

**VOEDING VAN DRACHTIGE KOEIEN IN DE  
DROOGSTAND  
LITERATUURSTUDIE TER ACTUALISERING VAN  
DE VOEDINGSADVIEZEN DOOR HET CVB**

A.M. van den Top (Adviesbureau VOER-RAAD)

J.Th. Schonewille (Universiteit Utrecht, Faculteit Diergeneeskunde)

A.C. Beynen (Universiteit Utrecht, Faculteit Diergeneeskunde)

**CVB-documentatierapport nr. 27  
november 2000**

Productschap Diervoeder  
CVB  
Postbus 29739  
2502 LS Den Haag  
Telefoon: 070 – 37 08 503  
Telefax : 070 – 37 08 920  
Internet: [www.cvb.pdv.nl](http://www.cvb.pdv.nl)  
e-mail: [cvb@pdv.nl](mailto:cvb@pdv.nl)

© **Productschap Diervoeder 2000**

Niets van deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze ook, tenzij dan na schriftelijke toestemming van het Productschap Diervoeder.

Deze uitgave is met zorg samengesteld; het Productschap Diervoeder kan echter op geen enkele wijze aansprakelijk worden gesteld voor de gevolgen van het gebruik van de gegevens uit deze publicatie.

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Verklaring van de gebruikte afkortingen .....	4
Voorwoord .....	5
Samenstelling van de cvb-werkgroep 'Voeding Herkauwers en Paarden' (per 01-11-2000) .....	6
Samenstelling van de Projectgroep 'Voeding drachtige koeien in de droogstand' .....	6
1. Doel van deze studie .....	7
2. Vergelijking van de Nederlandse en buitenlandse droogstandsnormen .....	9
2.1 Energie.....	9
2.1.1 Inleiding.....	9
2.2 Eiwit .....	11
2.3 Conclusies .....	12
2.3.1 Energie.....	12
2.3.2 Eiwit .....	13
3. Overzicht van gemeten afkalfgewichten van koeien en geboortegewichten van kalveren ...	15
3.1 Afkalfgewichten koeien .....	15
3.2 Geboortegewichten kalveren .....	16
4. Overzicht van de historische ontwikkeling van Nederlandse energienormen in de droogstand .....	17
5. "Steaming up" .....	21
6. De betekenis van veranderingen in de conditiescore tijdens de droogstand .....	23
7. De invloed van vluchtige vetzuren op de ontwikkeling van penspapillen .....	25
8. Normen voor de voorziening van droogstaande koeien met macromineralen .....	27
9. Verlaging van het kation-anion verschil als mogelijk instrument ter preventie van melkziekte .....	29
9.1 De incidentie van melkziekte .....	29
9.2 Acidogene rantsoenen en de preventie van melkziekte. Historische achtergronden en resultaten van voerproeven .....	29
9.3 Definitie van acidogene rantsoenen .....	31
9.4 De invloed van het KAV op de plasma-Ca concentraties rond het afkalven .....	33
9.5 Hoe beïnvloedt een negatief KAV de plasma Ca-concentraties rond het kalven? .....	34
9.6 Praktische toepassing van anionrijke rantsoenen .....	35
10. Praktische aanbevelingen.....	37
10.1 Gewichten .....	37
10.2 Energienormen .....	37
10.3 Eiwitnormen .....	37
10.4 "Steaming up" .....	38
10.5 Conditiescore .....	38
10.6 Vluchtige vetzuren .....	39
10.7 Verlaging van het kation-anion verschil .....	39
10.8 Twee groepen droogstaande koeien .....	39
10.9 Tenslotte .....	40
11. Geraadpleegde literatuur .....	41

## Verklaring van de gebruikte afkortingen

Afkorting	Eenheid	Omschrijving
AFRC		Agricultural and Food Research Council (Verenigd Koninkrijk)
a.p.		<i>ante partum</i> = voor het kalven
ARC		Agricultural Research Council (Verenigd Koninkrijk)
BE	MJ	bruto energie
CVB		Centraal Veevoederbureau (Nederland)
DLG		Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (Duitsland)
DS	kg	droge stof
DVE	g	darmverteerbaar eiwit
FOS	g	fermenteerbare organische stof
INRA		Institut National de la Recherche Agronomique (Frankrijk)
$k_L$		$NE_L / ME$
$k_m$		$NE_m / ME$
$k_{preg}$		$NE_{preg} / ME$
LG	Kg	lichaamsgewicht
ME	MJ	metaboliseerbare energie
NE	MJ	netto energie
$NE_m$	MJ	netto energie voor onderhoud
$NE_L$	MJ	netto energie voor lactatie
$NE_{preg}$	MJ	netto energie voor dracht
NRC		National Research Council (Verenigde Staten)
OEB	g	onbestendig eiwit balans
PDI	g	protéines digestibles dans l'intestin (Frans eiwitwaarderingsysteem)
PR		Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden, Lelystad
q	%	quality = $ME / GE \times 100\%$
RE	g	ruw eiwit
VCOS	%	verteerbaarheidscoëfficiënt van de organische stof
VEM		Voeder Eenheid Melkvee

## Voorwoord

In 1996 is in de CVB-werkgroep Voeding Herkauwers en Paarden de vraag aan de orde gesteld of de door het CVB geadviseerde energietoelagen voor droogstaande, drachtige koeien, zoals gepubliceerd in de Verkorte Tabel, niet te laag waren.

Naar aanleiding van deze discussie heeft de werkgroep geconcludeerd dat een evaluatie van deze adviezen, op grond van een literatuurstudie, wenselijk zou zijn. Bij het actualiseren van de normen voor de droogstand diende –naar het oordeel van de werkgroep- echter tevens de conditiescore te worden betrokken.

Vanuit het CVB is vervolgens een ad hoc overleg georganiseerd met vertegenwoordigers van enkele instellingen die zich meer intensief met conditie scoren bezighouden (Praktijkonderzoek Rundvee-, Schapen en Paardenhouderij, Faculteit Diergeneeskunde, Gezondheidsdienst voor Dieren en de DLV). Na dit overleg is door de betrokken instellingen, met het PR als trekker, een uniform systeem voor het scoren van de conditie geformuleerd. Dit heeft in 1998 geleid tot het publiceren van een Handleiding "Conditie score melkvee" (PR, 1998).

Vervolgens is door Drs. J. Veling (GD), Ing. Tj. Boxem (PR) en ondergetekende op 7 april 1999 een workshop georganiseerd, waar verschillende aspecten van de voeding en de fysiologie van de droogstaande, drachtige koe aan de orde zijn gesteld.

Namens de deelnemers aan deze workshop is daarna aan de CVB-werkgroep VHP geadviseerd een literatuurstudie uit te voeren ter actualisering van de door het CVB geadviseerde energietoelagen tijdens de dracht. Dit omdat tijdens de workshop proeven waren gepresenteerd die erop duiden dat de op dat moment gegeven adviezen inderdaad te laag waren. Daarbij zou verder met name aandacht geschonken moeten worden aan de sterk veranderende voeropname in de laatste 14 dagen van de droogstand en de aanpassing van het rantsoen in de laatste fase van de droogstand aan het lactatierantsoen. Ook zou aandacht gegeven moeten worden aan de vraag in hoeverre een verlaging van het kation-anion verschil (KAV) in het rantsoen van droogstaande koeien een positief effect heeft op de mobilisatie van Ca, en daarmee potentieel op de incidentie van melkziekte tijdens de vroege lactatie.

De werkgroep heeft besloten bovenstaand advies op te volgen, en opdracht te geven voor het uitvoeren van een literatuurstudie naar de voorgestelde onderwerpen.

Deze studie is in opdracht van het CVB uitgevoerd door de heren Dr. A. M. van den Top, Dr. ing. J. Th. Schonewille en Prof. dr. ir. A. C. Beynen. Namens het CVB zeg ik hen hartelijk dank voor de opgeleverde studie.

Zoals gebruikelijk werd de studie begeleid door een projectgroep (benoemd door de werkgroep VHP) en na finale bespreking aan de werkgroep VHP ter vaststelling aangeboden. Ook deze beide groepen wordt dank gezegd voor hun inzet.

Met nadruk wil ik erop wijzen dat in deze literatuurstudie niet alle aspecten van de voeding tijdens de droogstand van drachtige koeien en de voorbereiding op de komende lactatie aan de orde komen. De studie concentreert zich op het evalueren en desgewenst actualiseren van de energie- en eiwitnormen tijdens de droogstand, de vraag in hoeverre het mogelijk en gewenst is tijdens de droogstand een conditieverandering na te streven, en de vraag in hoeverre door het voeren van een acidogeen rantsoen melkziekte kan worden voorkomen.

Namens het Centraal Veevoederbureau,

Dr. M. C. Blok  
Hoofd

## **Samenstelling van de cvb-werkgroep 'Voeding Herkauwers en Paarden' (per 01-11-2000)**

Prof.dr.ir. S. Tamminga (voorzitter)	Wageningen Universiteit en Research Centrum, Leerstoelgroep Diervoeding, Wageningen
Dr. M.C. Blok (secretaris)	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
Prof.dr.ir. A.C. Beynen	Universiteit Utrecht, Fac. Diergeneeskunde, Utrecht
Dr. H. Everts	Universiteit Utrecht, Fac. Diergeneeskunde, Utrecht
Ing. J. Haaksma	Inst. voor Rationele Suikerproductie, Bergen op Zoom
Dhr. F. Lenssinck	Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek (Blgg), Oosterbeek
Ing. Sj. Schaper	Centraal Veevoederbureau (CVB), Lelystad
Dr.ir. W.M. van Straalen	Nevedi, Nederlandse Vereniging van Diervoederproducenten
	Dr. A.M. van Vuuren ID- TNO Diervoeding, Lelystad
Ing. R. Zom	Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad

## **Samenstelling van de Projectgroep 'Voeding drachtige koeien in de droogstand'**

Prof. dr. ir. S. Tamminga (voorzitter)	Wageningen Universiteit en Research Centrum, Leerstoelengroep Diervoeding, Wageningen
Dr. M.C. Blok (secretaris)	Centraal Veevoederbureau, Lelystad
Ing. T. Boxem	Praktijkonderzoek Rundvee, Schapen en Paarden (PR), Lelystad
Dr. G.A.L. Meijer	ID-TNO Diervoeding, Lelystad
Dr. K.E. Müller	Universiteit Utrecht, Fac. Diergeneeskunde, Gezondheidszorg Landbouwhuisdieren, Utrecht
Drs. J. Veling	Gezondheidsdienst voor Dieren, Drachten

## 1. Doel van deze studie

In dit rapport wordt het resultaat gepresenteerd van een literatuuronderzoek ten behoeve van de actualisering van de normen voor droogstaande, drachtige melkkoeien.

De laatste jaren zijn er twijfels gerezen over de juistheid van de energie- en eiwitnormen voor droogstaande, drachtige melkkoeien, zoals opgenomen in de (voormalige) Verkorte Tabel (het huidige Tabellenboek Veevoeding) van het CVB. In de loop der jaren zijn de normen daarnaast verschillende keren aangepast, zonder dat deze wijzigingen goed onderbouwd zijn.

Om in deze leemte te voorzien heeft het CVB opdracht gegeven tot een literatuuronderzoek ten behoeve van een goede onderbouwing van de huidige c.q. toekomstige normen voor droogstaande, drachtige melkkoeien. Het verzamelen van gegevens over recente afkalf- en geboortegewichten is daarvan een integraal onderdeel. Daarnaast is aandacht besteed aan de mogelijkheden van het gebruik van de conditiescore tijdens de droogstand als instrument voor bijsturing van de voeding.

De motivatie voor wijzigingen van de energienormen in het verleden is meegenomen teneinde daaruit lessen te kunnen trekken voor de huidige situatie. Om een evenwichtiger en vollediger advies te kunnen uitbrengen is daarnaast informatie bijeengebracht ter onderbouwing van de droogstandsnormen voor macromineralen. Tot slot is het belang van een verlaging van het kation-anion verschil als instrument ter preventie van melkziekte aangegeven.

*Het voorliggende rapport is dus geen integrale studie die alle aspecten van de voeding van koeien tijdens de droogstand behandelt, maar is gericht op een beperkt aantal aspecten hiervan.*

Dit overzicht is met name samengesteld op basis van gegevens uit de literatuur en de verslagen van de CVB-werkgroep Voeding Herkauwers en Paarden (VHP). Daarnaast is informatie verwerkt betreffende afkalfgewichten van koeien, geboortegewichten van kalveren en resultaten van Nederlandse praktijkproeven van het PR (Lelystad), de Minderhoudhoeve (Swifterbant) en de Ossekampen (Wageningen). Het Nederlands Rundvee Syndicaat (NRS, Arnhem) had geen gemeten geboortegewichten van kalveren voorhanden, maar voor de door het NRS gemeten afkalfgewichten is gebruik gemaakt van een publicatie van dhr. Koenen.





## 2. Vergelijking van de Nederlandse en buitenlandse droogstandsnormen

In dit hoofdstuk worden de Nederlandse energie- en eiwitnormen vergeleken met de normen van de National Research Council (NRC, Verenigde Staten), de Agricultural and Food Research Council (AFRC, Verenigd Koninkrijk), het Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG, Duitsland) en het Institut National de Recherche Agronomique (INRA, Frankrijk).

### 2.1 Energie

#### 2.1.1 Inleiding

In de droge stof (DS) van het voer dat door koeien wordt opgenomen is een hoeveelheid energie vastgelegd in de vorm van koolhydraten, eiwitten en vetten. De bruto energie (BE, of GE = gross energy) van een voeder is de energie die vrijkomt bij volledige oxidatie van het voer in een bomcalorimeter. Een deel van het voer (bv. lignine) is echter onverteerbaar en de hierin vastgelegde energie wordt uitgescheiden met de mest. Na aftrek van de energie in de mest blijft de (schijnbaar) verteerbare energie (DE = digestible energy) over. Tijdens de fermentatie van het voer in de pens worden er brandbare gassen (methaan en waterstof) gevormd. Na vertering van het voer worden er ook nog energiebevattende stoffen (m.n. ureum) met de urine uitgescheiden. De DE minus de energie die verloren gaat via brandbare gassen en urine is de metaboliseerbare energie (ME). Tot slot wordt tengevolge van de voedselopname warmte geproduceerd, het zogenaamde thermogeen effect. Deze warmteproductie wordt veroorzaakt door het eten zelf ((her)kauwen), het verteringsproces (darmbewegingen e.d.), de stofwisseling van de opgenomen voedingsstoffen (transport, opslag e.d.), hormonale veranderingen ten gevolge van het eten (thyroxine, insuline e.d.) en de fermentatiewarmte die vrijkomt in de pens. De ME minus het thermogeen effect is de netto energie (NE). Voor de verschillende (metabole) processen (onderhoud, beweging, melkproductie, groei) verloopt de omzetting van ME naar NE met een verschillende efficiëntie. Dit wordt uitgedrukt in een verschillende k-factor voor de afzonderlijke processen. Zoals weergegeven in Tabel 1 wordt ME bijvoorbeeld efficiënter gebruikt voor onderhoud ( $k_m$ ) dan voor lactatie ( $k_L$ ). De NE voor onderhoud wordt aangegeven als  $NE_m$ , de NE voor lactatie wordt aangegeven als  $NE_L$ .

**Tabel 1. Vergelijking van de Nederlandse met verschillende buitenlandse energienormen voor onderhoud van melkkoeien**

Bron	Opgegeven norm (per $kg^{0,75}$ (1))	Onderhoudsbehoefte in MJ ME/kg <sup>0,75</sup> (2)	$k_L$	$k_m$	VEM/kg <sup>0,75</sup>
CVB 1999 <sup>3</sup>	41,4 VEM	0,476	0,60 <sup>4</sup>	0,72 <sup>5</sup>	41,4
AFRC 1990 <sup>6</sup>	0,337 MJ $NE_m$	0,481	0,62 <sup>4</sup>	0,70 <sup>4</sup>	43,2
NRC 1989 <sup>7</sup>	73 kcal $NE_L$	0,501	0,61	niet gegeven	44,3
DLG 1982 <sup>8</sup>	0,293 MJ $NE_L$	0,488	0,60 <sup>4,9</sup>	niet gegeven	42,5
INRA 1987 <sup>10</sup>	70 kcal $NE_L$	0,488	0,60 <sup>4</sup>	0,72	42,5

<sup>1</sup> In deze kolom worden de uitgangswaarden weergegeven zoals die voor de verschillende systemen gegeven worden. Met behulp van de andere gegevens in dezelfde rij zijn deze – indien nodig – vervolgens omgerekend naar  $NE_L$  en VEM.

Met uitzondering van de NRC zijn de normen voor onderhoud, waarbij de energiebehoefte voor ruststofwisseling is omgerekend naar  $NE_L$ , niet voorzien van een toeslag voor extra beweging.

<sup>2</sup>  $ME = NE_L/k_L$ ;

<sup>3</sup> (CVB 1999a);  $41,4 \text{ VEM} = 41,4/145 = 0,286 \text{ MJ } NE_L$

<sup>4</sup>  $q = 57$

<sup>5</sup> (Van Es 1978)

<sup>6</sup> (AFRC 1990);  $ME = NE_m/k_m$

<sup>7</sup> (NRC 1989); in de VS wordt met een norm van 80 i.p.v. 73 kcal  $NE_L$  gewerkt i.v.m. een toeslag voor beweging

<sup>8</sup> (DLG 1982)

<sup>9</sup> Formule voor de berekening is gelijk aan die van het CVB

<sup>10</sup> (Vermorel et al. 1987)

Energie kan worden uitgedrukt in kcal, kJ of MJ. 1 kcal komt overeen met 4,184 kJ. Voor lacterende koeien wordt als praktische maatstaf voor de netto energie de 'voeder eenheid melkvee' (VEM) gebruikt: 1000 VEM komt overeen met 6900 kJ NE<sub>L</sub> of 6,9 MJ NE<sub>L</sub>. Dit is de netto energie die is vastgelegd in 1 kg standaard gerst. 1 MJ NE<sub>L</sub> komt overeen met 144,93 (afgerond 145) VEM.

De energienormen voor onderhoud zijn weergegeven in Tabel 1, de energietoeslagen voor de dracht in Tabel 2. De totalen van de normen voor onderhoud en dracht zijn weergegeven in Tabel 3. Qua tijdstip in de dracht zijn de verschillende gegevens zo goed mogelijk vergelijkbaar weergegeven. Aangezien de NRC echter alleen maar een norm voor "dracht" opgeeft zonder nadere aanduiding van het exacte tijdstip in de dracht, zijn deze gegevens wat minder goed vergelijkbaar. Het gebruik van ME is het meest direct, aangezien in deze energiemaatstaf de minste aannames zijn verwerkt.

