoer werd verstrekt dan op het Praktijkcentrum.

De samenstelling en voederwaarde van de graskuilen op PRC Zegveld staan weergegeven in de tabellen 3 en 4. De gegevens van de belangrijkste graskuilen op het praktijkbedrijf staan in tabel 5.

## Praktijkcentrum Zegveld

**Tabel 3** Gevoerde partijen in 2005/06 op Praktijkcentrum Zegveld: partijenmerken, chemische- en minerale samenstelling en voederwaarde graskuil, tenzij anders aangegeven uitgedrukt in g/kg droge stof; analyse door Blgg

	Gangbare graskuil				Beheerskuil <sup>1)</sup>
	A	B	C	D	A
Maaidatum	15-5-05	15-5-05	3-5-05	3-5-05	15-6-05
Oppervlakte (ha)	20	20	15	8	10
Opbrengst (t ds/ha)	5,0	5,5	4,5	3,1	4,5
<i>Gevoerd</i>					
- van	1-12-05	1-10-05	29-1-06	29-12-06	18-4-06
- t/m	6-1-06	30-11-05	27-4-06	20-2-07	11-6-06
<i>Chemische samenstelling</i>					
Droge stofgehalte (g/kg)	349	420	354	324	428
Ruw eiwit (excl. NH <sub>3</sub> -N)	136	146	159	159	102
Ruwe celstof	243	237	236	239	305
Ruw vet	29	27	33	34	-
Ruw as	85	84	96	101	78
Suiker	121	134	89	72	99
NDF	473	467	470	472	595
VC-NDF <sup>2)</sup> (%)	67,2	66,4	72,3	72,2	50,1
ADF	274	267	267	270	341
ADL	25	24	21	21	42
VC-OS <sup>3)</sup> (%)	75,2	77,8	77,4	77,4	63,8
NH <sub>3</sub> (%)	12	9	11	13	8
pH (dimensieloos)	4,6	4,8	4,5	4,5	4,6
<i>Mineralen</i>					
P	3,9	3,7	4,6	4,3	2,9
K	38	36	41	41	15
Ca	4,7	5,2	5,4	5,5	5,8
Na	1,4	1,5	1,4	1,4	3,6
Mg	2,3	2,5	2,5	2,5	2,6
<i>Voederwaarde</i>					
VEM (/kg ds)	880	914	910	907	722
DVE <sup>4)</sup>	65	75	71	68	42
OEB	21	17	43	49	-4
FOS	571	607	578	568	477

<sup>1)</sup> Geen analyse in 2005; gegevens analyse 2004 ter indicatie van verschillen t.o.v. 'gangbaar'

<sup>2)</sup> VC-NDF (%) verteringscoëfficiënt NDF

<sup>3)</sup> VC-OS (%) verteringscoëfficiënt organische stof *in vitro* (Tilley en Terry, 1963)

<sup>4)</sup> Volgens DVE-systeem 1991

**Tabel 4** Gevoerde partijen in 2006/07 op Praktijkcentrum Zegveld: partijenmerken, chemische- en minerale samenstelling en voederwaarde graskuil, tenzij anders aangegeven uitgedrukt in g/kg droge stof; analyse door Blgg

	Gangbare graskuil			Beheersgraskuil	
	A	B	C	A <sup>1)</sup>	B
Maaidatum	15-5-06	1-6-06	15-8-06	1-6-06	19-6-06
Oppervlakte (ha)	15	16	50	6	10
Opbrengst (t ds/ha)	3,3	3,6	1,7	3,0	3,5
<i>Gevoerd</i>					
- van	21-2-07	28-9-06	9-3-07	29-12-06	28-9-06
- t/m	11-4-07	28-12-06	19-5-07	19-5-07	28-12-06
<i>Chemische samenstelling</i>					
Droge stofgehalte (g/kg)	359	462	365	-	458
Ruw eiwit (excl. NH <sub>3</sub> -N)	162	174	184	-	107
Ruwe celstof	254	248	261	-	310
Ruw vet	38	34	39	-	24
Ruw as	94	101	129	-	59
Suiker	60	77	17	-	68
NDF	509	517	526	-	631
VC-NDF <sup>2)</sup> (%)	69,9	63,2	-	-	-
ADF	291	285	302	-	369
ADL	25	28	31	-	48
VC-OS <sup>3)</sup> (%)	75,6	70,9	64,4	-	62,4
NH <sub>3</sub> (%)	9	8	15	-	9
pH (dimensieloos)	4,8	4,9	4,8	-	4,8
<i>Mineralen</i>					
P	3,7	3,6	-	-	-
K	38	36	-	-	-
Ca	5,5	6,0	-	-	-
Na	1,5	1,5	-	-	-
Mg	2,3	2,5	-	-	-
<i>Voederwaarde</i>					
VEM (/kg ds)	894	813	715	-	709
DVE <sup>4)</sup>	68	69	52	-	47
OEB	43	46	87	-	-4
FOS	560	523	418	-	498

<sup>1)</sup> Partij was niet apart geanalyseerd; bij vervoederen is uitgegaan van de samenstelling van partij B

<sup>2)</sup> VC-NDF (%) verteringscoëfficiënt NDF

<sup>3)</sup> VC-OS (%) verteringscoëfficiënt organische stof *in vitro* (Tilley en Terry, 1963)

<sup>4)</sup> Volgens DVE-systeem 1991

In 2006 was de opbrengst van de beheersgraskuil vergelijkbaar met die van op 15 mei en 1 juni gemaaide 'gangbare' percelen. Het latere maaitijdstip heeft geresulteerd in een celwandrijke en eiwitarme beheerskuil. VEM, DVE en OEB waren aanzienlijk lager dan van de gangbare graskuil, m.u.v. van partij C, die door een tekort aan goed verteerbare koolhydraten een relatief lage VEM en een hoge OEB had.

De voervolgorde van de verschillende partijen werd afgestemd op het productieniveau van de koeien en de voederwaarde van andere voerpartijen op dat moment. Soms werd gelijktijdig van meer dan één partij gangbare – en natuurgraskuil gevoerd. Bij alleen overdag weiden kregen de koeien 's nachts naast natuurgraskuil gangbare zomer- of herfstkuil.



