



Praktijkrapport Rundvee 93

# Voeropnamepatronen van melkvee



Maart 2006

**Rundvee**





## **Colofon**

### **Uitgever**

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

### **Redactie**

Animal Sciences Group

### **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**

Losse nummers zijn via de website te downloaden en/of als gedrukt praktijkrapport te bestellen  
ISSN 1570-8616  
Eerste druk / oplage 30  
Prijs € 17,50

## **Referaat**

Zom, R.L.G. en G. van Duinkerken  
Voeropnamepatronen van melkvee (2006)  
PraktijkRapport Rundvee 93

Dit rapport beschrijft een studie naar de variatie voeropnamepatronen van op stal gehuisvest melkvee. Aangetoond is dat voeropname-schattingen voor melkvee niet kunnen worden verbeterd door gebruikmaking van kenmerken die het voeropnamepatroon beschrijven.

Trefwoorden: voeropname, maaltijd, melkvee, voeropnamepatroon

## **Abstract**

This report describes a study on (variation in) feed intake patterns of dairy cows. It was concluded that feed intake models can not be improved by using feed intake pattern as an additional parameter.

Keywords: feed intake, meal, dairy cows, feed intake pattern



ANIMAL SCIENCES GROUP  
WAGENINGEN UR

Praktijkrapport Rundvee 93

# Voeropnamepatronen van melkvee

## Feed intake patterns in dairy cows

R.L.G. Zom en G. van Duinkerken

Maart 2006

## **Voorwoord**

Voor u ligt het eindrapport van het project “Voeropnamepatronen melkvee”. Dit project is uitgevoerd door de Animal Sciences Group van Wageningen UR. Via een deskstudie is kennis vergaard over de variatie in voeropnamegedrag en voeropnamepatronen van op stal gehuisvest melkvee en gezocht naar aanknopingspunten om voeropnameschattingen voor melkvee te verbeteren.

Het project is gefinancierd door Productschap Zuivel en Productschap Diervoeder. Vanuit Productschap Diervoeder werd het onderzoek begeleid door de Werkgroep Voeding Herkauwers (WVH).

De auteurs bedanken Bert Tolkamp van het “Scottish Agricultural College” te Edinburgh voor zijn adviezen met betrekking tot analyse van voeropname gegevens.

Ir. G. van Duinkerken

Animal Sciences Group

## Samenvatting

Variatie in voeropname tussen individuele melkkoeien is gerelateerd aan dierfactoren en voerfactoren. Dierfactoren zoals leeftijd, lactatiestadium en stadium van de dracht zijn van invloed op de voeropnamecapaciteit, terwijl voerfactoren als verteerbaarheid, droge stof gehalte en chemische samenstelling van de opgenomen voeders de verzadigingswaarde van het rantsoen beïnvloeden.

Bij voorspellingen van de voeropname met behulp van voeropnamemodellen, zoals de voeropnamemodule van het Nederlandse Koemodel (Zom et al, 2002), wordt een deel van de individuele variatie echter niet verklaard vanuit de beschikbare parameters. Wellicht kan het voeropnamepatroon van melkkoeien een deel van deze restvariatie verklaren. In een deskstudie zijn voeropnamepatronen van melkkoeien onderzocht.

Uit de studie bleek dat naarmate een rantsoen een hogere verzadigingswaarde kent, het kan worden beschouwd als een meer "limiterend" rantsoen voor wat betreft het realiseren van een hoge voeropname. Zo'n limiterend rantsoen leidt doorgaans tot kleinere maaltijden, zonder dat dit wordt gecompenseerd door een toename van het aantal maaltijden per dag (maaltijdfrequentie). Als resultante is het totale voeropnameniveau lager naarmate het rantsoen meer limiterend is. Voorts is geconstateerd dat bij meer limiterend rantsoen de maaltijdduur enigszins toeneemt en de voeropnamesnelheid afneemt.

Vanwege de verstrengeling tussen verzadigingswaarde en voeropnamepatroon en de grote tussen-dier variatie in het voeropnamepatroon zijn er geen aanwijzingen gevonden waaruit blijkt dat de voeropnameschatting voor melkvee in de praktijk verbeterd kan worden door het voeropnamepatroon, als verklarende factor voor verschillen in de individuele voeropname van koeien, in de schatting te betrekken. Ook uit residuanalyses bleek dat de voeropnameschatting voor melkvee niet verbeterd kan worden via kenmerken van het voeropnamepatroon.

## Summary

Variation in feed intake between individual dairy cows is related to both animal factors and feed related factors. Animal factors like age, days in milk and days in gestation have an effect on feed intake capacity. Feed factors like digestibility, dry matter content and chemical composition are related to the satiety value of the diet.

Part of the residual variance of feed intake models for dairy cows might be accounted for by the feed intake pattern of cows. An analysis of these feed intake patterns was made in a desk study.

The study showed that limiting diets, with a high satiety value, result in smaller meals, without an increase of meal frequency. As a result, feed intake is lower on limiting diets, than on diets with a low satiety value. Furthermore, limiting diets give a small increase of the average duration of a meal, with a decreased feed intake rate.

Based on statistical analysis it was concluded that feed intake models can not be improved by using feed intake pattern as an additional parameter.

# Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Materiaal en methoden</b> .....	<b>3</b>
2.1	Gegevensregistratie .....	3
2.2	Statistische methoden .....	4
2.3	Experimenten .....	5
2.3.1	Experiment Nij Bosma Zathe .....	5
2.3.2	Experiment Waiboerhoeve .....	6
2.3.3	Voerverstrekking tijdens de experimenten .....	8
<b>3</b>	<b>Resultaten en discussie</b> .....	<b>9</b>
3.1	Maaltijddefinitie .....	9
3.2	Voeropnamekarakteristieken .....	12
3.3	Samenhang tussen voeropnameniveau en voeropnamepatroon .....	14
3.4	Gebruik van het voeropnamepatroon bij de voeropnameschatting .....	18
3.4.1	Resultaten Waiboerhoeve .....	19
3.4.2	Resultaten Nij Bosma Zathe .....	21
3.5	Maaltijdgrootte .....	23
3.6	Maaltijdduur .....	24
3.7	Aanvang van een maaltijd .....	25
<b>4</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>Praktijktoeepassing</b> .....	<b>27</b>
<b>6</b>	<b>Literatuur</b> .....	<b>29</b>

**Bijlage 1** Samenstelling en voederwaarde proefvoerders, experiment Nij Bosma Zathe

**Bijlage 2** Samenstelling en voederwaarde proefvoerders, experiment Waiboerhoeve

## 1 Inleiding

### Belang van voeropnamepatroon bij voederwaardering

De melkveehouderij is voortdurend op zoek naar systemen die een efficiënt gebruik van nutriënten mogelijk maken en bovendien sturing kunnen geven aan de hoeveelheid en kwaliteit van de eindproducten zoals melk, vlees, gassen (denk aan methaan), mest en urine. Daarom zijn er voederwaarderingssystemen nodig die adequaat de opname, vertering en uiteindelijk de verdeling van de nutriënten over de gewenste eindproducten voorspellen.

De huidige voederwaarderingssystemen voor herkauwers (VEM voor netto energie en DVE/OEB voor eiwit) zijn statische systemen. Deze systemen houden geen rekening met de dynamiek in voeropname en pensfermentatie. Bovendien gaan ze uit van additiviteit van voeders, dus houden ze geen rekening met interactie tussen voedermiddelen en nutriënten.

Het Productschap Diervoeder heeft in 2001 opdracht verleend aan de Animal Sciences Group van Wageningen UR tot het ontwikkelen van een dynamisch pensmodel. Dit dynamische pensmodel vormt één van de belangrijkste bouwstenen van een nog te ontwikkelen "Nutriëntenstromen model". Op termijn zal het pensmodel gekoppeld kunnen worden aan de zogenaamde "Voeropnamemodule" van het Koemodel (Zom et al, 2002). Er ontstaat dan een model waarbij de voeropnamemodule van het Koemodel het pensmodel "voedt" met de voorspelde nutriëntenopname, vervolgens zal het pensmodel de processen in de pens voorspellen. Bovendien houdt het dynamische pensmodel rekening met kinetiek in biochemische en fysische processen. Voor een goede werking van het systeem is het nodig om behalve de absolute opname ook het opnamepatroon van nutriënten op een goede manier te beschrijven.

### Belang van voeropnamepatroon voor voeropnameschatting

Er zijn in de literatuur verschillende concepten gepubliceerd waarmee de (regulatie van) voeropname kan worden beschreven. Chemostatische, fysische, metabole en thermostatische factoren worden genoemd als invloedsfactoren op de voeropname. Daarnaast kunnen dynamiek in het voeropnamepatroon, smakelijkheid van het voer en afwijkende omstandigheden (denk onder andere aan zieke dieren, beperkte voeding, beperkte beweiding) de voeropname beïnvloeden (Allison, 1985; Conrad et al., 1964; Forbes, 1986; Jarrige et al., 1986; Ketelaars en Tolkamp, 1992; Kristensen en Ingvarstsen, 1986; Zom et al, 2002).

Een veel toegepast concept bij het modelleren van de vrijwillige voeropname is een systeem waarbij de voeropname wordt gereguleerd door enerzijds de fysieke opnamebeperkende factoren van het voer (uitgedrukt in termen als vulwaarden of verzadigingswaarde) en anderzijds de voeropnamecapaciteit van de koe. Dit principe is onder andere toegepast in het Franse (Jarrige et al., 1986) en Deense (Kristensen en Ingvarstsen, 1986) fill-unit systeem en de voeropnamemodule van het Nederlandse Koemodel (Zom et al., 2002). Het voordeel van deze systemen is dat het mogelijkheden geeft om een onderscheid te maken in diergebonden factoren en voergebonden factoren die de voeropname bepalen.

De voeropnamemodule van het Koemodel geeft voorspellingen van de voeropname(capaciteit) voor de gemiddelde koe met een gegeven leeftijd, lactatienummer en lactatiestadium. Waarnemingen aan verschillende veestapels hebben laten zien dat er aanzienlijke verschillen kunnen bestaan tussen individuele dieren van een gelijke leeftijd en lactatiestadium die bovendien ook nog hetzelfde rantsoen krijgen. De voeropnamemodule van het Koemodel is niet in staat om deze individuele diervariatie te beschrijven. Een deel van individuele variatie in voeropname kan wellicht worden verklaard door verschillen in het voeropnamegedrag en voeropnamepatroon. Deze kunnen zijn gestuurd vanuit bijvoorbeeld de fysiologische status van het dier of het gehanteerde voersysteem (voerfrequentie, voermethode).

Herkauwers eten niet continu, maar in maaltijden. In korte tijd wordt een relatief grote hoeveelheid voer opgenomen waarna het dier gaat herkauwen en/of rusten. Tolkamp et al. (2002) hebben een drietal hypothesen geformuleerd met betrekking tot de samenhang tussen maaltijden en de totale dagelijkse voeropname. Hypothese 1: koeien die een limiterend rantsoen opnemen hebben mogelijk meer maaltijden dan koeien die niet-limiterend rantsoen krijgen. Wanneer de fysieke capaciteit van de pensnetmaag inderdaad beperkend is, dan wordt deze het meest optimaal benut wanneer de ruimte die vrijkomt door afbraak en passage vaak wordt opgevuld; Hypothese 2 stelt dat om dezelfde reden bij limiterende rantsoenen de maaltijden van koeien regelmatig over de dag zijn verdeeld dan bij niet limiterende rantsoenen; Hypothese 3 stelt dat het is te verwachten dat bij koeien die een limiterend rantsoen krijgen een sterker verband bestaat tussen de grootte van



een maaltijd en de tijd tussen de huidige en de voorgaande maaltijd. Immers, bij een limiterend rantsoen is na een lang interval tussen twee maaltijden meer ruimte in de pensnetmaag beschikbaar gekomen.

Vergroting van de kennis over de variatie in voeropnamegedrag en voeropnamepatronen, en de oorzaken hiervan, biedt mogelijk aanknopingspunten voor verbetering van de voeropnamemodule van het Koemodel en een meer individuele benadering van de voeropnameschatting. Variatie in voeropnamepatronen wordt in dit rapport uitvoerig beschreven. Bovendien is via een residuanalyse (zie §3.4) onderzocht of de voorspelfout bij voeropnameschattingen volgens Zom et al (2002) deels verklaard kan worden via het voeropnamepatroon.

## 2 Materiaal en methoden

### 2.1 Gegevensregistratie

Sinds 1993 is in een aantal door Praktijkonderzoek Veehouderij uitgevoerde voederproeven gebruikt gemaakt van automatische voerweegbakken met een koeherkenningsysteem; een zogenaamd RIC-systeem (Insentec, Marknesse) voor registratie van de individuele voeropname. Wanneer een koe bij een bezoek aan de automatische voerweegbak wordt herkend opent zich een pneumatische toegangsschuif en wordt, wanneer daarbij de koe een infrarood sensor passeert, het begingewicht van de voerbak en de begintijd (uren, minuten en seconden) van het bezoek geregistreerd. Wanneer de koe zich terugtrekt uit de voerbak, wordt de toegangsschuif gesloten en wordt het eindgewicht en de eindtijd (uren, minuten en seconden) van het bezoek geregistreerd. Om nauwkeurige wegingen te verkrijgen is de bak pas weer toegankelijk als de toegangsschuif geheel gesloten is geweest. Het RIC-systeem biedt de mogelijkheid om elk bezoek en elke maaltijd individueel te registreren. In een beperkt aantal proeven zijn deze individuele bezoekgegevens volledig vastgelegd in een centrale databank. De hoeveelheid informatie is dermate groot dat het fysiek en technisch niet mogelijk is om alle geregistreerde gegevens te analyseren. Daarom is een selectie gemaakt van twee experimenten met proefbehandelingen (rantsoenen) met een duidelijk onderscheid in rantsoensamenstelling (nutriënten, voedermiddelen en krachtvoeraandeel). Op basis van deze gegevens kunnen de effecten van rantsoen- en nutriëntensamenstelling op het voeropnamepatroon worden onderzocht. Binnen proefbehandelingen kunnen koeien (met een vergelijkbare leeftijd en lactatiestadium) met een hoge of lage voeropname worden vergeleken om mogelijke relaties tussen opnamepatroon en voeropnameniveau te leggen. Van de genoemde twee voederproeven zijn conform de werkwijze van Tolkamp et al (2002) gegevens geanalyseerd, waarbij is gekeken naar aantal bezoeken, bezoekduur en maaltijden. De twee geanalyseerde voederproeven zijn uitgevoerd op respectievelijk praktijkcentrum Nij Bosma Zathe en praktijkcentrum Waiboerhoeve (zie verder paragraaf 2.3).



*Het RIC-systeem voor registratie van individuele voeropname*

De individuele RIC-voerweegbakken hebben een nauwkeurigheid van 0,1 kg. Wanneer bij een bezoek geen voer wordt opgenomen dan is het mogelijk dat als gevolg van meet(on)nauwkeurigheid een negatieve of positieve opname van 0,1 kg wordt geregistreerd. In de analyse zijn alleen de bezoeken meegenomen waarbij de voeropname groter of gelijk is aan 0,1 kg product per bezoek en het bezoek langer duurde dan 4 seconden, om te voorkomen dat er “loze” bezoeken worden meegenomen in de analyse. Dit heeft tot gevolg dat een aantal werkelijk gerealiseerde voeropnames bij een bezoek kleiner dan 0,1 niet in de analyse zijn meegenomen. Er is aangenomen dat het aantal voeropnames kleiner dan 0,1 kg gelijkelijk en random is verdeeld over alle behandelingsgroepen.

In incidentele gevallen zijn door storingen extreem grote negatieve of positieve voeropnames geregistreerd. Negatieve opnames zijn uitgesloten omdat kleine opnames (<0,1 kg) uit de dataset zijn verwijderd. Vervolgens zijn records aangemerkt als uitbijter en verwijderd op basis van de volgende criteria: aaneengesloten bezoekduur > 6 uur; opnamesnelheid < 0,01 kg product/min; opnamesnelheid > 1,5 kg DS/min; opname uit RIC-bakken incidenteel > 35 kg DS/dag. Toepassing van deze criteria leidde tot uitsluiting van 0,2% van de records.

Een zeer lage opnamesnelheid is mogelijk doordat een koe lange tijd bij een voerbak verblijft zonder voer op te nemen. Een zeer hoge opnamesnelheid bij zeer korte bezoeken kan ontstaan doordat een koe voer vermorst.



