



Rapport 20

De voederconversie van melkvee



Januari 2007





Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group / Veehouderij
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050
E-mail info.po.asg@wur.nl
Internet <http://www.asg.wur.nl/po>

Redactie

Communication Services

© Animal Sciences Group

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

Aansprakelijkheid

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

Losse nummers zijn verkrijgbaar via de website.

Abstract

The parameter feed conversion is in the dairy sector not as important as in the pig and poultry sectors.

This report considered the factors of influence on feed conversion, feed-bound costs and assessed the feed conversion in dairy practice.

Referaat

ISSN 1570-8616

Duinkerken G. van (Veehouderij)

De voederconversie van melkvee, 2007

Rapportnummer 20

37 pagina's, 16 figuren, 13 tabellen

Trefwoorden:

feed conversion, feed utilisation, feed costs, dairy sector, dynamic linear feed model



Rapport 20

De voederconversie van melkvee

G. van Duinkerken
G. André
M. de Haan
C.J. Hollander
R.L.G. Zom

Januari 2007

Voorwoord

In toenemende mate werken (studiegroepen) melkveehouders, de veevoersektor en voervoorlichters met kengetallen die een indruk geven van het voerverbruik in relatie tot de melkproductie. Soms rekt men aan de voederconversie (voerverbruik per kilogram melk), of aan de voerefficiëntie (melkproductie per kilogram droge stof). Voederconversie en voerefficiëntie zijn reeds belangrijke kengetallen in de pluimveehouderij en vleesvarkenshouderij. De voederconversie is daar een waardevol kengetal dat iets zegt over zowel de technische als bedrijfseconomische prestaties van het bedrijf.

In dit rapport “De voederconversie van melkvee” komt de bruikbaarheid van de voederconversie voor de melkveehouderij aan bod. We behandelen de invloedsfactoren op de voederconversie, voergebonden kosten, beoordeling van de voederconversie in de praktijk en diverse andere aspecten.

Dit rapport is het eerste van twee rapporten uit het project “*Voederconversie in relatie tot bedrijfseconomisch resultaat*”; dit project is gefinancierd door Productschap Zuivel. Het tweede rapport komt beschikbaar medio 2007 en behandelt de mogelijkheden van on-line monitoring van voerbenutting en de dynamische voeradvisering.

De auteurs bedanken de melkveehouders uit het Groningse netwerk “Verder dan voederconversie” (zie ook www.verantwoordeveehouderij.nl) en enkele voedingsdeskundigen uit de mengvoedersector voor hun feedback op belangrijke onderdelen uit het rapport.

Samenvatting

Dit rapport gaat in op het gebruik van het kengetal voederconversie (hoeveelheid voer in kg ds / hoeveelheid melk in kg) in de melkveehouderij. In de melkveehouderij zijn grote verschillen in de rantsoensamenstelling en ook tussen de dieren is veel variatie in opname en productie. Daardoor kan bij gelijke voederconversies toch sprake zijn van wezenlijke verschillen in voerbenutting, zowel wat betreft nutriëntenvoorziening als in economisch opzicht. Hierdoor is het kengetal voederconversie in de melkveehouderij, anders dan in de intensieve veehouderij, moeilijk te interpreteren. In de intensieve veehouderij geldt in het algemeen dat een lagere voederconversie leidt tot een beter economisch resultaat. In de melkveehouderij is deze relatie beduidend minder sterk aanwezig. Een lage voederconversie hoeft niet tot een beter resultaat te leiden dan een hoge voederconversie.

Beoordeel de voederconversie afhankelijk van de melkgift. Bij een hoge melkproductie hoort een lage voederconversie en bij een lage melkproductie een hoge voederconversie. Hiermee samenhangend: hoge melkproductie gaat in de regel gepaard met hoge voeropname en desondanks toch een lage voederconversie. Doordat de melkproductie een overheersende rol speelt in de kengetallen voerconversie en voersaldo, weerspiegelen deze kengetallen veel meer het productieniveau dan waar ze voor bedoeld zijn, namelijk de (economische) benutting van het voer. De ambitie van de veehouder moet liggen in een verbetering van de kwaliteit en benutting van ruwvoer met een verlaging van de voederconversie als resultaat.