**Praktijkbedrijf****Tabel 5** Samenstelling en voederwaarde graskuil 2006 op praktijkbedrijf uitgedrukt in g/kg droge stof, tenzij anders aangegeven; analyse door Bgg

	Gangbare graskuil		Beheersgraskuil	
	A	B	A	B
<i>Chemische samenstelling</i>				
Droge stofgehalte (g/kg)	479	571	495	491
Ruw eiwit (excl. NH <sub>3</sub> -N)	156	150	97	133
Ruwe celstof	277	275	291	275
Ruw vet	32	31	23	21
Ruw as	92	94	81	136
Suiker	91	99	87	42
NDF	530	562	568	564
ADF	303	308	341	339
ADL	28	31	42	45
VC-OS (%)	75,4 <sup>1)</sup>	72,9 <sup>1)</sup>	63,5 <sup>2)</sup>	54,4 <sup>2)</sup>
NH <sub>3</sub> (%)	7	6	5	11
<i>Mineralen</i>				
P	3,7	3,6	2,8	-
K	38	38	16	-
Ca	4,0	5,2	6,0	-
Na	1,3	1,4	2,7	-
Mg	2,0	2,2	2,4	-
<i>Voederwaarde</i>				
VEM (/kg ds)	875	837	708	553
DVE <sup>3)</sup>	75	75	43	34
OEB	23	12	-15	35
FOS	582	565	489	352

<sup>1)</sup> VC-OS (%) verteringscoëfficiënt organische stof met 'Nabij Infrarood Reflectie Spectrometer' (NIRS)

<sup>2)</sup> VC-OS (%) verteringscoëfficiënt organische stof *in vitro* (Tilley en Terry, 1963)

<sup>3)</sup> Volgens DVE-systeem 1991

Op het praktijkbedrijf werden verschillende sneden over elkaar gekuild. Latere sneden beheerskuil werden ook over de eerste snede gekuild. Voor de analyse zijn de bovenste en onderste helft van de silo's apart bemonsterd. In principe werd bij het vervoederen een dwarsdoorsnede uit de silo 'gehapt'.

Op PRC Zegveld werd tijdens de weideperiode van 2006 het weidegras eenmaal per week bemonsterd voor voederwaardeanalyse. De gegevens over de samenstelling en voederwaarde van het verse gras staan in tabel 6.

**Tabel 6** Chemische – en minerale samenstelling en voederwaarde vers gras 2006 op Praktijkcentrum Zegveld uitgedrukt in g/kg droge stof, tenzij anders aangegeven; analyse door Blgg

	Mei	Juni	Juli	Augustus	September	Oktober	Gemiddeld
Aantal monsters	5	5	5	4	3	5	27
<i>Chemische samenstelling</i>							
DS (g/kg)	159	172	215	148	140	133	163
Ruw eiwit	223	191	200	252	227	260	224
Ruwe celstof	214	230	230	231	234	227	227
Ruw as	99	99	105	109	114	115	106
Suiker	127	132	103	62	61	53	93
VC-OS (%) <sup>1)</sup>	83,6	80,2	78,1	78,6	78,5	80,4	80,0
<i>Mineralen</i>							
P	4,5	3,3	3,1	3,7	4,8	4,7	4,0
K	40	33	35	40	44	42	38
Ca	4,8	5,8	6,7	4,9	6,0	5,0	5,5
Na	1,0	1,9	1,7	1,3	1,7	1,7	1,5
Mg	2,3	2,1	2,4	2,4	2,8	2,5	2,4
Mn (mg/kg DS)	103	137	167	171	120	87	130
Zn (mg/kg DS)	47	44	36	44	45	41	43
Fe (mg/kg DS)	129	116	147	148	143	161	140
Zwavel	3,8	4,6	5,8	6,1	6,7	5,6	5,3
<i>Voederwaarde</i>							
VEM (/kg ds)	1011	953	920	935	925	957	953
DVE <sup>2)</sup>	104	95	93	100	98	103	99
OEB	52	26	35	78	55	82	54

<sup>1)</sup> VC-OS (%) verteringscoëfficiënt organische stof met 'Nabij Infrarood Reflectie Spectrometer' (NIRS)

<sup>2)</sup> Volgens DVE-systeem 1991

Uit tabel 6 blijkt dat ten opzichte van het jaargemiddelde op PRC Zegveld de verteerbaarheid, de VEM en de DVE van weidegras in mei en oktober 2006 relatief hoog waren. Verder was in oktober de OEB het hoogst en het drogestofgehalte het laagst. In de droge julimaand lag het drogestofgehalte ruim boven de 20% en waren verteerbaarheid, VEM en DVE het laagst, wat kan wijzen op een groeidepressie van het gras.

In tabel 7 staat de grasopbrengst bij inscharen die bepaald is door stroken uit te maaien. In mei en juni 2006 werd dit één keer per maand uitgevoerd. Daarna als onderdeel van ander onderzoek vier tot acht keer per maand. Doorgaans is het streven om bij 1700 kg droge stof per ha in te scharen. Aan het begin van het seizoen waren de opbrengsten wat lager om vroeg van het weidegras te kunnen profiteren. In oktober was de opbrengst door een afnemende groeisnelheid lager. Tussendoor was de grasopbrengst soms hoger of lager dan 1700 kg droge stof per ha, wat te maken heeft met de groeiomstandigheden (droogte in juli) en de beweidingmogelijkheden (veel neerslag in augustus). Ook kan bij herhaalde beweiding een deel van de weiderest van de voorafgaande beweiding deel uitmaken van het grasaanbod. Hoewel de gegevens niet steeds op dezelfde percelen betrekking hebben, komt in grote lijn de VEM in tabel 6 overeen met het niveau van de grasopbrengst in tabel 7.

**Tabel 7** Grasopbrengst bij inscharen op Praktijkcentrum Zegveld (na)zomer 2006

Tijdstip	Droge stof (kg/ha)	Aantal percelen
Begin mei	1549	1
Begin juni	2105	1
1 <sup>e</sup> helft juli	2090	4
1 <sup>e</sup> helft augustus	1410	4
2 <sup>e</sup> helft augustus	1632	4
2 <sup>e</sup> helft september	1823	4
1 <sup>e</sup> helft oktober	1290	4

## 2.7 Metingen en waarnemingen

### 2.7.1 Voeropname

Op PRC Zegveld is de voeropname dagelijks bepaald. De opname van geconserveerd ruwvoer werd op koppelniveau vastgelegd en de krachtvoeropname per koe. Tweemaal per week heeft men van graskuil representatieve duplomonsters genomen. Deze monsters werden gebruikt voor de drogestofbepaling voor vaststelling van afzonderlijke ruwvoergiften én voor berekening van het drogestofgehalte van ruwvoermengsels. Daarbij is gestreefd naar een ruwvoergift die overeenstemt met de dagelijkse opname van het koppel. Zodoende werd de hoeveelheid rest geminimaliseerd en is een reëel beeld van de drogestofopname verkregen. De gemiddelde voeropname per koe per dag werd berekend door de opname van de groep te delen door het aantal dieren in de groep.

Op het praktijkbedrijf heeft men bij het vullen van de voermengwagen de hoeveelheid van de verschillende ruwvoerders en enkelvoudige krachtvoerders geregistreerd. Met behulp van het drogestofgehalte van de voerpartijen zijn de kilogrammen droge stof per product in het mengsel berekend, zoals van natuurgraskuil. Op beide bedrijven zijn dagelijks per koe de krachtvoergiften en –resten door de krachtvoercomputer vastgelegd. Bij beweiding op PRC Zegveld werd een inschatting van de grasopname in kilo's droge stof per koe per dag gemaakt. Als achtergrondinformatie diende daarbij de grasopbrengst bij inscharen in een nieuw perceel (gegevens in tabel 7).