*Actuele bezoek- en maaltijdgegevens van het RIC-systeem op de PC van het praktijkcentrum*

## 2.2 Statistische methoden

Analyse van de maaltijdpatronen is uitgevoerd volgens de werkwijze die is gehanteerd door Tolcamp et al. (2002). Het maaltijd criterium (het langste interval tussen twee bezoeken die worden beschouwd als deel van één maaltijd) werd geschat op basis van de frequentieverdeling van de lengten van de intervallen tussen bezoeken aan de voerbakken. Hiervoor werd gebruik gemaakt van twee modellen die zijn beschreven door Yeates et al. (2001) waarmee de frequentieverdeling van de log-getransformeerde intervallen tussen bezoeken aan de voerbakken werd gefit. Het eerste model van Yeates et al. (2001) bestaat uit een Gaussiaans en een Weibull-model (G-W): Dit zogenaamde twee-populatiemodel wordt verondersteld de populaties van 1) de intervallen tussen bezoeken binnen maaltijden en 2) de intervallen tussen maaltijden te beschrijven.

$$y_{\log_e(t)} = p(1/(\sigma_1\sqrt{2\pi}))\exp(-(\log_e(t) - \mu_1)^2 / 2\sigma_1^2) + (1-p)(c(\log_e(t))^{c-1})\exp(-\log_e(t)/\alpha^c) / \alpha^c \quad [\text{vergelijking 2.1}]$$

Met:

- $y_{\log_e(t)}$  = "probability density" op tijdstip  $\log_e(t)$
- $p$  = fractie van intervallen behorende bij de eerste populatie
- $\sigma_1$  = standaarddeviatie van de Gaussiaanse verdeling
- $\log_e(t)$  = natuurlijk logaritme van de van de intervallengte (seconden)
- $\mu_1$  = gemiddelde e-log getransformeerde intervallengte van de eerste populatie
- $\alpha$  = schaalparameter van de Weibull verdeling
- $c$  = vormparameter van de Weibull verdeling

Het tweede model is een zogenaamd drie-populatiemodel dat bestaat uit twee Gaussiaanse en één Weibull verdeling. Het drie-populatiemodel wordt verondersteld de populaties van 1) de intervallen tussen bezoeken binnen maaltijden, 2) de intervallen binnen maaltijden waarin de koeien drinken en/of krachtvoer opnemen en 3) de intervallen van bezoeken tussen maaltijden te beschrijven.

$$y_{\log_e(t)} = p(1/(\sigma_1\sqrt{2\pi}))\exp(-(\log_e(t) - \mu_1)^2 / 2\sigma_1^2) + q(1/(\sigma_2\sqrt{2\pi}))\exp(-(\log_e(t) - \mu_2)^2 / 2\sigma_2^2) + (1-p-q)(c(\log_e(t))^{c-1})\exp(-\log_e(t)/\alpha^c) / \alpha^c \quad [\text{vergelijking 2.2}]$$

Met:

- $y_{\log_e(t)}$  = "probability density" op tijdstip  $\log_e(t)$
- $p$  = fractie van intervallen behorende bij de eerste frequentieverdeling
- $\sigma_1$  = standaarddeviatie van de eerste populatie
- $\log_e(t)$  = natuurlijk logaritme van de intervallengte (seconden)
- $\mu_1$  = gemiddelde e-log getransformeerde intervallengte van de eerste populatie
- $\alpha$  = schaalparameter van de Weibull verdeling
- $c$  = vormparameter van de Weibull verdeling

- $q$  = fractie van intervallen behorende bij de eerste frequentieverdeling  
 $\sigma_2$  = standaarddeviatie van de derde populatie  
 $\mu_2$  = gemiddelde e-log getransformeerde intervallengte van de derde populatie

Het schatten van de modelparameters, de mediaan van de intervallengtes van de populatie van intervallen en het wel of niet significant zijn van een derde populatie van intervallen werd uitgevoerd volgens de methoden die zijn beschreven door Tolkamp et al. (2002). Op basis van de intervallen zijn voor elk individueel dier en voor elke diergroep de modelparameters geschat met een maximum likelihood schatting. De mediaan van de intervallengtes van de populatie van intervallen tussen maaltijden werden na terug-transformatie berekend uit de modelparameters als:

$$\text{mediaan} = e^{(\alpha(\log_e 2)^{1/c})}$$

De aanwezigheid van een significante derde populatie van intervallen werd onderzocht met behulp van een likelihood ratio test, waarbij is aangenomen dat de likelihood ratio een Chi- kwadraat verdeling heeft. In het geval er sprake was van een significante derde populatie van intervallen (waarin dieren drinken of krachtvoer opnemen), werd het maaltijd criterium geschat op basis van de parameters van het 3-populatiemodel als de intervallengte op het snijpunt van de Weibull en de tweede Gaussiaanse-verdeling. Wanneer er geen sprake was van een significante derde populatie van intervallen (waarin dieren drinken of krachtvoer opnemen), dan werd het maaltijd criterium geschat op basis van de parameters van het 2-populatiemodel als de intervallengte op het snijpunt van de Gaussiaanse en de Weibull-verdeling.

Na het schatten van de individuele maaltijd criteria zijn de afzonderlijke bezoeken aan de voerbak gegroepeerd in maaltijden. Waarbij bezoeken met intervallen tussen twee maaltijden die kleiner dan of gelijk zijn aan het maaltijd criterium werden gegroepeerd als zijnde behorend tot één maaltijd.

De duur van een maaltijd werd berekend als de tijd tussen de start van het eerste bezoek binnen een maaltijd en het eind van het laatste bezoek binnen een maaltijd.

De kans op het starten van een maaltijd binnen  $n$  minuten in relatie tot de tijd  $t$  die is verstreken sinds de laatste maaltijd werd berekend als het aantal intervallen met duur  $>t$  en  $\leq t+n$  gedeeld door het aantal maaltijden met de duur  $>t$ .

Paragraaf 3.4 geeft inzicht in de samenhang (correlatie) tussen de residuele voerspelfout (op basis van het voeropnamemodel van Zom et al, 2002) en kengetallen met betrekking tot het voeropnamepatroon (aantal maaltijden per dag, maaltijdduur, bezoekduur en maaltijd criterium). Hiervoor zijn zogenaamde "residuenplots" gebruikt. Dit wil zeggen dat voor de experimenten van de Waiboerhoeve en Nij Bosma Zathe de residuen zijn berekend als werkelijke opname minus voorspelde opname (op basis van het voeropnamemodel van Zom et al, 2002) op "koeweekniveau". Daarbij duidt een positief residu op een onderschatting en een negatief residu op een overschatting van de voeropname door het voeropnamemodel. De samenhang tussen de residuen en de kenmerken met betrekking tot het voeropnamepatroon is vervolgens grafisch weergegeven, eveneens op koeweekniveau (voor maaltijd criterium op koeniveau).

## 2.3 Experimenten

### 2.3.1 Experiment Nij Bosma Zathe

In het kader van het project "Penssynchronisatie" (Van Duinkerken et al, 2006) is een experiment uitgevoerd met 32 HF-melkkoeien (vanaf 50 dagen in lactatie) in een zogenaamd dubbel Latijns vierkant met een vast krachtvoerniveau van ca. 10 kg per dier per dag. In het experiment zijn vier niveaus van snel fermenteerbare koolhydraten (FKHs) onderzocht bij twee basis rantsoenen (tabel 1). In het experiment werd gebruik gemaakt van vier blokken (A, B, C, D) van elk 8 vergelijkbare dieren; totaal derhalve 32. Hiervan waren er 8 eerstekalfs en 24 meerderekalfs. Bij elk dier werden vier niveaus van FKHs (FKHs-1 t/m FKHs-4) in het rantsoen onderzocht. In de proef was sprake van vier perioden van elk drie weken. Daarbij bestond elke periode uit twee gewenningsweken en een meetweek. Voeropname, melkproductie en melksamenstelling werden individueel geregistreerd. Ruwvoer werd altijd onbeperkt verstrekt (minstens 10% voerresten). De FKHs-niveaus werden aangelegd via de samenstelling van het krachtvoer dat via krachtvoerautomaten werd verstrekt. Er waren per basisrantsoen twee krachtvoerders beschikbaar: één met een hoog aandeel FKHs en één met een laag aandeel FKHs. Door deze twee voeders in verschillende verhoudingen te verstrekken kon het gewenste FKHs-niveau per behandeling worden gerealiseerd. Alle proefdieren ontvingen 0,6 kg krachtvoer per dag als lokbrok in de melkstal.

In de proef werd aan het basisrantsoen met de graskuil/snijmaïs-verhouding van 60/40 ca. 1,75 kg Mervobest sojaschroot per dier per dag toegevoegd en aan het andere basisrantsoen (met een graskuil/snijmaïs-verhouding van 20/80) ca. 2,35 kg per dier per dag. Een uitgebreide beschrijving van de samenstelling en voederwaarde van alle gebruikte voeders in de proef is gegeven in bijlage 1.

**Tabel 1** Proefopzet Nij Bosma Zathe

Basisrantsoen (ds-basis)	Koe	Periode	wk 1, 2, 3	wk 4, 5, 6	wk 7, 8, 9	wk 10, 11, 12
Graskuil = 60%	A1, B2, C8, D4		FKHs-2	FKHs-1	FKHs-4	FKHs-3
Snijmaïs = 40%	A6, B8, C6, D2		FKHs-1	FKHs-3	FKHs-2	FKHs-4
uitgedrukt als:	A5, B1, C1, D1		FKHs-3	FKHs-4	FKHs-1	FKHs-2
G/M = 60/40	A3, B4, C7, D3		FKHs-4	FKHs-2	FKHs-3	FKHs-1
Graskuil = 20%	A2, B5, C5, D7		FKHs-4	FKHs-3	FKHs-2	FKHs-1
Snijmaïs = 80%	A8, B6, C4, D8		FKHs-2	FKHs-4	FKHs-1	FKHs-3
uitgedrukt als:	A7, B7, C3, D6		FKHs-1	FKHs-2	FKHs-3	FKHs-4
G/M = 20/80	A4, B3, C2, D5		FKHs-3	FKHs-1	FKHs-4	FKHs-2

Analyse van de voeropnamepatronen in dit experiment geeft inzicht in het effect van het basisrantsoen (graskuil/snijmaïs-verhouding) en de hoeveelheid snelafbreekbare koolhydraten in het rantsoen op het voeropnamepatroon. In deze analyse zijn alle in het experiment geregistreerde individuele voeropnames betrokken.

Nadere informatie over de voerverstrekking tijdens het experiment op Nij Bosma Zathe is gegeven in § 2.3.3.

### 2.3.2 Experiment Waiboerhoeve

Op de Waiboerhoeve in Lelystad is in het stalseizoen 2000/2001 een volledig gewarde blokkenproef uitgevoerd met  $2 \times 2 = 4$  behandelingen en 64 nieuwmelkte koeien (Van Duinkerken et al., 2003). De koeien waren ingedeeld in blokken van vier dieren. Binnen een blok werden de koeien aselekt verdeeld over de vier behandelingen. De blokindeling vond plaats op basis van lactatienummer, (verwachte) afkalfdatum, lichaamsgewicht, productieresultaten in de voorgaande afgesloten lijst (meerdere koeien) of verwachtingswaarde (vaarzen) en gewicht. De vier behandelingen zijn beschreven in tabel 2. Het gaat om twee typen krachtvoeradvies (Traditioneel: TRAD en Dynamisch: DKAS), gecombineerd met twee typen basisrantsoen (respectievelijk met een "HOOG" energieniveau en een "LAAG" energieniveau).

**Tabel 2** Overzicht van de vier behandelingen in de proef met 64 dieren

Krachtvoeradvies	TRAD	DKAS	Totaal aantal dieren
Energieniveau			
HOOG	TRAD-H 16 dieren	DKAS-H 16 dieren	32 dieren
LAAG	TRAD-L 16 dieren	DKAS-L 16 dieren	32 dieren
Totaal aantal dieren	32 dieren	32 dieren	64 dieren

Na het afkalven werd de krachtvoergift van alle proefkoeien via een automatisch opstoomschema voor de krachtvoerautomat gedurende 14 dagen geleidelijk verhoogd. Het krachtvoerniveau op lactatiedag 15 (einde opstomen) is vermeld in tabel 4.

Vanaf lactatiedag 61 is wekelijks de individuele krachtvoergift van dieren in de groepen TRAD-H en TRAD-L berekend en waar nodig aangepast op basis van normvoeding. Voor de groepen DKAS-H en DKAS-L werd vanaf lactatiedag 15 de individuele krachtvoergift berekend met behulp van het "Dynamisch Krachtvoer Advies Systeem" met als input de melkgift en de krachtvoeropname. Drie maal per week werden de aldus berekende individuele krachtvoergiften op het proefbedrijf bijgesteld: op maandag, woensdag en vrijdag. Bij een voorspelde krachtvoercoëfficiënt van meer dan 0,6 kg melk per kg krachtvoer werd de krachtvoergift van het betreffende dier verhoogd met 0,5 kg; bij een krachtvoercoëfficiënt tussen 0,5 en 0,6 werd de krachtvoergift niet bijgesteld en beneden een krachtvoercoëfficiënt van 0,5 werd de krachtvoergift verlaagd met 0,5 kg. Deze beslisriteria (de genoemde grenswaarden van resp. 0,5 en 0,6) waren enigszins arbitrair vastgesteld op basis van de verhouding tussen de melkgeldopbrengst en de krachtvoerkosten.

Bij toepassing van een dynamisch krachtvoeradvieessysteem in de praktijk zouden wellicht andere criteria gekozen worden. Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen was de keuze van de beslisriteria echter minder relevant, omdat het principe van de werking van het systeem er niet door beïnvloed wordt.

Het krachtvoer werd verstrekt in de melkstal (twee maal per dag ¼ kg lokbrok) en via krachtvoerautomaten. De lokbrok in de melkstal komt bovenop de in tabel 4 vermelde hoeveelheid. De krachtvoerdosering (hoeveelheid) door de automaten werd na iedere bulkaflevering gecontroleerd en waar nodig bijgesteld omdat het soortelijk gewicht per partij kan verschillen.

De energiedichtheid van het rantsoen “Laag” was ca. 800 VEM/kg ds en van rantsoen “Hoog” ca. 950 VEM/kg ds (zie ook tabel 3 voor een uitgebreidere beschrijving van de rantsoenen). In beide rantsoenen werd gestreefd naar een VEM/DVE verhouding die in balans is met de behoeftenormen (CVB, 2000). Elk basisrantsoen werd gemengd met een voermengwagen. Het basisrantsoen werd onbeperkt verstrekt, wat wil zeggen dat werd gevoerd op ca. 10% voerresten. Eén keer per dag werd het voer vers gemengd en op een vast tijdstip gevoerd. Dagelijks werden de voerresten verwijderd.

Voor analyse van de voeropnamepatronen in dit experiment zijn uitsneden in de dataset gemaakt van alle individuele koeien over de periode 6 tot 9 weken na afkalven (rondom maximale krachtvoergift en tussen 12 en 15 weken na afkalven). De analyse van voeropnamepatronen uit dit experiment geeft inzicht in de effecten van de krachtvoergift en de samenstelling van het basisrantsoen op het voeropnamepatroon.

**Tabel 3** Globale samenstelling van de basisrantsoenen HOOG en LAAG

Rantsoenenkenmerk	HOOG	LAAG
VEM/kg ds	ca. 950	Ca. 800
Graskuil (% van de ds)	33	38
Snijmais (% van de ds)	61	33
Stro (% van de ds)	0	29
Sojaschroot (% van de ds)	6	0
Standaardmineralen (g/dier/dag)	100	100
Zout (g/dier/dag)	30	0

Een uitgebreide beschrijving van de samenstelling en voederwaarde van alle gebruikte voeders in de proef is gegeven in bijlage 2.

**Tabel 4** Berekeningswijze van de individuele krachtvoergift voor de verschillende proefgroepen

Krachtvoergift na afkalven	TRAD-H	TRAD-L	DKAS-H	DKAS-L
Krachtvoergift t/m lactatiedag 14	opstomen	opstomen	opstomen	opstomen
Krachtvoergift op lactatiedag 15				
– vaarzen	8 kg	10 kg	8 kg	10 kg
– oudere koeien	10 kg	12 kg	10 kg	12 kg
Krachtvoergift lactatiedag 15 – 60				
– vaarzen	8 kg	10 kg	volgens DKAS	volgens DKAS
– oudere koeien	10 kg	12 kg	volgens DKAS	volgens DKAS
Krachtvoergift vanaf lactatiedag 61				
– vaarzen	normvoeding	normvoeding	volgens DKAS	volgens DKAS
– oudere koeien	normvoeding	normvoeding	volgens DKAS	volgens DKAS
Maximum krachtvoergift				
– vaarzen	8 kg	10 kg	vrij	vrij
– oudere koeien	10 kg	12 kg	vrij	vrij

### 2.3.3 Voerverstrekking tijdens de experimenten

De basisrantsoenen binnen een proef verschilden sterk in samenstelling (en daardoor mogelijk in smakelijkheid). Om stelen van voer te voorkomen werden de koeien in aparte gescheiden groepen gehuisvest. Om te voorkomen dat koeien grote hoeveelheden voer uit de voerbakken duwen of vermorsen zijn de voerbakken uitgerust met een deksel.