De voederconversie heeft geen duidelijke relatie met het inkomen van de melkveehouder. De kosten van het totale voerproces des te meer. Dit zijn niet alleen de voerkosten, maar alle kosten die te maken hebben met het verkrijgen en verstrekken van voer. Verlagen van deze totale kosten leidt tot verbetering van het inkomen. Beoordelen van de voederconversie in bedrijfsverband kan door een economische waarde te koppelen aan zowel de voeropname als aan de melkproductie. Uit deze studie is gebleken dat de kosten voor eigen geteeld ruwvoer vrij hoog liggen. Vaak zijn de netto kosten voor eigen geteeld ruwvoer hoger dan de marktwaarde van het ruwvoer.

Voederconversie lijkt niet alleen economisch, maar ook voedertecnisch een optimum kenmerk. Een zeer lage voederconversie kan leiden tot verlies van lichaamsconditie bij het melkvee met eventueel de bijbehorende gezondheids- en vruchtbaarheidsproblemen, terwijl een hoge voederconversie met te hoge kosten gepaard gaat. Ook nutriëntenbenutting is belangrijk (denk bijvoorbeeld aan stikstof).

De Animal Sciences Group adviseert voor het monitoren en controleren van de voeding en de productie een "dynamische" aanpak. Bij deze aanpak gaat het voortdurend om de vraag: hoe is de respons van het melkvee op verandering in de voeding?

Wanneer de veehouder het effect van voedingsmaatregelen kent of vooraf goed kan schatten, kan hij daarop zijn beslissingen baseren, gericht op een zo goed mogelijk bedrijfsresultaat. De doelstelling bij een dynamisch voeradvies is het maximaliseren van het voersaldo. Het voersaldo is de melkopbrengst minus de voerkosten en hangt onder andere af van de voerbenutting. Er is veel variatie in voerbenutting door verschillen in efficiëntie tussen dieren, maar ook binnen dieren door veranderingen in de tijd. De dynamische voeradviesing biedt ondersteuning bij het operationele management en kan goed worden geautomatiseerd en geïmplementeerd in managementsystemen. De dynamische aanpak wordt momenteel door de Animal Sciences Group ontwikkeld en getest en lijkt goede perspectieven te bieden voor toepassing in de praktijk.

Summary

This report deals with the use of the parameter feed conversion (amount of feed in kg of dry matter/ amount of milk in kg) in the dairy sector. In this sector, there are great differences in ration composition, differences among the animals and there is a significant temporal variation in feed efficiency. This makes the parameter feed conversion in the dairy sector hard to interpret. In the intensive livestock production, a lower feed conversion generally leads to a better economic performance. In the dairy sector this relation is considerably less apparent. A low feed conversion does not necessarily lead to a better result than a high one.

One should evaluate the feed conversion in close relation to the milk yield. In general, a high milk production goes with a low feed conversion and vice versa. In relation to this: a high milk production usually involves a high feed intake and all the same a low feed conversion.

Because milk production plays a dominant role in the parameters feed conversion and gross return minus feed costs, these parameters rather mirror the production level than that what they are meant for, namely the (economic) utilisation of feed. The farmer's ambition should lie in improving the quality and utilisation of roughage with a lower feed conversion as a result.

Feed conversion does not show a clear relation with the dairy farmer's income. The costs of the entire feed process all the more do so. These involve not only the feed costs, but also all costs that have to do with acquiring and supplying the feed. Reduction of these costs will lead to improved income. Evaluating the feed conversion at farm level is possible by linking the economic value to feed intake as well as to milk production. This study showed that the costs of home-produced roughage are rather high, the net costs of which are often higher than its market value.

Feed conversion is an optimum characteristic, economically and technically speaking. A very low feed conversion can lead to a reduction in body condition of dairy cattle with possibly corresponding health and fertility problems, while a high feed conversion goes together with too high a cost. Also nutrient utilisation is important (consider, for example, nitrogen).

The Animal Sciences Group recommends a "dynamic" approach in monitoring and controlling feed efficiency and production. With this approach, the question: "what is the response of dairy cattle to change in feed?" continuously applies.