**Tabel 2. Vergelijking van de Nederlandse met verschillende buitenlandse energie-toeslagen voor dracht voor volwassen, drachtige melkkoeien (lichaamsgewicht koe 600 kg, geboortegewicht kalf 40 kg)**

Bron	Tijd	MJ ME/dag	VEM/dag <sup>1</sup>	Tijd	MJ ME/dag	VEM/dag	Gemiddelde toeslag
CVB 1999 <sup>2</sup>	221-250 dagen dracht	14,95	1300 <sup>3</sup>	251-280 dagen dracht	25,30	2200 <sup>3</sup>	1750
AFRC 1990 <sup>4</sup>	240 dagen dracht	19,10	1658 <sup>5</sup>	270 dagen dracht	34,50	2999 <sup>5</sup>	2328
NRC 1989 <sup>6</sup>	Laatste 2 maanden a.p.	18,41	1765 <sup>7</sup>				1765
DLG 1982 <sup>8</sup>	6-4 weken a.p.	20,80	1812 <sup>7</sup>	3-0 weken a.p.	30,00	2609 <sup>7</sup>	2210
INRA 1987 <sup>9</sup>	8 <sup>e</sup> maand	19,00	1649 <sup>7</sup>	9 <sup>e</sup> maand	30,80	2680 <sup>7</sup>	2165

<sup>1</sup> ME x k<sub>L</sub> = NE<sub>L</sub> ; NE<sub>L</sub> x 145 = VEM

<sup>2</sup> (CVB 1999b)

<sup>3</sup> k<sub>preg</sub> = 0,15; waarde gegeven in Hijink en Meijer (1987)

<sup>4</sup> (AFRC 1990)

<sup>5</sup> k<sub>preg</sub> = 0,133

<sup>6</sup> (NRC 1989)

<sup>7</sup> Deze bron geeft de normen voor dracht direct in NE<sub>L</sub> aan; een waarde voor k<sub>preg</sub> wordt niet gegeven.

<sup>8</sup> (DLG 1982)

<sup>9</sup> (Vermorel et al. 1987)

De aangegeven lage waarden voor k<sub>preg</sub> worden veroorzaakt doordat een groot deel van de energie nodig voor dracht wordt gebruikt voor stofwisseling van de foetus en de verhoogde stofwisseling van het moederdier. Deze gaat verloren als warmte (NRC 1989).

**Tabel 3. Totaal van de energienormen voor onderhoud en dracht voor een koe met een lichaamsgewicht van 600 kg. Vergelijking van het Nederlandse met verschillende buitenlandse systemen. Deze normen zijn erop gericht dat de koe tijdens de droogstand niet vervet of vermageret.**

Bron	Tijd	MJ ME/dag	VEM/dag
CVB 1999 <sup>1</sup>	8e maand <sup>2</sup>	72,60	6313
	9e maand	82,95	7213
AFRC 1990 <sup>3</sup>	240 dagen dracht	76,30	6638
	270 dagen dracht	91,80	7980
NRC 1989 <sup>4</sup>	Laatste 2 maanden a.p.	79,15	7136
DLG 1982 <sup>5</sup>	6-4 weken a.p.	80,00	6960
	3-0 weken a.p.	89,20	7757
INRA 1987 <sup>6</sup>	8 <sup>e</sup> maand	78,35	6810
	9 <sup>e</sup> maand	90,15	7841

<sup>1</sup> (CVB 1999b)

<sup>2</sup> Van Vliet en Bruins (Van Vliet en Bruins 1994) geven aan dat de waarden voor de 8e maand gelden voor het tijdvak van 221-250 dagen dracht. Voor de 9e maand geldt het tijdvak van 251-280 dagen dracht.

<sup>3</sup> (AFRC 1990)

<sup>4</sup> (NRC 1989)

<sup>5</sup> (DLG 1982)

<sup>6</sup> (Vermorel et al. 1987)

## 2.2 Eiwit

**Tabel 4. Onvermijdelijke verliezen aan eiwit voor onderhoud en de retenties voor dracht, efficiënties en de totale behoeften aan te absorberen eiwit voor een koe met een lichaamsgewicht (LG) van 600 kg en een verwacht geboortegewicht van het kalf van 40 kg <sup>(1)</sup>. De weergegeven getallen zijn afkomstig uit in de praktijk gebruikte tabellen. Alle verliezen zijn opgegeven in g/dag. D = aantal dagen dracht**

		Dagen dracht	CVB <sup>2</sup>	AFRC <sup>3</sup>	NRC <sup>4</sup>	INRA
Onderhoud	Eiwitverlies urine		67,4 <sup>5</sup>	NB <sup>6</sup>	67,4 <sup>5</sup>	75,8 <sup>9</sup>
	Eiwitverlies huid en haar		9,3 <sup>7</sup>	13,6 <sup>8</sup>	9,3 <sup>7</sup>	
	Endogeen fecaal eiwitverlies in norm opgenomen		Nee	Ja	Nee	Ja
	Efficiëntie onderhoud / geabsorbeerd		0,67		0,67	0,67 <sup>10</sup>
	Totaal geabsorbeerd eiwit nodig		114		114	113
Dracht	Eiwitaanzet dracht	240	85 <sup>11</sup>	85 <sup>12</sup>	100 <sup>13</sup>	<sup>14</sup>
		270	134	134	100	
	Efficiëntie eiwitaanzet dracht / geabsorbeerd		0,50	0,85	0,50	0,60 <sup>15</sup>
	Extra geabsorbeerd eiwit nodig	240	171	101	200	136 <sup>15</sup>
	voor dracht	270	268	158	200	206

<sup>1</sup> De normen voor de eiwitbehoefte van het DLG (DLG 1998) kunnen niet correct worden vergeleken met die van de andere systemen. Het DLG geeft geen formules voor de berekening van de eiwitverliezen voor onderhoud en neemt bovendien de endogeen fecale eiwitverliezen in de norm op. De onderhoudsbehoefte is derhalve niet te berekenen.

<sup>2</sup> (CVB 1991)

<sup>3</sup> (AFRC 1992)

<sup>4</sup> (NRC 1989)

<sup>5</sup> Formule:  $2,75 \times LG^{0,50}$

<sup>6</sup> Niet bekend; aangezien alleen een totale norm voor de endogeen fecale eiwitverliezen + de eiwitverliezen via de urine in de norm is opgenomen, kan het totale eiwitverlies voor onderhoud niet correct worden berekend.

<sup>7</sup> Formule:  $0,2 \times LG^{0,60}$

<sup>8</sup> Formule:  $0,1125 \times LG^{0,75}$

<sup>9</sup> Onvermijdelijke N-verliezen via urine, huid en haar (onderhoud):  $0,100 \text{ g N} \times LG^{0,75}/\text{dag}$ , ofwel  $0,625 \text{ g RE} \times LG^{0,75}/\text{dag}$  (INRA 1978a)

<sup>10</sup> (INRA 1978b)

<sup>11</sup> De eiwitaanzet in de dracht ( $141 < D < 281$ ) wordt berekend met de formule:

$$\text{Eiwitaanzet } t_{\text{dracht}} = 34,375 \times e^{(8,5357 - 13,1201 \times e^{(-0,00262 \times D)})} - 0,00262 \times D$$

Deze formule is afgeleid uit N-retenties zoals gemeten in vergelijkende slachtproeven (ARC 1980).

<sup>12</sup> Eiwitaanzet<sub>dracht</sub>=

$$0,025 \times K \times 10^{(3,707 - 5,698 \times e^{(-0,00262 \times D)})} \times 0,03437 \times e^{(-0,00262 \times D)} \times 1000$$

K = verwacht geboortegewicht van het kalf. Deze formule is afgeleid uit N-retenties zoals gemeten in vergelijkende slachtproeven (ARC 1980).

<sup>13</sup> Eiwitaanzet dracht=  $1,136 \times LG^{0,7}$ ; het aantal dagen dracht is niet als variabele in de formule opgenomen.

<sup>14</sup> Voor de 8e resp. 9e maand van de dracht kan, uitgaande van de waarden in de onderste rijen, een eiwitaanzet in de dracht worden berekend van 82 resp. 124 g/dag.

<sup>15</sup> Waarden voor de 8e resp. 9e maand van de dracht; voor onderhoud wordt een behoefte aan te absorberen eiwit vermeld van  $3,25 \times LG^{0,75} / \text{dag}$ ; dit levert een behoefte van 394 g/dag voor de 8e en 9e maand van de dracht wordt een totale behoefte opgegeven van 530 resp. 600 g te absorberen eiwit; de toeslagen kunnen dus berekend worden als 136 resp. 206 g te absorberen eiwit (INRA 1988).

De vergelijking van de eiwitnormen voor droogstaande koeien is lastiger dan die voor de energienormen. In Tabel 4 wordt voor zover mogelijk weergegeven hoe groot volgens de verschillende systemen de onvermijdelijke verliezen aan ruw eiwit van een droogstaande, drachtige koe per dag zijn. De normen zijn alle weergegeven op basis van de hoeveelheid netto te absorberen eiwit in de dunne darm (g/dag). Hierdoor zijn de systemen zo goed mogelijk vergelijkbaar gemaakt.

## 2.3 Conclusies

### 2.3.1 Energie.

Zoals weergegeven in Tabel 1, zijn de verschillen in energienormen voor onderhoud van het CVB, de DLG en het INRA (uitgedrukt in  $\text{ME}/\text{kg}^{0,75}$ ) verwaarloosbaar. Dit is niet verwonderlijk aangezien al deze systemen gebaseerd zijn op de gegevens van Van Es (Van Es 1978). De waarde voor het CVB is berekend door de energie voor onderhoud (5013 VEM) zoals aangegeven door het CVB (CVB 1999b) te delen door het metabole gewicht. Deze energiebehoefte voor onderhoud is lager dan die gemeten bij een productie van 15 kg FCM ( $42,4 \text{ VEM}/\text{kg}^{0,75}$ ) (Benedictus 1977). Een droogstaande, drachtige koe heeft uiteraard eveneens een hogere energiebehoefte voor onderhoud dan een droogstaande, gaste koe, maar dit is verwerkt in de (lage) waarde voor  $k_{\text{preg}}$ . Voor onderhoud van een droogstaande koe dient in plaats van 42,4 de waarde van 41,4<sup>1</sup> gebruikt te worden. Opvallend is daarbij wel dat de waarden van het DLG en het INRA vrijwel exact overeenkomen met de waarde van 42,4<sup>1</sup>. Het is niet bekend in hoeverre er binnen het Duitse en het Franse systeem met dit verschil in energiebehoefte voor onderhoud bij melkproducties van 0 resp. 15 L rekening is gehouden. Uitgedrukt in  $\text{ME}/\text{kg}^{0,75}$  wijkt de AFRC evenmin sterk van de voorgaande systemen af. Dat de AFRC op VEM-

<sup>1</sup> Bij een hoger voerniveau verloopt het verteringsproces van een herkauwer wat minder efficiënt. Voor een voerniveau boven onderhoud moet een correctiefactor worden gebruikt. Ter wille van de vergelijkbaarheid met andere voerproeven moeten VEM-waarden worden uitgedrukt op een voerniveau van 2,38 x onderhoud. Dit getal is afgeleid van de normwaarden voor een koe van 550 kg LG die 15 kg meetmelk produceert. Bij dit voerniveau hoort een correctiefactor van  $-1,38 \times 1,8\% = -2,48\%$ . Dit verklaart het verschil tussen de normen van 42,4 en 41,4  $\text{VEM}/\text{kg}^{0,75}$  (CVB 1999a).

basis hoger uitkomt, heeft alleen te maken met andere efficiënties (k-waarden) waarmee gerekend wordt. De hogere waarden voor onderhoudsenergie van de NRC lijken te maken te hebben met een grotere veiligheidsmarge in verband met de spreiding in de gemeten onderhoudsbehoefte. Opvallend is dat de gemiddelde toeslag voor de dracht (zie Tabel 2) van de NRC en het CVB globaal gelijk is, en lager dan die van de andere systemen. Het is niet duidelijk waardoor deze verschillen veroorzaakt worden. Een deel van de verklaring kan gelegen zijn in de verschillende tijdstippen waarvoor deze toeslagen gedefinieerd zijn.

### 2.3.2 Eiwit

De Nederlandse, Amerikaanse en de Franse normen voor verliezen aan eiwit (Tabel 4) zijn goed vergelijkbaar. Voor wat betreft het onderhoud zijn de Nederlandse en de Amerikaanse normen gelijk, hetgeen niet verwonderlijk is, gezien het feit dat deze twee systemen met dezelfde gegevens en formules werken. Hoewel voor het Franse systeem geen echte formules worden gegeven, komen ook deze normen precies gelijk uit met de vorige twee. De inschattingen van de eiwitretenties in de dracht wijken in deze drie systemen evenmin wezenlijk van elkaar af. Het Amerikaanse systeem lijkt deze retenties echter op voorhand al slechter in te schatten, aangezien hierin geen rekening gehouden wordt met veranderingen gedurende de dracht.

Een opmerkelijk verschil tussen het CVB- en het NRC-systeem enerzijds en het AFRC-systeem anderzijds is de aanname voor de efficiëntie waarmee geabsorbeerd eiwit benut wordt voor de aanzet van eiwit in de dracht. Gezien de lagere efficiëntie houdt het DVE-systeem kennelijk rekening met een hogere eiwitturnover (CVB 1991). Daarnaast lijkt dit verschil voort te komen uit de aanname van de AFRC dat de foetus erin slaagt om uit het door het moederdier aangevoerde bloed met een – voor de foetale aanzet – niet-ideaal aminozuurpatroon, de aminozuren zodanig te absorberen dat de foetus beschikt over een sterk geoptimaliseerd aminozuurpatroon (AFRC 1992).



### 3. Overzicht van gemeten afkalfgewichten van koeien en geboortegewichten van kalveren

#### 3.1 Afkalfgewichten koeien

In Tabel 5 worden de afkalfgewichten van de huidige koeien gegeven. Voor deze gewichten zijn alleen gegevens van Nederlandse zwartbonte koeien met Holsteinbloed gebruikt.

**Tabel 5. Overzicht van geregistreerde afkalfgewichten (kg) van zwartbonte Holstein-Friesian koeien<sup>a</sup> (tussen haakjes is het aantal waarnemingen aangegeven)**

Ref.	Pariteit			Gemiddeld
	1	2	3 of hoger	
	<b>Afkalfgewicht (aantal)</b>			
M <sup>1</sup>	531 (25)	587 (27)	641 (36)	593 (88)
O <sup>2</sup>		579 (13)	617 (27)	605 (40)
PR <sup>3,4</sup>	534 (696)	591 (531)	655 (1016)	602 (2243)
(Koenen et al. 1999)	553 (185)	611 (164)	654 (103) <sup>5</sup>	597 (452)
Gewogen gemiddelde	538 (906)	595 (735)	654 (1182)	601 (2823)

<sup>a</sup> de afkalfgewichten voor roodbonte koeien op de PR-bedrijven (grotendeels Holstein-Friesian) bedraagt voor de pariteiten 1,2, en 3 of hoger resp. 551, 642 en 694 kg.

<sup>1</sup> gegevens verstrekt door J. Overvest, A.P. Minderhoudhoeve, Swifterbant; gegevens uit de jaren 1997-1999; gewichten gemeten tussen 0 en 2 weken na het kalven

<sup>2</sup> gegevens verstrekt door L. Bijl, De Ossekampen, Wageningen; gegevens uit 1999; gewichten gemeten ± 2 dagen na het kalven

<sup>3</sup> gemiddelde over de jaren 1995-1999; gegevens van de PR-proefbedrijven, verstrekt door A. Meijering; afkalfgewichten gemeten tussen 0 en 10 dagen na het kalven

<sup>4</sup> aangezien dit gemiddelde waarden over 5 jaren betreft, is het niet duidelijk in hoeverre de waarnemingen onafhankelijk zijn; worden de gewichten per pariteit per jaar gemiddeld en vervolgens het gemiddelde van deze 5 waarden genomen, dan wordt het gewogen gemiddelde 599 kg i.p.v. 601 kg

<sup>5</sup> gegevens voor pariteit =3

#### Conclusies

Zoals aangegeven in Tabel 5, varieert het gewogen gemiddelde van de afkalfgewichten van Nederlandse koeien van 538 tot 654 kg, afhankelijk van de leeftijd. Voor de zwartbonte "standaardkoe" (LG = 600 kg) waarmee door het CVB tot en met 1999 in de Verkorte Tabel werd gerekend wordt niet expliciet aangegeven welke leeftijd of pariteit hiervoor wordt aangehouden. Gelet op het feit dat werd aangegeven dat vaarzen (LG = 500 kg) en tweede kalfs koeien (LG = 550 kg) een jeugdtoeslag nodig hebben, mag worden verondersteld dat bij de "standaardkoe" met een gewicht van 600 kg wordt uitgegaan van een volwassen koe.

Om een aanbeveling te kunnen doen over het aan te houden gewicht van de standaardkoe is het gewenst dat deze eerst gedefinieerd wordt. Voorgesteld wordt bij de "standaardkoe" uit te gaan van een volwassen koe (pariteit 3 of hoger) en daarvoor het gewogen gemiddelde gewicht van 654 kg (Tabel 5) af te ronden op 650 kg. Dit betreft dus het "lege" gewicht van de koe, zonder het gewicht van de dracht (kalf incl. vruchtvliezen en vruchtwater etc.)

### 3.2 Geboortegewichten kalveren

In Tabel 6a en 6b worden de geboortegewichten gegeven van resp. een- en tweelingkalveren.