### 2.7.2 Melkproductie en melksamenstelling

De koeien werden tweemaal per dag gemolken, waarbij de melkgift automatisch is geregistreerd. Op koppelniveau werd de productie berekend door de individuele melkgiften te sommeren en te delen door het aantal dieren. De vet-, eiwit- en ureumgehalten in de melk zijn overgenomen van de melkafleveringen. In perioden waarin niet alle melkgevende koeien in één koppel zaten, werden de gehalten per koppel berekend uit de individuele gehalten van de driewekelijkse melkcontrole.

### 2.7.3 Lichaamsgewicht en conditiescore

Op PRC Zegveld werd maandelijks op een vaste dag van elke koe in het koppel het lichaamsgewicht vastgelegd. Aanvullend scoorde een vast persoon van PRC Zegveld met dezelfde frequentie van elke koe in het koppel de conditie.

Op het praktijkbedrijf werd door een vast persoon van PRC Zegveld op 20 december 2006 en op 15 februari en 12 april 2007 de conditie van de koeien in de koppel 'PRKstal06/07' bepaald.

### 3 Resultaten

In paragraaf 3.1 beschrijven we de algemene resultaten van de veestapel, zoals voeropname, productie en gewicht. We geven in paragraaf 3.2 de parameterschattingen van het dynamische model en we lichten de adviesberekening gebaseerd op economische uitgangspunten toe.

#### 3.1 Resultaten per groep/periode

##### 3.1.1 Stalseizoen Praktijkcentrum Zegveld

Op Praktijkcentrum Zegveld werd ervaring opgedaan met het zelfsturend voeradvies op basis van registratie van voeropname en melkproductie met een bedrijfsmanagementsysteem. Het onderzoek besloeg twee (delen van) stalperioden en twee (delen van) weideperioden. Voor de rapportage zijn voor PRC Zegveld drie groepen omschreven (zie tabel 1).

In tabel 8 staat de gemiddelde rantsoensamenstelling van de verschillende groepen op PRC Zegveld. 'ZVstal-weide06' en 'ZVstal-weide06/07' zijn de melkgevende groepen in twee opeenvolgende stalperioden plus de overgang naar de weide. In groep 'ZVweide06' zitten de hoogproductieve koeien tijdens de weideperiode van 2006.

**Tabel 8** Gemiddelde voeropname per groep op Praktijkcentrum Zegveld (kg ds per koe per dag).  
Voor omschrijving groepen zie tabel 1

Opname	ZVstal-weide06	ZVweide06	ZVstal-weide06/07
Totaal voeropname	21,0	20,8	21,5
<i>Ruwvoer</i>	13,0	13,7	13,2
- graskuil gangbaar	7,6	1,1	9,2
- weidegras	4,3	10,4	2,3
- natuurgraskuil	1,1	2,2	1,7
<i>Krachtvoer</i>	8,0	7,1	8,3
- mengvoer	8,0	7,1	6,8
- Nutex	-	-	1,5
Aandeel ruwvoer (%)	62	66	61
Aantal koeien	67	41	80

Op PRC Zegveld was bij alle groepen de totale voeropname circa 21 kg droge stof per koe per dag. Daarvan was ruim 60% ruwvoer. Door relatief lange (overgang)perioden met beweiding bestond het ruwvoer van 'ZVstal-weide06' voor ruim 4 – en van 'ZVstal-weide06/07' voor ruim 2 kg droge stof uit weidegras. Mede afhankelijk van de voeradviezen bestond een deel van het overige ruwvoer uit natuurgraskuil, in beide stalperioden circa 15%. In stalperiode 2006/07 werd naast standaard mengvoer 'Nutex' gevoerd om de vetzuursamenstelling in de melk te beïnvloeden.

Tabel 9 geeft een overzicht van de gemiddelde melkproductie op PRC Zegveld. De indeling in de productiegroepen is conform die bij de voeropname (tabel 8). De gehalten in de melk van 'ZVstal-weide06/07' zijn gebaseerd op de melkaflevering aan de fabriek (alle melkgevende koeien). In beide andere groepen zat maar een deel van de melkgevende koeien. Die gehalten zijn daarom berekend uit de melkproductieregistratie.

**Tabel 9** Gemiddelde melkproductieresultaten per groep op Praktijkcentrum Zegveld

Productie	ZVstal-weide06	ZVweide06	ZVstal-weide06/07
Melk (kg)	31,3	30,0	31,8
Vet (%)	4,22	3,97	4,03
Eiwit (%)	3,44	3,33	3,37
FPCM (kg)	32,3	29,9	32,0
Ureum (mg/100 g)	24	30	26
Aantal koeien	67	41	80
Lactatienummer	3,1	3,3	3,1
Dagen in lactatie	166	145	158

In tabel 10 staat het gemiddelde lichaamsgewicht en de conditiescore van de koeien op PRC Zegveld. Daarbij is uitgegaan van de eerder genoemde productiegroepen (tabellen 8 en 9).

De verschillen in lichaamsgewicht en conditiescore waren gering. Groep 'ZVweide06' (weideperiode 2006) was gemiddeld het zwaarst en had gemiddeld de laagste conditiescore. De verschillen kunnen mede het gevolg zijn van ongelijke aantallen koeien en een verschillend lactatiestadium per groep.

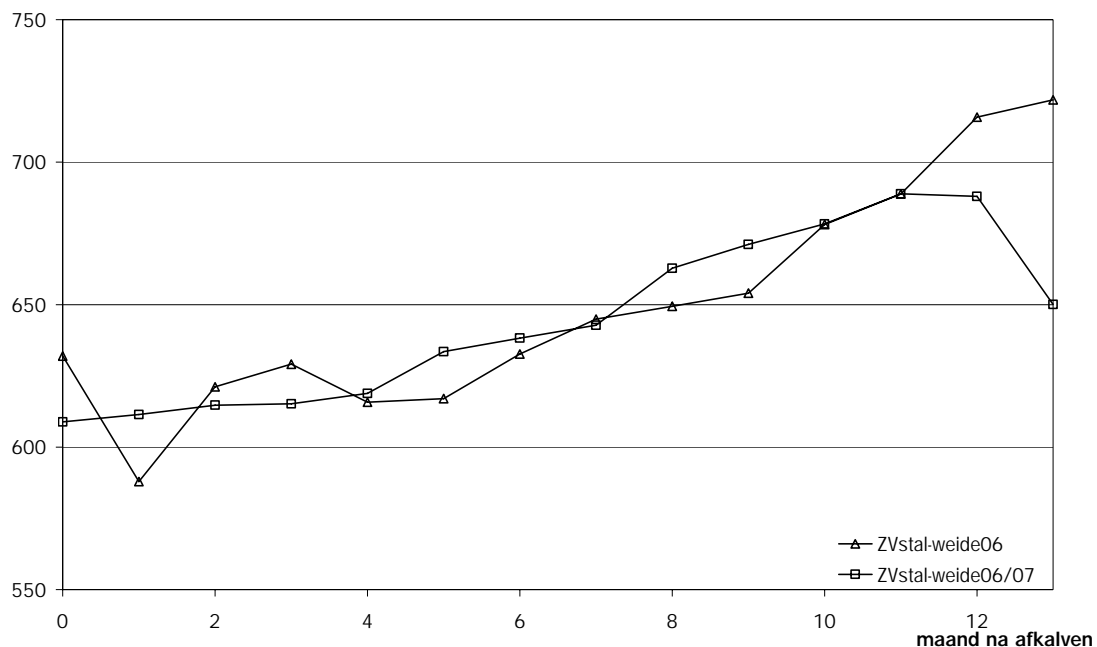
**Tabel 10** Gemiddelde lichaamsgewicht en conditiescore per groep op Praktijkcentrum Zegveld

	ZVstal-weide06	ZVweide06	ZVstal-weide06/07
Gewicht (kg)	636	642	634
Conditiescore	2,8	2,7	2,8

Figuur 2 geeft het lichaamsgewicht van 'ZVstal-weide06' en 'ZVstal-weide06/07' weer. Dat waren de grootste groepen met de meeste wegingen. Variatie in het gemiddelde diergewicht per groep kan mede het gevolg zijn van verschillende aantallen koeien per 'maand na afkalven'.