When the farmer knows the effect of the feeding measures or when it can be estimated in advance, he can base his decisions on this, aiming at a farm performance as good as possible. The objective for a dynamic linear feed model is maximising the gross return minus feed costs. This economic parameter depends on, among other things, the feed utilisation. There is much variation in feed utilisation, due to differences in efficiency among the animals, but also within the animals, due to temporal variation. The dynamic linear feed model supports operational management and can be automated and implemented in dairy farm management systems well. The "dynamic" approach is currently being developed and tested by the Animal Sciences Group and is very promising for practical application.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Invloedsfactoren voederconversie	3
2.1	Voeropname en melkproductie	3
2.2	Voerfactoren	3
2.3	Dierfactoren	4
2.4	Beïnvloeding melkproductie	4
2.5	Externe factoren voederconversie	5
2.6	Praktische belemmeringen.....	5
3	Voederconversie in relatie tot bedrijfseconomisch resultaat	6
3.1	Voergebonden kosten	6
3.1.1	Aankoop voer	7
3.1.2	Grasland maaien en weiden	7
3.1.3	Grasland alleen maaien.....	8
3.1.4	Maisland	9
3.1.5	Opbrengsten	9
3.1.6	Bedrijfsoverzicht.....	11
3.2	Invloedrijke factoren	13
3.3	Voederconversie en kosten voerproces	15
4	Beoordelen van voederconversie in de praktijk	17
4.1	Berekende voederconversie.....	17
4.2	Variatie en samenhang van melkgift en voeropname in de praktijk	20
4.3	Beoordelen van de voerbenutting in de praktijk.....	26
5	Conclusies en praktijkaanbevelingen	28
5.1	Conclusies	28
5.1.1	Voergebonden kosten	28
5.1.2	Beoordeling voederconversie	28
5.2	Aanbevelingen	29
	Literatuur	33
	Bijlage	35

1 Inleiding

Belang voederconversie

Kengetallen om de voeding op een melkveebedrijf te monitoren en te sturen zijn belangrijk voor zowel het technische als het bedrijfseconomische resultaat. De inkomsten op een melkveebedrijf staan steeds meer onder druk en verlaging van de kostprijs is van wezenlijk belang voor het behoud van voldoende rendement. Veehouders beschouwen de voerkosten doorgaans als een van de meest voor de hand liggende kostenposten om gericht aan te pakken en te verlagen. Voor monitoring en sturing van de voerkosten wordt doorgaans gebruik gemaakt van kengetallen (tabel 1), die grotendeels zijn gericht op het technische resultaat en de krachtvoerkosten.

Tabel 1 Bestaande technische en economische kengetallen

Technisch kengetallen	Economische kengetallen
Kg krachtvoer/100 melk	krachtvoerkosten/ 100 kg melk
Aankoop kVEM of kg ds/100 kg melk	kosten voeraankoop/100 kg melk
% melk uit ruwvoer	voerkosten/100 kg melk
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer	
Bedrijfsintensiteit (kg melk/ha)	
VEM/kg ds ruwvoer en VEM/kg ds krachtvoer	

Bedrijfsspecifieke gegevens leveren een grote bijdrage aan de sturing van voerkosten op een bedrijf. Van de meeste ruwvoerders en krachtvoerders en van verschillende bijproducten is de voederwaardering bepaald of zijn tabelwaarden bekend. De voer- of droge stofopname (DS-opname) op een bedrijf wordt doorgaans geschat. De meting van de werkelijke voeropname op een bedrijf kan een waardevolle bijdrage leveren aan de bepaling van het rantsoen, de voerbenutting en de voerkosten.

Definitie voederconversie melkvee

Indien de werkelijke voeropname bekend is en daarnaast de kosten van de verschillende voeders, is het mogelijk de werkelijke voerkosten te berekenen en ze te relateren aan de melkopbrengsten. Om deze parameters regelmatig te kunnen monitoren zijn de inputparameter "voeropname" en de outputparameter "(meet-)melkproductie" van individuele koeien of groepen koeien te gebruiken in één kengetal "voederconversie" :

$$\text{Voederconversie} = \text{input} / \text{output} = \text{voeropname (kg DS)} / \text{(meet-)melkproductie (kg)} \quad [\text{F1.1}]$$

Naast de voederconversie is ook het kengetal voederefficiëntie in gebruik. Dit kengetal is als volgt gedefinieerd:

$$\text{Voederefficiëntie} = \text{output} / \text{input} = \text{(meet-)melkproductie (kg)} / \text{voeropname (kg DS)} \quad [\text{F1.2}]$$

In dit rapport spreken we over voederconversie.