De koeien hadden de gehele dag onbeperkt toegang tot de voerbakken behalve gedurende tijd dat de koeien in de wachtruimte bij de melkstal verbleven en werden gemolken. Het melken vond plaats tussen 6:00-7:00 en 17:00-18:00. Dagelijks werden tijdens het melken in de ochtend voerresten verwijderd en de bakken opnieuw gevuld met vers voer hadden de koeien gedurende ca. 1 uur geen toegang tot de voerbakken. Om voor een onbeperkte opname te zorgen was de hoeveelheid voer was zodanig groot dat er altijd tenminste 10% eetbare voerresten aanwezig waren. Tijdens het melken in de middag was de tijdsduur waarin de koeien geen toegang hadden tot de voerbakken afhankelijk van de volgorde waarin de dieren werden gemolken en varieerde tussen 10 minuten en 1 uur. In het experiment op locatie Nij Bosma Zathe bedroeg de bezetting 32 koeien op 30 voerbakken. Op de locatie Waiboerhoeve bedroeg de bezetting 64 koeien op 64 voerbakken.

Naast onbeperkt ruwvoer kregen de melkkoeien krachtvoer gespreid over de dag verstrekt in de melkstal en de krachtvoerautomaat. In de melkstal werd maximaal per dag 0,5 kg mengvoer verstrekt (2× 0,25 kg). Het restant van de dagelijkse krachtvoergift werd verstrekt via de krachtvoerautomaten die vrij toegankelijk waren. De hoeveelheid krachtvoer werd op dagbasis toegewezen. Op de locatie Waiboerhoeve was de dag verdeeld in 8 perioden van 3 uur. Binnen één periode mochten de koeien maximaal 25% van hun dagelijkse toegewezen hoeveelheid krachtvoer opnemen met een maximum van 4 kg per periode. Wanneer koeien aan het einde van de dag (24:00 uur) hun dagelijks toegewezen krachtvoertegoed niet volledig hadden opgenomen dan werd het krachtvoertegoed niet meegenomen naar de volgende dag. Op de locatie Nij Bosma Zathe was de dag verdeeld in 6 perioden van 4 uur. Binnen één periode mochten de koeien maximaal 25% van hun dagelijkse toegewezen hoeveelheid krachtvoer opnemen. Wanneer koeien aan het einde van de dag (24:00 uur) hun dagelijks toegewezen krachtvoertegoed niet volledig hadden opgenomen dan werd het krachtvoertegoed niet meegenomen naar de volgende dag. Op de Waiboerhoeve waren 2 krachtvoer automaten beschikbaar per 32 koeien en op Nij Bosma Zathe was er 1 krachtvoerautomaat per stalafdeling van 16 koeien. De doseersnelheid van het krachtvoer was afgesteld op 6 gram per seconde.

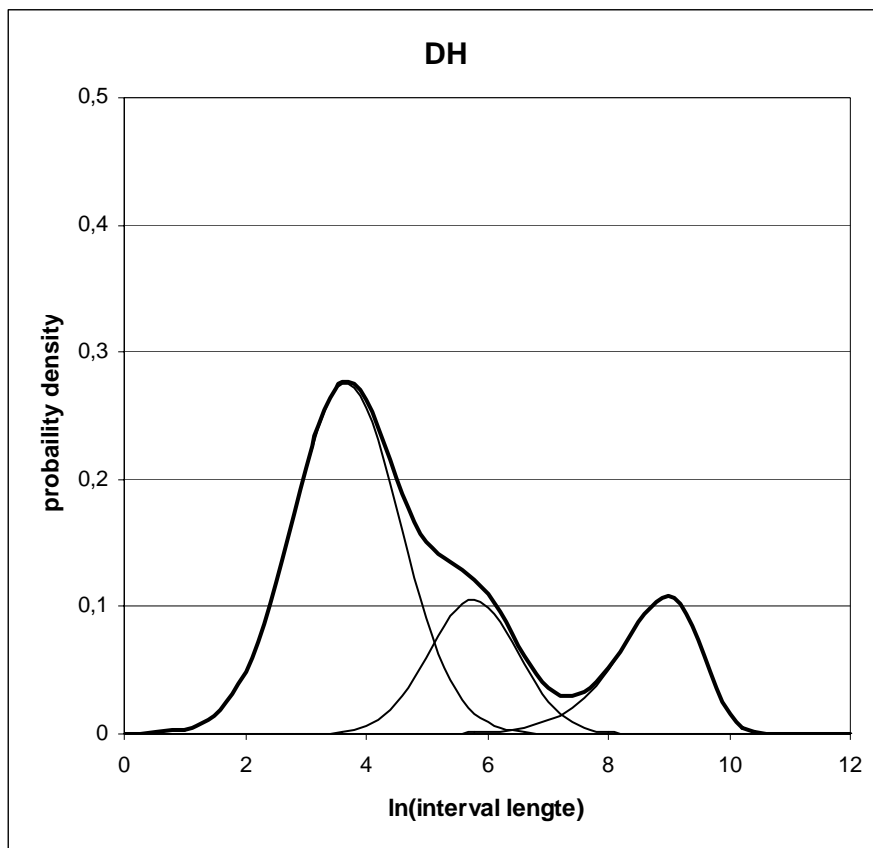
### 3 Resultaten en discussie

#### 3.1 Maaltijddefinitie

De intervallen tussen bezoeken aan het voersysteem zijn geanalyseerd ten behoeve van de definiëring van maaltijden. Conform de werkwijze van Tolkamp et al (2002) is daarbij onderscheid gemaakt tussen korte intervallen (binnen maaltijden) en lange intervallen (tussen maaltijden). Op basis van de individuele schattingen van de parameters was er altijd bij alle individuele dieren sprake van een significante derde populatie van de intervallen binnen maaltijden.

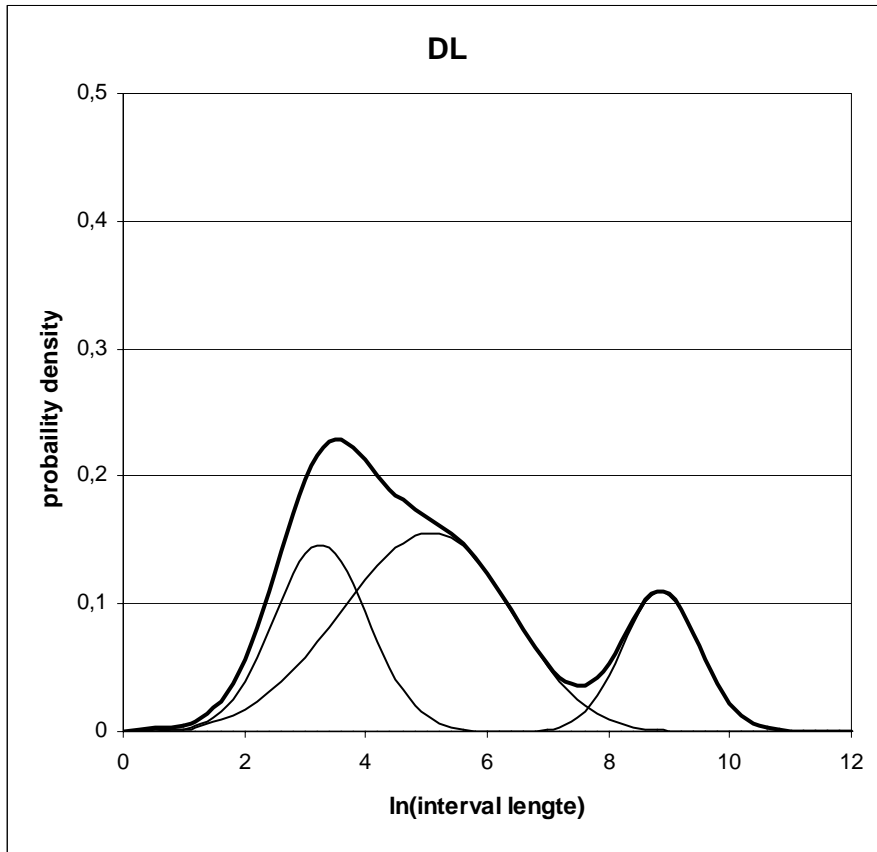
Ter illustratie zijn grafische weergaven voor de vier behandelingsgroepen uit het experiment op de Waiboerhoeve opgenomen. Het betreft de figuren 1a t/m 1d waarin de frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken per behandelingsgroep is weergegeven. De aanwezigheid van een derde populatie komt hierin duidelijk naar voren. Tolkamp en Kyriazakis (1999b) brengen deze derde populatie van intervallen binnen maaltijden in verband met wateropname. Waarnemingen gaven aan dat koeien het vreten onderbreken voor het opnemen van water. Volgens de hypothese van ben Kyriazakis (1999b) kunnen de populaties van intervallen met drinken worden onderscheiden van de populaties van intervallen zonder drinken. De intervallen tussen bezoeken aan de voerbak om te drinken is kort (enkele minuten) in vergelijking met intervallen tussen maaltijden (enkele uren). Echter de tijd om te drinken is echter langer dan de intervallen tussen twee bezoeken binnen een maaltijd waarin niet gedronken wordt. Dit resulteert in twee afzonderlijke populaties, maar mogelijk evenwel deels overlappende populaties van intervallen binnen maaltijden.

**Figuur 1a** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor de behandelingsgroep DKAS-H uit het experiment op de Waiboerhoeve

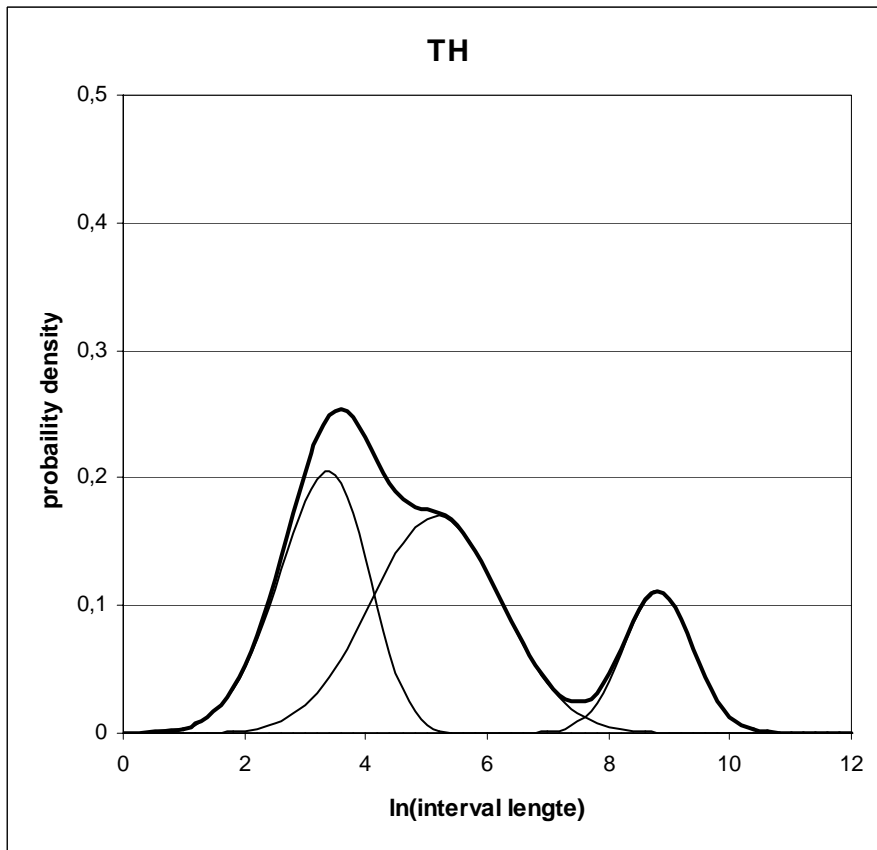




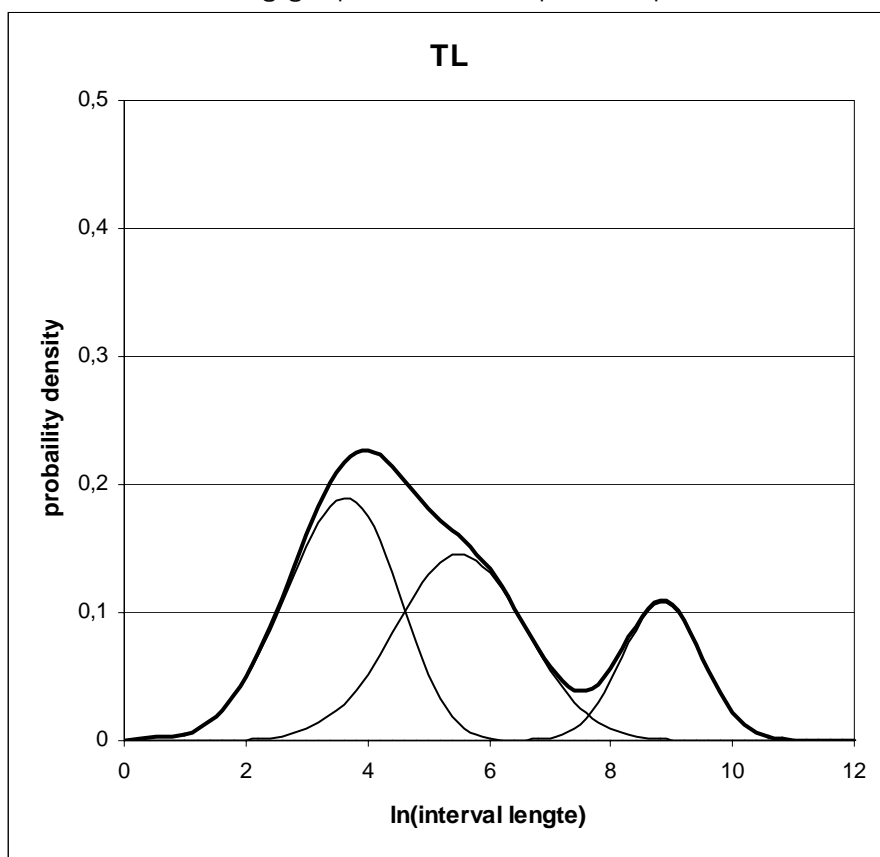
**Figuur 1b** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor de behandelingsgroep DKAS-L uit het experiment op de Waiboerhoeve



**Figuur 1c** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor de behandelingsgroep TRAD-H uit het experiment op de Waiboerhoeve



**Figuur 1d** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor de behandelingsgroep TRAD-L uit het experiment op de Waiboerhoeve



In vergelijking met de resultaten van Tolkamp et al. (2002) is in de Nederlandse experimenten op Nij Bosma Zathe en de Waiboerhoeve de populatie intervallen binnen maaltijden groter. Dit is mogelijk veroorzaakt doordat in de Nederlandse experimenten een groot deel van het krachtvoer apart van het ruwvoer werd gevoerd met geprogrammeerde krachtvoerautomaten. Tolkamp et al. verstrekten een volledig gemengd rantsoen (TMR). De instellingen van de krachtvoerautomaten in de Nederlandse experimenten waren zodanig dat de koeien werden gedwongen om het krachtvoer gedurende de dag gelijkmatig in porties op te nemen. In vergelijking tot het onderzoek van Tolkamp en Kyriazakis (1999b) en Tolkamp et al. (2002) zullen de koeien, behalve om te drinken, mogelijk ook de bezoeken aan de RIC-voerbak onderbreken om krachtvoer op te nemen. Het was niet mogelijk de begin- en eindtijden van het bezoek aan de krachtvoerautomaten te registreren. De krachtvoerautomaten waren zodanig ingesteld dat de koeien maximaal 4 kg krachtvoer (Waiboerhoeve) of 25% van het dagtegoed (circa 2,5 kg) krachtvoer kunnen opnemen. Bij een doseersnelheid van 6 gram per seconde betekent dit dat koeien circa 7 tot 12 minuten nodig hebben om een portie van de maximale grootte op te kunnen nemen. Daar moet de tijd die de dieren nodig hebben om de afstand van de voerbak tot krachtvoerautomaat te overbruggen en moeten wachten tot een krachtvoerautomaat beschikbaar is bij worden opgeteld. Op de Waiboerhoeve bedroeg de maximale loopafstand tot de meest verafgelegen krachtvoerautomaat 30 m en tot de dichtstbijzijnde krachtvoerautomaat ca. 3 m. Op Nij Bosma Zathe bedroeg de loopafstand tot de krachtvoerautomaat 3 tot 19 m. De duur van de intervallen tussen bezoeken binnen een maaltijd waarin een dier krachtvoer opneemt (naar verwachting ruim tien minuten) zal daarom, evenals bij drinken, langer zijn dan de intervallen binnen een maaltijd waarin een dier geen krachtvoer opneemt (of drinkt). In de Nederlandse experimenten kan de derde populatie intervallen daarom een combinatie zijn van intervallen binnen maaltijden vanwege drinken en intervallen binnen maaltijden waarin koeien de krachtvoerautomaat bezoeken. Bij apart verstrekken van het krachtvoer in de krachtvoerautomaten zal het vreten vaker worden onderbroken dan in een situatie waarin een TMR wordt gevoerd zoals in het experiment van Tolkamp et al. 2002. Dit kan een verklaring zijn voor het verschil in de grootte van de fractie korte intervallen (intervallen binnen een maaltijd) en lange intervallen (intervallen tussen maaltijden) zoals die is gevonden in de experimenten van Tolkamp et al. (2002).