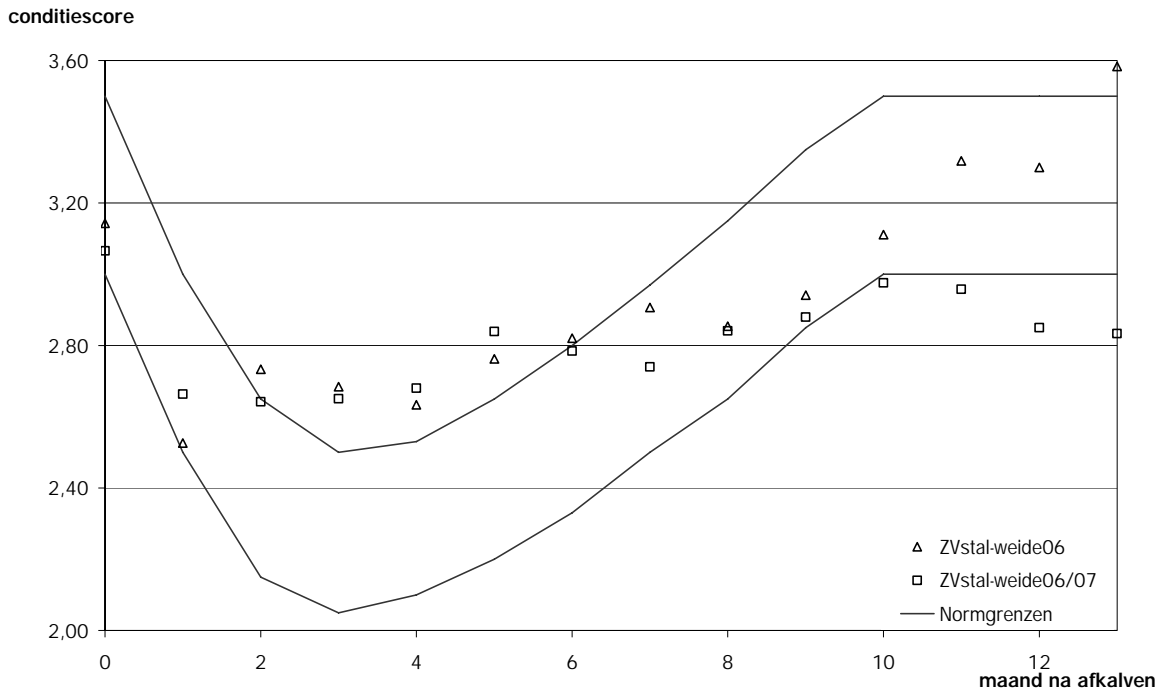
**Figuur 2** Lichaamsgewicht (kg) van twee groepen koeien op PRC Zegveld in relatie tot het lactatiestadium

lichaamsgewicht



Figuur 3 geeft conditiescores van twee groepen op PRC Zegveld weer, vergelijkbaar met de lichaamsgewichten in figuur 2. Daarnaast is de normatieve conditie in relatie tot het lactatiestadium ingetekend. In grote lijnen heeft het verloop van de conditie van de koeien hetzelfde verloop als de gewichten in figuur 2.

**Figuur 3** Conditiescore van twee groepen koeien op PRC Zegveld in relatie tot het lactatiestadium



### 3.1.2 Stalseizoen praktijkbedrijf

In tabel 11 staat de gemiddelde rantsoensamenstelling van de melkgevende koeien op het praktijkbedrijf. Het betreft de periode van 1 december 2006 t/m 7 april 2007 waarin wekelijks een advies voor de hoeveelheid natuurgras en krachtvoer werd berekend.

**Tabel 11** Gemiddelde voeropname op het praktijkbedrijf gedurende het stalseizoen 2006/07 (kg DS per koe per dag)

Opname	PRKstal06/07
Totaal voeropname	20,0
<i>Ruwvoer</i>	10,2
- Graskuil gangbaar	9,4
- Natuurgraskuil	0,8
<i>Krachtvoer</i>	9,8
- Mengvoer	5,6
- Vochtrijk krachtvoeder	4,0
- Enkelvoudig droog	0,2
Aandeel ruwvoer (%)	51
Aantal koeien	102

De totale voeropname was gemiddeld 20 kg droge stof per koe per dag. Daarvan was iets minder dan de helft krachtvoer. Het krachtvoer bestond voor 40% uit krachtvoervangers, zoals aardappelzetmeel, vers maïsglutenvoer en bietenperspulp. Krachtvoervangers werden gemengd door het ruwvoer verstrekt, waardoor het niet mogelijk was om er bij het voeradvies rekening mee te houden.

Het ruwvoer bestond voor gemiddeld 8% uit natuurgraskuil. Dat is relatief weinig, wat mede werd veroorzaakt door de negatieve wekelijkse adviezen ten aanzien van natuurgraskuil in het rantsoen. Door natuurgraskuil in een voermengwagen te mengen met het overige ruwvoer en met krachtvoervangers werd in eerste instantie geen goede schatting van het voersaldo verkregen.

Als gevolg daarvan heeft op het praktijkbedrijf de nadruk meer gelegen op het verhogen van de mengvoergifft via de krachtvoerautomaat dan op het verhogen van het aandeel natuurgras.

Tabel 12 geeft een overzicht van de gemiddelde melkproductie in de stalperiode. Gemiddeld waren er 97 melkgevende koeien, hetgeen betekent dat 5% van de koeien in de groep waarvan de voeropname is bepaald, op dat moment geen melk gaf.

**Tabel 12** Gemiddelde melkproductieresultaten op het praktijkbedrijf gedurende het stalseizoen 2006/07

Productie	PRKstal06/07
Melk (kg)	25,0
Vet (%)	4,62
Eiwit (%)	3,74
FPCM (kg)	27,4
Aantal koeien	97

In tabel 13 staan de gemiddelde conditiescores op drie momenten in de onderzoeksperiode.

**Tabel 13** Conditiescore op het praktijkbedrijf in het stalseizoen 2006/07

Datum	Gem. score	Aantal score 2	Aantal score 4
20 december 2006	2,7	6	0
15 februari 2007	3,0	2	4
12 april 2007	3,0	1	3

### 3.1.3 Weideseizoen Praktijkcentrum Zegveld

In tabel 8 (par. 3.1.1) staat de gemiddelde voeropname van de melkgevende groep 'ZVweide06' in de weideperiode van 2006. De ruwvoeropname lag ruim boven die van de gehele melkgevende koppel in de beide stalperiodes.