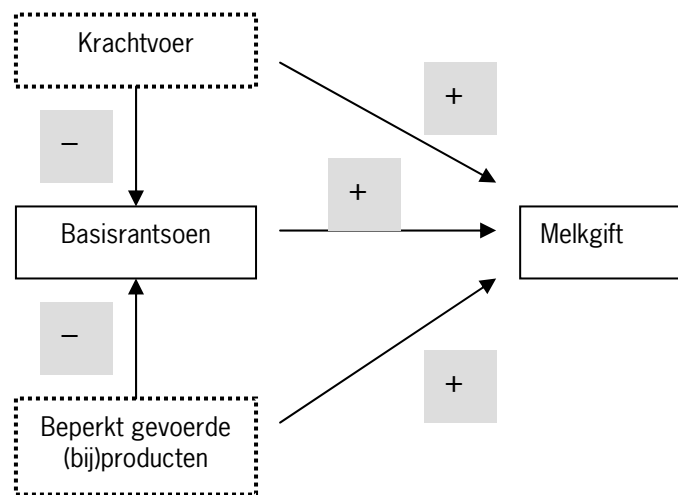
Het kengetal voederconversie voor melkvee is dus samengesteld uit informatie over de voeropname en informatie over de melkgift. De voeropname bestaat doorgaans uit drie componenten:


- 1 de onbeperkte opname van het basisrantsoen
- 2 de eventuele opname van beperkt gevoerde producten zoals bijproducten
- 3 de opname van aanvullend mengvoer/krachtvoer.


Hierbij geldt dat de opname van voer (dus voedingsstoffen) normaal gesproken de melkgift stimuleert. Tevens geldt dat de opname van bijproducten en krachtvoer de opname van het basisrantsoen doorgaans drukt (verdringing).

Dit is weergegeven in een eenvoudig model (figuur 1).

Figuur 1 Basismodel voor beschrijving van de samenhang tussen voeropname en melkgift



 = instelbare en meetbare input

 = respons; al dan niet meetbaar

Doel

Het doel van deze studie is zicht krijgen op de waarde van het kengetal voederconversie in de melkveehouderij. Eerst hebben we uit de literatuur de verschillende factoren die van invloed zijn op de voederconversie naast elkaar gezet. Vervolgens beschrijven we de voederconversie op bedrijfsniveau, waarbij de relatie met economie op de middellange en lange termijn wordt geschetst. Vervolgens komt de beoordeling van de voederconversie in de praktijk aan bod.

2 Invloedsfactoren voederconversie

2.1 Voeropname en melkproductie

De sleutelfactoren voor voederconversie en voerefficiëntie zijn de voeropname en melkproductie (F1.1. en F 1.2). De regulatie van de voeropname is een complex en nog voor een groot deel onopgehelderd proces. Er spelen verschillende mechanismen een rol zoals organoleptische aspecten (smakelijkheid en geur), fysische aspecten (bulkvolume van het voer, penscapaciteit, passage- en afbraaksnelheid van voer), chemische aspecten (concentratie en opname van nutriënten en fermentatieproducten in de pens), thermostatische aspecten (omgevingstemperatuur, productie van lichaamswarmte), metabole aspecten (hormonale controle en bloedconcentratie van absorptieproducten en metabole producten, zoals vluchtige vetzuren, glucose, NH₃ en ketonen). De voergerelateerde factoren die de voeropname bepalen vinden hun weerslag in de verzadigingswaarde (VW/kg ds) van het voer. Een voer met een hoge verzadigingswaarde kent een lagere opname dan een voer met een lage verzadigingswaarde (Zom et al., 2002). De diengerelateerde factoren die de voeropname bepalen komen tot uitdrukking in de voeropnamecapaciteit van de koe (VOC). De voeropname (kg drogestof/dag) laat zich beschrijven als:

$$\text{DS opname (kg ds)} = \text{VOC (VW eenheden)/VW (VW eenheden/kg ds)} \quad [\text{F2.1}]$$

De energieopname bepaalt voor een belangrijk deel de melkproductie. Omdat de hoeveelheid energie die koeien uit hun lichaamsreserves kunnen putten niet oneindig is, is een hoge energieopname een eerste vereiste voor een hoge melkproductie.