**Tabel 6a. Overzicht van geregistreeerde geboortegewichten (kg) van Nederlandse zwartbonte Holstein-Friesian eenlingkalveren<sup>(1)</sup>. Tussen haakjes is het aantal waarnemingen vermeld.**

Referentie	Pariteit						Gewogen gemiddelde
	1		2		3 of hoger		
	Vaars	Stier	Vaars	Stier	Vaars	Stier	
M <sup>2</sup>	39,6 (8)	42,3 (17)	39,4 (16)	46,2 (11)	41,3 (19)	46,6 (17)	42,6 (88)
PR <sup>3</sup>	38,9 (429)	41,5 (423)	42,6 (316)	46,3 (312)	44,5 (559)	48,2 (622)	44,0 (2661)
Gewogen gemiddelde	38,9 (437)	41,5 (440)	42,4 (332)	46,3 (323)	44,4 (578)	48,2 (639)	43,9 (2749)

<sup>1</sup> de geboortegewichten van roodbonte kalveren op PR-bedrijven (grotendeels Holstein-Friesian) zijn niet wezenlijk verschillend van die van zwartbonte kalveren

<sup>2</sup> gegevens verstrekt door J. Overvest, A.P. Minderhoudhoeve, Swifterbant; gegevens uit de jaren 1997-1999

<sup>3</sup> gegevens verstrekt door A. Meijering, PR, Lelystad; gegevens uit de jaren 1995-1999

**Tabel 6b. Overzicht van geregistreeerde geboortegewichten (kg) van Nederlandse zwartbonte Holstein-Friesian tweelingkalveren op PR-proefbedrijven in de periode 1995-1999. Tussen haakjes is het aantal waarnemingen vermeld<sup>1</sup>.**

Pariteit						Gewogen gemiddelde
1		2		3 of hoger		
Vaars	Stier	Vaars	Stier	Vaars	Stier	
26,3 (3)	31,8 (9)	36,6 (17)	36,0 (19)	35,3 (75)	38,3 (85)	36,4 (208)

<sup>1</sup> gegevens verstrekt door A. Meijering, PR, Lelystad

### Conclusies

Het gewogen gemiddelde van het geboortegewicht van eenlingkalveren is 43,9 kg (Tabel 6a). Het voorstel is dan ook om bij berekening van de normen voor drachtige koeien voortaan te rekenen met een verwacht geboortegewicht van het kalf van 44 kg. Voor het totale gewicht van een tweelingdracht wordt  $2 \times 36,4 = 72,8$  kg (afgerond 73 kg; Tabel 6b) voorgesteld.

Over eventuele veranderingen in de lichaamssamenstelling van koeien of kalveren is helaas geen informatie voorhanden.



#### 4. Overzicht van de historische ontwikkeling van Nederlandse energienormen in de droogstand

In Tabel 7 wordt een overzicht gegeven van de normen zoals die sinds 1970 zijn geadviseerd. Hierbij zijn alleen de jaren vermeld waarin de normen veranderd zijn.

**Tabel 7. Overzicht van de ontwikkeling van Nederlandse adviezen t.a.v. energievoorziening tijdens droogstand sinds 1970, zoals weergegeven in de Verkorte tabellen van de aangegeven jaren**

Jaar	Energietoeslag dracht boven onderhoud			
	1 <sup>e</sup> maand droogstand		2 <sup>e</sup> maand droogstand	
1970	5-10	kg melk	10-15	kg melk <sup>1,2</sup>
1977	5	kg melk	10-15	kg melk <sup>1,2</sup>
1978	5	kg FCM	10	kg FCM <sup>2,5</sup>
1979	5	kg FCM	10	kg FCM <sup>2,5</sup>
1983	2-5	kg FCM <sup>3</sup>	5-10	kg FCM <sup>3,4,5</sup>
1986	2-5	kg FCM <sup>3</sup>	5-10	kg FCM <sup>3,4,5</sup>
1988	2	kg FCM	5	kg FCM <sup>4,5</sup>
1990	2	kg FCM	5	kg FCM <sup>4,5</sup>
1991	900	VEM	2250	VEM <sup>4</sup>
1992	900	VEM	2250	VEM <sup>4</sup>
1993	900	VEM	2250	VEM <sup>4</sup>
1994	1300	VEM	2200	VEM <sup>4</sup>
1995-1999	1300	VEM	2200	VEM <sup>4</sup>

<sup>1</sup> Toelichting volgens CVB: "in de laatste 2-3 weken voor het afkalven verhoogt men geleidelijk de voederwaarde van het rantsoen al naar de verwachte melkproductie tot de norm voor 10-15 kg melk".

<sup>2</sup> Bij voldoende conditie.

<sup>3</sup> Bij een royale conditie de laagste norm hanteren en bij een schrale conditie de hoogste.

<sup>4</sup> Een vette conditie bij het afkalven moet worden vermeden.

<sup>5</sup> 1 kg FCM komt overeen met 442 VEM

Vanaf 1970 tot en met 1977 was de voeding van de droogstaande koeien erop gericht om de laatste drie weken voor het afkalven een energieopname door de koeien te realiseren die voldoende was voor de productie van circa 15 liter melk ("steaming up"). Volgens Boxem en Meijer (Boxem en Meijer 1995) houdt dit in dat de koe voor het afkalven "in meer optimale omstandigheden zou worden gebracht, wat de melkproductie zou stimuleren". Deze voermethode resulteerde erin dat een groot aantal koeien in overmatige conditie afkalfden. Onder andere op basis van praktijkonderzoek van het Proefstation voor de Rundveehouderij (PR 1979) werd vanaf 1978 door het Centraal Veevoederbureau (CVB) een meer gematigd voerregime gedurende de droogstand geadviseerd. Opvallend is wel dat het voerniveau dat van 1978 tot 1988 door het CVB wordt geadviseerd substantieel hoger is dan de energiebehoefte voor dracht die wordt aangegeven door Van Es (Van Es 1978). Deze auteur geeft aan dat de extra energiebehoefte voor de laatste maand van de dracht equivalent zou zijn aan de energiebehoefte voor de productie van 6 liter melk (2500 VEM).

In 1983 is het CVB-advies voor droogstaande koeien opnieuw aangepast. Volgens Boxem en Meijer (Boxem en Meijer 1995) zou dit te maken hebben met het feit dat er te veel koeien in een overmatige conditie afkalfden. De ondergrenzen van de geadviseerde normen stemmen globaal overeen met de energiebehoefte voor onderhoud en dracht (Van Es 1978; Hijink en Meijer 1987).

Vanaf 1988 werden deze ondergrenzen door het CVB geadviseerd, mede omdat men toen niet meer van mening was dat koeien in de droogstand moeten groeien (Verslag Werkgroep Voeding Herkauwers en Paarden van het CVB 1995). Op grond van dit verslag is niet duidelijk in hoeverre de voorgestelde wijzigingen van de energienormen gebaseerd zijn op empirie of op berekeningen volgens het Koemodel (Hijink en Meijer 1987).

In 1994 zijn de energienormen voor de dracht op voorstel van Van Vliet en Bruins (Van Vliet en Bruins 1994) wederom gewijzigd. De voorgestelde energietoeslagen tijdens de dracht zijn gebaseerd op het

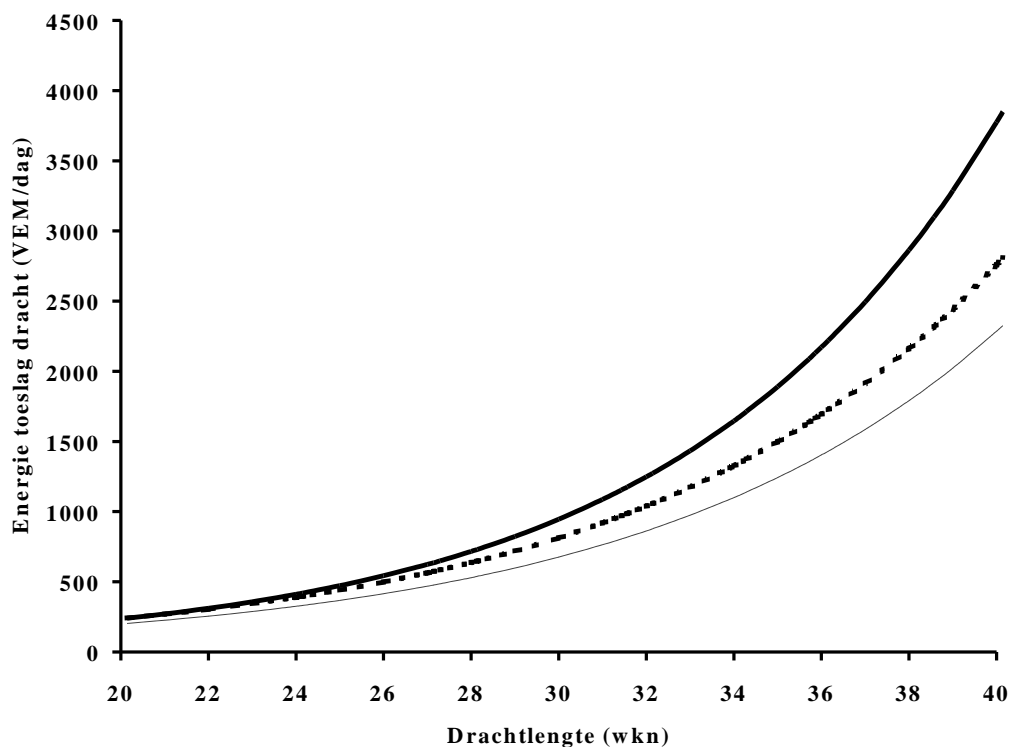
Koemodel (Hijink en Meijer 1987). De netto-energiebehoefte voor de dracht wordt berekend met behulp van de formule van Jakobsen, zoals geciteerd in het Koemodel. Deze formule luidt: netto-energieaanzet dracht =  $30 \times e^{0,174t}$  kJ/dag. Met t wordt hier het aantal dagen dracht aangegeven. Uitgaande van een  $k_{preg}$  van 0,15 en een  $k_L$  van 0,60 kan deze formule omgeschreven worden naar een energiebehoefte uitgedrukt in VEM, en luidt dan:

energiebehoefte voor dracht =  $17,5 \times e^{0,0174t}$  VEM/dag (Hijink en Meijer 1987).

Naast de energieretentie van de conceptieproducten zelf is nog een hoeveelheid extra onderhoudsenergie berekend vanwege het hogere lichaamsgewicht van het moederdier als gevolg van de ontwikkeling van vrucht en vruchtvliezen ter grootte van 6 VEM/kg extra gewicht (Hijink en Meijer 1987; Mandersloot 1989). Er wordt niet aangegeven hoe deze toeslag van 6 VEM/kg tot stand is gekomen. Bij de berekeningen van de energietoelagen van de dracht (Van Vliet en Bruins 1994) is men uitgegaan van een drachtlengthte van 280 dagen met een eindgewicht van de totale dracht (vrucht en vruchtvliezen) van 78,9 kg (het gewicht van het kalf zelf is niet gegeven). Voor het gewicht van vrucht en vruchtvliezen wordt het verloop aangehouden zoals beschreven door Mandersloot. Deze formule luidt:

gewicht van de vrucht (kg) =  $-0,6087 + 0,6087 \times e^{(0,0174 \times D)}$

waarin D = aantal dagen van de dracht (Mandersloot 1989).



**Figuur 1. Vergelijking van de energietoelagen voor de dracht volgens Jakobsen (-----), Jakobsen + toeslag extra onderhoud (6 VEM/kg conceptieproduct (•••••) en energietoelagen dracht op basis van de ARC (1980) (—).**

Indien deze schatting van de gewichtontwikkeling wordt vergeleken met die van de ARC (ARC 1980), dan valt op dat bij het door Mandersloot aangehouden gewichtsverloop er aanvankelijk een geringere gewichtstoename is, en dat de gewichtstoename tijdens de laatste 4 weken van de dracht erg groot is. De gewichtontwikkeling zoals beschreven door Mandersloot (1989), is op basis van gegevens uit het koemodel (Hijink en Meijer 1987). De gevolgde werkwijze is verder niet expliciet aangegeven door Mandersloot (1989).

De energieretentie berekend met behulp van de formule van Jakobsen is met name in het tweede deel van de dracht echter lager dan die volgens de ARC. De correctie van de energetische onderhoudsbehoefte van de koe zelf leidt, samen met de energiebehoefte voor de dracht volgens Jakobsen (beide uitgedrukt in VEM) tot een kleiner verschil met de ARC (Figuur 1). Deze werkwijze had tot resultaat dat met name de voorgestelde normen voor 9e maand van de dracht goed overeenkwamen met de normen zoals gehanteerd in de periode 1988-1993.



## 5. “Steaming up”

De term “*steaming up*” is voor het eerst gebruikt door Boutflour. Deze onderzoeker beschrijft dat hij deze term in de eerste helft van de 20e eeuw geïntroduceerd heeft als aanduiding voor een juiste voorbereiding van koeien op het kalven (Boutflour 1967). Hierbij is het niet de bedoeling dat de droogstaande koeien vervetten, maar dat zij zonder problemen kalven en vlot starten met de melkproductie. De toenmalige adviezen betreffende de voorbereiding op het kalven stonden in het teken van de preventie van melkziekte. Men dacht dit te bereiken door aan het einde van de droogstand zeer beperkt te voeren (“partial starvation”; koeien die op deze wijze “behandeld” werden hadden dan ook zeer lage glucosewaarden (Maguire 1926)) en de koeien gedurende de eerste 48 uur na het kalven niet te melken. Uit de tekst is overigens niet op te maken of het hier gaat om “niet melken” of om “niet uitmelken”.

Als reactie hierop werd de voermethode “steaming up” geïntroduceerd. Dit hield in dat 6 weken voor het kalven gestart werd met  $\pm 0,9$  kg palmpitkoek (“palm kernel cake”). Dit werd opgevoerd tot 2,7 kg op 2 weken voor de verwachte kalfdatum. Vanaf dit moment werd deze gift opgevoerd tot 75% van de hoeveelheid die men verwachtte te moeten geven gedurende de lactatie. Uitgaande van een productieniveau van  $\pm 27$  L na het kalven zou dan direct voor het kalven  $\pm 7,3$  kg palmpitkoek verstrekt moeten worden (Boutflour 1967). Als gevolg van de overschakeling van de beschreven methode ter preventie van melkziekte naar “steaming up” op een bedrijf verdween de melkziekte volledig (Maguire 1926).

Ook Broster (Broster 1971) gebruikt deze term om de voorbereiding van droogstaande koeien op het kalven aan te duiden en geeft als praktische uitwerking hiervan het volgende schema: naast ruwvoerders met een VCOS van 53% moet een hoeveelheid krachtvoer verstrekt worden die toeneemt van 0,9 tot 5,4 kg/dag van 5 weken tot 1 week voor het kalven. Dit zou vereenvoudigd kunnen worden tot 3,2 kg/dag gedurende deze hele periode. Bij een hogere VCOS van het ruwvoer zou deze hoeveelheid krachtvoer af moeten nemen. Bij een VCOS van 70% zou bijvoorbeeld slechts gedurende de laatste 2 weken krachtvoer bijgevoerd moeten worden (0,9 en 1,8 kg voor 2 resp 1 weken voor het kalven). Bij een VCOS van 76% zou dan helemaal geen krachtvoer meer verstrekt hoeven te worden.

In latere publicaties wordt de term “steaming up” wat anders omschreven (Boxem 1978; Malestein en Van de Geer 1979). Malestein en Van de Geer gebruiken deze term in verband met het voeren van een rantsoen tijdens de laatste weken van de droogstand goed voor de productie van  $\pm 18$  kg melk (Malestein en Van de Geer 1979). Volgens Boxem wordt deze aanduiding gebruikt voor de voermethode waarbij droogstaande koeien reeds enige tijd voor het kalven een hoeveelheid energie kunnen opnemen voldoende voor de productie van  $\pm 15$  kg melk (Boxem 1978; Boxem en Meijer 1995). De gedachte hierachter is dat het geleidelijk opvoeren van de krachtvoergift voor het afkalven de voeropname na het kalven zou stimuleren. Hierdoor zouden aldus gevoerde koeien rond het kalven al gewend zijn aan het opnemen van grotere hoeveelheden energie en dus zonder gewenningsproblemen in de lacterende groep kunnen worden opgenomen. Uiteindelijk zou hierdoor de melkproductie hoger moeten zijn (Haalstra en Malestein 1977).

In de zeventiger jaren bleek echter dat dit systeem samenging met meer problemen met melkziekte, slepende melkziekte en uierproblemen. Een gecontroleerde proef van het Proefstation voor de Rundveehouderij laat zien dat droogstaande koeien die op de norm van 17 L melk gevoerd werden, inderdaad meer uierproblemen ontwikkelden, terwijl de melkproductie niet hoger was dan die van controlekoeien (Boxem 1978). Daarnaast gaf Van de Braak aan dat een hoog voerniveau tijdens de droogstand geassocieerd is met een hogere incidentie van melkziekte (Van de Braak 1986). Koeien die tijdens de droogstand *ad lib* een hoogenergetisch rantsoen konden opnemen en dientengevolge in een overmatige conditie afkalfden, produceerden niet meer melk dan koeien die gedurende de droogstand volgens de CVB-normen gevoerd werden (Haalstra en Malestein 1977; Van den Top et al. 1996). Het is zelfs niet onmogelijk dat dieren die in een overmatige conditie afkalven minder melk produceren dan dieren die volgens de CVB-normen gevoerd worden (Haalstra en Malestein 1977). Het belangrijkste argument voor “steaming up” lijkt daarmee dus al vervallen. In veel voerproeven is vastgesteld dat een overmatige voeropname voor en dito conditie rond het kalven een eetlustdaling rond de partus ten gevolge heeft (Bertics et al. 1992; Haalstra en Malestein 1977; Van den Top et al.

1996). Nemen koeien rond het afkalven veel krachtvoer op, dan zal er relatief weinig ruwvoer opgenomen worden waardoor het risico op het ontstaan van lebmaagdislocaties en klauwbevangenheid groter is (Velthuis et al. 1998). Te vette koeien die rond het kalven weinig voer opnemen, zullen hun vetreserves aan gaan spreken om in de energiebehoefte voor de melkproductie te voorzien. Deze vetmobilisatie kan gemakkelijk leiden tot ketose en leververvetting (Rukkwamsuk et al. 1999; Van den Top et al. 1996). Dergelijke koeien hebben ook vaak een verhoogde kans om aan de nageboorte te blijven staan en uierontsteking te ontwikkelen (Herdt 1988). Ook de vruchtbaarheid is vaak minder goed bij dieren die gedurende de droogstand een overmatige conditie hebben opgebouwd (Huszenicza et al. 1988). Dit effect komt echter niet in alle voerproeven naar voren (Boyd et al. 1987).