### 3.2 Voeropnamekarakteristieken

In tabel 5 is een beschrijving gegeven van de voeropnamekarakteristieken per behandelingsgroep voor het experiment op praktijkcentrum Nij Bosma Zathe. Het betreft uitsluitend de opname van het basisrantsoen via de RIC-bakken.

**Tabel 5** Voeropnamekarakteristieken, met betrekking tot opname van het basisrantsoen (via RIC-bakken), per behandelingsgroep voor het experiment op Nij Bosma Zathe: G/M = verhouding graskuil/-snijmaiskuil in het basisrantsoen (op DS-basis), FKHS-1 t/m FKHS-4 = niveau van snel fermenteerbare koolhydraten in het rantsoen

	G/M=	G/M=	FKHs-1	FKHs-2	FKHs-3	FKHs-4	I.s.d.	P-waarde	
	60/40	20/80						Basisrantsoen	Niveau FKHS
Opname (kg product)	34,6	43,4	39,3	40,2	40,1	36,5	2,22	0,010	0,090
Opname (kg ds)	13,0	14,7	14,0	14,2	14,3	13,0	0,70	0,004	0,073
Maaltijden/dag	8,5	7,8	8,1	8,2	8,1	8,4	0,46	0,017	0,484
Maaltijdgrootte (kg product)	4,2	5,8	5,0	5,1	5,2	4,5	0,50	0,002	0,175
Maaltijdgrootte (kg ds)	1,6	2,0	1,8	1,8	1,8	1,6	0,17	0,005	0,18
Maaltijd criterium <sup>1)</sup> (sec)	1235	1341	1249	1374	1300	1228	569	0,597	0,934
<i>Maaltijd criterium (min)</i>	<i>20,6</i>	<i>22,4</i>	<i>20,8</i>	<i>22,9</i>	<i>21,7</i>	<i>20,5</i>			
Maaltijd duur (sec)	1553	1743	1661	1722	1695	1513	262	0,104	0,420
<i>Maaltijd duur (min)</i>	<i>25,9</i>	<i>29,1</i>	<i>27,7</i>	<i>28,7</i>	<i>28,3</i>	<i>25,2</i>			
Bezoekduur/maaltijd (sec)	1148	1270	1243	1221	1263	1110	126	0,054	0,198
<i>Bezoekduur/maaltijd (min)</i>	<i>19,1</i>	<i>21,2</i>	<i>20,7</i>	<i>20,4</i>	<i>21,1</i>	<i>18,5</i>			
Opnamesnelheid (g/min)	226	288	255	262	255	257	20	<0,01	0,447
Opnamesnelheid (g ds/min)	85	99	90	92	91	94	8,0	0,01	0,774

<sup>1)</sup> d.w.z. het langste interval tussen twee bezoeken die onderdeel zijn van één maaltijd

Uit de gegevens in tabel 5 komen een aantal verschillen naar voren tussen de onderzochte basisrantsoenen. Het snijmaiskuilige basisrantsoen (met een graskuil/snijmaiskuilverhouding van 20/80 op ds-basis) geeft ten opzichte van het andere basisrantsoen (met een graskuil/snijmaiskuilverhouding van 60/40 op ds basis):

- een hogere gemiddelde dagelijkse opname van het basisrantsoen
- een geringer gemiddeld aantal maaltijden per dag
- gemiddeld grotere maaltijden
- een gemiddeld hogere opnamesnelheid

Het niveau aan snel fermenteerbare koolhydraten (FKHs) in het rantsoen heeft geen invloed op de voeropnamekarakteristieken, met uitzondering van een enigszins achterblijvend voeropnameniveau en een verlaagde maaltijdgrootte bij het hoogste niveau aan FKHS.

In tabel 6 is een beschrijving gegeven van de voeropnamekarakteristieken per behandelingsgroep voor het experiment op de Waiboerhoeve. Het betreft uitsluitend de opname van het basisrantsoen via de RIC-bakken. Uit dit experiment met twee regiems van krachtvoerverstrekking (DKAS en TRAD) en twee rantsoenen met verschillende energiedichtheid (950 VEM/kg ds versus 800 VEM/kg ds) blijkt dat het rantsoen een significant effect heeft op de voeropname (zowel vers product als droge stof), de maaltijdgrootte, de bezoekduur per maaltijd en de opnamesnelheid. Een meer "limiterend" rantsoen met een lagere energiedichtheid (meer stro) leidt tot een significant lagere opname, een kleinere maaltijdgrootte en een lagere opnamesnelheid, terwijl de bezoekduur per maaltijd langer is. Het verschil in de "vers product opname" en de "maaltijdgrootte in versgewicht" tussen het hoog energetische (H) en laag energetische (L) rantsoen op de Waiboerhoeve lijkt enigszins in tegenspraak met de waarnemingen van Tolkamp et al. (2002), die geen verschil vonden in de "vers product opname" en de "maaltijdgrootte in versgewicht" tussen een volledig gemengd krachtvoerrijk (weinig opname limiterend) en een krachtvoerarm (sterk opname limiterend) rantsoen (resp. 59% en 27% krachtvoer op

drogestof basis). Wellicht is het verschil in smakelijkheid tussen het weinig en veel limiterende rantsoen in de Nederlandse proeven groter geweest dan in de proeven van Tolkamp et al. (2002). Bij aanvang van de voederproef op de Waiboerhoeve bleek dat de koeien die een rantsoen met stro ontvingen een grote voorkeur hadden voor het rantsoen zonder stro, hetgeen leidde tot het stelen van voer uit de voerbakken met het voermengsel zonder stro. Daarom werden kort na aanvang van het onderzoek de koeien van de verschillende rantsoengroepen (met en zonder stro) fysiek van elkaar gescheiden. De langere eettijd bij het rantsoen met stro (lage energiedichtheid) kan mogelijk worden toegeschreven aan de grotere kauwarbeid als gevolg van hogere celwandgehalte van het rantsoen. Er bestaat een positief verband tussen de hoeveelheid kauwarbeid en het gehalte aan celwanden en/of ruwe celstof in het rantsoen (Bosch et al., 1991; de Brabander et al., 1994). De grotere behoefte aan kauwarbeid, gecombineerd met een lagere afbreekbaarheid van het rantsoen, kan leiden tot een lagere verdwijnsnelheid van de voerdeeltjes uit de pens door afbraak en door uitstroom. Hoewel, het concept van fysieke verzadiging als regulatie van de voeropname niet onomstreden is (Tolkamp, 1999b) kan fysieke verzadiging bij het rantsoen met stro mogelijk één van de verklarende factoren zijn voor de lagere opname en kleinere maaltijdgrootte. Tussen de behandelingen in het experiment op de Waiboerhoeve met een meer of minder limiterend rantsoen bestaat geen verschil in maaltijd criterium en het aantal maaltijden per dag. Dit geeft aan dat op groepsniveau koeien bij meer limiterende rantsoenen niet meer kleinere maaltijden hebben om een maximale pensvulling na te streven. Dit is in overeenstemming met het onderzoek van Tolkamp et al. (2002) waarin eveneens geen verschillen in het aantal maaltijden en het maaltijd criterium werden gevonden tussen meer en minder limiterende rantsoenen o.b.v. TMR.

In het experiment op de Waiboerhoeve bleek de wijze van krachtvoer advisering (DKAS of TRAD) geen significant effect (P-waarde <0,05) te hebben op de voeropname karakteristieken.

**Tabel 6** Voeropname karakteristieken, met betrekking tot opname van het basisrantsoen (via RIC-bakken), per behandelingsgroep voor het experiment op de Waiboerhoeve: M = Voermethode (DKAS-H, TRAD-H, DKAS-L; TRAD-L); R = Rantsoen (800 VEM/kg ds = L; 950 VEM/kg ds = H).

	DKAS-H	TRAD-H	DKAS-L	TRAD-L	I.s.d.	P-waarde		
						M	R	M*R
Opname (kg product)	34,4	37,4	26,3	27,8	3,51	0,067	<0,001	0,525
Opname (kg ds)	12,2	13,2	10,8	11,4	1,35	0,080	0,001	0,658
Maaltijden/dag	9,0	9,6	9,0	8,8	1,18	0,719	0,342	0,309
Maaltijdgrootte (kg product)	3,8	3,9	2,9	3,2	0,67	0,246	<0,001	0,717
Maaltijdgrootte (kg ds)	1,3	1,4	1,2	1,3	0,26	0,254	0,215	0,644
Maaltijd criterium <sup>1)</sup> (sec)	1407	1250	1365	1523	349	0,997	0,345	0,200
<i>Maaltijd criterium (min)</i>	<i>23,5</i>	<i>20,8</i>	<i>22,8</i>	<i>25,4</i>				
Maaltijdduur (sec)	1535	1646	1661	1913	302	0,090	0,067	0,506
<i>Maaltijdduur (min)</i>	<i>25,6</i>	<i>27,4</i>	<i>27,7</i>	<i>31,9</i>				
Bezoekduur/maaltijd (sec)	887	961	1033	1184	205	0,119	0,012	0,590
<i>Bezoekduur/maaltijd (min)</i>	<i>14,8</i>	<i>16,0</i>	<i>17,2</i>	<i>19,7</i>				
Opnamesnelheid (g/min)	258	244	169	161	49	0,470	<0,001	0,985
Opnamesnelheid (g ds/min)	91	86	69	66	18	0,467	<0,001	0,990

<sup>1)</sup> d.w.z. het langste interval tussen twee bezoeken die onderdeel zijn van één maaltijd

Ten opzichte van de experimenten van Yeates et al. (2001) en Tolkamp et al. (2002) was er in de experimenten op de Waiboerhoeve en Nij Bosma Zathe sprake van een lagere opname (zowel in drogestof als in vers product) uit de voerbakken. Dit is naar alle waarschijnlijkheid toe te schrijven aan het verschil in voermethode: TMR bij Yeates et al en Tolkamp et al versus separate krachtvoerverstrekking via krachtvoerautomaten in de Nederlandse experimenten.

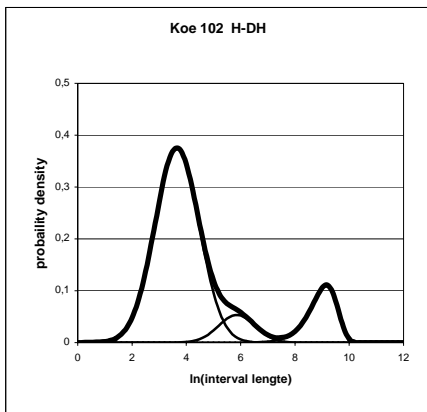
Het maaltijd criterium (zie hoofdstuk 2) in de Nederlandse experimenten verschilde weinig met de studies van Tolkamp et al. (2002) en Yeates et al. (2001). Echter, het aantal maaltijden per dag in de Nederlandse experimenten is duidelijk groter dan gerapporteerd door Tolkamp et al (2002) en Yeates et al (2001). Tolkamp et al. (2002) vonden gemiddeld 6,4 maaltijden per dag (bij een TMR met 59% krachtvoer op ds-basis) en gemiddeld 6,7 maaltijden per dag (bij een TMR met 27% krachtvoer op ds-basis). Yeates et al (2001) vonden gemiddeld 6 maaltijden per dag bij een TMR met 30% krachtvoer op ds-basis.

Wellicht zijn de verschillen in het aantal maaltijden per dag te verklaren uit het eerder genoemde verschil in voermethoden bij de diverse studies. De koeien in de Nederlandse experimenten zijn via de krachtvoerautomaten geconditioneerd om het krachtvoer regelmatig over de dag op te nemen. Hoewel speculatief, zou het mogelijk kunnen zijn dat onderbreken van een maaltijd voor het opnemen van krachtvoer ook leidt tot kortere maaltijden omdat als gevolg van het opnemen van krachtvoer verzadiging kan optreden. Een ander aspect kan wellicht zijn dat de bezettingsgraad van de voerbakken een rol speelt bij opnamegedrag. In de Nederlandse experimenten bedroeg de bezetting per voerbak maximaal 1,13 koe per bak, terwijl in de experimenten van Tolkamp et al (2002) en Yeates et al (2001) de bezetting 2 koeien op 1 bak bedroeg. Een lagere bezetting, in combinatie met een geringe opname uit de voerbakken, kan er mogelijk toe hebben geleid dat gedurende de dag vaker voerbakken beschikbaar zijn geweest. Ranglagere dieren hebben daardoor vaker de mogelijkheid gehad om vrij en ongehinderd door ranghogere dieren voerbakken te bezoeken. Dit kan mogelijk hebben bijgedragen tot een groter aantal maaltijden gedurende de dag.

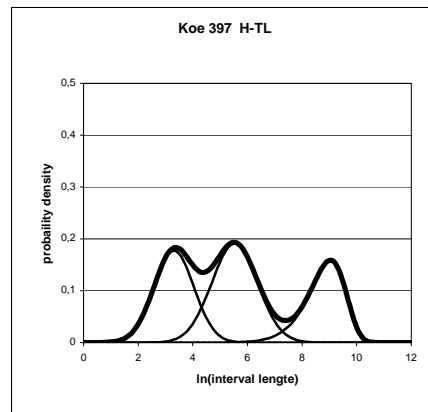
### 3.3 Samenhang tussen voeropnameniveau en voeropnamepatroon

Bevindingen van Tolkamp et al. (2002) geven aan dat de individuele variatie in maaltijd criterium en het aantal maaltijden groter is dan de variatie in individuele voeropname. Om te onderzoeken of verschil in voeropnamepatroon tussen individuele dieren samenhangt met verschil in voeropnameniveau zijn voor het experiment op de Waiboerhoeve per behandeling (DKAS-H, DKAS-L, TRAD-H en TRAD-L) de dieren geselecteerd met respectievelijk de hoogste en de laagste gemiddelde voeropname. In deze selectie zijn dieren in de eerste lactatie uitgesloten. Ter illustratie is in de figuren 3.2a t/m 3.2h de frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken per geselecteerd dier weergegeven. De forse verschillen tussen de figuren 2a t/m 2h benadrukken de grote tussen-dier variatie in het voeropnamepatroon.

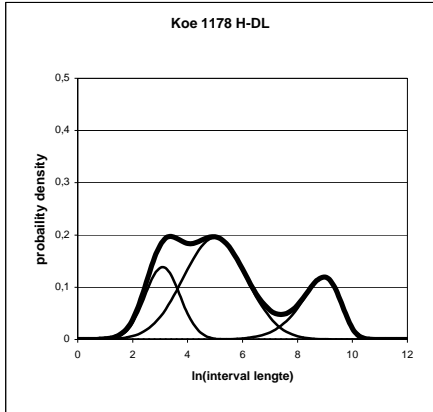
**Figuur 2a** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 102. Dit betreft de koe met de hoogste gemiddelde voeropname binnen behandeling DKAS-H van het experiment op de Waiboerhoeve.



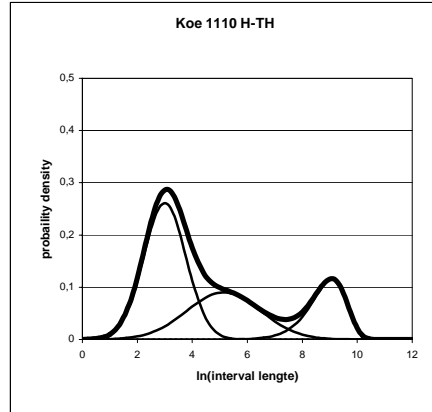
**Figuur 2b** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 397. Dit betreft de koe met de hoogste gemiddelde voeropname binnen behandeling TRAD-L van het experiment op de Waiboerhoeve.