2.2 Voerfactoren

De kwaliteit van het ruwvoer in het rantsoen wordt vooral bepaald door het energiegehalte en de verzadigingswaarde van het voer. De verzadigingswaarde van het voer bepaalt het voergerelateerde deel van de vrijwillige voeropname (Zom et al., 2002). Deze verzadigingswaarde verschilt zowel tussen voedermiddelen én binnen voedermiddelen per partij. Verschillen in de verzadigingswaarde (VW) zijn gerelateerd aan verschillen in drogestofgehalte, verteerbare organische stof, ruwe celstof en ruw eiwitgehalte. Ook andere studies laten zien dat het voertype de voeropname beïnvloedt (Phipps et al., 1995; O'Mara et al., 1998; Bernard et al., 2002). De energiedichtheid van voer én de verzadigingswaarde beïnvloeden beiden de voederconversie. Een hoge energiedichtheid per kg droge stof of een hoge energiedichtheid per verzadigingswaarde eenheid zal leiden tot een hogere energieopname en melkproductie (zie tabel 2). Ook als de voederwaarde van een product relatief laag is, maar het tevens een lage verzadigingswaarde heeft, dan zal toch als gevolg van een hogere drogestof opname de energieopname toenemen.

Tabel 2 Energiedichtheid (VEM/kg ds), verzadigingswaarde en energiedichtheid per verzadigingswaarde eenheid

	VEM/kg ds ¹	VW/kg ds ²	VEM/VW
Graskuil (1 ^e snede)	888	1.03	862
Beheersgraskuil ³	700	1.15	609
Snijmaïskuil (33% ds)	937	0.80	1171
Graan GPS	795	0.76	1045
Mengvoer (standaard)	1050	0.35	3000
Perspulp	1062	0.70	1517
Bierbostel	902	0.55	1640

¹CVB, 2005; ² Zom et al., 2002; ³ data ASG

De kwaliteit van het ruwvoer wordt grotendeels bepaald door het bedrijfssysteem, het bedrijfsmanagement en jaarinvloeden.

Een veehouder kan door de aankoop van krachtvoer en energierijke bijproducten de droge stofopname en de energiedichtheid van het rantsoen beïnvloeden. Er zit echter wel een grens aan het niveau waarop men krachtvoerders kan geven in verband met behoud een goede penswerking en een minimale structuurvoorziening. Bij gelijkblijvende energieopname en of een hogere melkproductie is te verwachten dat melkveebedrijven die veel energierijke voeders verstrekken zoals krachtvoer, bijproducten en snijmaï een hogere voerefficiëntie een lagere voederconversie realiseren dan bedrijven die veel energiearme voeders verstrekken zoals gras(kuil) uit

natuurgebieden en veenweidegebieden. Bijvoorbeeld op Koeien & Kansen bedrijven is in de periode 1999-2002 de voerefficiëntie gedaald van 1,42 naar 1,32 (dus voederconversie toegenomen), wat er op wijst dat de energiedichtheid van het stalrantsoen op de intensieve bedrijven in de loop der jaren is gedaald (Hollander et al., 2004). Bij deze groep bedrijven bleek de voerefficiëntie in het stalseizoen op extensieve bedrijven 0,14 eenheden lager te zijn dan op intensieve bedrijven. Dit heeft mogelijk te maken met de gemiddeld lagere energiedichtheid van het stalrantsoen en een lagere melkproductie op extensieve bedrijven.