Zoals “steaming up” in de originele publicaties van Boutflour (Boutflour 1967) en Broster (Broster 1971) beschreven wordt, lijkt met deze voermethode niet meer dan een (matige) verhoging van het energieniveau nagestreefd te worden. Er wordt niet meer mee aangeduid dan een goede voorbereiding van de koe voor het kalven. Gezien de minder goede ruwvoerkwaliteit in het verleden was een flinke krachtvoergift gedurende de droogstand een wezenlijk onderdeel van deze methode. Zoals Broster al aangeeft (Broster 1971) is de hoeveelheid te verstrekken krachtvoer echter sterk afhankelijk van de ruwvoerkwaliteit. Bij waarden voor de VCOS van ruwvoer zoals die tegenwoordig gebruikelijk zijn, geeft deze onderzoeker echter aan dat voor een goede “steaming up” (dus gewoon voor een goede voorbereiding op het kalven) geen krachtvoer vereist is. Al met al lijkt deze term in latere tijd wat uit zijn verband getrokken te zijn, waarbij alleen gelet is op de te voeren hoeveelheid krachtvoer, zonder daarbij de (inmiddels sterk toegenomen) ruwvoerkwaliteit in ogenschouw te nemen. Het voeren van grotere hoeveelheden krachtvoer naast een goede kwaliteit ruwvoer leidt echter onvermijdelijk tot een veel te hoog energieniveau. Dit gaat echter volledig voorbij aan de oorspronkelijk aangegeven nuanceringen van deze voermethode.

“Steaming up” zal in zijn oorspronkelijke betekenis waarschijnlijk niet geleid hebben tot groeien en al zeker niet tot vervetten tijdens de droogstand. Er wordt zelfs aangegeven dat vervetting voorkomen moet worden (Boutflour 1967). Hoewel dat nu uiteraard niet meer precies na te rekenen is, lijkt het aanbevolen energieniveau derhalve zeker niet veel hoger te liggen dan de huidige CVB-norm.

In de praktijk lijkt “steaming up” in de latere betekenis dus niet te werken. Ook op theoretische gronden is deze methode moeilijk verdedigbaar. De koe wordt door een dergelijk hoog energieniveau aangezet tot vervetting (anabool gericht), terwijl de koe tijdens de lactatie juist meer op mobilisatie van reserves gericht is (katabool). Daarnaast is deze voermethode ook qua energetische efficiëntie niet aantrekkelijk. Extra energie zal leiden tot aanzet van vet. De hierdoor veroorzaakte gewichtstoename gaat echter gedurende de eerste weken van de lactatie weer verloren zonder de melkproductie te verhogen (Haalstra en Malestein 1977; Van den Top et al. 1996). Het vet dat tijdens de droogstand uit krachtvoer wordt aangezet en vervolgens na het kalven wordt gemobiliseerd, resulteert in een lagere energie-efficiëntie dan bij directe verstrekking van krachtvoer tijdens de lactatie. Bij een slechte kwaliteit ruwvoer kan tijdens de droogstand wel iets extra krachtvoer gegeven worden om aan de energienorm te voldoen, maar de verstrekking van krachtvoer boven de energienorm voor onderhoud + aanzet in de dracht gedurende de gehele droogstand heeft geen zin (Van Saun en Van 1991). De diverse gegevens betreffende “*steaming up*” samenvattend luidt de slotsom dat deze voermethode in de oorspronkelijke betekenis een redelijk goed advies was om koeien voor te bereiden op het kalven. In de latere betekenis is het duidelijk dat deze methode niet meer melk oplevert, eigenlijk een verkwisting van voer betekent, onnodig duur is en veel gezondheidsrisico's met zich meebrengt. Deze laatste voermethode moet dan ook worden afgeraden.

## 6. De betekenis van veranderingen in de conditiescore tijdens de droogstand

In de praktijk wordt de conditiescore veelvuldig gebruikt om de vetreserves van koeien in te schatten. Hierbij moet in de gaten gehouden worden dat dit een subjectief systeem is, waarbij behoorlijke variatie tussen verschillende waarnemers kan optreden (Ferguson et al. 1994; PR 1998). Ook moet rekening gehouden worden met verschillen tussen de veerassen (Wright en Russel 1984).

Idealiter hebben koeien aan het begin van de droogstand een conditiescore van 3-3,5 (Herdt 1988) en wijzigt deze conditiescore gedurende de droogstand niet of nauwelijks. Zoals onder “*steaming up*” aangegeven (Hoofdstuk 5), moet vervetting (dus een toename boven conditiescore 3,5) worden vermeden, aangezien dit een sterk vergroot risico op allerlei aandoeningen met zich meebrengt. Koeien die in een te royale conditie afkalven, hebben o.a. een minder goede vruchtbaarheid (Mitev et al. 1998), meer kans op lebmaagdislocaties (Cameron et al. 1998) en een groter risico op leververvetting (Van den Top et al. 1996).

De informatie betreffende het effect van veranderingen in de conditiescore tijdens de dracht op productie- en gezondheidskenmerken na het kalven is echter zeer beperkt. In theorie zijn twee gevallen denkbaar van koeien die met een afwijkende conditie drooggezet worden.

In de eerste plaats koeien die te vet zijn bij het droogzetten, bijvoorbeeld een conditie-score 4-4,5. Dit kan onder andere veroorzaakt worden door een relatief eiwittekort (t.o.v. energie) aan het einde van de lactatie. Op deze wijze zou het productieniveau, dat gedurende de laatste decennia sterk gestegen is, invloed kunnen hebben op de conditie waarmee koeien worden drooggezet. Een hoger productieniveau gaat namelijk gepaard met een relatief hoge DVE-behoefte.

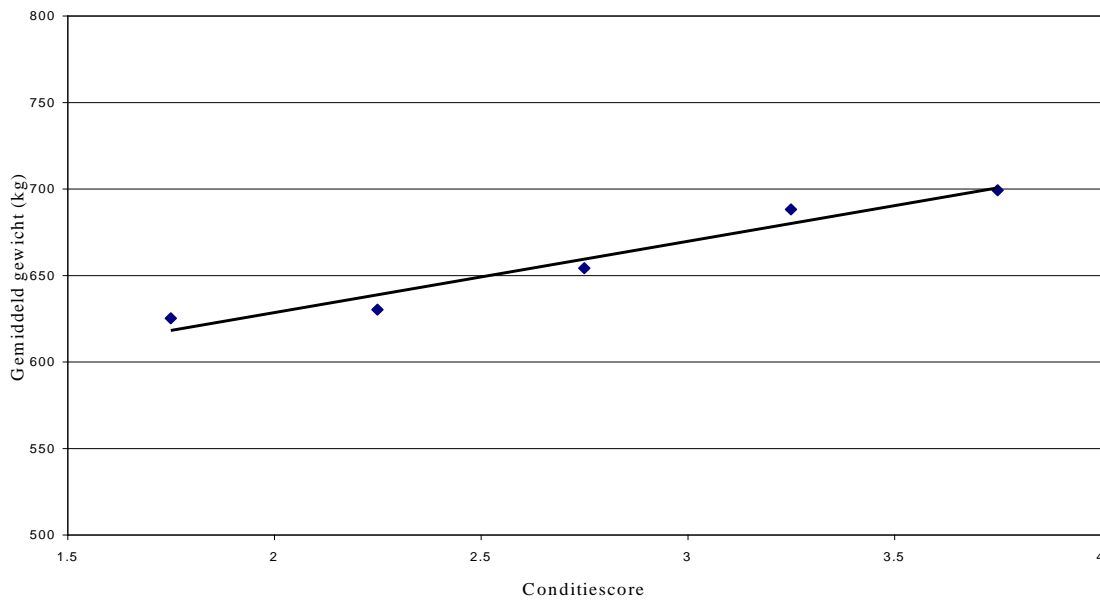
Cameron c.s. toonden in een epidemiologische studie aan dat zowel een hoge conditiescore als een hoog gehalte aan niet-veresterde vetzuren aan het einde van de dracht een risicofactor vormden voor het optreden van lebmaagdislocaties (Cameron et al. 1998). Dit lijkt er enerzijds voor te pleiten om de koeien gedurende de droogstand af te laten vallen. Anderzijds is dit niet mogelijk zonder vetmobilisatie. Een klein verlies aan vet gedurende de droogstand lijkt echter geen probleem. Aan het einde van de droogstand moeten de gehalten aan vrije vetzuren in het bloed niet te hoog ( $< 1,0$  mM, (Van den Top et al. 1996)) zijn om leververvetting te voorkomen. Zoals met name bekend van koeien met een tweelingdracht, kan een te sterke lipolyse in deze periode al tot leververvetting leiden (Wentink et al. 1992). Dit houdt in dat in de laatste weken voor het kalven op de norm gevoerd moet worden. In hoeverre mobilisatie van vet in het eerste deel van de droogstand nadelige effecten heeft, is momenteel niet bekend.

Anderzijds is het mogelijk dat een koe te mager is bij het droogzetten, bijvoorbeeld een conditiescore 2,5. Komt een koe met deze conditie bij het kalven aan, dan zal een dergelijke koe te weinig reserves hebben voor een goede melkproductie (Holter et al. 1990). In een proef met koeien met verschillende conditiescores bleken de koeien die afkalften met een score  $< 3$  of  $> 4,5$  minder melk te produceren dan koeien met een score van 3,5-4,0 (Todorov et al. 1998). Het lijkt dan ook gerechtvaardigd om te proberen een koe met een conditiescore  $< 3$  in de eerste maand van de droogstand te laten groeien (Otto et al. 1991) tot een conditiescore van 3-3,5 bereikt is (Domecq et al. 1997). Dit kan het beste in deze periode, aangezien de energiebehoefte (van koe + kalf) dan het laagst is, terwijl de voeropnamecapaciteit groter is dan aan het einde van de dracht omdat de foetus nog niet zo groot is.

Allereerst moet geprobeerd worden om door middel van gerichte voeding ervoor te zorgen dat koeien aan het einde van de voorgaande lactatie in een goede conditie (conditiescore 3-3,5) komen (Grum et al. 1996; Haalstra en Malestein 1977). Om op een gerichte manier te vette koeien te laten afvallen dan wel te magere koeien te laten groeien, is informatie over het verband tussen conditiescore en lichaamsgewicht wenselijk. Figuur 2 geeft het verband tussen conditiescore en lichaamsgewicht bij afkalven op PR-proefbedrijven. Hoewel het niet duidelijk is in hoeverre deze gegevens als onafhankelijk te beschouwen zijn, levert regressie het volgende verband:  $LG = 41,2 \times \text{conditiescore} + 545,9$  ( $R^2_{\text{adj}} = 0,935$ ). Uit Figuur 2 blijkt dat er een kleine discrepantie bestaat tussen de geadviseerde conditiescore bij afkalven (3-3,5) en de daadwerkelijk geregistreerde conditiescore bij 650 kg (2,5). Deze kan wellicht verklaard worden door de subjectiviteit van het scoringssysteem. Waarschijnlijk zijn de veranderingen in de gewichten in relatie tot de conditiescores betrouwbaarder dan de absolute gewichtsniveaus. Dit houdt in dat voor oudere zwartbonte koeien elke 0,5 punt verandering in

conditiescore samengaat met een verandering van ongeveer 20 kg lichaamsgewicht. Uitgaande van een energie-inhoud van 3500 VEM per kg verandering van het lege lichaamsgewicht (energie en eiwit) (CVB 1991) betekent dit dat voor een verandering van 0,5 punt conditiescore in de loop van 30 dagen elke dag  $\pm$  2300 VEM meer of minder gevoerd moet worden. Uitgaande van een energiedichtheid van 750 VEM/kg DS komt dit neer op ongeveer 3 kg DS.

**Figuur 2. Relatie tussen gemiddelde gewichten en conditiescores van zwartbonte koeien (pariteit 3 of hoger) op PR-proefbedrijven.  $LG = 41,2 \times \text{conditiescore} + 545,9$  ( $R^2_{\text{adj}} = 93.5\%$ ,  $n = 5$ ,  $p = 0.005$ )**





## 7. De invloed van vluchtige vetzuren op de ontwikkeling van penspapillen

Herkauwers zijn voor hun energievoorziening voor een belangrijk deel aangewezen op de absorptie van vluchtige vetzuren uit de pens. Om voldoende vluchtige vetzuren te kunnen absorberen is een groot absorberend oppervlak van de penswand van groot belang, welke in belangrijke mate wordt bepaald door de grootte van de penspapillen (Sakata et al. 1980). Het oppervlak van de penspapillen loopt tijdens de droogstand eigenlijk altijd terug in vergelijking met dat tijdens de lactatie, zelfs op rantsoenen die de behoefte voor onderhoud en de productie van 7,5 kg melk dekken. Dit suggereert dat het voerniveau, ofwel het aanbod van vluchtige vetzuren, van belang is voor de proliferatiegraad van de penspapillen (Dirksen et al. 1992).

Daarnaast zou de soort vetzuur (dan wel de onderlinge verhoudingen van de vetzuren) nog van belang kunnen zijn voor de mate van proliferatie van de penspapillen (Brand 1996). Het stimulerende effect van vluchtige vetzuren op de celdeling van de pensepitheelcellen wordt ook wel aangeduid met de term "mitogeen effect".

Derhalve is de gedachte geopperd dat sturing van de concentratie en de verhoudingen van de vluchtige vetzuren door aanpassingen van de rantsoensamenstelling aan het einde van de droogstand zou kunnen bijdragen aan de voorbereiding van de koe op de komende lactatie.

Van de vluchtige vetzuren is het mitogene effect van butyraat ten opzichte van dat van propionaat en acetaat het duidelijkst (Sakata et al. 1980; Sakata en Tamate 1978a). Het mitogene effect van butyraat treedt ook sneller op dan dat van propionaat en acetaat (Sakata et al. 1980; Sakata en Tamate 1979). Op het epitheel van de krop van kuikens en dat van het colon van de mens heeft butyraat eenzelfde effect (Galfi et al. 1983; Galfi et al. 1985; Kutas et al. 1983; Velasquez et al. 1996). Bij melk-gevoede lammeren vergrootte een mengsel van butyraat, acetaat en propionaat de lengte van de penspapillen (Lane en Jesse 1997), terwijl lactaat geen effect had op de delingssnelheid van de epitheelcellen (Galfi et al. 1983). De toediening van 2 g Na-butyraat / kg lichaamsgewicht aan schapen leidde tot een significant verhoogde mitotische index van het pensepitheel. Dit effect trad alleen op als deze hoeveelheid binnen 10 seconden in de pens werd ingespoten, en niet als dezelfde hoeveelheid gedurende 20-24 uur werd geïnfundeerd. Dit effect lijkt eenvoudig te verklaren doordat in het tweede geval door verdunning en doorstroming vanuit de pens lang niet zo'n hoge concentratie bereikt zal worden (Sakata en Tamate 1978b; Sakata en Tamate 1978a). Blijft de concentratie langere tijd (dagen) verhoogd, dan daalt de mitotische index weer (Sakata et al. 1980). Op zich hoeft dit natuurlijk nog niet te betekenen dat de papillen ook kleiner worden.

Uit de literatuurgegevens blijkt dat *in vivo* het voerniveau en de totale concentratie van vluchtige vetzuren positief gecorreleerd zijn (Robinson et al. 1986). Een verhoging van de totale concentratie van vluchtige vetzuren heeft een duidelijk effect op de delingssnelheid van het pensepitheel (Velasquez et al. 1996). Zoals al aangegeven, loopt het oppervlak van de penspapillen al terug bij een voerniveau voldoende voor onderhoud + 7,5 L melk. Bij op onderhoudsniveau gevoerde droogstaande, niet drachtige koeien bleek de butyraatconcentratie van de pensvloeistof nauwelijks verhoogd te worden, zelfs indien het rantsoen 20% ontsloten maïszetmeel bevatte (Schonewille et al. 2000). Deze gegevens zijn in overeenstemming met die van Robinson c.s. (Robinson et al. 1986) waaruit bleek dat het voeren van zetmeel bij een laag voerniveau geen invloed heeft op de concentraties van vluchtige vetzuren. Voor de suggestie van het PR (PR 1998) als zou het specifiek verhogen van het aandeel propionaat door middel van het voeren van zetmeel de ontwikkeling van de penswand stimuleren, zijn geen literatuurgegevens bekend. Verhoging van het voerniveau, al dan niet in combinatie met zetmeel, gaf wél hogere concentraties van vluchtige vetzuren in pens, waardoor de proliferatie van het epitheel gestimuleerd zou kunnen worden. In dit licht moet de aanbeveling van het PR (PR 1998) dan ook waarschijnlijk gezien worden. Het PR beveelt namelijk niet alleen een verhoging van het zetmeelgehalte van het rantsoen aan, maar stelt ook een verhoging van het totale energieniveau voor (tot 9500 VEM in de laatste 2 weken van de droogstand). Bij een energiedichtheid van het rantsoen van 900 VEM/kg DS betekent dit een DS-opname van 10,5 kg. Robinson et al. (1986) vonden bij een opname van 10,5 kg DS een totaal gehalte aan vluchtige vetzuren van 105,5 mM, hetgeen overeenkwam met het gehalte gemeten door Schonewille et al. (2000) bij een DS-opname van 6 kg. Het is dus niet duidelijk in hoeverre een DS-opname overeenkomend met een energieopname van 9500 VEM leidt tot een wezenlijke verhoging van de productie van vluchtige vetzuren en dus tot een verhoogde proliferatie van de penspapillen.

Al met al betekent het voorgaande dat het bij droogstaande koeien die volgens de energienormen (CVB 1999b) gevoerd worden moeilijk is om door gerichte keuze van voedermiddelen de concentraties van vluchtige vetzuren in de pens te beïnvloeden.

Samenvattend lijkt het niet zinvol om te proberen de proliferatie van de penspapillen bij droogstaande koeien te stimuleren, aangezien de praktische mogelijkheden te beperkt zijn. Wel kan eventueel in de laatste week voor de verwachte kalfdatum het voerniveau worden opgevoerd zonder nadelige gevolgen voor de melkproductie (Van den Top et al. 1996). Dit zou dan eventueel nog bij kunnen dragen aan de proliferatie van de penspapillen. De mitogene effecten op de epitheelcellen zijn namelijk al binnen enkele dagen zichtbaar (Sakata et al. 1980; Sakata en Tamate 1978a).