Bij de groep 'ZVweide06' bestond tweederde deel van het bijgevoerde ruwvoer uit natuurgraskuil. Door een relatief lange overgang van de weide naar de stal was er volop gelegenheid om natuurgraskuil bij te voeren, mede op grond van een 'positief voeradvies'. Bovendien past ruwe celstofrijke – en eiwitarme natuurgraskuil (tabel 4) uitstekend naast goed verteerbaar en eiwitrijk najaarsgras, dat bovendien veel water bevat (tabel 6).

In tabel 9 (par. 3.1.1) staat de gemiddelde melkproductie van de melkgevende groep 'ZVweide06' in de weideperiode van 2006. In vergelijking met de voorafgaande stalperiode (ook zonder Nutex) was de melkgifft laag, mede omdat de groep 'ZVweide06' gemiddeld minder ver in lactatie was. Verder had deze groep een relatief laag vetgehalte en een relatief hoog ureumgehalte, hetgeen past bij een weiderantsoen.

Lichaamsgewicht en conditiescore van de koeien in de weideperiode staan in tabel 10 (par. 3.1.1). In vergelijking met de stalperiodes waren de verschillen gering.

## 3.2 Effecten volgens zelfsturend voeradvies

### 3.2.1 Effect van natuurgras en krachtvoer op melkproductie en voeropname

Wekelijks zijn schattingen van de effecten van krachtvoer en natuurgras op melkproductie en voeropname gemaakt en deze dienden als basis voor de wekelijkse adviesberekening. De eindschattingen voor de parameters van het opname en melkproductiemodel (zie paragraaf 2.2.1) staan per groep in tabel 14. Dit zijn de schattingen aan het eind van de periodes, zoals vermeld in tabel 1. In deze schattingen is alle informatie van de voorgaande periode verwerkt.

**Tabel 14** Parameterschattingen (per koe per dag) van het opname- en melkproductiemodel

	Ruwvoeropname (kg ds)			Melkproductie (kg)			
	Effect van			krachtvoer		natuurgras	
	intercept	krachtvoer	natuurgras	intercept	lineair	kwadratisch	lineair
	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$c_0$	$c_1$	$c_2$	$c_3$
<i>PRC Zegveld</i>							
ZVstal-weide06	16,9	- 0,45	- 0,84	25,1	0,95	- 0,029	- 0,00
ZVweide06	18,6	- 0,38	- 0,93	24,2	1,28	- 0,032	- 0,04
ZVstal-weide06/07	16,0	- 0,27	- 0,76	24,2	0,80	- 0,015	- 0,11
<i>Praktijkbedrijf</i>							
PRKstal06/07	16,9	- 0,47	- 1,00	20,8	1,02	- 0,022	- 0,03

Het intercept voor ruwvoeropname is de voorspelling van de ruwvoeropname wanneer geen krachtvoer en natuurgras wordt verstrekt. Daarnaast is de verdringing van ruwvoer per kg krachtvoer en per kg natuurgras weergegeven. Het intercept voor de melkproductie is de verwachte productie wanneer geen natuurgras en krachtvoer wordt gegeven. De respons in melkproductie op krachtvoer is positief, maar neemt af naarmate er meer krachtvoer wordt gevoerd. De respons in melkproductie op natuurgras is licht negatief en is binnen de gevoerde hoeveelheden lineair verondersteld.

Als voorbeeld berekenen we de ruwvoeropname (Rv) en melkproductie (M) per koe per dag voor ZVweide06 bij een krachtvoergift van 10 kg en een natuurgras opname van 3 kg ds:

$$Rv = 18,6 - 0,38 \times 10 - 0,93 \times 3 = 12,01 \text{ kg ds}$$

$$M = 24,2 + 1,28 \times 10 - 0,032 \times 10^2 - 0,04 \times 3 = 33,68 \text{ kg melk}$$

Merk op dat zonder natuurgras de verwachte ruwvoeropname 2,79 kg ds hoger is. De totale ruwvoeropname inclusief natuurgras is 15,01 kg ds, wat 0,21 kg ds per koe per dag hoger is dan wanneer het zonder natuurgras is. Zonder natuurgras is de verwachte melkproductie 0,12 kg hoger.

### 3.2.2 Voeradviezen voor natuurgras en krachtvoer

Wekelijks is op basis van de geschatte parameters een advies berekend, gebaseerd op economische uitgangspunten (zie vergelijkingen (4) en (5)). In tabel 15 staan de resultaten van de adviesberekening voor de parameterschattingen in tabel 14. Dit geeft de situatie aan het eind van de betreffende periodes weer. In deze adviezen is alle informatie van de voorgaande periode verwerkt.

**Tabel 15** Prijzen van melk en krachtvoer (€ per kg), ruwvoer (€ per kg ds), optimale krachtvoergift (kg) en effect van natuurgras op voersaldo per groep/periode

	Prijzen				Advies krachtvoer	Effect natuurgras (€/kg ds)
	melk	ruwvoer	krachtvoer	natuurgras		
	$P_m$	$P_r$	$P_k$	$P_n$	$Kv_{Opt}$	
<i>Praktijkcentrum Zegveld</i>						
ZVstal-weide06	0,270	0,09	0,131	0,06	10,6	0,016
ZVweide06	0,344	0,08	0,138	0,06	15,2	0,003
ZVstal-weide06/07	0,284	0,12	0,178	0,06	9,6	- 0,000
<i>Praktijkbedrijf</i>						
PRKstal06/07	0,307	0,10	0,150	0,06	13,0	0,031

In de eerste 4 kolommen staan de prijzen. De melkprijs is gebaseerd op de meest actuele gegevens over de melksamenstelling. Voor de voerprijzen is uitgegaan van de actuele marktprijzen voor aan- of verkoop.



Wanneer een mengsel is verstrekt voor ruwvoer (incl. bijproducten) of krachtvoer is een gewogen prijs berekend, uitgaande van de afzonderlijke prijzen van de verschillende componenten.

Het advies voor krachtvoer is de optimale krachtvoergift; dat is de gift waarbij het voersaldo – melkopbrengst minus voerkosten – maximaal is. Het advies voor natuurgras is het effect op het voersaldo per kg droge stof natuurgras. Het effect van natuurgras op het voersaldo varieerde van geen tot een gering positief effect, ondanks het feit dat natuurgras in de regel een gering negatief effect op de melkproductie heeft (zie kolom  $c_3$  in tabel 14).

Door het goedkope natuurgras wordt het relatief duurdere ruwvoer in voldoende mate verdrongen, zodat het uiteindelijke effect op het voersaldo meestal positief is.