2.3 Dierfactoren

De voeropnamecapaciteit is afhankelijk van diergelerateerde factoren zoals penscapaciteit, energiebalans, hormonale controle en bloedconcentratie van absorptieproducten en metabole producten zoals vluchtige vetzuren, glucose, NH₃ en ketonen. Deze factoren houden verband met de fysiologische status van het dier. Oudere koeien zijn gemiddeld groter, hebben grotere organen en daardoor een grotere capaciteit om voer te verwerken dan jongere koeien. De leeftijd kan worden beschouwd als een indirecte maat voor de omvang en fysieke penscapaciteit van de koe. Ook binnen een lactatie verandert de voeropnamecapaciteit. De voeropname neemt in het begin van de lactatie toe tot een piek wordt bereikt. Daarna neemt de voeropnamecapaciteit geleidelijk af. Dit komt omdat onder invloed van metabole en hormonale processen in het begin van de lactatie nog allerlei fysiologische aanpassingen plaatsvinden zoals een groei van de capaciteit van het maagdarmkanaal. In de tweede helft van de lactatie kan de opnamecapaciteit afnemen als gevolg van drachtigheid. De veranderingen in de fysiologische status van de koe die de voeropnamecapaciteit beïnvloeden zijn nauw gerelateerd aan het stadium van de lactatiecyclus en de dracht. Het lactatiestadium en het stadium van de dracht zijn daarom indicatoren voor de fysiologisch status van de koe. In het voeropnamemodel van de Animal Sciences Group zijn daarom leeftijd, dagen in lactatie en dagen drachtig bepalend voor de voeropnamecapaciteit van HF melkkoeien (Zom et al., 2002).

Behalve door leeftijd, lactatiestadium en dracht wordt de voeropnamecapaciteit ook beïnvloed door andere factoren.

Ten eerste is er verschil tussen rassen. De voeropnamecapaciteit van Jersey, FH- en MRIJ koeien bedraagt respectievelijk 75-80,, 95-100 en 90-95% van de voeropnamecapaciteit van HF koeien (Oldenbroek, 1989). Tussen koppels melkkoeien kunnen verschillen in genetische aanleg voor melkproductie en gewicht bestaan die invloed lijken te hebben op de voeropnamecapaciteit en voederconversie. Melkvee met een hoge genetische aanleg voor melkproductie kent doorgaans een hogere voeropname en melkgift (Buckley et al., 2000). Een hogere voeropname gaat volgens O'Connell (2000) samen met efficiëntere voeropname, dat wil zeggen: meer happen en kauwbewegingen per tijdseenheid. De koeien met een hogere genetische melkaanleg besteden daarbij meer tijd aan herkauwen dan koeien met een gemiddelde melkaanleg. Er lijkt perspectief te bestaan om de economische efficiency te verbeteren indien er wordt geselecteerd op voeropname en gewicht, echter er bestaat nog onzekerheid over de invloed van gezondheid, reproductie en energiebalans (Veerkamp en Thompson, 1998).

2.4 Beïnvloeding melkproductie

De melkproductie is via de voer- en energieopname en rantsoensamenstelling te beïnvloeden. Echter, de respons in melkproductie op veranderingen in de energieopname is complex. In tegenstelling tot koppels dieren in de pluimvee- en varkenshouderij zijn koppels melkkoeien niet uniform. In het begin van de lactatie neemt de energieafgifte via melkproductie sneller toe dan de energieopname via voeropname, waardoor de melkkoeien in een negatieve energiebalans terechtkomen. Tijdens de eerste en de tweede lactatie wordt ook energie gebruikt voor ontwikkeling en groei naast melkproductie. De invloed van lichaamssamenstelling (b.v. vet/eiwit verhouding), activiteit en eiwitstofwisseling hierop is onduidelijk (Veerkamp, 2002), waardoor ook de effecten hiervan op de voederconversie niet duidelijk zijn.

Behalve leeftijd en lactatiestadium kunnen ook raseffecten een rol spelen. Een hogere voeropnamecapaciteit gaat daarbij samen met een hogere melkproductie; bijvoorbeeld koeien van het FH ras in het midden van de lactatie produceren meer kg melk, eiwit en vet dan Jersey's (L'Huillier et al., 1988). Maar Jersey's zijn efficiënter in de benutting van de opgenomen energie en DS dan FH koeien. Vooral in een vroeg lactatiestadium bleken Jersey's meer efficiënt te zijn, terwijl in het late lactatiestadium geen raseffect is gevonden (Thomson et al., 2001). Jersey's hebben vooral een grotere efficiëntie in melkvetproductie (Mackle, 1996).