## 8. Normen voor de voorziening van droogstaande koeien met macromineralen

In Tabel 8 is voor Ca, P, Mg, Na, K en Cl de Nederlandse norm gegeven voor de voorziening van deze mineralen bij droogstaande koeien zoals weergegeven in de Handleiding mineralenonderzoek (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 1996). In deze handleiding worden geen absolute normen (g/dag) voor de macromineralen K en Cl gegeven. Voor K en Cl worden wel aanbevelingen gedaan m.b.t. het gewenste gehalte van deze mineralen per kg ds. Aangezien de nutritionele rol van S vrijwel geheel geassocieerd met die van (ruw) eiwit is in de Handleiding mineralenonderzoek geen aandacht besteed aan dit element. Om de vergelijking met de NRC-normen te vergemakkelijken zijn de Nederlandse normen omgerekend naar hoeveelheid per kg DS. Hierbij is uitgegaan van een rantsoen met een energiedichtheid van ca. 750 VEM per kg DS (Malestein 1992; NRC 1989). Uitgaande van de huidige CVB-normen voor energie tijdens de dracht (CVB 1999b) komen de gewenste droge stofopnames voor 8e en 9e maand van de dracht uit op 8,4 en 9,6 kg. Ter vergelijking zijn tevens de bruto normen van de NRC (NRC 1989) voor genoemde mineralen opgenomen. Een uitgebreide vergelijking van Nederlandse en buitenlandse normen voor de macromineralen viel buiten het bestek van deze studie.

**Tabel 8: Brutobehoeften aan macromineralen voor droogstaande koeien met een lichaamsgewicht van 600 kg. De DS-opnames voor de 8e en de 9e maand van de dracht zijn 8,4 en 9,6 kg. De behoeften zijn aangegeven in g/dag.**

	Onderhoud	Maand dracht	Toeslag dracht	Totaal dracht + onderhoud	Minimale behoefte per kg DS	
	COMV <sup>1</sup>		COMV	COMV	berekend <sup>2</sup>	NRC <sup>3</sup>
Ca	19	8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>	3 10	22 29	2,6 3,1	3,9 3,9
P	25	8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>	2 7	27 32	3,2 3,3	2,4 2,4
Mg <sub>4</sub>	14	8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>	0 2	14 16	1,7 1,7	1,6 1,6
Na	7	8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>	0 4	7 11	0,8 1,1	1,0 1,0
K		8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>			8,0	6,5 6,5
Cl		8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>			2,5-3,0	2,0 2,0
S		8 <sup>e</sup> 9 <sup>e</sup>				1,6 1,6

<sup>1</sup> (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 1996)

<sup>2</sup> berekening: het totaal van dracht + onderhoud (5e kolom) gedeeld door de DS-opname zoals voor de betreffende maand van de dracht aangegeven

<sup>3</sup> (NRC 1989)

<sup>4</sup> het absorptiepercentage kan variëren van 2 tot 28% (Schonewille 1999); in deze tabel is een absorptiepercentage van 18% aangehouden (Commissie Onderzoek Minerale Voeding 1996).



## **9. Verlaging van het kation-anion verschil als mogelijk instrument ter preventie van melkziekte**

### **9.1 De incidentie van melkziekte**

De in de literatuur vastgelegde incidenties van melkziekte variëren nogal. In een observationele studie in Nederland gedurende drie opeenvolgende jaren (1994-1996) in 16 melkveekoppels (n=1872) was de incidentie van melkziekte 11% (Velthuis et al. 1998). Deze incidentie is vergelijkbaar met die gerapporteerd door Oetzel et al. (Oetzel 1996) (11,8%; n=102), maar er worden ook hogere percentages gemeld (18,4%; n=1165; (Oetzel 1991)).

Anderzijds zijn ook veel lagere incidenties waargenomen: 4% (n=61124; (Grohn et al. 1989), 4,7% (n=1983; (Curtis et al. 1984)), 1,4% (7000-9500 kg melk/lactatie, n=8521; (Markusfeld 1987) en zelfs 0,9% (10265 kg melk/lactatie, n=7523; (Grohn et al. 1998)). De gerapporteerde gemiddelde incidentie van melkziekte varieert derhalve van 0,9 tot 18,4%. Voor individuele melkveebedrijven kan de melkziekte-incidentie echter variëren van nagenoeg nul tot 50% (Velthuis et al. 1998).

Er kunnen verschillende oorzaken zijn voor de verschillen in incidenties van melkziekte. Wellicht is de gevoeligheid voor melkziekte voor een deel erfelijk bepaald. Een aanwijzing hiervoor is het feit dat Oetzel (Oetzel 1991) hogere incidenties van melkziekte waarnam in Jersey en Zweedse Roodbonte koeien dan in Holsteins, maar het verschil was niet significant. Ook is het algemeen bekend dat het risico op het optreden van melkziekte toeneemt met de leeftijd van de koe. Dit geldt met name voor koeien met een pariteit van 3 en hoger (Curtis et al. 1984; Grohn et al. 1989; Grohn et al. 1998; Oetzel 1991; Velthuis et al. 1998). Daarnaast hebben koeien met een hogere productie meer kans om melkziekte te krijgen. In een onderzoek van Grohn et al. (Grohn et al. 1989) was deze kans echter alleen significant groter voor koeien met een productie van meer dan 7060 kg melk / lactatie vergeleken met koeien met een productie lager dan 4740 kg. Velthuis et al. (Velthuis et al. 1998) onderzochten FHxHF-koeien uit koppels met een gemiddelde melkproductie van 7950 kg melk in 305 dagen (spreiding 6925-9002 kg). De gemiddelde afkalfleeftijd was 3,97 jaar (3,81-4,44 jaar). Gemiddeld 32,5% van de aanwezige dieren waren vaarzen (26,7 – 38,7%). In dit onderzoek was evenwel geen verband aantoonbaar tussen melkproductie of leeftijd enerzijds en de incidentie van melkziekte in de verschillende koppels anderzijds.

### **9.2 Acidogene rantsoenen en de preventie van melkziekte. Historische achtergronden en resultaten van voerproeven**

Vanouds wordt een verlaging van het Ca-gehalte van het droogstandsrantsoen als voerstrategie ter voorkoming van melkziekte aanbevolen ((Goff et al. 1987; Westerhuis 1975; Horst et al. 1997)). Deze maatregel verhoogt de efficiëntie van de Ca-absorptie uit de darm (Van 't Klooster 1976). In de praktijk valt het echter niet mee om de hiervoor vereiste lage Ca-opnames (25-30 g/dag) te realiseren. Verder kon Oetzel (Oetzel 1991) in een meta-analyse geen verband vaststellen tussen het Ca-gehalte van het droogstandsrantsoen (2-25 g Ca/kg droge stof) en de incidentie van melkziekte. Mogelijkerwijs heeft het niet tijdig verhogen van de absolute Ca-gift vlak voor het kalven geïnterfereerd met deze uitkomst. Anderzijds stelden Curtis et al. (Curtis et al. 1984) in een epidemiologisch onderzoek vast dat een hoog Ca-gehalte in het droogstandsrantsoen geen belangrijke risicofactor is voor het optreden van melkziekte. In gecontroleerde proeven door Oetzel et al. (Oetzel et al. 1988) en Goff en Horst (Goff en Horst 1997a) tenslotte, waarin de Ca-gehalten van het rantsoen varieerden van 6 – 11,5 respectievelijk 5 – 15 g/kg droge stof, kon evenmin een verschil in melkziekte-incidentie tussen de twee Ca-opnames worden aangetoond. Er is daarom gezocht naar andere voerstrategieën om melkziekte te voorkomen en in dit verband lijkt het voeren van een acidogeen rantsoen interessant.

**Tabel 9: Effect van het voeren van anionrijke rantsoenen gedurende de droogstand en de incidentie van melkziekte rond het kalven**

Referentie	Componenten basisrantsoen	Behandeling	Gebruikte zouten	Melkziekte-incidentie	
				Aantal gevallen / aantal koeien	Percentage
(Dishington 1975)	Hooi, bieten, formiaat	Controle	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> en NaHCO <sub>3</sub>	13/14	92,8
	Silage, haringmeel, granen	Acidogeen	CaCl <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> , MgSO <sub>4</sub> , HCl, H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> en NH <sub>4</sub> HSO <sub>4</sub> .	1/13	7,7
(Block 1984)	Luzernehooi, snijmaissilage, mais	Controle	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> en NaHCO <sub>3</sub>	9/19	47,3
		Acidogeen	CaCl <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> en MgSO <sub>4</sub>	0/19	0
(Oetzel et al. 1988)	Snijmaissilage, haverstro, luzernehooi, katoenzaad, mais	Controle		4/24	16,7
		Acidogeen	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> en NH <sub>4</sub> Cl	1/24	4,2
(Gaynor et al. 1989)	Luzernehooi, sojabonenmeel	Controle	NaHCO <sub>3</sub>	3/12	25,0
		Acidogeen	CaCl <sub>2</sub> , MgCl <sub>2</sub> en NH <sub>4</sub> Cl	0/5	0
(Goff et al. 1991a)	Luzernehooi, sojabonenmeel	Controle	NaHCO <sub>3</sub>	6/23	26,1
		Acidogeen	CaCl <sub>2</sub> , MgCl <sub>2</sub> en NH <sub>4</sub> Cl	1/24	4,2
(Goff en Horst 1997b)	Snijmaissilage, sojabonenmeel, graan, bietenpulp, luzernehooi	Controle	KHCO <sub>3</sub>	20/41	48,7
		Acidogeen	NH <sub>4</sub> Cl en MgSO <sub>4</sub>	2/19	10,5

In de zestiger jaren vonden Noorse onderzoekers, die het verband tussen Ca, P en de Ca/P-verhouding en melkziekte onderzochten, dat op rantsoenen voornamelijk bestaande uit voordroogkuil die ingekuuld was met HCl en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (de z.g.n. A.I.V.-methode) duidelijk minder melkziekte voorkwam dan op rantsoenen met grote hoeveelheden voederbieten (Ender et al. 1971). Uit deze waarnemingen werd afgeleid dat acidogene rantsoenen de incidentie van melkziekte verlagen. Deze hypothese werd vervolgens getest door Dishington (Dishington 1975), die een meer dan 10-voudige afname van de melkziekte-incidentie waarnam na het voeren van acidogene rantsoenen (Tabel 9). Omdat de Noorse rantsoensamenstelling nogal afwijkt van de elders gebruikelijke, testte Block (Block 1984) de hypothese opnieuw en vond dat een acidogeen rantsoen gedurende de droogstand melkziekte volledig voorkwam, terwijl in de controlegroep 47,7% van de koeien melkziekte kreeg. Het voorbehoedende effect van acidogene rantsoenen ten aanzien van melkziekte is verder aangetoond in verschillende andere onderzoeken (Oetzel et al. 1988; Gaynor et al. 1989; Goff et al. 1991a; Goff en Horst 1997b). Meer informatie over de rantsoensamenstelling in deze onderzoeken is vermeld in Tabel 9.

### 9.3 Definitie van acidogene rantsoenen

Een onevenwichtige absorptie van niet-metaboliseerbare ionen tast het systemische zuur-base evenwicht aan. Wanneer de absorptie van anionen groter is dan die van kationen zouden er meer negatieve dan positieve ionen in het bloed komen. Dit wordt echter verhinderd door het feit dat een equivalente hoeveelheid H<sup>+</sup>-ionen vanuit het darmlumen mee het bloed in gaat. Dit zou echter tot een hogere concentratie van vrije H<sup>+</sup>-ionen in het lichaam leiden, wat een metabole acidose kan veroorzaken (Stewart 1983).

Overheerst de opname van kationen, dan verschuift het systemische zuur-base evenwicht in de richting van een (metabole) alkalose. In de praktijk bevatten herkauwerrantsoenen veel K. Het grootste deel hiervan is gebonden aan organische anionen (bijvoorbeeld malaat (Dijkshoorn 1973; Grunes et al. 1992; Marscher 1986). In deze situatie is de absorptie van K<sup>+</sup> geassocieerd met een onttrekking van H<sup>+</sup>-ionen aan de bloedbaan, wat verklaard kan worden door het feit dat organische anionen slechts in niet-gedissocieerde vorm gemetaboliseerd kunnen worden.

De bloed-pH moet echter binnen nauwe grenzen constant gehouden worden. De nieren hebben hierbij (naast de longen) een zeer belangrijke functie. Gezonde koeien scheiden een overmaat aan kationen samen met HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> in de urine uit. Dit levert alkalische urine. Anderzijds probeert een dier een acidose te voorkomen door een versterkte reabsorptie van HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>; indien deze mogelijkheid volledig is benut, kan het overschot aan H<sup>+</sup> ook nog in de urine worden uitgescheiden (Lunn en McGuirk 1990). Excretie van het overschot aan H<sup>+</sup>-ionen in de urine (bijvoorbeeld in de vorm van NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) leidt uiteraard tot zure urine. Dit is het geval bij een KAV van 0 of lager. De urine-pH daalt echter niet noemenswaardig meer bij een verlaging van het KAV beneden -100 (Bannink en Van Vuuren 1998).

In hoeverre er een overschot bestaat aan niet-metaboliseerbare kationen dan wel anionen kan worden berekend met behulp van de volgende formule (KAV = kation-anion verschil):

$$(1) \text{ KAV (mEq/kg DS)} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - (\text{Cl}^- + \text{H}_2\text{PO}_4^- + \text{HPO}_4^{2-} + \text{SO}_4^{2-}).$$

Uiteraard kunnen alleen *geabsorbeerde* kationen en anionen het systemische zuur-base evenwicht beïnvloeden. Bij herkauwers is de absorptie van Ca, Mg en P echter relatief laag (Schonewille et al. 1994a; Schonewille et al. 1994b; Schonewille 1999). De invloed van deze ionen op het systemische zuur-base evenwicht is derhalve van ondergeschikt belang. Anderzijds nemen droogstaande, drachtige koeien doorgaans een rantsoen op dat een grote eiwitovermaat bevat. Deze eiwitovermaat zal worden gekataboliseerd, waardoor ook het in de aminozuren methionine en cysteine vastgelegde S vrijkomt. Dit S wordt vervolgens geoxideerd tot SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. Als zodanig telt dit S mee voor de berekening van het KAV. Praktisch lijkt S echter maar een gering effect op het zuur-base evenwicht van herkauwers te hebben (Wang en Beede 1990).

**Tabel 11: Het voeren van acidogene rantsoenen en de plasma Ca concentraties van koeien rond het kalven.**

Referentie	KAV <sup>1</sup> (mEq/kg droge stof)	Aantal koeien	Start van de voerperiode	Totaal plasma
				3-7 dagen ante partum
(Block 1984)	+331	19	45 dagen ante partum	2,2
	- 129	19		2,2
(Oetzel et al. 1988)	+189	24	21 dagen ante partum	2,5
	- 75	24		2,6
(Goff et al. 1991a)	+978	23	42 dagen ante partum	2,3
	- 228	24		2,3
(Tucker et al. 1992)	+94	60	21 dagen ante partum	2,3
	- 34	60		2,2
(Abu Damir et al. 1994)	+779	6	28 dagen ante partum	2,6
	- 35	7		2,5
(Philippo et al. 1994)	+539	8	28 dagen ante partum	2,5
	- 59	7		2,5
(Goff and Horst 1997a)	+442	23	21 dagen ante partum	2,0
	+207	20		2,0
	- 76	20		2,1
(Goff en Horst 1998)	+86	11	21 dagen ante partum	1,9
	- 91	9		1,9

<sup>1</sup> KAV = (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup>) - (Cl<sup>-</sup> + SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>).



Anderzijds is het echter goed mogelijk om met behulp van apart aan het rantsoen toegevoegde sulfaat-zouten het KAV en de urine-pH te beïnvloeden. In dezelfde studie werd aangetoond dat iso-equivalente suppletie van Ca- resp. Mg- sulfaten en -chloriden een gelijk effect hadden op het zuur-base evenwicht en de urine-pH (Oetzel et al. 1991).

Rekening houdend met de boven beschreven gegevens kan de formule voor de berekening van het KAV voor praktisch gebruik vereenvoudigd worden tot:

$$(2) \quad \text{KAV} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}).$$

Een bijkomend voordeel is dat de vereenvoudigde formule (2) ook praktischer is, omdat er minder analyses nodig zijn.

Op S-arme rantsoenen is een verdere vereenvoudiging van de formule mogelijk:

$$(3) \quad \text{KAV} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^-).$$

Rantsoenen van herkauwers bevatten normaliter relatief veel niet-metaboliseerbare kationen en weinig anionen, zodat het KAV positief is. De variatie in de grootte van het KAV wordt met name door het K-gehalte van het rantsoen bepaald (Tabel 10). Hoge K-concentraties in gras worden doorgaans aangetroffen in gebieden met een hoge veebezetting (Fisher et al. 1994). In Nederland hebben tenminste 80% van de graskuilen een K-gehalte van 30-45 g/kg droge stof (Schonewille 1999). Het KAV van graskuilen is dus in zeer veel gevallen sterk positief. Vormen dergelijke kuilen het hoofdbestanddeel van het rantsoen van koeien, dan zal de urine van deze dieren sterk alkalisch zijn.

**Tabel 10: Mineralengehalten en geschatte KAV-waarden van gras- en snijmaissilage**

Soort silage	Na-gehalte (g/kg DS)	K-gehalte (g/kg DS)	Cl-gehalte (g/kg DS)	S-gehalte (g/kg DS)	KAV <sup>1</sup> (mEq/kg droge stof)
Gras	2,5	25	10	2,0	+341
	2,5	40	10	2,0	+725
	2,5	50	10	2,0	+981
Snijmais	0,2	14	3,6	1,0	+203

<sup>1</sup> KAV (kation anion verschil) =  $\text{KAV} = (\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-})$  mEq/kg DS; de waarden zijn berekend op basis van de vermelde mineralengehalten. Voor individuele voermonsters kunnen de KAV-waarden uiteraard hiervan afwijken, afhankelijk van de daadwerkelijk aanwezige mineralengehalten.

## 9.4 De invloed van het KAV op de plasma-Ca concentraties rond het afkalven

De gegevens in Tabel 9 geven aan dat het voeren van acidogene rantsoenen voor het kalven een nuttig instrument zou kunnen zijn ter voorkoming van melkziekte. Deze gegevens suggereren dat de plasma-Ca concentraties rond het kalven beter constant blijven indien koeien tijdens de droogstand rantsoenen met een negatief in plaats van een positief KAV krijgen.