Een positief resultaat van 0 tot 3 eurocent per kg ds natuurgraskuil per koe per dag in de onderzochte situaties, laat zien dat het economisch voordeel gering is. Voor een bedrijf met 80 koeien dat gedurende 200 dagen 1,5 kg ds natuurgraskuil voert bedraagt het totale voordeel per jaar € 0 tot € 720,-. Het economisch voordeel neemt toe naarmate de prijs van natuurgraskuil daalt en/of de prijs van het basisruwvoer stijgt. Verder neemt het voordeel toe bij een lagere melkprijs en/of een hogere verdringing van ruwvoer door natuurgras.

## 4 Evaluatie en praktijktoepassing

Bij de berekening van het dynamisch voeradvies (par. 2.2.2) is een aantal producten genoemd die daarbij een rol kunnen spelen. Behalve natuurgraskuil zijn dat (vaak meer soorten) krachtvoer, krachtvoervangers (bijproducten) en verschillende ruwvoerders. Daarnaast spelen er omstandigheden mee zoals het wel of niet kunnen bijvoeren van ruwvoer en (meer) krachtvoer.

### 4.1 Praktijkervaringen

#### 4.1.1 Praktijkcentrum Zegveld

Door aanzienlijke verschillen in voederwaarde van weidegras (tabel 6) in vergelijking met graskuil (tabel 3 t/m 5) en verschillen in ruwvoeropname (tabel 8), zijn de VEM- en DVE-opname in perioden met beweiding doorgaans hoger dan wanneer de koeien volledig op stal staan. Daarom past (ruwe celstofrijke en eiwitarme) natuurgraskuil voedertecnisch goed in perioden met beweiding. Wanneer de opname van het andere voer relatief hoog is, is er dus voldoende 'ruimte' voor natuurgras in het rantsoen, uiteraard mits dat qua prijsverhouding tussen natuurgraskuil en de overige voeders aantrekkelijk is.

Op PRC Zegveld waren in de stalperiode de ervaringen met natuurgraskuil naast een matige kwaliteit *zomerkuil* minder positief. Uit berekeningen bleek dat 1 á 2 kg droge stof natuurgraskuil bij gebruik van 3 kg ds zomerkuil dan circa 1 kg melk kostte, wat verklaarbaar is gezien de relatief lage VEM in de zomerkuil. Een positief punt daarbij kan zijn dat, op grond van verschillen in ruw eiwitgehalte, we mogen aannemen dat natuurgraskuil melkureumverlagend werkt.

Verder was op PRC Zegveld de ervaring dat bij sterke wisselingen in het rantsoen (andere partij ruwvoer, overgang van stal naar weide, veranderende weersomstandigheden enz.) de koeien eerst een duidelijke reactie in de melkproductie moeten laten zien voordat het dynamisch voeradvies op deze wisselingen reageert. Bij een wekelijks advies betekent dat, afhankelijk van het moment waarop wisselingen in het rantsoen optreden, een vertraging van 1 à 2 weken. Hetzelfde geldt voor een stijgende of dalende melkgift aan het begin en aan het eind van de lactatie. Men ervaart het opvolgen van krachtvoeradviezen dan als het tijdelijk 'te weinig' of 'te veel' krachtvoer verstrekken. Een en ander betekent dat er enerzijds actuele (productie)gegevens moeten worden gebruikt en dat het anderzijds wenselijk is de voeradviezen op te volgen en qua rantsoen zo min mogelijk vooruit te lopen op eventuele wisselingen die zich voordoen.

#### 4.1.2 Praktijkbedrijf

Op het praktijkbedrijf was gedurende de stalperiode het wekelijkse advies voor natuurgraskuil 'negatief'. Door natuurgraskuil in een voermengwagen te mengen met overige ruwvoer en krachtvoervangers, werd toen geen goede schatting van het voersaldo verkregen. Volgens de veehouder werd er meer mengvoer geadviseerd en gevoerd dan in de vorige stalperiode. Hij is ook van mening dat door de gewijzigde ruwvoer/krachtvoer-verhouding de melkproductie is gestegen en het vetgehalte is gedaald. Een praktisch gevolg was dat er minder natuurgraskuil is gevoerd dan gebruikelijk was, waardoor aan het eind van het seizoen een deel van de natuurgraskuil overbleef. Op grond van de verdeling van gangbaar grasland en natuurland zal de volgende stalperiode weer meer natuurgraskuil worden gevoerd of moet de veehouder zijn areaal natuurland heroverwegen. Gezien het achteraf berekende positieve effect van natuurgras op het voersaldo (3 eurocent per kg ds natuurgraskuil per koe per dag), was er ook in de afgelopen stalperiode meer ruimte voor natuurgras in het rantsoen. De veehouder zou gezien vanuit de 'structuurbehoefte' van de koeien, ook graag meer natuurgraskuil willen voeren dan in de onderzochte stalperiode het geval was. Volgens de veehouder is, om het effect van de voeradviezen op de resultaten van de koeien snel te kunnen zien, het noodzakelijk dat een strak schema voor het aanleveren van managementinformatie, het berekenen van het voeradvies en het aanpassen van het rantsoen wordt gehanteerd. Verdere automatisering is daarbij gewenst.

### 4.2 Advisering

Volgens het zelfsturend voeradvies was er op PRC Zegveld tijdens volledige beweiding een positief advies voor het bijvoeren van natuurgraskuil. Er was echter onvoldoende mogelijkheid om dat in de praktijk ook te realiseren.

Hetzelfde geldt voor de krachtvoeradviesing tijdens volledige beweiding. Er werd meer krachtvoer geadviseerd dan de koeien tijdens het melken konden opnemen. Om tijdens volledige beweiding de positieve adviezen voor gebruik van (meer) krachtvoer en natuurgras op te volgen moeten er eerst voedertechische aanpassingen worden gepleegd. Voor alsnog was het gevolg dat op PRC Zegveld de voeradviesing tijdens een deel van de weideperiode werd gestaakt in verband met het toepassen van onbeperkte weidegang.

In dit onderzoek werd alleen voor krachtvoer en natuurgraskuil een voeradvies opgesteld. Na aanpassing van het adviesmodel op het praktijkbedrijf lijkt advisering en sturing van andere componenten dan natuurgras ook mogelijk. Dat kan een bredere toepassing van het dynamisch voeradvies betekenen.

#### 4.2.1 Economie

Bij de berekening van het voeradvies is uitgegaan van de *actuele marktprijzen*, namelijk de verkoopprijs wanneer er sprake is van een ruwvoeroverschot en de aankoopprijs in de situatie van een ruwvoertekort. Zodoende wordt steeds in de actuele situatie een afweging gemaakt of het financieel aantrekkelijk is om eigen ruwvoer aan de koeien te verstrekken of te verkopen. Bij die afweging spelen de kostprijs voor de productie en eventuele subsidies (zoals beheersvergoeding) geen rol.

Voor PRC Zegveld kostte de aankoop van natuurgraskuil € 0,06 per kg ds. Voor het praktijkbedrijf zijn dezelfde kosten voor natuurgraskuil van het eigen bedrijf aangehouden. Bij die prijs bedraagt voor een bedrijf met 80 koeien, dat gedurende 200 dagen 1,5 kg ds natuurgraskuil voert, het berekende voordeel maximaal € 720,- per jaar. In de situatie dat natuurgraskuil € 0,03 in plaats van € 0,06 per kg ds kost, stijgt het maximale voordeel met € 720,- tot € 1440,- per jaar.