In de verdeling van de opgenomen nutriënten en energie vindt er competitie tussen de aanzet van lichaamsreserves en melkproductie plaats. Op basis van onderzoeksdata van de Animal Sciences Group kan

worden afgeleid dat bij HF koeien in het begin van de lactatie, een verhoging of verlaging van de marginale netto energieopname met 1000 VEM, respectievelijk een gemiddeld 1 kg verhoging of verlaging van de FPCM productie tot gevolg heeft (FPCM = Fat and Protein Corrected Milk). Een soortgelijke respons werd gevonden door Coulon & Remond (1991) die 0,9 kg FCM/UFL vonden (FCM = Fat Corrected Milk; 1 UFL = 1030 VEM). Aangezien voor 1 kg FPCM 460 VEM nodig is, betekent dit dat bij verhoging van de energieopname een deel van netto energie wordt aangezet in de vorm van lichaamsreserves dan wel leidt tot een geringere mobilisatie. Het gevolg is dat de voederconversie op basis van energie (VEM/kg melk) hoger wordt (minder melk per kg VEM). Wanneer de voederconversie wordt uitgedrukt op basis van droge stof (kg ds/kg melk) kan het beeld er wellicht anders zien als wél de energiedichtheid van het rantsoen toeneemt maar niet de voeropname. Een circa 1000 VEM lagere energieopname leidt echter tot een productiedaling van ongeveer 1 kg FPCM. De lagere energie opname wordt deels gecompenseerd door een grotere mobilisatie. Hierdoor neemt de schijnbare voederconversie af en lijkt daardoor gunstiger wanneer deze op basis van VEM/kg melk wordt uitgedrukt; tenzij de lagere energieopname een gevolg is van geringere energiedichtheid per kg droge stof bij een hogere drogestof opname.

Dit illustreert een belangrijk knelpunt met betrekking tot het gebruik van voederconversie in de melkveehouderij. In tegenstelling tot de varkenshouderij en pluimveehouderij hebben we in de melkveehouderij te maken met lactatiecycli waarin mobilisatie en aanzet van reserves een rol spelen, terwijl in de vleesvarkenshouderij en pluimveehouderij mobilisatie van reserves niet aan de orde is. Bovendien hebben we in de varkens- en pluimveehouderij te maken met voeders met een vrij constante energiedichtheid per kg, terwijl we in de rundveehouderij te maken hebben met verschillende voeders (ruwvoer en krachtvoer) die sterk variëren in energiedichtheid.

2.5 Externe factoren voederconversie

Naast voer- en dierfactoren zijn ook andere, meer indirecte factoren van invloed op de voederconversie. Uit een inventarisatie van 1050 lactaties van 551 Holstein koeien kon het geschatte effect van gezondheidsstoornissen op voeropname en melkgift worden bepaald: per kg verminderde DS-opname nam de melkproductie met 1,94 kg af. Op de dag van diarree, uierontsteking, slepende melkziekte en melkziekte was de melkproductie 4,1 tot 25,7 kg verlaagd en de voeropname was 6,7 tot 14,7 kg DS verlaagd. Soms zijn deze cijfers nog ongunstiger (Bareille et al., 2003). Ook het klimaat (temperatuur en luchtvochtigheid) is van belang. Bij hoge temperatuur (vanaf 20 °C) en hoge luchtvochtigheid daalt de voeropname en melkproductie (Brouek et al., 1991; West et al., 2003). Het effect van natte en koude omstandigheden is minder intensief onderzocht, maar koeien zijn goed bestand tegen lage temperaturen als gevolg van de warmteontwikkeling in de pens. Voor de voederconversie zal men waarschijnlijk rekening moeten houden met de energiebehoefte voor warmte indien de temperatuur lager is dan 5 °C.