Tabel 11 geeft aan dat de daling van de Ca-concentratie van koeien rond het kalven minder uitgesproken is als er gedurende de droogstand rantsoenen met een negatief KAV zijn gevoerd. Tevens blijkt dat de plasma-Ca concentraties tot 3 dagen voor het kalven niet worden beïnvloed door dergelijke rantsoenen. Uitgaande van deze gegevens kan verondersteld worden dat het voeren van rantsoenen met een negatief KAV tijdens de droogstand een gunstig effect heeft op de Ca-concentraties in het plasma als de biestproductie op gang komt. Het zou ook mogelijk kunnen zijn dat het voeren van dergelijke rantsoenen de biestproductie remt en op die manier de Ca-afgifte van de koe vermindert. Tucker et al. (Tucker et al. 1992) toonden echter aan dat de melkproductie niet beïnvloed wordt door het KAV van droogstandsrantsoenen. Het lijkt dus zo te zijn dat koeien die tijdens de droogstand een rantsoen met een negatief in plaats van een positief KAV kregen meer Ca beschikbaar hebben om de Ca-verliezen bij het begin van de lactatie op te vangen.

## 9.5 Hoe beïnvloedt een negatief KAV de plasma Ca-concentraties rond het kalven?

Een koe die een rantsoen met een negatief KAV opneemt, lijkt rond het kalven meer Ca ter beschikking te hebben. In theorie zijn er meerdere mogelijke bronnen van dit Ca. De efficiëntie van de Ca-absorptie vanuit de darm, de Ca-resorptie vanuit het bot en de reabsorptie in de nier zouden, al dan niet in combinatie, kunnen toenemen.

Herkauwers met een positief KAV in het rantsoen hebben doorgaans een zeer lage urinaire Ca-excretie, en wel  $\pm 1$  g/dag (Schonewille et al. 1994b). Deze excretie is vrijwel onafhankelijk van de Ca-opname via het rantsoen. Er is echter al herhaaldelijk aangetoond dat het voeren van acidogene rantsoenen de Ca-excretie via de urine van herkauwers doet toenemen (Fredeen et al. 1988; Gaynor et al. 1989; Takagi en Block 1991) tot zo'n 6 g/dag (Van Mosel 1991; Schonewille et al. 1994b). Een stimulerend effect van een negatief KAV op de tubulaire reabsorptie van Ca kan dus worden uitgesloten.

Om de Ca-balans op lichaamsniveau te handhaven moet een stijging van de Ca-excretie via de urine gecompenseerd worden door een gelijke stijging van de Ca-absorptie. Lomba et al. (Lomba et al. 1978) konden inderdaad met behulp van regressieanalyse een positief verband aantonen tussen de hoeveelheid anionen in het voer en de Ca-absorptie van koeien. Verder bleek de toevoeging van  $\text{NH}_4\text{Cl}$  aan het rantsoen van schapen onder gecontroleerde voedingsomstandigheden zowel de Ca-excretie via de urine als de Ca-absorptie in de darm te stimuleren (Braithwaite 1972). Deze bevindingen kunnen geëxtrapoleerd worden naar koeien, aangezien Schonewille et al. (Schonewille et al. 1994a) bij droogstaande, niet-drachtige koeien op een rantsoen met een negatief KAV een verhoogde Ca-absorptie vonden. Hierbij doet zich de vraag voor of de stijging van de Ca-excretie via de urine de Ca-absorptie stimuleert of andersom. Intraveneuze toediening van HCl blijkt de Ca-excretie via de urine binnen 2 uur te verhogen (Stacy en Wilson 1970). Het snelle effect op de Ca-uitscheiding via de urine wordt veroorzaakt door een verlaging van de tubulaire reabsorptie. Deze is op zijn beurt weer gerelateerd is aan een verminderde bicarbonaatuitscheiding via de urine (Peraino en Suki 1980), die veroorzaakt wordt door een verschuiving van het systemische zuur-base evenwicht in de richting van een acidose. Verder toonden Goff en Horst (Goff en Horst 1998) aan dat de urine-pH lager en de Ca-excretie via de nier hoger was al één dag na een verlaging van het KAV van het rantsoen van 313 naar  $-180$  mEq / kg droge stof. De Ca-absorptie in de darm kan deze snelle reactie van de nier niet onmiddellijk compenseren, aangezien de aanpassing van de absorptie een relatief traag proces is. Een volledige aanpassing van de absorptie kost 2 tot 6 dagen (Van 't Klooster 1976). Samenvattend lijkt een verlaging van het KAV in het rantsoen een snelle stijging van de Ca-uitscheiding via de nier te veroorzaken, die vervolgens de Ca-absorptie vanuit de darm doet toenemen. Aangezien de absorptie aanvankelijk dus wat achterblijft bij de excretie, zal er direct na de overgang van een positief naar een negatief KAV een negatieve Ca-balans ontstaan. De plasma-Ca concentraties zullen derhalve verlaagd zijn. Dit stimuleert de afgifte van parathyroid hormoon (PTH), waardoor de nier meer 1,25-dihydroxycholecalciferol zal gaan produceren (Horst en Reinhardt 1983). Deze stof zet vervolgens de darm aan tot een hogere Ca-absorptie (Goff et al. 1991b).

Uit het bovenstaande kan worden geconcludeerd dat koeien in een negatieve Ca-balans verkeren gedurende enkele dagen na de aanvang van het voeren van een rantsoen met een negatief KAV. Het extra Ca dat via de urine wordt uitgescheiden zou uit het bot afkomstig kunnen zijn. Deze veronderstelling was gebaseerd op de waarneming dat de concentratie van hydroxyproline in het plasma verhoogd was rond het kalven indien een rantsoen rijk aan anionen werd gevoerd (Block 1984; Leclerc en Block 1989). Van Mosel et al. (Van Mosel 1991) vonden in biopten uit het tuber coxae van verse koeien die tijdens de droogstand een acidogeen rantsoen gekregen hadden, echter geen histologische aanwijzingen voor een verhoogde botresorptie. Uit een EDTA-infusie proef bleek dat de hoeveelheid Ca die uit het bot opgenomen zou kunnen zijn na het voeren van een anion- resp. een kationrijk rantsoen ongeveer 58 resp. 56% van de totale hoeveelheid door EDTA gebonden Ca bedroeg (Schonewille et al. 1999). Hieruit kan worden opgemaakt dat het bot gedurende de EDTA-infusie een belangrijke bron van Ca was, maar dit is onafhankelijk van het type rantsoen.

Al met al lijkt de Ca-resorptie uit het bot niet beïnvloed te worden door een negatief KAV. Van Mosel (Van Mosel 1991) suggereerde echter wel dat de botaccretie verminderd was na het voeren van een anionrijk rantsoen. Een ongewijzigde botresorptie gecombineerd met een lagere botaccretie zou de waargenomen stijging van de Ca-excretie theoretisch kunnen verklaren. Dit zou echter betekenen dat

de Ca-balans, zowel op het niveau van het bot als op lichaamsniveau, negatief zou zijn, wat – als de Ca-absorptie niet zou stijgen - uiteindelijk zou leiden tot een verregaande ontkalking van het skelet. Een droogstandsrantsoen met een negatief KAV heeft uiteindelijk dus een soortgelijk effect ten aanzien van de preventie van melkziekte als het voeren van een rantsoen met een laag Ca-gehalte, namelijk een verhoging van de Ca-absorptie uit de darm. Rantsoenen met een laag Ca-gehalte verhogen echter wel de efficiëntie van de Ca-absorptie, maar niet de totale hoeveelheid geabsorbeerd Ca. Dergelijke rantsoenen hebben dan ook nauwelijks effect op de Ca-uitscheiding via de nier. Koeien op een rantsoen met een laag KAV hebben daarentegen zowel een verhoogde absorptie als excretie. De calciumstroom door het lichaam van koeien moet dus duidelijk hoger zijn bij koeien met een laag KAV in het rantsoen vergeleken met een rantsoen met een laag Ca-gehalte. Theoretisch gezien zou deze hogere Ca-stroom door het lichaam een bron van Ca kunnen zijn bij een dreigende hypocalcaemie. Schonewille et al. (Schonewille et al. 1999) vonden bij koeien die een rantsoen met een laag KAV opnamen inderdaad verminderde Ca-verliezen via de urine indien Ca uit het bloed werd weggevangen met behulp van geïnfundeerde Na<sub>2</sub>EDTA. Bij deze koeien werd de verhoogde Ca-stroom dus kennelijk omgeleid van uitscheiding via de urine naar de ondersteuning van de plasma-Ca concentraties. Het extra Ca dat via de nieren uitgescheiden wordt is in geval van nood dus kennelijk beschikbaar ter preventie van melkziekte. Op een rantsoen met een negatief KAV wordt per dag ongeveer 6 g Ca via de urine uitgescheiden (Van Mosel et al. 1993). Dit komt overeen met de hoeveelheid Ca in ± 3 liter biest.

## 9.6 Praktische toepassing van anionrijke rantsoenen

Zoals eerder aangegeven wordt vaak aanbevolen tijdens de droogstand rantsoenen met een laag Ca-gehalte te voeren. Deze maatregel is echter lastig uitvoerbaar vanwege het vereiste zeer lage Ca-niveau. Aangezien anionrijke rantsoenen hun eventuele preventieve effect ten aanzien van melkziekte volgens hetzelfde mechanisme uitoefenen, zorgt het voeren van anionrijke rantsoenen voor een verdere verhoging van de efficiëntie waarmee Ca uit de darmen opgenomen wordt. Om te voorzien in de Ca-behoefte van de koe is echter in de eerste plaats de absolute geabsorbeerde hoeveelheid, en niet het percentage geabsorbeerd Ca van belang. Om derhalve optimaal bij te dragen aan de preventie van melkziekte moet de absolute hoeveelheid geabsorbeerd Ca rond het kalven verhoogd worden. Gezien het voorgaande zou een droogstandsrantsoen naast een negatief KAV tevens een laag Ca-gehalte moeten hebben om maximaal effectief te zijn tegen melkziekte. Deze mening wordt niet gedeeld door Wang en Beede (Wang en Beede 1992), die suggereerden dat de Ca-absorptie op rantsoenen met een negatief KAV alleen stijgt indien het Ca-gehalte van het rantsoen hoog is. Schonewille et al. (Schonewille et al. 1994a) toonden daartegenover echter aan dat bij droogstaande, guste koeien een bijna tweevoudige toename van de Ca-opname (47,5 vs. 83,7 g/dag) de absolute hoeveelheid geabsorbeerd Ca op een anionrijk rantsoen niet beïnvloedde. De Ca-excretie via de urine was evenmin verschillend op deze twee Ca-niveaus. Het percentage geabsorbeerd Ca was kennelijk lager in vergelijking met de normale Ca-opname. Al met al lijkt onder praktische omstandigheden de hoogste efficiëntie van de Ca-absorptie gehaald te worden als een droogstandsrantsoen met een negatief KAV vergezeld gaat van een normale tot lage orale Ca-opname (0,5 – 2,5 g/kg DS; (CVB 1999b; Schonewille et al. 1994a)). Een verhoogde efficiëntie van de Ca-absorptie resulteert alleen dan in een grotere hoeveelheid geabsorbeerd Ca rond het afkalven indien in deze periode ook de Ca-opname wordt verhoogd. Praktisch betekent dit dat het Ca-gehalte van het rantsoen rond het kalven verhoogd moet worden (tot 5,5 g/kg DS (CVB 1999b)).

In de tweede plaats is het praktisch van belang te evalueren hoe lang een rantsoen met een negatief KAV gevoerd moet worden om wezenlijk te kunnen bijdragen aan de preventie van melkziekte. Hiervoor is al aangegeven dat een rantsoen met een negatief KAV een zeer snel effect heeft op de Ca-uitscheiding via de urine, en derhalve de Ca-absorptie direct aanzet. Van't Klooster (Van 't Klooster 1976) toonde aan dat de aanpassing van de Ca-absorptie al gauw 6 dagen vergt. Een termijn van (minimaal) één tot anderhalve week voor de verwachte kalfdatum als beginpunt van het voeren van een rantsoen met een negatief KAV lijkt derhalve redelijk veilig.

Aansluitend doet zich natuurlijk de vraag voor tot wanneer een rantsoen met een negatief KAV gevoerd moet worden. Kort voor het kalven stijgt de Ca-behoefte van de koe snel ten gevolge van het op gang komen van de biestproductie. Met name vanaf dat moment heeft de koe behoefte aan een goed aangepaste Ca-absorptie, die voor een voldoende grote aanvoer van Ca zorgt. Het is dan ook duidelijk dat een rantsoen met een negatief KAV in ieder geval tot aan het kalven gevoerd moet

worden. Na het afkalven is het voeren van een rantsoen met een negatief KAV niet zinvol meer, aangezien de hoge Ca-afgifte via de melk de Ca-absorptie vanuit de darm blijvend stimuleert.

Ten derde zijn er waarnemingen in de praktijk dat ook de smakelijkheid van rantsoenen met een negatief KAV van belang is. "Pure" zoutmengsels zouden de smakelijkheid negatief kunnen beïnvloeden en derhalve de vrijwillige opname van dergelijke mengsels kunnen beperken (Oetzel en Barmore 1993).

In de literatuur is slechts één Nederlandse praktijkproef met betrekking tot het effect van een verlaging van het KAV gevonden. Dit betreft een proef uitgevoerd op Bosma Zathe (Meijer et al. 1997). In deze proef werden gedurende de droogstand 3 rantsoenen gevoerd, waarvan twee gebaseerd op voordroogkuil waaraan al dan niet anionische zouten waren toegevoegd (KAV resp. +288 en -119). In deze proef bleek dat de plasma-Ca gehalten bij het voeren van een KAV van -119 vergeleken met +288 rond het kalven 0,1-0,2 mM hoger bleven. Er was geen significant verschil in de incidentie van melkziekte te zien (Boxem, persoonlijke mededeling). Nader onderzoek naar de toepassing van een verlaging van het KAV onder praktische omstandigheden lijkt daarom gewenst.

Tot slot: ook de Mg-voorziening rond het kalven heeft invloed op de incidentie van melkziekte. Het is echter niet duidelijk op welke wijze de Mg-voorziening met een verlaging van het KAV interfereert. Ook ten aanzien van dit aspect van de melkziektepreventie bestaat behoefte aan nader onderzoek.

## 10. Praktische aanbevelingen

### 10.1 Gewichten

Gezien de gepresenteerde informatie in Hoofdstuk 3 is het advies om te rekenen met een standaardkoe met een pariteit van drie. Dit houdt in dat gerekend kan worden met een lichaamsgewicht van 650 kg.

Voor het te verwachten geboortegewicht van zwartbonte Holstein eenlingkalveren wordt voorgesteld uit te gaan van een gewicht van 44 kg.

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 3 lijkt een schatting van 73 kg voor het totale gewicht van een gemiddelde zwartbonte HF-tweelingdracht reëel. Dit is 1,7 maal hoger dan het gewicht van een eenlingdracht. Deze verhouding is gelijk aan die tussen een tweeling- en eenlingdracht bij schapen (McDonald et al. 1979).

### 10.2 Energienormen

Gebaseerd op de vergelijking met buitenlandse normen (Hoofdstuk 2) lijkt de aanname van  $41,4 \text{ VEM/kg}^{0,75}$  voor onderhoud niet onaannemelijk. De Duitse en Franse waarden zijn suggestief voor een foutieve berekening van de energiebehoefte voor onderhoud. In het Amerikaanse systeem is nog een veiligheidsmarge opgenomen, waardoor deze waarde minder goed vergelijkbaar is. De huidige energiebehoefte voor onderhoud (per  $\text{kg}^{0,75}$ ) kan derhalve gehandhaafd worden. Voor een standaardkoe met een pariteit van drie wordt gerekend met een lichaamsgewicht van 650 kg. De aangepaste onderhoudsnorm is uitgewerkt in Tabel 12.

De ARC (ARC 1980) geeft informatie over de netto energieaanzet tijdens de dracht gebaseerd op een kalf met een geboortegewicht van 40 kg. Voor een rationele benadering van de netto energieaanzet tijdens de dracht wordt voorgesteld om eveneens uit te gaan van deze gegevens. Voorgesteld wordt om te extrapoleren vanuit 40 kg en voor de berekening van de netto energieaanzet een factor 0,025 (=1/40) x het geboortegewicht mee te nemen. Veranderingen in het geboortegewicht worden dan evenredig verrekend.

Voor de verhouding van de ME-toeslag voor tweelingdracht ten opzichte van eenlingdracht geldt bij schapen dezelfde verhouding (1,7) als voor het gewicht (Everts 1990). Aangezien de gewichtsverhouding van 1,7 eveneens voor tweelingdracht bij koeien geldt, wordt voorgesteld om voor de verhouding van de ME-toeslag voor tweelingdracht ten opzichte van eenlingdracht bij koeien eveneens 1,7 aan te houden. De uitwerking hiervan is gegeven in Tabel 12.

### 10.3 Eiwitnormen

De Nederlandse eiwittoeslagen voor de dracht (Tabel 4) komen grotendeels overeen met die van de meeste buitenlandse systemen. Deze vergelijking geeft dan ook geen aanleiding om de normen aan te passen.

Op grond van de informatie vermeld in hoofdstuk 3 wordt voorgesteld om de eiwitnormen echter wel aan te passen aan de toegenomen gewichten.

Voor berekeningen kan voortaan uitgegaan worden van een kalf met een geboortegewicht van 44 kg. Aangezien de Nederlandse en de Engelse eiwit-aanzetten op één verzameling gegevens lijken te berusten en de daaruit afgeleide formules dezelfde uitkomsten leveren, lijkt het gerechtvaardigd met behulp van de Engelse formules de consequenties van het hogere geboortegewicht door te rekenen. In de Nederlandse formule voor de eiwitaanzet in de dracht is namelijk het geboortegewicht van het kalf niet als parameter opgenomen.

De eiwit-aanzet in de dracht zal dan toenemen tot 94 en 147 g/dag voor 240 resp. 270 dagen dracht. De daaruit voortvloeiende eiwittoeslagen voor de dracht komen dan (bij een efficiëntie van 0,50) uit op 188 resp. 294 g ? DVE nodig voor de dracht (vergelijk Tabel 4).

De eiwit-aanzet van de totale dracht is bij tweelingdracht van schapen 1,8 maal zo groot als bij eenlingdracht (Everts 1992). Voorgesteld wordt om deze factor eveneens te gebruiken voor de energie- en eiwittoeslagen van de dracht van koeien.

De aangepaste gewichten zijn verwerkt in de normen in Tabel 12.

Praktisch gezien zal het belang van een eventuele aanpassing van de eiwitnormen overigens gering zijn, gezien het feit dat eigenlijk alle droogstaande koeien (ver) boven de eiwitnorm gevoerd worden.