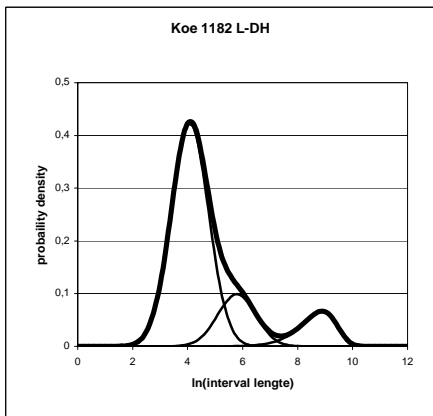
**Figuur 2c** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 1178. Dit betreft de koe met de hoogste gemiddelde voeropname binnen behandeling DKAS-L van het experiment op de Waiboerhoeve.



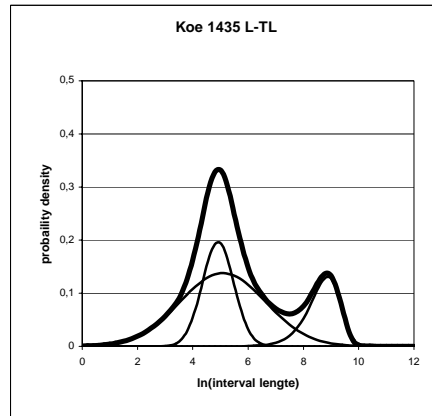
**Figuur 2d** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 1110. Dit betreft de koe met de hoogste gemiddelde voeropname binnen behandeling TRAD-H van het experiment op de Waiboerhoeve.



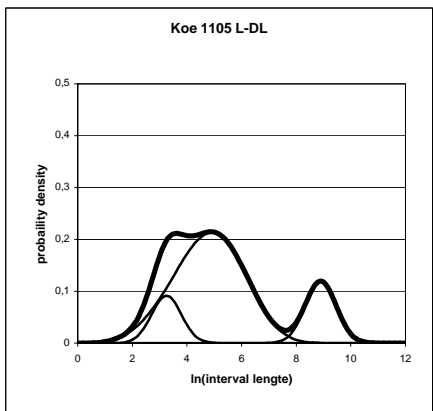
**Figuur 2e** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 1182. Dit betreft de koe met de laagste gemiddelde voeropname binnen behandeling DKAS-H van het experiment op de Waiboerhoeve.



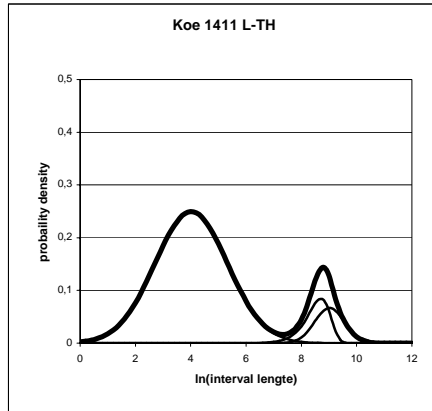
**Figuur 2f** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 1435. Dit betreft de koe met de laagste gemiddelde voeropname binnen behandeling TRAD-L van het experiment op de Waiboerhoeve.



**Figuur 2g** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 1105. Dit betreft de koe met de laagste gemiddelde voeropname binnen behandeling DKAS-L van het experiment op de Waiboerhoeve.



**Figuur 2h** Frequentieverdeling van de log-transformeerde intervallen tussen bezoeken voor koe 1411. Dit betreft de koe met de laagste gemiddelde voeropname binnen behandeling TRAD-H van het experiment op de Waiboerhoeve.



Om meer inzicht te krijgen in de samenhang tussen voeropnameniveau en voeropnamepatroon zijn uit het experiment van de Waiboerhoeve voor de twee groepen op respectievelijk het hoog energetische basisrantsoen (H = ca. 950 VEM/kg ds) en het laag energetische basisrantsoen (L = ca. 800 VEM/kg ds) vanuit elke groep de vier dieren met de hoogste respectievelijk laagste gemiddelde voeropname geselecteerd. Hierbij zijn dieren in de eerste lactatie uitgesloten. De uitkomsten van de variantieanalyse op de parameterschattingen binnen deze selectie zijn gegeven in tabel 7.

**Tabel 7** Voeropnamekarakteristieken van selecties van vier dieren (lactatienummer > 1) met het hoogste respectievelijk laagste gemiddelde voeropnameniveau (N) per basisrantsoen (R = Rantsoen; 800 VEM/kg ds = L; 950 VEM/kg ds = H).

Voeropname (N)	HOOG		LAAG		sed	P-waarde		
	H	L	H	L		N	R	N*R
Basisrantsoen (R)								
Aantal dieren	4	4	4	4				
Opname (kg product)	41,4	30,1	35,7	25,8	2,064	0,002	<0,001	0,628
Opname (kg ds)	14,7	12,6	12,6	10,5	0,670	<0,001	<0,001	0,961
Maaltijden/dag	8,9	7,6	9,1	9,6	0,839	0,066	0,486	0,143
Maaltijdgrootte (kg product)	4,7	4,0	3,9	2,7	0,500	0,010	0,007	0,511
Maaltijdgrootte (kg ds)	1,7	1,7	1,4	1,1	0,196	0,006	0,265	0,337
Maaltijd criterium <sup>1)</sup> (sec)	1498	1863	1282	1344	304,0	0,099	0,329	0,487
<i>Maaltijd criterium (min)</i>	<i>25,0</i>	<i>31,1</i>	<i>21,4</i>	<i>22,4</i>				
Maaltijd duur (sec)	1702	2034	1540	1745	251,0	0,217	0,143	0,724
<i>Maaltijd duur (min)</i>	<i>28,4</i>	<i>33,9</i>	<i>25,7</i>	<i>29,1</i>				
Bezoekduur/maaltijd (sec)	1054	1351	872	1036	159,1	0,035	0,050	0,559
<i>Bezoekduur/maaltijd (min)</i>	<i>17,6</i>	<i>22,5</i>	<i>14,5</i>	<i>17,3</i>				
Opnamesnelheid (g/min)	266	177	270	156	28,3	0,954	<0,001	0,534
Opnamesnelheid (g ds/min)	94	74	95	63	10,2	0,786	<0,001	0,458

<sup>1)</sup> d.w.z. het langste interval tussen twee bezoeken die onderdeel zijn van één maaltijd

Uit de in tabel 7 beschreven analyse blijkt dat koeien met een laag voeropnameniveau (N = LAAG) dagelijks iets meer maaltijden in combinatie met lagere maaltijdgrootte kennen dan koeien met een hoog voeropnameniveau (N = HOOG). Daarnaast is bij een laag voeropnameniveau het maaltijd criterium korter en is er een kortere bezoekduur aan het voerstation binnen maaltijden. Het voeropnameniveau blijkt niet van invloed op de opnamesnelheid.

Uit de analyse blijkt verder dat koeien op het meest "limiterende" rantsoen (L met ca 850 VEM/kg ds) een lagere opname en een kleinere maaltijdgrootte kennen dan koeien op het minst "limiterende" rantsoen (H met ca 950 VEM/kg ds). Daarnaast is op rantsoen L de maaltijd duur iets langer en is de opnamesnelheid lager dan op rantsoen H. Er is geen verschil in maaltijd criterium of aantal maaltijden geconstateerd.

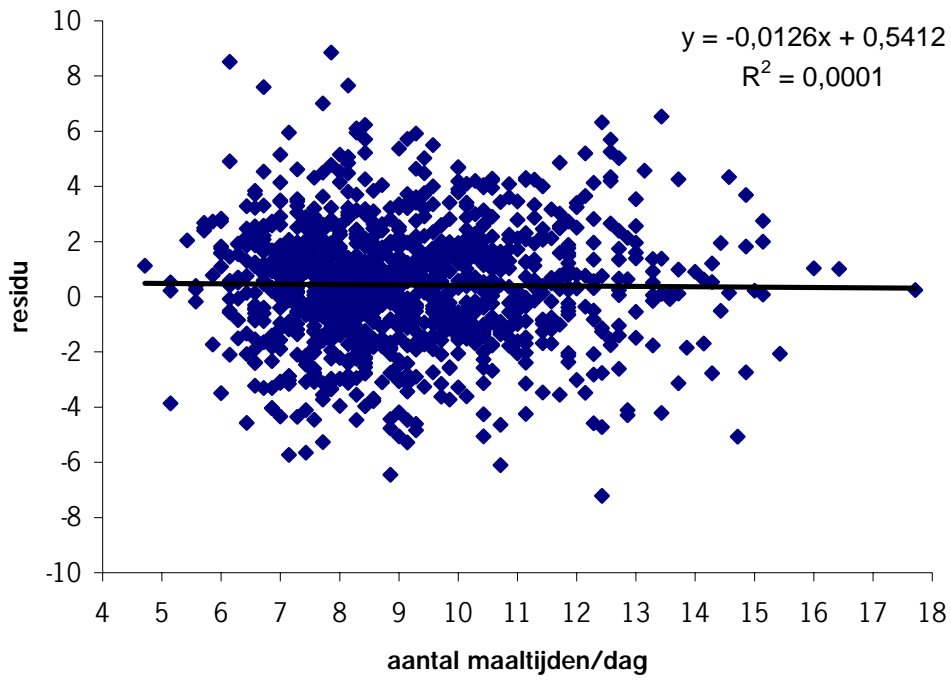
In een aanvullende analyse bleek de methode van krachtvoerverstrekken (DKAS versus TRAD) geen effecten te hebben het op het maaltijdpatronen. Het enige verschil dat werd geconstateerd was een tendens voor een iets langere maaltijd duur op systeem "TRAD".

### 3.4 Gebruik van het voeropnamepatroon bij de voeropnameschatting

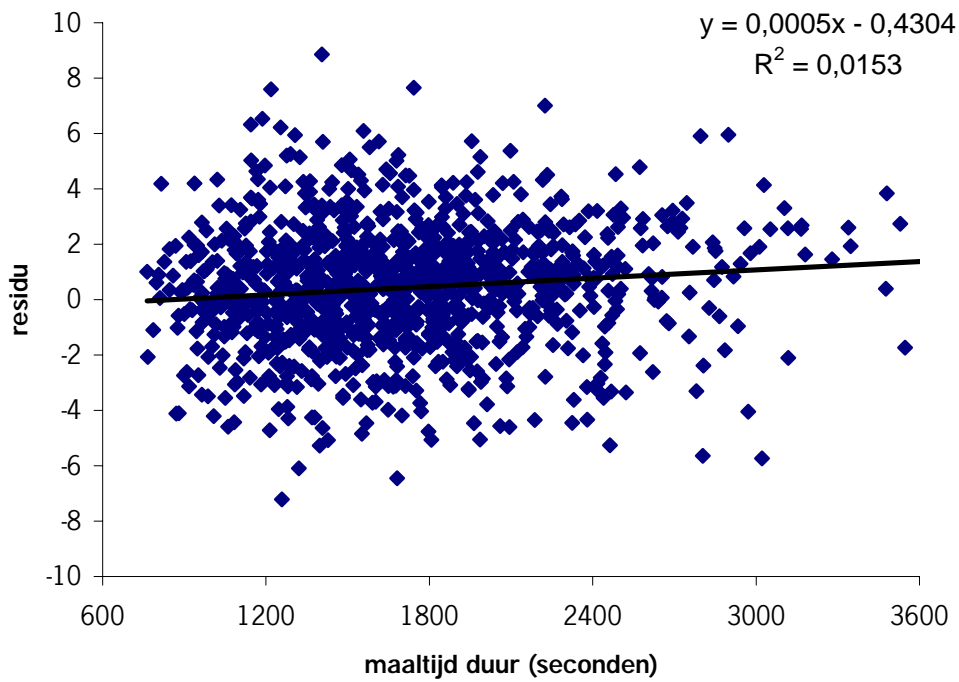
Voor de experimenten van de Waiboerhoeve (§ 3.4.1) en Nij Bosma Zathe (§ 3.4.2) is gerekend aan de werkelijke voeropname minus de voorspelde voeropname (op basis van het voeropnamemodel van Zom et al, 2002; op koeweekniveau). Het verschil tussen werkelijke en voorspelde voeropname wordt "residu" genoemd, waarbij een positief residu op een onderschatting en een negatief residu op een overschatting van de voeropname door het voeropnamemodel wijst. De samenhang tussen de residuen en de kenmerken met betrekking tot het voeropnamepatroon is vervolgens grafisch weergegeven.