Op PRC Zegveld was de opname van natuurgraskuil 15% van de totale opname van graskuil. Dat was het aandeel natuurgras bij een maximaal voersaldo. In het voorafgaande onderzoek bleek dat met 25% natuurgraskuil de hoogste voeropname werd bereikt (Van Duinkerken et al, 2005). In dat onderzoek werd echter de economie van natuurgras buiten beschouwing gelaten. Het voordeel van het zelfsturend voeradvies is dat het rekening houdt met de economie van natuurgras.

Toepassing van het zelfsturend voeradvies kan gevolgen hebben voor de ruwvoerpositie van het bedrijf en andere aspecten van de bedrijfsvoering. Wanneer meer natuurgras wordt gevoerd en ook wanneer op operationeel niveau blijkt dat de optimale krachtvoergift hoger ligt dan in de huidige situatie gebruikelijk is, kan een ruwvoeroverschot ontstaan. Daardoor kunnen wijzigingen in de bedrijfsvoering noodzakelijk zijn, zoals bijv. een ander bemestingsniveau, verandering van de koppelgrootte en/of leasen van melkquotum. Door de optimale sturing op operationeel niveau, zijn op tactisch en mogelijk ook op strategisch niveau aanpassingen nodig.

#### 4.2.2 Nader onderzoek

Bij de opzet van dit onderzoek is gekozen voor een dynamische methode om het effect van natuurgras in het rantsoen onder steeds veranderende praktijkomstandigheden te kunnen evalueren. Dynamische lineaire modellen (DLM) zijn zelflerend en passen zich voortdurend aan aan wijzigende omstandigheden zoals: wijzigingen in de groepssamenstelling, lactatiestadium, overgangen in rantsoen en van stal naar weide enz. In dit onderzoek zijn deze veranderingen regelmatig aan de orde geweest, maar de modellen zijn zo eenvoudig mogelijk gehouden en zodoende vooral gericht op de vraagstelling van het onderzoek. Daarbij is wel gebleken dat er nader onderzoek nodig is naar de toepassing van DLM onder praktijkomstandigheden. Belangrijke aspecten zijn o.a.:

- modellering van effecten op koppel en/of individueel niveau
- gemengde rantsoenen: respons op meerdere componenten
- omweidingseffecten
- klimaat
- instellingen van de te onderzoeken variabelen

De methodiek bleek geschikt om het (lineaire) effect van natuurgras in het rantsoen na te gaan, maar moet verder worden ontwikkeld om de optimale hoeveelheid van natuurgras te kunnen adviseren.

## 5 Conclusies

Het zelfsturend voeradvies is beschikbaar voor koppels koeien én voor individuele dieren. Het individueel voeradvies houdt rekening met verschillen tussen dieren en met veranderingen in de tijd. Het systeem gebruikt de dagelijkse melkgift van de individuele koeien als krachtvoer respons. Op basis van de respons wordt de krachtvoergift bijgesteld. Het individuele voeradvies is doorontwikkeld tot een voeradvies voor koppels koeien die natuurgras krijgen. Zo'n zelfsturend voeradvies is bij uitstek geschikt voor rantsoenen met natuurgras omdat de respons van koeien op natuurgras sterk kan wisselen.

De toepassing van het zelfsturend voeradvies voor rantsoenen met natuurgras is onderzocht in drie bedrijfssituaties:

- sturing van het aandeel natuurgraskuil op koppelniveau (in het basisrantsoen) en daarnaast verstrekking van krachtvoer op koeniveau (via de krachtvoerautomaat);
- sturing van het aandeel natuurgraskuil én het aandeel krachtvoer op koppelniveau (via een gemengd basisrantsoen);
- sturing van de bijvoeding met natuurgraskuil (op koppelniveau) naast weidegang, in combinatie met verstrekking van krachtvoer op koeniveau (via de krachtvoerautomaat).

Uit het onderzoek is gebleken dat een beperkt aandeel natuurgras in het rantsoen economisch voordelig is. De grootte van het voordeel kan voortdurend worden geëvalueerd door gebruikmaking van een zelfsturend voeradvies.

De conclusies over natuurgras zijn:

- Door het opvolgen van de positieve adviezen over het gebruik van natuurgraskuil, werd op PRC Zegveld in de stalperiode bijna 1,5 kg droge stof natuurgraskuil gevoerd (15% van het ruwvoer).
- Door een lange overgangperiode, waarin veel natuurgraskuil werd gevoerd, heeft men op PRC Zegveld gemiddeld over de weideperiode ruim 2 kg droge stof natuurgraskuil bijgevoerd (tweederde deel van het ruwvoer naast weidegras).
- Uit de evaluatie van rantsoenen blijkt dat vervanging van een deel van het 'gangbare' ruwvoer door natuurgraskuil kan leiden tot een hoger saldo melkopbrengst minus voerkosten. In dit onderzoek steeg het saldo met 0 tot 3 eurocent per kg ds natuurgraskuil.
- Voorwaarde voor een hoger saldo is dat de besparing op de ruwvoerkosten opweegt tegen een eventuele vermindering van de melkopbrengst.
- Natuurgraskuil is goed toepasbaar in een beperkt beweidingssysteem of in perioden met beperkte beweiding. Er is dan voldoende tijd voor de koeien om het op te nemen. Ook kunnen de koeien dan meer krachtvoer opnemen om in hun nutriëntenbehoefte te voorzien.
- Voor een bedrijf met 80 koeien dat gedurende 200 dagen 1,5 kg ds natuurgraskuil voert, bedraagt het economische voordeel € 0 tot € 720,- per jaar bij een prijs van 6 eurocent per kg ds natuurgras.

De conclusies over krachtvoeradvisering zijn:

- Bij volledige weidegang hebben de koeien tijdens het melken vaak te weinig tijd om de geadviseerde hoeveelheid krachtvoer op te nemen.
- Het krachtvoeradvies op koppelniveau is een gemiddelde gift per koe per dag en is moeilijk te vertalen naar een individuele gift.

De conclusies m.b.t. de toegepaste methodiek (DLM) voor een zelfsturend voeradvies zijn:

- Het is mogelijk om op basis van de gemiddelde dagelijkse productie en voeropname het effect van rantsoenwijzigingen vast te stellen en vervolgens de economische consequenties te evalueren.
- De methodiek moet verder ontwikkeld worden om:
  - de interactie tussen ruwvoer(componenten) en krachtvoer te bepalen;
  - de optimale hoeveelheid van een of meerdere ruwvoercomponenten vast te stellen;
  - advisering op koppelniveau te integreren met advisering op individueel niveau.