**Tabel 12: Voorgestelde energie-en eiwitnormen voor droogstaande, drachtige zwartbonte HF-koeien. Het lichaamsgewicht van de koe is 650 kg, het verwachte geboortegewicht van het kalf is 44 kg. De toeslag voor de dracht is het gemiddelde berekend uit de dagwaarden voor het aangegeven tijdvak**

Onderhoud	VEM <sup>1</sup>		DVE	
	Eenling	Tweeling	Eenling	Tweeling
Toeslag dracht:				
6 maanden <sup>2</sup> (161-190 dgn)	457	777	62	112
7 maanden (191-220 dgn)	829	1409	107	193
8 maanden (221-250 dgn)	1501	2552	177	319
9 maanden (251-280 dgn)	2715	4616	278	500

<sup>1</sup> De energietoeslag voor de dracht uitgedrukt in VEM is berekend op basis van de formule van de AFRC (AFRC 1990). Deze luidt:

Energietoeslag (MJ NE<sub>preg</sub>/dag) =

$$0,025 \times G \times ((0,0201 \times e^{-0,0000576 D})(10^{151,665 - 151,64 \times e^{-0,0000576 D}}))$$

waarin G = het verwachte geboortegewicht van het kalf, en D is het aantal dagen dracht. Om de NE<sub>preg</sub> om te rekenen in VEM zijn voor k<sub>preg</sub> en k<sub>L</sub> de waarden 0,15 en 0,60 gebruikt (Hijink en Meijer 1987).

<sup>2</sup> De gemiddelde toeslagen in de tabel zijn berekend uit de dagwaarden in de betreffende maand.

## 10.4 “Steaming up”

De belangrijkste conclusie die uit hoofdstuk 5 getrokken kan worden is dat er rond het begrip “steaming up” een spraak- en begripsverwarring is ontstaan. De oorspronkelijke opzet lijkt een goede aanzet ter voorbereiding van de koe op het kalven. Zoals al in Hoofdstuk 5 aangegeven, lijkt het niet waarschijnlijk dat het energieniveau dat hierbij behoorde duidelijk boven de CVB-norm ligt. De latere variant, waarbij het energieniveau tot duidelijk boven de norm wordt verhoogd, moet sterk afgeraden worden. Een evaluatie van deze methode geeft dan ook geen aanleiding om de normen aan te passen.

## 10.5 Conditie score

De informatie gepresenteerd in Hoofdstuk 6 lijkt geen aanwijzing te geven dat moet worden afgeweken van het standpunt dat koeien liefst in een conditiescore 3-3,5 moeten aankomen in de droogstand en ook in deze conditie moeten afkalven. Nogmaals wordt benadrukt dat getracht moet worden reeds in het laatste deel van de lactatie met behulp van de voeding de conditie zodanig te sturen dat koeien met de juiste conditie in de droogstand aankomen. Er hoeven dan in de droogstand geen (risicovolle) ingrepen in voeding en conditie meer uitgevoerd te worden. Bij een juiste conditiescore aan het begin van de droogstand moeten de koeien een hoeveelheid energie opnemen die gelijk is aan de behoefte voor onderhoud en dracht. Over het effect van veranderingen van de conditiescore tijdens de droogstand zijn geen recente, gecontroleerde voerproeven bekend.

Het lijkt niet bezwaarlijk om koeien die met een conditiescore <3 in de droogstand aankomen op te voeren naar 3-3,5, temeer daar afkalven in een te schrale conditie nadelige effecten kan hebben op melkproductie en vruchtbaarheid.

Voor koeien die te vet in de droogstand aankomen lijkt het niet aanbevelenswaardig om deze sterk af te laten vallen. Het kwantitatieve verband tussen energieniveau tijdens de droogstand, mobilisatie van vet en eiwit uit lichaamsreserves en veranderingen in de conditiescore is echter tot op heden een sterk onderbelicht punt. Het blijft derhalve erg moeilijk om een exact energieniveau aan te geven om een bepaalde conditiescore te bereiken. Dit klemt temeer daar de conditiescore in de praktijk als een belangrijk beoordelingsinstrument van de veestapel wordt gebruikt. Nader onderzoek naar dit verband lijkt zeer gewenst.

Is de conditie aan het begin van de droogstand onverhoopt toch (sterk) afwijkend van de gewenste, dan zal voor het aanpassen van de conditie (in beide richtingen) het accent op de eerste maand van de droogstand moeten liggen. Gebaseerd op de informatie uit Hoofdstuk 6 blijkt dat een verandering van 0,5 punt in conditiescore in de loop van 1 maand bereikt zou kunnen worden door (ongeveer) 2300 VEM/dag boven of onder de norm te voeren. Voor te vette koeien (1e maand droogstand, norm 6824 VEM, Tabel13) zou dit betekenen dat er ongeveer 4500 VEM per dag gevoerd moet worden. Bij een energiedichtheid in het voer van 750 VEM/kg DS betekent dit een DS-opname van 6 kg/dag, ofwel 3 kg DS per dag minder dan wanneer zo'n koe op de norm gevoerd wordt. Veel meer dan 0,5 punt verlaging van de conditiescore zal bij vette koeien dus niet mogelijk zijn. Voor te magere koeien lijken er meer mogelijkheden te zijn. Zoals beschreven kan een koe aan het begin van de droogstand bij *ad lib* opname van een smakelijk, evenwichtig samengesteld voermengsel (> 900 VEM/kg DS) ongeveer 20 kg DS per dag opnemen (Van den Top et al. 1995; Van den Top et al. 1996). Een koe zou aan het begin van de droogstand op een dergelijk rantsoen dus ongeveer 11000 VEM/dag boven de norm op kunnen nemen. Voor een toename van 1 punt in conditiescore (van bijvoorbeeld 2,5 naar 3,5) moet gedurende 1 maand ongeveer 4600 VEM/dag boven de norm gevoerd worden. Voor te magere koeien zijn er dus voldoende mogelijkheden om de conditie in de eerste maand van de droogstand "bij te spijkeren", ook als rekening gehouden wordt met een periode in de eerste dagen van de droogstand waarin de uier op moet drogen.

## 10.6 Vluchtige vetzuren

De invloed van vluchtige vetzuren op de proliferatie van penspapillen lijkt vooral samen te hangen met de totale concentratie aan vluchtige vetzuren, en dus met het energieniveau tijdens de droogstand. Er zijn onvoldoende aanwijzingen dat bij een voerniveau dat niet tot vervetting (toename van de conditiescore) leidt, een poging tot beïnvloeding van de onderlinge verhoudingen van de vluchtige vetzuren zinvol is. Mits de pensflora aangepast is aan het rantsoen van de lacterende koeien lijkt het voeren van een rantsoen met een hoog zetmeelgehalte (bestendig dan wel onbestendig) niet zinvol. Een hoog gehalte aan bestendig zetmeel zou zelfs negatief kunnen uitwerken, aangezien dit het gehalte aan fermenteerbare organische stof (FOS) verlaagt. Hierdoor kan een negatief effect op de fermentatie, de totale productie van vluchtige vetzuren, en de proliferatie van het pensepitheel ontstaan. Onbestendig zetmeel zou in bepaalde rantsoenen eventueel gunstig kunnen werken, aangezien dit het FOS-gehalte verhoogt. Dit is echter geen specifiek effect van zetmeel.

Uit het bovenstaande volgt dat het rantsoen van koeien aan het eind van de droogstand relatief veel FOS moet bevatten. Dit houdt in dat ook het eiwitdeel van het rantsoen relatief onbestendig moet zijn (Van Saun et al. 1993), om de pensfermentatie voldoende te stimuleren.

## 10.7 Verlaging van het kation-anion verschil

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 7 kan een verlaging van het kation-anion verschil tot ten minste 0 een extra ondersteuning van de melkziektepreventie betekenen. Indien het op een bedrijf niet haalbaar blijkt (smakelijkheid) om het KAV te verlagen tot tenminste 0, is het niet zinvol om dit instrument in te zetten ter preventie van melkziekte. Op dit moment ontbreekt het echter aan voldoende concrete informatie uit praktijkproeven om deze beweringen te onderbouwen.

## 10.8 Twee groepen droogstaande koeien

Om de droogstaande koeien op een juiste manier te kunnen voorbereiden op het kalven en de komende lactatie verdient het aanbeveling de droogstaande koeien in twee groepen in te delen. In de

eerste groep kan de nadruk dan liggen op het opdrogen van de uier en eventuele aanpassingen van de conditie. In de tweede groep kan dan vooral aandacht besteed worden aan de voorbereiding op de lactatie (aanpassing van de pensflora, melkziektepreventie enz.). Gezien de in dit overzicht beschreven informatie lijkt het het meest praktisch om de overgang tussen deze twee groepen op  $\pm 3$  weken voor het kalven te laten plaatsvinden. Deze periode kan tevens gebruikt worden om de Ca-absorptie van de droogstaande koeien te activeren, bijvoorbeeld door het voeren van een rantsoen met een negatief KAV (Kattenberg 2000).

## 10.9 Tenslotte

In de discussie over de voeding van (droogstaande) koeien moet duidelijk onderscheid gemaakt worden tussen een (berekende) behoefte en een voeradvies. De behoefte geeft aan wat een koe nodig heeft voor bv. onderhoud en groei. Deze kan (binnen zekere grenzen) worden afgeleid uit voerproeven. Een advies geeft aan wat de praktische uitwerking is. Dit kan eventueel (sterk) afwijken van de behoefte. Als voorbeeld kan de voorgestelde verhoging van de droogstandsnormen genoemd worden. Het advies om 25-30% meer energie (VEM) ten opzichte van de huidige normen aan droogstaande koeien te voeren zoals onder andere gegeven door het PR (PR 1998) blijkt onder andere te berusten op praktijkervaringen en op niet-gepubliceerde proeven van de Schothorst, waarbij in de droogstand rantsoenen werden gevoerd die globaal bestonden uit 45% grassilage, 45% snijmaissilage en 10% stro. Op deze rantsoenen veranderde de conditie van de koeien gedurende de droogstand niet noemenswaardig (Van Straalen, persoonlijke mededeling). Ditzelfde geldt voor een proef van Klop et al. (Klop et al. 1998) waarbij 30% graskuil, 10% snijmaiskuil en 60% tarwestro aan droogstaande koeien werd verstrekt (VEM=651, DVE=29, OEB=-12). Dergelijke rantsoenen zullen  $\pm 11-12\%$  RE bevatten. Bij zo'n laag RE-gehalte mag echter niet zonder meer worden uitgegaan van de berekende VEM-waarde, aangezien deze gedefinieerd is bij 15-16% RE. *In vitro* (of *in vivo*) onderzoek zou deze gedachtengang kunnen ondersteunen. Berekend komt de hoeveelheid VEM die koeien op een stro-gebaseerd (of anderszins zeer onevenwichtig) rantsoen opnemen dus hoog uit, terwijl in werkelijkheid de energieopname veel lager uitvalt. Dit houdt natuurlijk wel in dat het advies om 25-30% meer energie te voeren dan de huidige normen niet juist is voor rantsoenen die wél voldoende RE bevatten, zoals bijvoorbeeld rantsoenen overwegend bestaande uit gras(kuil). Opgemerkt dient te worden dat er, naast VEM en DVE, nog andere "normen" c.q. kenmerken van het rantsoen zijn waaraan voldaan moet worden (zoals de hoeveelheid structuur in het rantsoen (voldoende pensvolume)), om een koe succesvol op de volgende lactatie voor te bereiden (Van Straalen, persoonlijke mededeling). In dit licht moet wellicht ook het voorstel van Kuperus gezien worden, die voor droogstaande koeien zelfs 10000 VEM aanbeveelt (Kattenberg 2000).



## 11. Geraadpleegde literatuur

- Abu Damir, H., Philippo, M., Thorp, B. H., Milne, J. S., Dick, L., & Nevison, I. M. (1994) *Effects of dietary acidity on calcium balance and mobilisation, bone morphology and 1,25 dihydroxyvitamin D in prepartal dairy cows*. Research in Veterinary Science 56: 310-318.
- AFRC (1990) AFRC Technical Committee on Responses to Nutrients, Report number 5, *Nutritive requirements of ruminant animals: energy*. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding Livestock Feeds and Feeding: 729-804.
- AFRC (1992) AFRC Technical Committee on responses to nutrients. Report No. *Nutritive requirements of ruminant animals: protein*. Nutrition Abstracts and Reviews. Series B, Livestock Feeds and Feeding Livestock Feeds and Feeding: 787-835.
- ARC (1980) *The nutrient requirements of ruminant livestock*. ARC 1980: 1-351.
- Bannink, A. & Vuuren, A. v. (1998) *Kation-anionverschil in melkveerantsoenen als methode om urine-pH en ammoniakemissie te beïnvloeden*. ID-DLO rapport 98.032: 1-28.
- Benedictus, N. (1977) *Een nieuw netto-energiesysteem voor herkauwers*. Bedrijfsontwikkeling 8: 29-40.
- Bertics, S. J., Grummer, R. R., Cadorniga-Valino, C., & Stoddard, E. E. (1992) *Effect of prepartum dry matter intake on liver triglyceride concentration and early lactation*. Journal of Dairy Science 75: 1914-1922.
- Block, E. (1984) Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. Journal of Dairy Science 67: 2939-2948.
- Boutflour, R. (1967) Lecture 13. In: *The high yielding dairy cow. A series of lectures to students at the Royal Agricultural College, Cirencester, on the breeding, feeding and management of cows for high yields*. pp. 127-150. Crosby Lockwood & Son Ltd., Londen.
- Boxem, T. (1978) *Aangepaste voeding in de droogstand*. Jaarverslag PR 1978: 25-30.
- Boxem, T. & Meijer, R. G. M. (1995) *Voorstel aanpassing voedernormen voor droogstaande koeien*. CVB, Verslag werkgroep VHP 106: 1-4.
- Boyd, G. W., Kiser, T. E., & Lowrey, R. S. (1987) *Effects of prepartum energy intake on steroids during late gestation and on cow and calf performance*. Journal of Animal Science 64: 1703-1709.
- Braithwaite, G. D. (1972) *The effect of ammonium chloride on calcium metabolism in sheep*. British Journal of Nutrition 27: 201-209.
- Brand, A. (1996) *Herd health management in dairy practice*, pp. 1-543. Wageningen Pers, Wageningen.
- Broster, W. H. (1971) *The effect on milk yield of the cow of the level of feeding before calving*. Dairy Science Abstracts 33: 253-270.

- Cameron, R. E. B., Dyk, P. D., Herdt, T. H., Kaneene, J. B., Miller, R., Bucholtz, H. F., Liesman, J. S., Vandehaar, M. J., & Emery, R. S. (1998)  
*Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaced abomasum in high producing dairy herds.* J Dairy Sci 81: 132-139.
- Commissie Onderzoek Minerale Voeding (1996)  
*Handleiding mineralenonderzoek bij rundvee in de praktijk.* CVB-reeks 1996: 1-112.
- Curtis, C. R., Erb, H. N., Sniffen, C. J., & Smith, R. D. (1984)  
*Epidemiology of parturient paresis: predisposing factors with emphasis on dry cow feeding and management.* J Dairy Sci 67: 817-825.
- CVB (1991)  
*Eiwitwaardering voor herkauwers: het DVE-systeem.* CVB-reeks 7: 1-53.
- CVB (1999a)  
*Veevoedertabel.* CVB-reeks 1999: 1.1-12.6.
- CVB (1999b)  
*Verkorte Tabel 1999.* 26: 1-120.
- Dijkshoorn, W. (1973)  
*Organic acids, and their role in ion uptake. In: Chemistry and Biochemistry of Herbage* (Butler, G. W. & Bailey, R. W., eds.), pp. 163-188. Academic Press, New York.
- Dirksen, G., Ahrens, F., Schon, J., Mayer, E., & Liebich, H. G. (1992)  
*Feeding of the dry cow with reference to body condition and status of ruminal mucosa and flora at calving. Vorbereitungs-fütterung der trockenstehenden Kuh im Hinblick auf Ernährungszustand und Status von Pansenschleimhaut und Pansenflora bei der Kalbung.* Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift 105: 1-4.
- Dishington, I. W. (1975)  
*Prevention of milk fever (hypocalcemic paresis puerperalis) by dietary salt supplements.* Acta veterinaria scandinavia 16: 503-512.
- DLG (1982)  
*DLG-futterwerttabellen für wiederkauer.* DLG-verlag 5: 5-28.
- DLG (1998)  
*Die bedarfsgerechte proteinversorgung der milchkuh; nutzbares pohnprotein ind ruminale stickstoffbilanz in der practischen fütterung.* DLG-verlag 1/1998: 17-15.
- Domecq, J. J., Skidmore, A. L., Lloyd, J. W., & Kaneene, J. B. (1997)  
*Relationship between body condition scores and milk yield in a large dairy herd of high yielding Holstein cows.* J Dairy Sci 80: 101-112`.
- Ender, F., Dishington, I. W., & Helgebostad, A. (1971)  
*Calcium balance studies in dairy cows under experimental induction and prevention of hypocalcaemic paresis puerperalis.* Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde 28: 233-256.
- Es, A. J. H. v. (1978) Feed evaluation for ruminants. I.  
*The systems in use from May 1977 onwards in the Netherlands.* Livestock Production Science 5: 331-345.