3.4.1 Resultaten Waiboerhoeve

**Figuur 3** Samenhang tussen aantal maaltijden per dag en residu (kg DS); experiment Waiboerhoeve

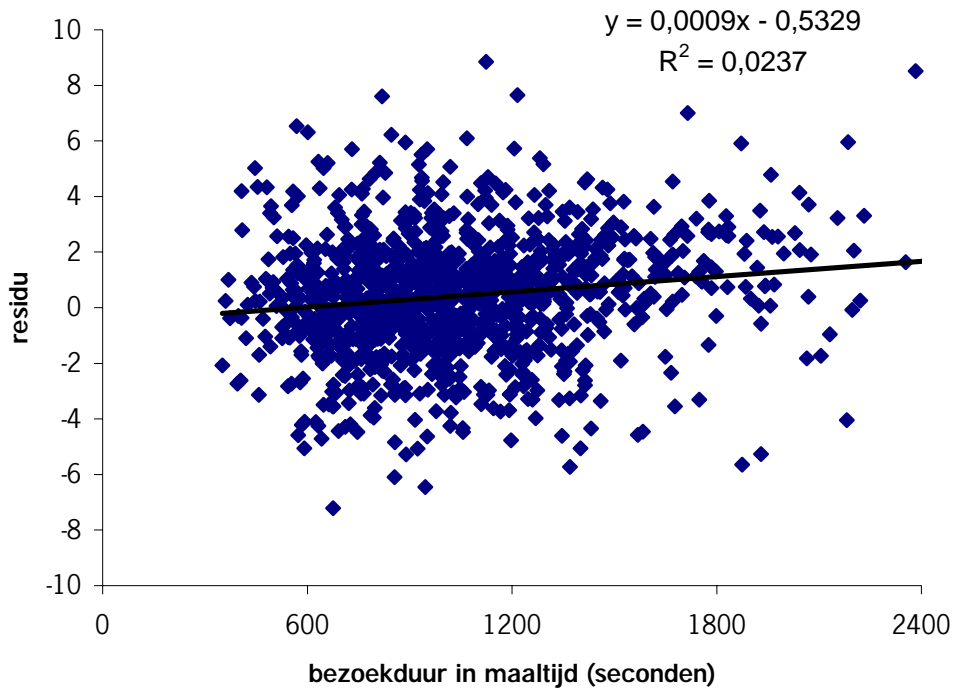


**Figuur 4** Samenhang tussen maaltijdduur (sec.) en residu (kg DS); experiment Waiboerhoeve

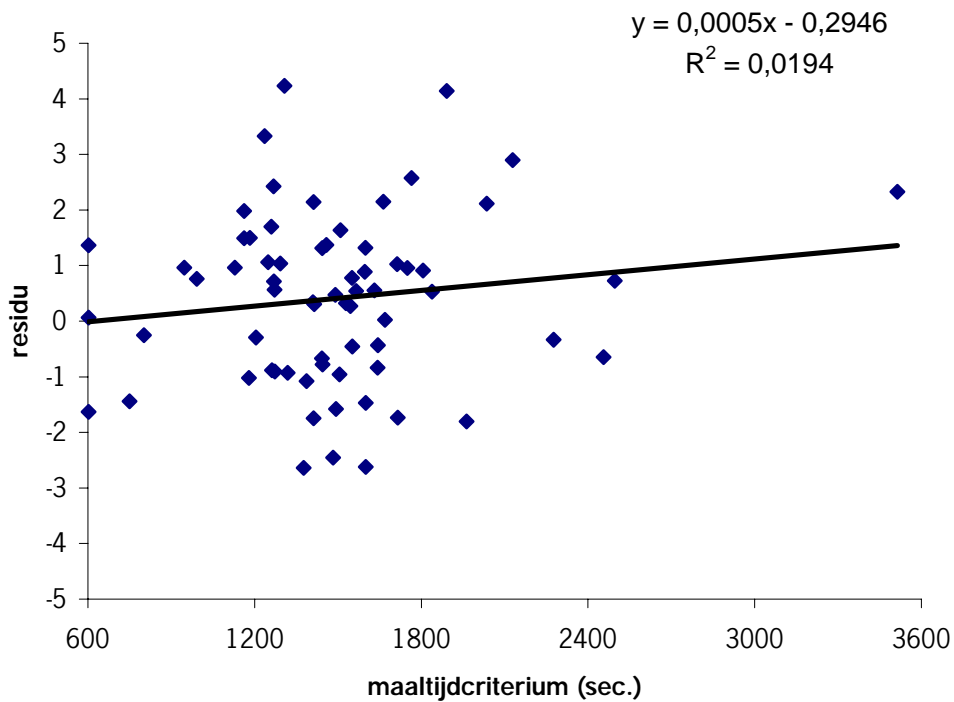




**Figuur 5** Samenhang tussen bezoekduur (sec.) en residu (kg DS); experiment Waiboerhoeve



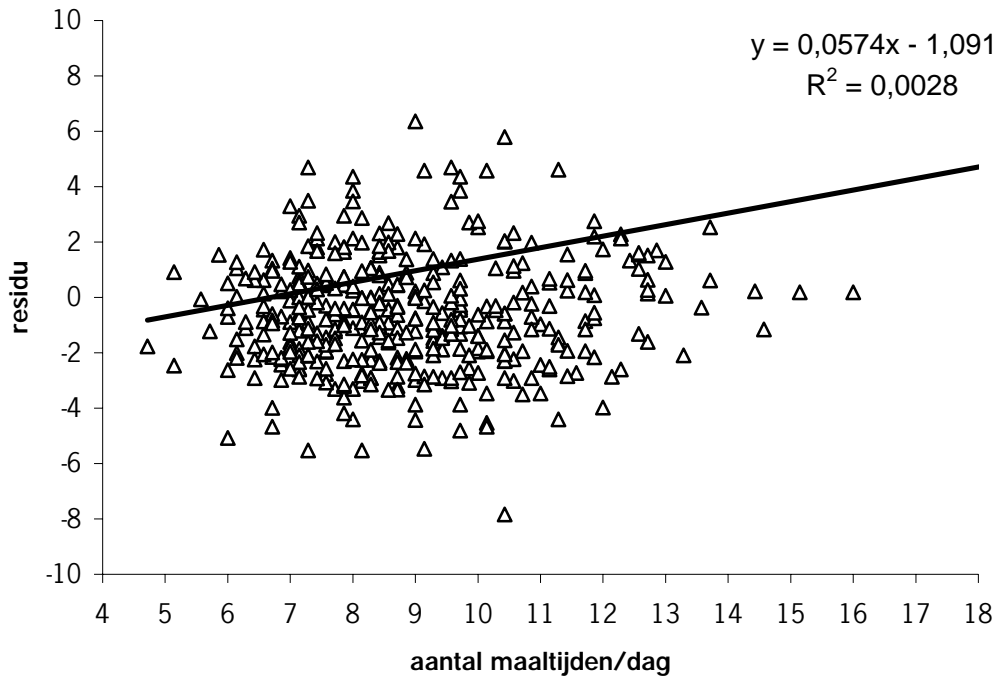
**Figuur 6** Samenhang tussen maaltijd criterium (sec.) en residu (kg DS); experiment Waiboerhoeve.



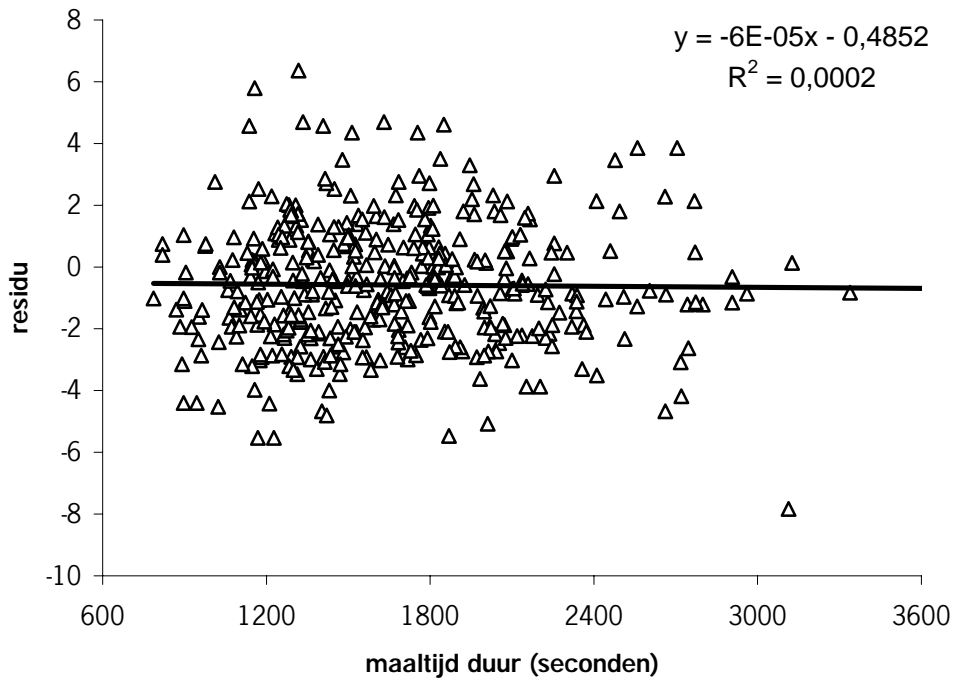
Uit de residuanalyse voor het experiment op de Waiboerhoeve blijkt dat de voeropnameschatting voor melkvee in de praktijk niet verbeterd kan worden door het voeropnamepatroon, als verklarende factor voor verschillen in de individuele voeropname van koeien, in de schatting te betrekken.

3.4.2 Resultaten Nij Bosma Zathe

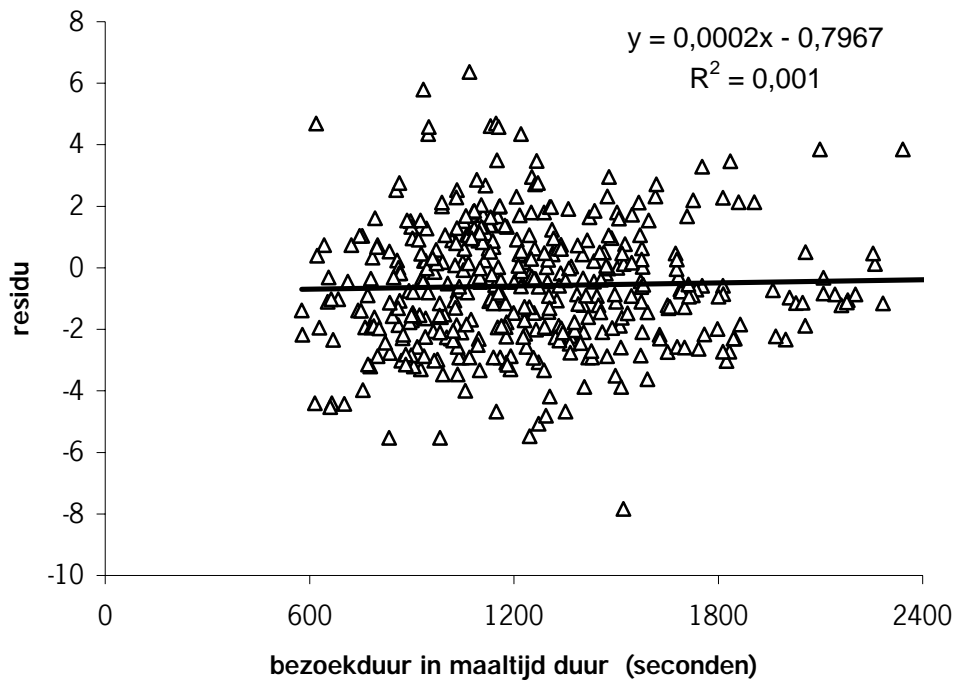
**Figuur 7** Samenhang tussen aantal maaltijden per dag en residu (kg DS); experiment Nij Bosma Zathe



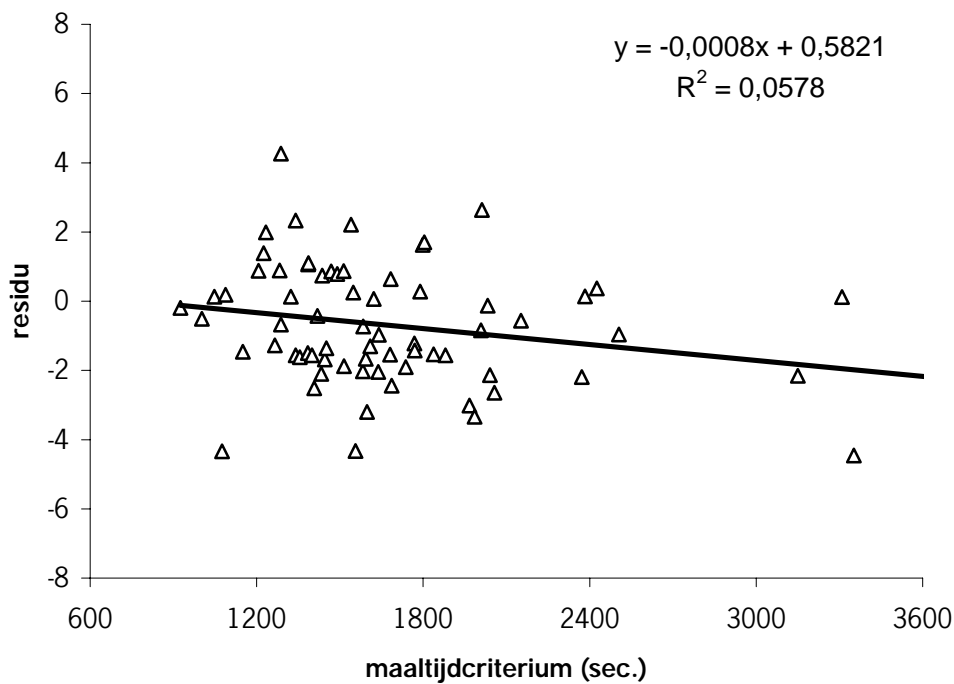
**Figuur 8** Samenhang tussen maaltijdduur (sec) en residu (kg DS); experiment Nij Bosma Zathe.



**Figuur 9** Samenhang tussen bezoekduur (sec) en residu (kg DS); experiment Nij Bosma Zathe



**Figuur 10** Samenhang tussen maaltijd criterium (sec) en residu (kg DS); experiment Nij Bosma Zathe.

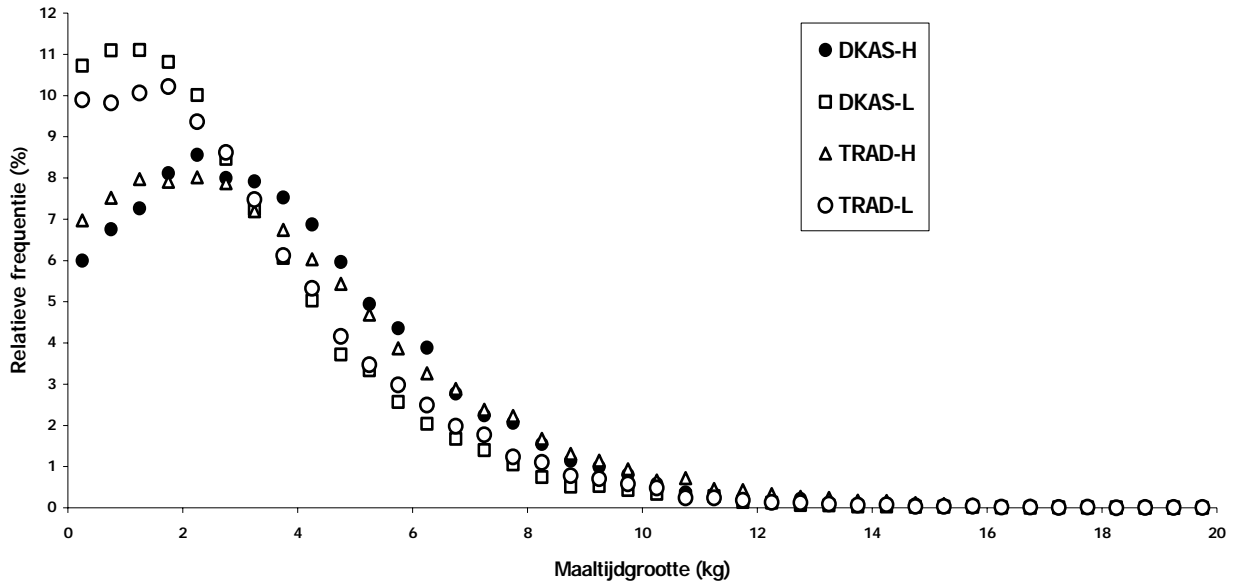


Uit de residuanalyse voor het experiment op Nij Bosma Zathe blijkt dat de voeropnameschatting voor melkvee in de praktijk niet verbeterd kan worden door het voeropnamepatroon, als verklarende factor voor verschillen in de individuele voeropname van koeien, in de schatting te betrekken.

### 3.5 Maaltijdgrootte

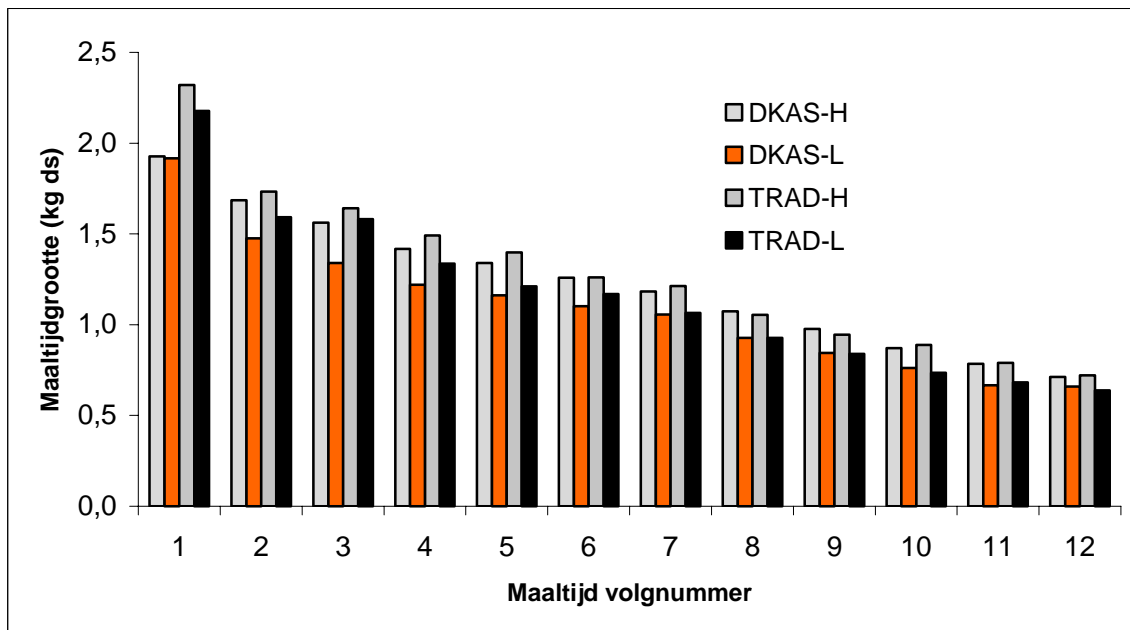
De maaltijdgrootte van melkkoeien is erg variabel en loopt uiteen van minder dan één kilogram tot meer dan tien kilogram product. Ter illustratie is in figuur 11 voor het experiment op de Waiboerhoeve de frequentieverdeling van de maaltijdgrootte gegeven. Veel maaltijden liggen in de range van 1 tot 5 kilogram voer. In het traject van 0 tot 2,5 kilogram is de relatieve frequentie hoger bij TRAD-L en DKAS-L dan bij TRAD-H en DKAS-H.