## Bijlagen

### Bijlage 1 Belangrijkste kenmerken praktijkbedrijf

Omschrijving	Basisgegevens
Kg melkquotum (gebruiksquotum)	726379 kg quotum
% vet gebruiksquotum	4.32% vetreferentie
Kg melk niet aan fabriek (eigen verbruik, kalveren)	circa 100 kg per dag
Aantal koeien	109 stuks
Aantal jongvee (kalveren + pinken)	117 stuks
Melkproductie per koe (bedrijfseconomisch)	6700 kg melk per koe
% vet gemiddeld per koe	4,47% vet
% eiwit gemiddeld per koe	3,68% eiwit
Aanvoer krachtvoervangers (kg ds totaal) <sup>1)</sup>	117232 kg ds
Aanvoer ruwvoer (kg ds totaal)	n.v.t.
Afvoer ruwvoer (kg ds totaal)	35000 kg ds beheerskuilgras
Oppervlakte gras (ha)	35 ha normaal gras waarvan 22 ha huiskavel
Oppervlakte maïs (ha)	0 ha
Oppervlakte overige voedergewas	60 ha beheersgrasland
Oppervlakte pacht en oppervlakte eigendom (ha)	65 ha pacht en 30 ha eigendom
Pachtprijs (€/ha)	Gem. pachtprijs van nul euro
Beweidingsstelsel (O, B, S, Z) + .. kg ds bijvoeding <sup>2)</sup>	<u>B</u> + 5 kg ds graskuil + 0 kg ds maïskuil
Ruwvoer winter: aandeel graskuil en maïskuil	100% graskuil
Jongvee weiden in de zomer?	Pinken: <u>wei</u> ; Kalveren: <u>wei</u>
Aanvoer kg krachtvoer per koe per jaar incl jongvee	1500 kg
Grondsoort en grondwatertrap (of droog/gem/nat)	veen Grondwatertrap Gt II en GtII*
m <sup>3</sup> mestaanvoer + soort	0 m <sup>3</sup> drijfmest
m <sup>3</sup> mestafvoer	0 m <sup>3</sup>
Stikstofgift kunstmest gras (kg N/ha)	alleen op normaal grasland 95 kg N/ha

<sup>1)</sup> bijproducten 2005:

aardappelzetmeel	74320 kg	43% ds	31957 kg ds
vers maisglutenvoer	104380 kg	43% ds	44883 kg ds
bietenperspulp	168300 kg	24% ds	40392 kg ds

<sup>2)</sup> O = dag en nacht weiden, B = alleen overdag weiden, S = volledig op stal met hele jaar rantsoen van geconserveerd ruwvoer, Z = volledig op stal met in de zomer vers gras rantsoen

**Bijlage 2** Voeradviezen Praktijkcentrum Zegveld stalperiode 2006-07, gericht op maximaal saldo melkopbrengst minus voerkosten in kg of euro's per koe per dag

Teldag	Datum	Krachtvoergift		Natuurgras	Ruwvoeropname		Melkgift		Saldo (€)	
		Advies	Huidig	Advies	Verwacht	Huidig	Verwacht	Huidig	Verwacht	Huidig
20	9-11-2006	6,9	7,5	Neg.	13,4	12,9	27,7	28,0	7,59	7,66
25	14-11-2006	6,9	7,9	Neg.	13,4	10,4	27,3	27,7	7,24	7,54
34	21-11-2006	7,1	8,9	Neg.	12,9	12,0	27,6	28,1	6,99	7,00
41	29-11-2006	9,2	9,9	Neg.	10,6	10,8	29,4	29,8	7,67	7,69
47	3-12-2006	10,3	9,7	Neg.	11,1	10,9	31,4	31,0	8,01	8,02
54	10-12-2006	12,5	10,2	Pos.	13,0	14,6	32,3	31,5	7,65	7,61
62	18-12-2006	10,8	10,5	0	13,7	14,6	33,2	33,4	8,22	8,25
78	3-1-2007	11,8	10,7	Pos.	9,9	9,9	33,7	32,9	7,90	7,81
82	7-1-2007	12,1	10,3	Pos.	10,2	10,8	33,8	33,2	7,93	7,96
89	14-1-2007	10,6	10,6	Pos.	10,3	10,7	33,4	33,1	6,73	6,59
97	22-1-2007	10,4	10,5	Pos.	8,0	8,7	33,3	33,4	6,86	6,78
104	30-01-2007	10,0	10,5	Pos.	11,0	11,4	32,5	32,7	6,67	6,56
110	04-02-2007	8,8	10,6	Pos.	10,8	11,0	30,4	31,2	5,87	5,78
118	12-02-2007	10,3	10,6	Pos.	10,7	10,4	33,3	33,8	6,66	6,77
125	19-02-2007	9,3	10,2	Pos.	8,8	8,1	31,9	32,4	6,66	6,72
132	26-02-2007	9,1	9,9	Pos.	11,0	10,4	32,5	32,6	6,65	6,60
138	04-03-2007	8,8	9,8	Pos.	10,3	10,5	32,3	33,2	6,61	6,65
146	13-03-2007	9,9	9,6	Pos.	10,4	11,0	31,4	31,1	6,61	6,46
152	18-03-2007	9,0	9,7	Pos.	11,3	11,5	31,6	29,6	6,80	6,04
160	27-03-2007	8,4	9,1	Pos.	10,8	10,1	31,7	32,1	6,84	6,92
167	03-04-2007	6,6	9,5	Pos.	11,6	10,8	30,9	32,4	5,45	5,43

**Toelichting**

- Het advies is gericht op een maximaal saldo per koe per dag. Daarbij is uitgegaan van de actuele marktprijzen voor de voedermiddelen en melk (incl. te verwachten nabetaling).
- Voor krachtvoer kan de optimale gift worden berekend, voor natuurgras is alleen aangegeven of het effect positief of negatief is.
- In de kolom natuurgras is Pos. als natuurgras een gunstig effect heeft op het saldo en Neg. wanneer er een nadelig effect verwacht wordt.

## Literatuur

André, G., Ouweltjes, W., Zom, R.L.G., Bleumer, E.J.B., 2007, Increasing economic profit of dairy production utilizing individual real time process data. In: Precision Livestock Farming '07. Ed. S. Cox, Wageningen Academic Publishers. Pp. 179-186

Braker, M., G. van Duinkerken, D. Durksz, H. van der Mheen, M. Plomp, G.J. Rummelink, A. Bannink en H. Valk, 2005. Verkennende studie: inpassing van gras uit natuurbeheer in rantsoenen van melkvee. PraktijkRapport Rundvee 64. Animal Sciences Group, divisie Praktijkonderzoek. Lelystad.

Duinkerken, G. van, G. André en R.L.G. Zom, 2002. Prototype van een Dynamisch Krachtvoer Advies Systeem voor Melkvee. PraktijkRapport Rundvee 37. Animal Sciences Group, divisie Praktijkonderzoek. Lelystad.

Duinkerken, G. van, G.J. Rummelink, H. Valk, K.M. van Houwelingen en K. Hettinga, 2005. Beheersgraskuil als voeder voor melkgevende koeien. PraktijkRapport Rundvee 77. Animal Sciences Group, divisie Praktijkonderzoek. Lelystad.

GenStat Committee (2006) GenStat® Release 9 Reference Manual. Published by VSN International.

West, M. and J. Harrison, 1997, Bayesian Forecasting and Dynamic Models. Second Edition. Springer. New York.

Tilley, J.M. and R.A. Terry, 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Br. Grassl. Soc. 18:104-111.