- Everts, H. (1990)  
*Feeding strategies during pregnancy for ewes with a large litter size. 2. Effect on blood parameters and energy status.* Netherlands Journal of Agricultural Science 38: 541-554.
- Everts, H. (1992)  
*Eiwitbehoefte van schapen en geiten.* CVB-documentatierapport 4: 1-29.
- Ferguson, J. D., Galligan, D. T., & Thomsen, N. (1994)  
*Principal descriptors of body condition score in Holstein cows.* Journal of Dairy Science 77: 2695-2703.
- Fisher, L. J., Dinn, N., Tait, R. M., & Shelford, J. A. (1994)  
*Effect of level of dietary potassium on the absorption and excretion of calcium and magnesium by lactating cows.* Canadian Journal of Animal Science 74: 503-509.
- Fredeen, A. H., DePeters, E. J., & Baldwin, R. L. (1988)  
*Effects of acid-base disturbances caused by differences in dietary fixed ion balance on kinetics of calcium metabolism in ruminants with high calcium demand.* Journal of Animal Science 66: 174-184.
- Galfi, P., Neogrady, S., Kutas, F., & Veresegyhazy, T. (1983)  
*Keratinization of cultured ruminal epithelial cells treated with butyrate and lactate.* Zentralblatt für Veterinärmedizin, A 30: 775-781.
- Galfi, P., Neogrady, S., Veresegyhazy, T., & Kutas, F. (1985)  
*Demonstration of keratinizing effect of n-butyrate on day-old chicken crop epithelium.* Zentralblatt für Veterinärmedizin, A 32: 146-150.
- Gaynor, P. J., Mueller, F. J., Miller, J. K., Ramsey, N., Goff, J. P., & Horst, R. L. (1989) *Parturient hypocalcemia in Jersey cows fed alfalfa haylage-based diets with different cation to anion ratios.* Journal of Dairy Science 72: 2525-2531.
- Goff, J. P. & Horst, R. L. (1997b)  
*Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows.* Journal of Dairy Science 80: 176-186.
- Goff, J. P. & Horst, R. L. (1997a)  
*Physiological changes at parturition and their relationship to metabolic disorders.* Journal of Dairy Science 80: 1260-1268.
- Goff, J. P. & Horst, R. L. (1998)  
*Use of hydrochloric acid as a source of anions for prevention of milk fever.* Journal of Dairy Science 81: 2874-2880.
- Goff, J. P., Horst, R. L., Mueller, F. J., Miller, J. K., Kiess, G. A., & Dowlen, H. H. (1991a) *Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever.* Journal of Dairy Science 74: 3863-3871.
- Goff, J. P., Horst, R. L., & Reinhardt, T. A. (1987)  
*The pathophysiology and prevention fo milk fever.* Veterinary Medicine 9: 943-950.
- Goff, J. P., Reinhardt, T. A., & Horst, R. L. (1991b)  
*Enzymes and factors controlling vitamin D metabolism and action in normal and milk fever cows.* Journal of Dairy Science 74: 4022-4032.

- Grohn, Y. T., Eicker, S. W., Ducrocq, V., & Hertl, J. A. (1998)  
*Effect of diseases on the culling of Holstein dairy cows in New York State.* Journal of Dairy Science 81: 966-978.
- Grohn, Y. T., Erb, H. N., McCulloch, C. E., & Saloniemi, H. S. (1989)  
*Epidemiology of metabolic disorders in dairy cattle: association among host characteristics, disease, and production.* Journal of Dairy Science 72: 1876-1885.
- Grum, D. E., Drackley, J. K., Younker, R. S., LaCount, D. W., & Veenhuizen, J. J. (1996) *Nutrition during the dry period and hepatic lipid metabolism of periparturient dairy cows.* Journal of Dairy Science 79: 1850-1864.
- Grunes, D. L., Huang, J. W., Smith, F. W., Joo, P. K., & Hewes, A. (1992)  
*Potassium effects on minerals and organic acids in three cool-season grasses.* Journal of Plant Nutrition 15: 1007-1025.
- Haalstra, R. & Malestein, A. (1977)  
*De voeding van melkvee rond het afkalven tijdens de stalperiode in verband met de gezondheid en de melkproductie.* Tijdschrift voor Diergeneeskunde 102: 254-264.
- Herdt, Th. H. (1988)  
*Fatty liver in dairy cows. Metabolic Diseases of Ruminant Livestock.* Veterinary Clinics of North America. Food Animal Practice. 4: 269-287.
- Hijink, J. & Meijer, A. (1987)  
*Het Koemodel.* PR, Publicatie 50: 1-52.
- Holter, J. B., Slotnick, M. J., Hayes, H. H., Bozak, C. K., Urban-WE, J., & McGilliard, M. L. (1990)  
*Effect of prepartum dietary energy on condition score, postpartum energy, nitrogen partitions, and lactation production responses.* J Dairy Sci 73: 3502-3511.
- Horst, R. L., Goff, J. P., Reinhardt, T. A., & Buxton, D. R. (1997)  
*Strategies for preventing milk fever in dairy cattle.* Journal of Dairy Science 80: 1269-1280.
- Horst, R. L. & Reinhardt, T. A. (1983)  
*Vitamin D metabolism in ruminants and ruminants and its relevance to the periparturient cow.* Journal of Dairy Science 66: 661-678.
- Huszenicza, G., Fekete, S., Molnar, L., Haraszti, J., & Solti, L. (1988)  
*Postpartal ovarian function in dairy cows kept on different feeding regimes.* Acta Veterinaria Hungarica 36: 143-152.
- INRA (1978b)  
*Chapitre 3. Azote. In: L' alimentation des ruminants* (Jarrige, R., ed.), pp. 89-125. INRA, Parijs.
- INRA (1978a)  
*Chapitre 7. Entretien. In: L' alimentation des ruminants* (Jarrige, R., ed.), pp. 211-213. INRA, Parijs.
- INRA (1988)  
*Chapitre 4. Nutrition azotée. In: Alimentation des bovins, ovins & caprins* (Jarrige, R., ed.), pp. 75-93. INRA, Parijs.
- Kattenberg, I. (2000)  
*Rendement van duizend procent.* Veeteelt januari 1/2: 16-17.
- Klooster, A. Th. v. ' (1976)  
*Adaptation of calcium absorption from the small intestine of dairy cows to changes in the dietary calcium intake and at onset of lactation.* Zeitschrift für Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde 37: 169-182.

- Klop, A., Meijer, G. A. L., & Kruip, Th. A. M. (1998)  
*Effect van voeding in de droogstand op voeropname en melkproductie na afkalven.*  
 Samenvatting Nederlandstalige Veevoedingsonderzoekers.
- Koenen, E. P., Groen, A. F., & Geurink, J. (1999)  
*Phenotypic variation in live weight and live-weight changes of lactating Holstein-Friesian cows.*  
 Animal Science 68: 109-114.
- Kutas, F., Galfi, P., & Neogrady, S. (1983)  
*Studies on the development and prevention of ruminal parakeratosis in fattening lambs.*  
 Proceedings of the Fifth International Conference on Production Disease in Farm Animals:  
 Uppsala, Sweden, August 10 to 12 1983 1983: 267-270.
- Lane, M. A. & Jesse, B. W. (1997)  
*Effect of volatile fatty acid infusion on development of the rumen epithelium in neonatal sheep.*  
 Journal of Dairy Science 80: 740-746.
- Leclerc, H. & Block, E. (1989)  
*Effects of reducing dietary cation-anion balance for prepartum dairy cows with specific  
 reference to hypocalcemic parturient paresis.* Canadian Journal of Animal Science 69: 411-423.
- Lomba, F., Chauvaux, G., Teller, E., Lengele, L., & Bienfet, V. (1978)  
*Calcium digestibility in cows as influenced by the excess of alkaline ions over stable acid ions in  
 their diets.* British Journal of Nutrition 39: 425-429.
- Lunn, D. P. & McGuirk, S. M. (1990)  
*Renal regulation of electrolyte and acid-base balance in ruminants.* Veterinary Clinics of North  
 America, Food Animal Practice 6: 1-28.
- Maguire, L. C. (1926)  
*Etiology of milk fever.* Veterinary Record 6: 52-53.
- Malestein, A. (1992)  
*De voeding rond het afkalven.* In: *De voeding van melkvee (2)* pp. 35-40. Misset, Doetinchem.
- Malestein, A. & van de Geer, D. (1979)  
*Voeding van melkkoeien rond het afkalven.* Polytechnisch Tijdschrift 2: 1-8.
- Mandersloot, F. (1989)  
*Simulatie van voeding en groei van jongvee.* PR, Publicatie 116: 1-61.
- Markusfeld, O. (1987)  
*Periparturient traits in seven high dairy herds. Incidence rate, association with parity, and  
 interrelationships among traits.* Journal of Dairy Science 70: 158-166.
- Marscher, H. (1986)  
*In: Mineral Nutrition of Higher Plants* pp. 43-47. Academic Press, New York.
- McDonald, I., Robinson, J. J., Fraser, C., & Smart, R. I. (1979)  
*Studies on reproduction in prolific ewes. 5. The accretion of nutrients on the fetuses and  
 adnexa.* Journal of Agricultural Science, UK 92: 591-603.
- Meijer, R. G. M., Veninga, G., & Kalis, K. (1997)  
*Greep op melkziekte.* Veeteelt december 1: 1384-1385.
- Mitev, J. E., Todorov, N. A., Georgiev, S., & Otouzbirou, R. (1998)  
*Influence of body condition score in calving on some reproductive indexes in cows from dairy  
 herds in Bulgaria.* In: Production diseases in farm animals. 10th international conference,  
 Utrecht, 1998 (Wensing, Th., ed.), pp. 346-346. Wageningen Pers, Wageningen.

- Mosel, M. v. (1991)  
*Research on the mineral supply of dairy cows during the dry period in relation to prevention of milk fever.* Proefschrift, Utrecht 1991: 1-131.
- Mosel, M. v., Van't Klooster, A., Mosel, F. v., & Kuilen, J. v. d. (1993) Effects of reducing dietary [(Na+ + K+) - (Cl- + SO4=)] on the rate of calcium mobilisation by dairy cows at parturition. *Research in Veterinary Science* 54: 1-9.
- NRC (1989)  
*Nutrient requirements of dairy cattle.* Nutrient Requirements of Domestic Animals 1: 1-157.
- Oetzel, G. R. (1991)  
*Meta-analysis of nutritional risk factors for milk fever in dairy cattle.* *Journal of Dairy Science* 74: 3900-3912.
- Oetzel, G. R. (1996)  
*Effect of calcium chloride gel treatment in dairy cows on incidence of periparturient diseases.* *Journal of the American Veterinary Medical Association* 209: 958-961.
- Oetzel, G. R. & Barmore, J. A. (1993)  
*Intake of a concentrate mixture containing various anionic salts fed to pregnant, nonlactating dairy cows.* *Journal of Dairy Science* 76: 1617-1623.
- Oetzel, G. R., Fettman, M. J., Hamar, D. W., & Olson, J. D. (1991)  
*Screening of anionic salts for palatability, effects on acid-base status, and urinary calcium excretion in dairy cows.* *Journal of Dairy Science* 74: 965-971.
- Oetzel, G. R., Olson, J. D., Curtis, C. R., & Fettman, M. J. (1988)  
*Ammonium chloride and ammonium sulfate for prevention of parturient paresis in dairy cows.* *Journal of Dairy Science* 71: 3302-3309.
- Otto, K. L., Ferguson, J. D., Fox, D. G., & Sniffen, C. J. (1991)  
*Relationship between body condition score and composition of ninth to eleventh rib tissue in Holstein dairy cows.* *Journal of Dairy Science* 74: 852-890.
- Peraino, R. A. & Suki, W. N. (1980)  
*Urine HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> augments renal Ca<sub>2</sub><sup>+</sup> absorption independent of systemic acid-base changes.* *American Journal of Physiology* 238: F394-F398.
- Philippo, M., Reid, G. W., & Nevison, I. M. (1994)  
*Parturient hypocalcaemia in dairy cows: effects of dietary acidity on plasma minerals and calciotropic hormones.* *Research in Veterinary Science* 56: 303-309.
- PR (1979)  
*Jaarverslag van het Proefstation voor de Rundveehouderij.* PR, Publicatie 1978: 1-160.
- PR (1998)  
*Conditie score melkvee.* PR, Publicatie 1998: 1-28.
- Robinson, P., Tamminga, S., & Van Vuuren, A. (1986)  
*Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen fermentation in dairy cows.* *Livestock Production Science* 15: 173-189.
- Rukkwamsuk, T., Kruij, Th. A. M., Meijer, G. A. L., & Wensing, Th. (1999)  
*Hepatic fatty acid composition in periparturient dairy cows with fatty liver induced by intake of a high energy diet in the dry period.* *Journal of Dairy Science* 82: 280-287.
- Sakata, T., Hikosaka, K., Shiomura, Y., & Tamate, H. (1980)

- The stimulatory effect of butyrate on epithelial cell proliferation in the rumen of the sheep and its mediation by insulin; differences between in vivo and in vitro studies.* Cell proliferation in the gastrointestinal tract 1980: 123-137.
- Sakata, T. & Tamate, H. (1978a)  
*Influence of butyrate on the microscopic structure of ruminal mucosa in adult sheep.* Japanese Journal of Zootechnical Science 49: 687-696.
- Sakata, T. & Tamate, H. (1978b)  
*Rumen epithelial cell proliferation accelerated by rapid increase in intraruminal butyrate.* Journal of Dairy Science 61: 1109-1113.
- Sakata, T. & Tamate, H. (1979)  
*Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate.* Journal of Dairy Science 62: 49-52.
- Saun, R. v., Idleman, S. C., & Sniffen, C. J. (1993)  
*Effect of undegradable protein amount fed prepartum on postpartum production in first lactation Holstein cows.* Journal of Dairy Science 76: 236-244.
- Saun, R. v. & Van, S. R. (1991)  
*Dry cow nutrition: the key to improving fresh cow performance.* Veterinary Clinics of North America, Food Animal Practice 7: 599-620.
- Schonewille, J. Th. (1999)  
*Magnesium absorption in ruminants*, pp. 1-122. Proefschrift, Utrecht.
- Schonewille, J. Th., Van 't Klooster, A., & Beynen, A. C. (1994a)  
*The addition of extra calcium to a chloride-rich ration does not affect the absolute amount of calcium absorbed by non-pregnant, dry cows.* Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition 72: 272-280.
- Schonewille, J. Th., Van 't Klooster, A., Cone, J. W., Kalsbeek-Van der Valk, H. J., Wouterse, H., & Beynen, A. C. (2000)  
*Neither native nor popped cornmeal in the ration of dry cows affects magnesium absorption.* Livestock Production Science 63: 17-26.
- Schonewille, J. Th., Van 't Klooster, A., Dirkzwager, A., & Beynen, A. C. (1994b) *Stimulatory effect of an anion(chloride)-rich ration on apparent calcium absorption in dairy cows.* Livestock Production Science 40: 233-240.
- Schonewille, J. Th., Van 't Klooster, A., Wouterse, H., & Beynen, A. C. (1999) *Hypocalcemia induced by intravenous administration of disodium ethylenediaminetetraacetate and its effects on excretion of calcium in urin of cows fed a high chloride ration.* Journal of Dairy Science 82: 1317-1324.
- Stacy, B. D. & Wilson, B. W. (1970)  
*Acidosis and hypercalciuria; renal mechanisms affecting calcium, magnesium and sodium excretion in the sheep.* Journal of Physiology 210: 549-564.
- Stewart, P. A. (1983)  
*Modern quantitative acid-base chemistry.* Canadian Journal of Physiology and Pharmacology 61: 1444-1461.
- Takagi, H. & Block, E. (1991)  
*Effects of reducing dietary cation-anion balance on calcium kinetics in sheep.* Journal of Dairy Science 74: 4225-4237.
- Todorov, N. A., Mitev, J. E., & Miteva, T. M. (1998)

- Influence of body condition score in calving on some productive indexes in cows from dairy herds in Bulgaria. In: Production diseases in farm animals. 10th international conference, Utrecht, 1998 (Wensing, Th., ed.), pp. 347-347. Wageningen Pers, Wageningen.*
- Top, A. M. v. d., Geelen, M. J. H., Wensing, Th., Wentink, G. H., Klooster, A. Th. v. 't., & Beynen, A. C. (1996)  
*Higher postpartum hepatic triacylglycerol concentrations in dairy cows with free rather than restricted access to feed during the dry period are associated with lower activities of hepatic glycerolphosphate acyltransferase. Journal of Nutrition 126: 76-85.*
- Top, A. M. v. d., Wensing, Th., Geelen, M. J. H., Wentink, G. H., Klooster, A. Th. v. 't., & Beynen, A. C. (1995)  
*Time trends of plasma lipids and enzymes synthesizing hepatic triacylglycerol during postpartum development of fatty liver in dairy cows. Journal of Dairy Science 78: 2208-2220.*
- Tucker, W. B., Aslam, M., Lema, M., Shin, I. S., Le Ruyet, P., Hogue, J. F., Buchanan, D. S., Miller, T. P., & Adams, G. D. (1992)  
*Sodium bicarbonate or multielement buffer via diet or rumen: effects on performance and acid-base status of lactating cows. Journal of Dairy Science 75: 2409-2420.*
- Van de Braak, A. E. (1986)  
*Prepartal feeding of dairy cows and the rate of calcium mobilization at parturition. Proefschrift, Utrecht -: 1-153.*
- Velasquez, O. C., Seto, R. W., & Rombeau, J. L. (1996)  
*The scientific rationale and clinical application of short-chain fatty acids and medium-chain triacylglycerols. Proceedings of the Nutrition Society 55: 49-78.*
- Velthuis, A. G. J., Klerx, H. J., Hanekamp, W. J. A., & Smolders, E. A. A. (1998) *Risicofactoren voor stofwisselingsaandoeningen. PR, Publicatie 127: 1-58.*
- Vermorel, M., Coulon, J. B., & Journet, M. (1987)  
*Revision du systeme des unites fourrageres. Bulletin Technique CRZV Theix, INRA 70: 9-18.*
- Vliet, J. v. & Bruins, P. (1994)  
*Voorstel wijziging c.q. aanvullingen drachttoeslagen en voeropname melkvee en jongvee. VHP 069: 1-3.*
- Wang, C. & Beede, D. K. (1990)  
*Effects of supplemental protein on acid-base status and calcium metabolism of nonlactating Jersey cows. Journal of Dairy Science 73: 3178-3186.*
- Wang, C. & Beede, D. K. (1992)  
*Effects of diet magnesium on acid-base status and calcium metabolism of dry cows fed acidogenic salts. Journal of Dairy Science 75: 829-836.*
- Wentink, G. H., Dijk, S. v., Goedegebuure, S. A., Vos, J., & Wensing, Th. (1992)  
*Hepatic lipidosis in pregnant cows on a dairy farm. Veterinary Quarterly 14: 159-160.*
- Werkgroep Voeding Herkauwers en Paarden van het CVB (1995)  
*Verslag 10e vergadering van de Werkgroep Voeding Herkauwers en Paarden. VHP 110: 1-5.*
- Westerhuis, J. H. (1975)  
*Prevention of milk fever by diet in parturient cows with a history of milk fever. De preventie van melkziekte door voedingsmaatregelen bij kalvende koeien met een melkziekte geschiedenis. Tijdschrift voor Diergeneeskunde 100: 213-220.*
- Wright, I. A. & Russel, A. J. F. (1984)  
*Estimation in vivo of the chemical composition of the bodies of mature cows. Animal Production 38: 33-44.*