**Figuur 11** Frequentieverdeling van de maaltijdgrootte in het experiment op de Waiboerhoeve



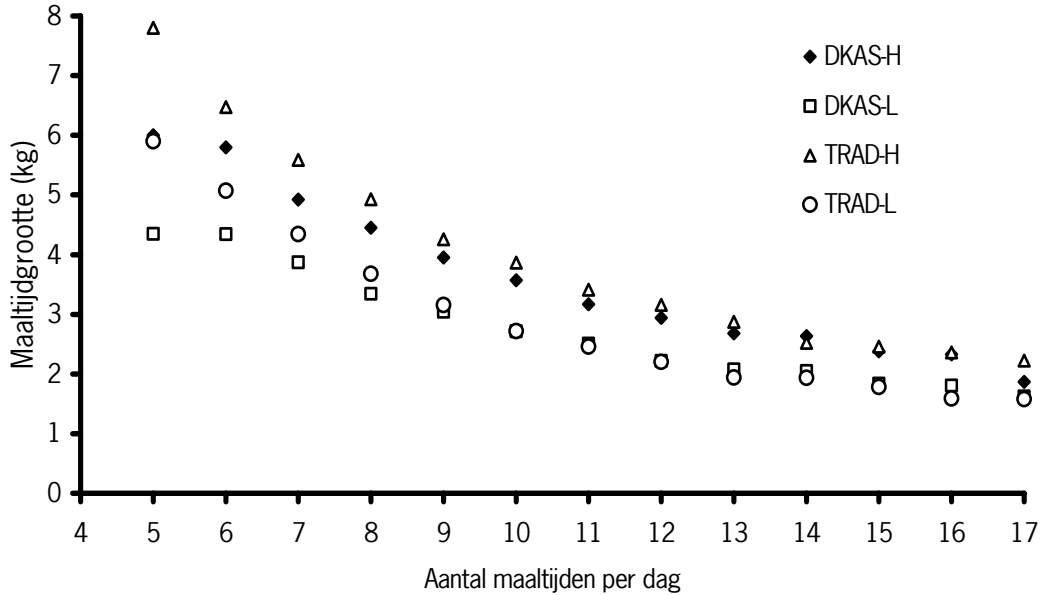
Figuur 12 geeft inzicht in de relatie tussen maaltijdgrootte en maaltijdnummer (gebaseerd op het experiment op de Waiboerhoeve). Het maaltijdnummer is het volgnummer van de maaltijd binnen een etmaal, waarbij maaltijdnummer 1 de eerste maaltijd na de ochtendmelking is. Uit deze figuur blijkt dat de maaltijdgrootte gedurende de dag afneemt (zie voor meer informatie over het bezoekgedrag gedurende de dag ook §3.7).

**Figuur 12** Maaltijdgrootte per maaltijdnummer (volgnummer binnen een etmaal; nummer 1 is de eerste maaltijd na de ochtendmelking); experiment Waiboerhoeve



Vervolgens is de gemiddelde maaltijdgrootte uitgezet tegen het aantal maaltijden per dag. Hieruit blijkt dat maaltijdgrootte en aantal maaltijden negatief zijn gecorreleerd. Ter illustratie is voor het experiment op de Waiboerhoeve deze relatie grafisch gegeven (figuur 13).

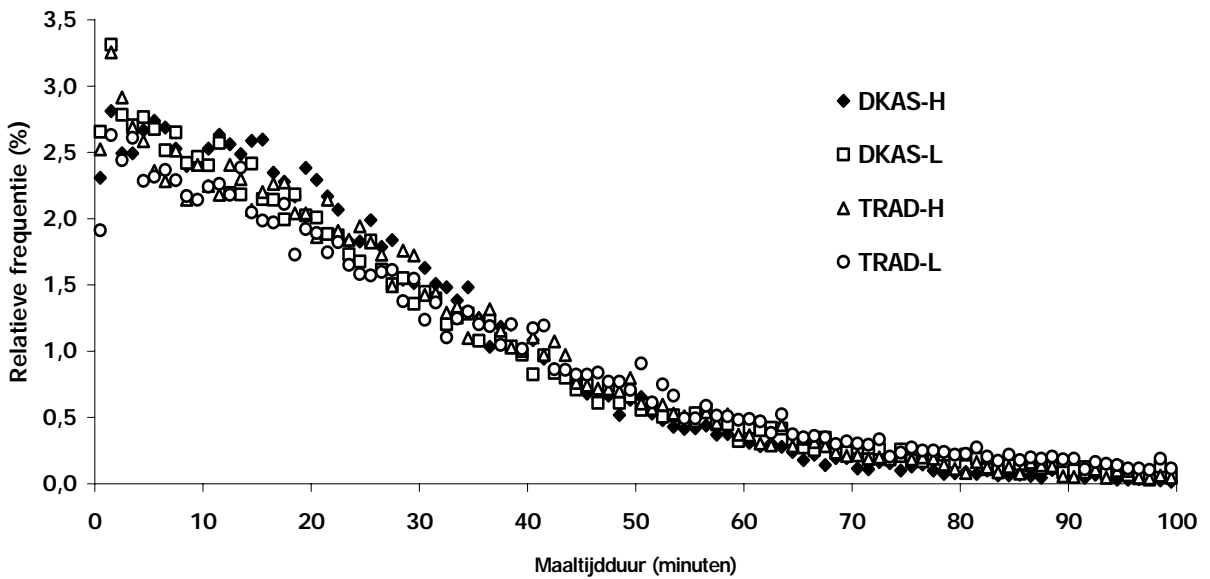
**Figuur 13** Relatie tussen gemiddelde maaltijdgrootte en aantal malen per dag; experiment Waiboerhoeve



### 3.6 Maaltijdduur

De maaltijdduur is erg variabel en loopt grofweg uiteen van één tot honderd minuten. Korte maaltijden komen het vaakst voor, zoals ook blijkt uit figuur 14 waarin de relatieve frequentieverdeling van de maaltijdduur is gegeven voor het experiment op de Waiboerhoeve.

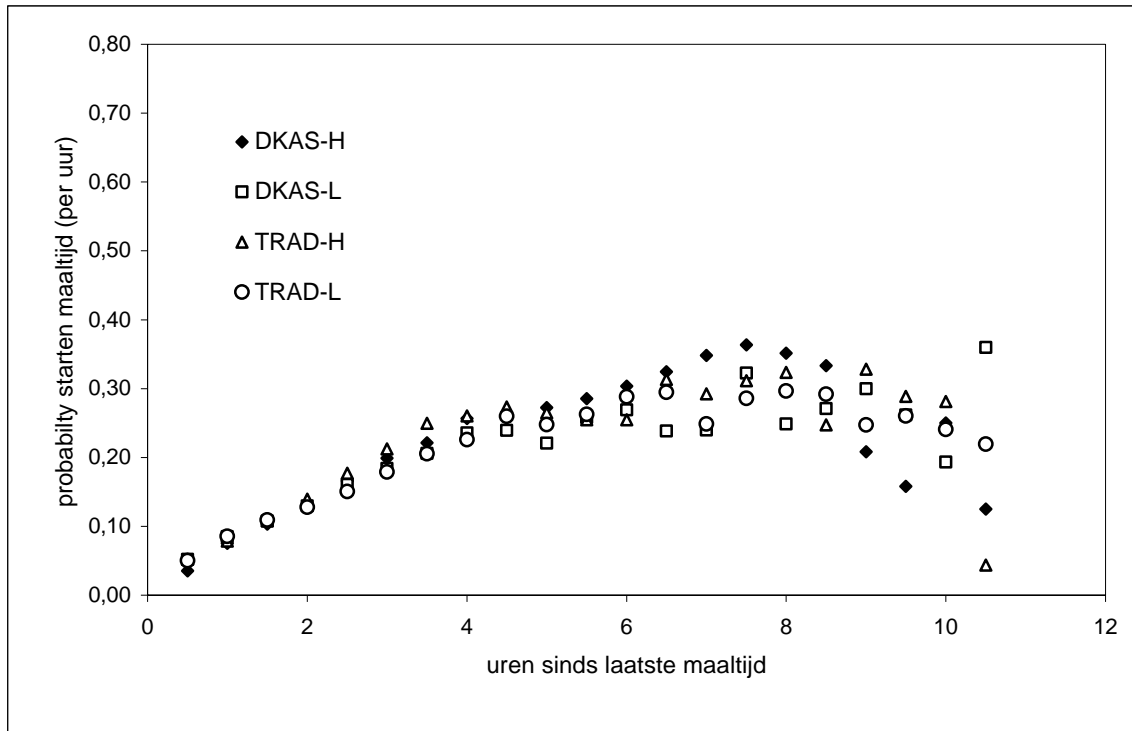
**Figuur 14** Relatieve frequentieverdeling van de maaltijdduur; experiment Waiboerhoeve



### 3.7 Aanvang van een maaltijd

De waarschijnlijkheid van de aanvang van een maaltijd hangt samen met het aantal verstreken uren sinds beëindiging van de voorgaande maaltijd. Deze samenhang is geïllustreerd in figuur 15 (experiment Waiboerhoeve). Circa 8 uur na een voorgaande maaltijd is de kans op aanvang van een nieuwe maaltijd het grootst. Bedenk echter wel dat er veel bedrijfsgebonden factoren zijn die van invloed zijn op de waarschijnlijkheid van aanvang van een nieuwe maaltijd. Zo wordt in de praktijk geconstateerd dat activiteiten in de stal, zoals het binnenrijden van nieuw voer, de activiteit van koeien stimuleert, en leidt tot een verhoogd bezoek aan het voerhek (of in de experimenten tot een bezoek aan het RIC-voersysteem).

**Figuur 15** Samenhang tussen de waarschijnlijkheid (probability) van de start van een maaltijd en de verstreken tijd sinds de laatste maaltijd; experiment Waiboerhoeve



Door Albright en Arave (1997) is gerapporteerd dat het voeropnamegedrag ook is gerelateerd aan het dag/nachtpatroon. Pieken van activiteit en voeropname liggen bij rundvee van nature rond zonsopgang en laat in de middag/in de vroege avond (zonsondergang). Het meeste voer wordt opgenomen tijdens de daglichtperiode. In de praktijk wordt wel gezien dat wanneer beperkingen worden ondervonden door de dieren, ze zich aanpassen aan de nieuwe situatie. Bijvoorbeeld bij een automatisch melksysteem gebruiken melkkoeien de nachtelijke rustperiode ook om gemolken te worden, zij het in mindere mate. Vaak zijn het de wat ranglagere koeien en vaarzen die buiten de van nature "normale" tijden gaan functioneren.

## 4 Conclusies

Naarmate een rantsoen een hogere verzadigingswaarde kent, kan het worden beschouwd als een meer "limiterend" rantsoen voor wat betreft het realiseren van een hoge voeropname. Zo'n limiterend rantsoen leidt doorgaans tot kleinere maaltijden, zonder dat dit (volledig) wordt gecompenseerd door een toename van het aantal maaltijden per dag (maaltijdfrequentie). Als resultante is het totale voeropnameniveau in het algemeen lager naarmate het rantsoen meer limiterend is. Tevens is geconstateerd dat bij meer limiterend rantsoen de maaltijdduur enigszins toeneemt en de voeropnamesnelheid afneemt.

Door de graskuil/snijmaïsverhouding in een rantsoen te verhogen wordt een rantsoen normaal gesproken meer limiterend. Dit heeft doorgaans tot gevolg dat de voeropname daalt, de maaltijdgrootte en de voeropnamesnelheid afnemen en de maaltijdduur toeneemt. Praktisch gezien betekent dit dat bij rantsoenen met een hoge verzadigingswaarde meer vreetplaatsen per koe beschikbaar dienen te zijn dan bij rantsoenen met een lage verzadigingswaarde. Dit om concurrentie aan het voerhek en voeropnamedepressie bij ranglage dieren te voorkomen.

In een analyse waarin een traditioneel krachtvoeradviesstelsel (krachtvoergift gebaseerd op behoeftenormen) werd vergeleken met een dynamisch krachtvoeradviesstelsel (krachtvoergift gebaseerd op de individuele respons van koeien op krachtvoer) bleek het maaltijdenpatroon niet te worden beïnvloed door de wijze van krachtvoeradviesgeving. Het enige verschil dat werd geconstateerd was een tendens voor een iets langere maaltijdduur op het traditionele krachtvoeradviesstelsel.

Individuele melkkoeien laten een grote variatie in voeropnamepatroon zien. "Grote vreters" hebben meer "bulk capaciteit" terwijl "kleine vreters" meer en kleinere maaltijden hebben.

De waarschijnlijkheid van aanvang van een nieuwe maaltijd neemt toe naarmate het maaltijdinterval (d.w.z. de verstreken tijd sinds de laatste maaltijd) toeneemt. Daarnaast neemt de gemiddelde maaltijdgrootte af bij oplopend maaltijdnummer (gedurende de dag). Tenslotte neemt de gemiddelde maaltijdgrootte af naarmate het aantal maaltijden per dag stijgt.

Uit residuanalyses blijkt dat de voeropnameschatting voor melkvee niet verbeterd kan worden door het voeropnamepatroon, als verklarende factor voor verschillen in de individuele voeropname van koeien, in de schatting te betrekken.

## 5 Praktijktoepping

### Belang van goede voeropname

De in de dit rapport beschreven studie naar voeropnamepatronen bij melkvee is technisch van karakter en is met name opgezet om aanknopingspunten te vinden voor verbetering van de voeropnamemodule van het Koemodel (Zom et al, 2002). Uit de uitgevoerde statistische analyses komen weinig concrete aanknopingspunten naar voren voor verbetering van de bedrijfsvoering op melkveebedrijven. Dit neemt niet weg dat er op praktijkbedrijven wel degelijk veel “winst” is te behalen door kritisch een aantal “voeropname-aspecten” in de bedrijfsvoering te evalueren en waar nodig aan te scherpen.

Het voeropnameniveau van melkvee is namelijk van directe invloed op de technische prestaties (denk aan melkgift, melksamenstelling, vruchtbaarheidsresultaten) en de diergezondheid van melkvee. Enerzijds hangt dit samen met fysieke verzadiging van koeien (denk bijvoorbeeld aan preventie van pensverzuring, preventie van lebmaagdraaiing en het realiseren van een goede penswerking voor een hoge output van microbiel eiwit vanuit de pens). Anderzijds hangt het voeropnameniveau duidelijk samen met de hoeveelheid nutriënten die voor de koe ter beschikking komen voor melkgift, behoud van lichaamsconditie, vruchtbaarheid, gezondheid en lichaamsonderhoud.

Het voeropnameniveau van een melkkoe is enerzijds afhankelijk van “dierfactoren” (zoals leeftijd en lactatiestadium) die de voeropnamecapaciteit van een koe bepalen en anderzijds van “voerfactoren” die de verzadigingswaarde van het rantsoen bepalen. Naast deze dier- en voerfactoren, die de veehouder slechts ten dele zelf kan beïnvloeden, spelen ook andere invloedsfactoren een rol bij het voeropnameniveau.

### Aantal vreetplaatsen en beschikbaarheid van voer

In een stal met overbezetting ontstaan diverse problemen, waaronder problemen met de voeropname. Er zijn verschillende vormen van overbezetting, namelijk overbezetting van het aantal ligplaatsen en/of overbezetting van het aantal vreetplaatsen. Een tekort aan ligplaatsen geeft vervuiling van de ligboxen en meer damslapers. Ook kan het stalklimaat verslechteren doordat de ventilatiecapaciteit van de stal is berekend op een geringer aantal dieren. De kans op gezondheidsproblemen zoals mastitis, baarmoederinfecties en luchtwegproblemen neemt hierdoor toe. Bij overbezetting van het aantal vreetplaatsen aan het voerhek zijn de gevolgen mede afhankelijk van het voersysteem, het rantsoen en de kwaliteit van het voer. Wanneer een volledig gemengd rantsoen wordt gevoerd (TMR, met alle krachtvoer in het voermengsel aan het voerhek) is een vreetplek per koe gewenst. Wanneer krachtvoer niet in het basisrantsoen is opgenomen maar separaat wordt verstrekt via bijvoorbeeld melkstal, melkrobot en/of krachtvoerautomaat, is 0,6 vreetplaats per koe een bruikbare richtlijn, mits er de gehele dag voer aan het voerhek ligt. Let wel: uit de in dit rapport beschreven studie blijkt bij rantsoenen met een hoge verzadigingswaarde meer vreetplaatsen per koe beschikbaar dienen te zijn dan bij rantsoenen met een lage verzadigingswaarde. Dit om concurrentie aan het voerhek en voeropnamedepressie bij ranglage dieren te voorkomen.

Bij een beperkt aantal lig- of vreetplaatsen kan de synchroniteit van het koegedrag (kuddegedrag) in het geding zijn en kan chronische stress optreden voor met name de ranglage dieren. Door sturing van het koeverkeer kunnen ranglage dieren gedwongen worden tot activiteiten op “ongunstige” tijden.

### Voerkwaliteit en smakelijkheid

Het mag duidelijk zijn dat tekortkomingen in de voerkwaliteit en de smakelijkheid onmiddellijk een (negatief) effect hebben op de voeropname. Een goede voederwinning van gras(kuil), tijdig gebruik van toevoegmiddelen bij minder gunstige inkuilomstandigheden, een goede bewaring van kuilvoeder (preventie van broei en schimmels), voldoende voersnelheid (uitkuil snelheid) en het “vers houden” van het voer aan het voerhek zijn belangrijke uitgangspunten voor het op peil houden van de voeropname. Het Handboek Melkveehouderij (Praktijkonderzoek, 1997) geeft talloze richtlijnen en adviezen voor al dit soort zaken.

### Voldoende vers drinkwater

Vrije en gemakkelijke toegang tot drinkwater is positief voor een goede voeropname (Albright en Arave, 1997).

### Huisvesting en ventilatie

Hoewel moeilijk in getallen uit te drukken, is de ervaring op melkveebedrijven in de praktijk dat de kwaliteit van de huisvesting en de ventilatie het voeropnameniveau beïnvloedt. Bij stalrenovaties en het “opener maken” van oudere stallen wordt in de praktijk vaak een stijging van de voeropname ervaren. Let er bij bouw en renovatie van stallen op dat voer, water en ligplaatsen goed bereikbaar zijn. Vermijd gladde vloeren, oneffenheden, hoogteverschillen of smalle doorgangen.



### **Klauwgezondheid**

De relatie tussen klauwgezondheid en voeropname is in de praktijk algemeen bekend. Enerzijds beïnvloedt de voeding en voeropname de klauwgezondheid (denk aan klauwbevangenheid), anderzijds beïnvloedt de klauwgezondheid de voeropname (denk aan verminderd voerhekbezoek door kreupele koeien).

Het vermijden van plotselinge rantsoenwisselingen, het vermijden van een overmaat aan snel fermenteerbare koolhydraten en het aanbieden van een rantsoen met voldoende structuurwaarde zijn belangrijke uitgangspunten om een goede klauwgezondheid te behouden. Daarnaast is het uiteraard van belang om de infectiedruk laag te houden (denk aan stalhygiëne), klauwen preventief te behandelen (denk aan bekappen en voetbaden) en klauwaandoeningen effectief te behandelen.

## 6 Literatuur

Albright en Arave, 1997.

The behaviour of cattle. CAB International, Wallingford, 306 pp.

Allison, C.D. 1985.

Factors affecting forage intake by range ruminants: A review. *Journal of Range Management* 38: 305-311.

Bosch, M.W., C.P. Leffering, J.M. Muylaert en P.W.M. van Adrichem, 1991.

Influence of stage of maturity of grass silages on digestion processes in dairy cows 3. Fermentation characteristics, rumination activity and distribution of rumen and faecal particles. PhD thesis Wageningen Agricultural University, p 49-69.

Brabander, D.L. de, J.L. de Boever, A.M. de Smet, J.M. Vanacker en Ch.V. Boucque, 1996.

Structuurwaardering in de melkveevoeding. Rijksstation voor Veevoeding, Melle-Gontrode, Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek, Gent, België. pp 120.

Conrad, H.R., A.D. Pratt, en J.W. Hibbs. 1964.

Regulation of feed intake in dairy cows 1. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. *Journal of Dairy Science* 47: 54-62.

CVB, 2000.

Tabellenboek Veevoeding 2000, Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

Duinkerken, G. van, André, G., Zom, R.L.G., 2003.

Prototype van een Dynamisch Krachtvoer Advies Systeem voor melkkoeien [Prototype of a Dynamic Concentrate Allowance System for dairy cattle]. Praktijkonderzoek van de Animal Sciences Group van Wageningen-UR, Lelystad. Praktijkrapport Rundvee nr. 37, pp. 50.

Duinkerken, G. van, G.J. Remmelink, A.M. van Vuuren, M.C. Blok en J. Bakker, 2006.

Penssynchronisatie: toetsing in voederproeven. Praktijkrapport Rundvee (in voorbereiding). Animal Sciences Group, Wageningen UR. Lelystad.

Forbes, J.M. 1986.

The voluntary food intake of farm animals Butterworths, Londen, Groot Britannië.

Jarrige, R., Demarquilly, C., Dulphy, J.P., Hoden, A., Robelin, J., Beranger, C., Geay, Y., Journet, M., Malterre, C., Micol, D., en Petit, M. 1986.

The intra "fill unit" system for predicting the voluntary intake of forage-based diets in ruminants: A review. *Journal of Animal Science* 63: 1737-1758.

Ketelaars, J.J.M.H., en Tolkamp, B.J. 1992.

Towards a new theory of feed intake regulation in ruminants 1. Causes of differences in voluntary feed intake: Critique of current views. *Livestock Production Science* 31: 269-296.

Kristensen, V.F., en Ingvarsten, K.L. 1986.

Prediction of feed intake, p. 157-181, In A. Nieman-Sørensen, ed. New developments and future perspectives in research on rumen function. Proceedings CEC seminar june 25-27, 1985. Research Centre Foulum, Denemarken.

Praktijkonderzoek, 1997.

Handboek Melkveehouderij. Praktijkonderzoek Rundvee, schapen en paarden (PR), Lelystad.

Tolkamp, B.J. en I. Kyriazakis, 1999a.

To split behaviour into bouts, log-transform the intervals. *Animal Behaviour* 57: 807-817.

Tolkamp, B.J. en I. Kyriazakis, 1999b.

A comparison of five methods that estimate meal criteria for cattle. *Animal Science* 69: 501-514.

Tolkamp, B.J., N.C. Friggens, G.C. Emmans, I. Kyriazakis en J.D. Oldham, 2002.

Meal patterns of dairy cows consuming mixed foods with a high or a low ratio of concentrate to grass silage. *Animal Science* 74: 369-382.

Yeates, M.P., B.J. Tolkamp, D.J. Allcroft en I. Kyriazakis, 2001.

The use of mixed distribution models to determine bout criteria for analysis of animal behaviour. *J. Theor. Biol.* 213: 413-425.

Zom, R.L.G., J.W. van Riel, G. André en G. van Duinkerken, 2002.

Voorspelling voeropname met Koemodel 2002. *Praktijkrapport Rundvee* nr. 11. *Praktijkonderzoek Veehouderij*, Lelystad. 50 p.

## Bijlagen

### Bijlage 1 Samenstelling en voederwaarde proefvoerders, experiment Nij Bosma Zathe

Samenstelling en voederwaarde van graskuil vanaf een bepaalde kalenderweek (DS in g/kg, VCOS in %, VEM per kg ds, NH<sub>3</sub> als fractie (%) van RE, overig in g/kg ds) op basis van analyses door ALNN

Kw <sup>1)</sup>	DS	RE	RC	RAS	SUI	VCOS <sup>2)</sup>	VEM	DVE	OEB	K	Ca	Mg	Na	P	NDF	ADF	ADL	NH <sub>3</sub>
49	386	127	279	98	27	76,9	889	66	8	22,7	5,8	1,8	3,4	3,7	511	319	27	12
01	435	117	265	93	65	77,6	905	67	-8	22,6	5,7	1,7	3,5	3,2	502	306	26	10
06	448	119	253	97	82	79,0	921	70	-9	24,9	5,9	1,7	3,4	3,5	488	292	24	10
10	462	117	250	95	94	77,9	908	69	-10	26,4	5,9	1,6	3,2	3,4	484	294	27	10
14	478	112	249	97	112	78,1	909	68	-17	27,6	6,3	1,6	3,2	3,4	496	290	25	8

<sup>1)</sup> kalenderweken waarin graskuil werd gevoerd: 49 = kalenderweek (kw) 49 t/m 52 (2001);

01 = kw 1 t/m 5 (2002); 06 = kw 6 t/m 9 (2002); 10 = kw 10 t/m 13 (2002); 14 = kw 14 t/m 18 (2002)

<sup>2)</sup> bepaald volgens Tilley en Terry

Samenstelling en voederwaarde van snijmaiskuil vanaf een bepaalde kalenderweek (DS in g/kg, VCOS in %, VEM per kg ds, overig in g/kg ds) op basis van analyses door ALNN

Kw <sup>1)</sup>	DS	RE	RC	RAS	ZET	VCOS <sup>2)</sup>	VEM	DVE	OEB	K	Ca	Mg	Na	P	NDF	ADF	ADL
49	314	77	177	53	351	72,9	909	43	-24	10,7	1,9	1,5	0,4	2,3	383	208	19
01	305	77	175	51	366	73,2	917	42	-23	10,9	2,0	1,5	0,4	2,3	380	206	18
06	297	68	167	53	386	73,7	922	39	-27	9,8	1,8	1,2	0,3	2,0	367	199	18
10	298	68	178	50	360	73,1	915	40	-29	10,5	1,9	1,2	0,3	2,1	384	211	19

<sup>1)</sup> kalenderweken waarin snijmaiskuil werd gevoerd: 49 = kalenderweek (kw) 49 t/m 52 (2001);

01 = kw 1 t/m 5 (2002); 06 = kw 6 t/m 9 (2002); 10 = kw 10 t/m 18 (2002)

<sup>2)</sup> bepaald volgens Tilley en Terry

Samenstelling van krachtvoerders (DS in g/kg, overig in g/kg ds) op basis van analyses door ALNN

Soort <sup>1)</sup>	DS	RE	RC	RAS	RVET	ZET <sup>2)</sup>	SUI	K	Ca	Mg	Na	P
200	901	159	146	89	52	85	79	15,0	9,0	6,0	3,2	4,5
201	893	158	100	81	45	149	169	15,1	9,9	6,0	2,9	4,2
245	900	187	149	88	52	77	71	16,8	8,2	6,5	2,7	5,3
246	888	190	75	78	43	183	160	15,8	8,5	6,0	2,9	5,0
Mervobest	890	463	72	76	27	23	101	23,0	3,8	3,3	0,1	7,3
Lokbrok	879	189	140	101	52	151	88	19	8	7	5	5

<sup>1)</sup> krachtvoersoorten: 200 en 201 zijn gevoerd naast basisrantsoen G/M=60/40; 245 en 246 zijn gevoerd naast basisrantsoen G/M=20/80; 201 en 246 horen bij hoog FKHS; 200 en 245 horen bij laag FKHS

<sup>2)</sup> zetmeel bepaald volgens Amyloglucosidase-methode

Voederwaarde van krachtvoerders (VEM per kg, overig in g/kg) volgens opgaaf fabrikant (Agrifirm)

Soort <sup>1)</sup>	VEM	DVE	OEB	SUSAZ
200	940	90	0	81
201	940	90	0	275
245	940	105	15	78
246	940	105	15	275
Lokbrok	940	103	16	120

<sup>1)</sup> krachtvoersoorten: 200 en 201 zijn gevoerd naast basisrantsoen G/M=60/40; 245 en 246 zijn gevoerd naast basisrantsoen G/M=20/80; 201 en 246 horen bij hoog FKHS; 200 en 245 horen bij laag FKHS

**Bijlage 2 Samenstelling en voederwaarde proefvoerders, experiment Waiboerhoeve**

Gemiddelde voederwaarde en samenstelling van het opgenomen volledige rantsoen (dus basisrantsoen plus aanvullend krachtvoer) per proefgroep

<i>Per kg ds</i>	<b>DKAS-H</b>	<b>DKAS-L</b>	<b>TRAD-H</b>	<b>TRAD-L</b>
VEM	993	927	979	905
DVE (g)	89	83	84	77
OEB (g)	12	11	9	9
VOS (g)	722	681	718	671
FOS (g)	554	538	547	530
Ruw eiwit (g)	157	151	148	143
Ruwe celstof (g)	159	185	169	197
Ruw as (g)	90	101	90	102
Suiker (g)	47	50	39	44
Zetmeel (g)	174	126	182	126
NDF (g)	394	453	390	460
ADF (g)	205	239	209	249
ADL (g)	26	35	25	35

**Voederwaarde en samenstelling per voerpartij**

Partij	Begindatum	Einddatum	DS	NH3	RE	RC	RAS	SUI	ZET	NDF	ADF	ADL	VEM	DVE	OEB	VCOS	K	P	Ca	Mg	Na
			g/kg	frac			g/kg ds						kgds <sup>-1</sup>	g/kg ds	%		g/kg ds				
Graskuil	11-sep-00	21-okt-00	458	8	158	252	132	66	-	467	274	21	864	72	31	77,2	32	3,5	7,6	1,6	2,2
Graskuil	22-okt-00	19-nov-00	546	6	169	273	114	53	-	502	292	20	889	82	30	77,5	42	4,1	5,3	1,4	0,8
Graskuil	20-nov-00	24-dec-00	597	5	171	279	108	55	-	517	303	21	894	86	28	77,3	41	4,0	5,4	1,3	0,7
Graskuil	25-dec-00	04-feb-01	384	9	174	256	127	26	-	455	267	35	886	72	48	78,3	38	3,6	7,6	1,8	2,9
Graskuil	05-feb-01	13-mrt-01	314	15	185	226	188	2	-	407	235	24	807	56	90	75,9	40	3,4	10,5	2,3	3,1
Graskuil	14-mrt-01	08-apr-01	449	8	121	257	112	88	-	476	279	20	872	66	-3	76,6	28	3,2	6,7	1,3	0,8
Graskuil	09-apr-01	06-mei-01	421	10	116	258	108	82	-	478	282	30	877	64	-4	76,7	28	3,2	6,7	1,2	0,6
Snijmais	11-sep-00	03-okt-00	304	-	72	210	53	-	290	391	236	23	913	46	-33	73,1	11	1,9	2,1	1,0	0,1
Snijmais	04-okt-00	27-okt-00	307	-	72	206	57	-	329	372	225	31	910	43	-29	73,2	11	2,4	1,7	1,0	0,1
Snijmais	28-okt-00	16-nov-00	298	-	70	200	57	-	353	377	222	18	924	42	-29	74,1	11	2,2	1,7	1,0	0,1
Snijmais	17-nov-00	01-dec-00	301	-	70	199	52	-	351	371	220	21	923	42	-30	73,7	12	2,1	1,6	0,9	0,1
Snijmais	02-dec-00	31-dec-00	311	-	69	174	49	-	347	340	198	12	987	49	-36	77,6	12	2,1	2,1	1,0	0,1
Snijmais	01-jan-01	22-jan-01	321	-	70	180	49	-	357	353	205	14	974	48	-34	76,8	11	2,3	1,9	1,0	0,1
Snijmais	23-jan-01	25-feb-01	317	-	76	172	50	-	346	344	196	13	987	51	-32	77,7	11	2,5	1,9	0,9	0,1
Snijmais	26-feb-01	20-mrt-01	316	-	76	188	54	-	300	372	215	17	958	51	-34	76,1	12	2,6	2,2	0,9	0,1
Snijmais	21-mrt-01	22-apr-01	326	-	72	176	48	-	347	347	202	16	978	49	-35	77,0	11	2,2	2,1	1,1	0,1
Snijmais	23-apr-01	06-mei-01	307	-	78	187	54	-	314	368	213	17	952	50	-31	75,7	12	2,5	2,1	0,9	0,1
Sojaschr.	18-sep-00	31-dec-00	872	-	474	82	70	23	11	160	110	5	1152	256	173	-	23	5,9	4,8	3,3	0,1
Sojaschr.	01-jan-01	06-mei-01	874	-	465	75	72	29	13	161	107	6	1161	252	169	-	24	7,2	4,7	3,4	0,2
Stro	11-sep-00	22-sep-00	925	-	40	417	97	-	-	798	496	77	425	3	-31	43,4	11	0,8	3,6	0,9	0,3
Stro	23-sep-00	03-dec-00	925	-	40	417	97	-	-	798	496	77	425	3	-31	43,4	11	0,8	3,6	0,9	0,3
Stro	04-dec-00	29-jan-01	927	-	42	400	114	-	-	788	492	80	416	7	-33	46,7	12	0,8	3,2	0,9	0,2
Stro	30-jan-01	06-mei-01	928	-	40	402	107	-	-	782	480	78	420	1	-30	42,6	12	0,9	3,0	0,8	0,1

## Voederwaarde en samenstelling per partij krachtvoer (brok)

begindatum	einddatum	DS	VEM	DVE	OEB	Ca	K	Mg	Na	P	RAS	RC	RE	Rvet	Sui	ZET	NDF
		g/kg	kg <sup>-1</sup>														g/kg
<i>Lokbrok melkstal</i>																	
11-sep-00	06-mei-01	888	939	94	-7	8,3	19	5,8	3,6	4,2	90	132	161	47	135	44	398
<i>Brok via krachtvoerautomaat</i>																	
16-okt-00	12-nov-00	891	943	105	21	8,9	19	6,3	4,7	5,7	94	117	198	53	86	118	410
13-nov-00	10-dec-00	890	944	104	21	8,6	19	6,1	4,7	5,6	95	110	199	54	80	128	416
11-dec-00	07-jan-01	889	941	104	21	9,0	20	6,2	4,9	5,8	96	114	199	54	82	125	412
08-jan-01	04-feb-01	887	943	105	22	8,2	19	6,6	3,7	5,9	91	111	196	49	85	135	406
05-feb-01	04-mrt-01	888	945	105	21	7,9	20	6,0	4,3	5,3	92	97	195	47	84	140	414
05-mrt-01	01-apr-01	895	945	105	21	9,8	19	6,2	3,0	5,0	92	102	191	53	81	144	423
02-apr-01	29-apr-01	894	945	105	21	9,9	19	6,1	4,6	5,3	95	91	194	50	88	152	416