2.6 Praktische belemmeringen

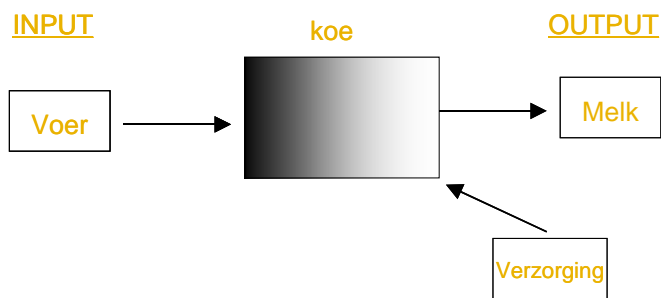
Een verschil in het gebruik van voederconversie tussen de melkveehouderij en de pluimvee- of varkenshouderij is dat de pluimvee- en de varkenshouderij voor elke productieronde een volledig overzicht hebben van de hoeveelheid voer die per groep per afmesttraject, stal of afdeling is opgenomen. Melkveehouders hebben vaak wel overzichten van de krachtvoeropname van individuele melkkoeien, maar doorgaans is er weinig informatie over de opname van ruwvoer. In de praktijk zal de DS-opname van het rantsoen (exclusief individuele krachtvoergiften) hoogstens voor groepen koeien worden gemeten (bijvoorbeeld met behulp van een voermengwagen met weeginrichting). De voeropname tijdens verschillende lactatieperiodes is meestal niet bekend omdat op veel bedrijven er geen productiegroepen zijn. Nog complexer wordt het als er niet-melkgevende koeien in de koppel zijn of als de droogstand wordt meegenomen in de berekening van de voederconversie. Een ander aspect is de nauwkeurigheid van verschillende methodes om de voeropname te bepalen. Indien er een systematische meetfout is, kan men wel op het eigen bedrijf de ontwikkeling van de cijfers evalueren maar niet de cijfers van verschillende bedrijven. Bij vergelijking van bedrijven zal men regelmatig weeginstallaties moeten iijken.

3 Voederconversie in relatie tot bedrijfseconomisch resultaat

In de veehouderij worden verkmarktbaar producten als vlees, eieren en melk geproduceerd, afkomstig van dieren. Voordat de dieren deze producten kunnen leveren, moeten ze *input* (voer) krijgen. Het verzorgen van de input is een belangrijk proces in de veehouderij. Dit noemen we ook wel het “voerproces”. Hierbij gaat het om verkrijgen, opslaan en verstrekken van voer.

Het verzorgen van de *output* is het andere belangrijke proces in de veehouderij. Dat noemen we ook wel “verzorgingsproces”. Hierbij gaat het om huisvesten en verzorgen van het vee, en verkrijgen van de eindproducten als melk en vlees. Beide processen bepalen de kosten op een veehouderijbedrijf. Dit betekent dat het voerproces een belangrijke schakel en kostenpost is in de veehouderij. In figuur 2 is het productieproces in de melkveehouderij schematisch weergegeven.

Figuur 2 Schematische voorstelling van productieproces bij melkveehouderij



In de intensieve veehouderij (varkens en pluimvee) wordt het kengetal voederconversie of voerefficiëntie vaak gehanteerd om aan te duiden hoeveel voer nodig is voor een bepaalde hoeveelheid eindproduct (vlees of eieren). Bovendien gebruikt de intensieve veehouderij vrijwel uitsluitend aangekocht mengvoer als voermiddel, zodat de efficiëntie van de voeding een direct verband heeft met de kosten van het voerproces. Hoe efficiënter de vlees- of eierenproductie, des te minder voer heeft het bedrijf nodig en des te lager de kosten voor het voerproces. Zoals beschreven in hoofdstuk 2 is de voedingstechnische waarde van het kengetal voederconversie (of voerefficiëntie) bij melkvee duidelijk anders dan bij pluimvee of varkens. Het is daarom goed mogelijk dat het kengetal voerefficiëntie bij melkvee ook geen duidelijke indicator is voor de kosten van het voerproces bij melkvee. Om erachter te komen wat de relatie is van een kengetal als voerefficiëntie met de kosten van het voerproces, moet allereerst het volledige voerproces in beeld gebracht worden. Ook de bijbehorende variatie is hierbij van belang, samen met de verschillen in voerefficiëntie die kunnen optreden.

De doelen van dit hoofdstuk zijn als volgt:

- het complete voerproces in de melkveehouderij is in beeld gebracht;
- de kosten van het voerproces zijn benaderd en beschreven: de voergebonden kosten;
- beschrijving van de factoren van grote invloed binnen het voerproces;
- beschrijving van een relatie tussen de voergebonden kosten en de voerefficiëntie.

3.1 Voergebonden kosten

Het voerproces in de melkveehouderij loopt vanaf het zelf produceren van voer tot opslaan en (mechanisch) vervoederen. Of van aankoop van (kracht)voer, tot opslaan en automatisch vervoederen. Eerst behandelen we de verwerking van aangekocht voer. Vervolgens komt grasland dat alleen gemaaid wordt aan bod. Daarna beschrijven we grasland dat naast gemaaid, ook beweid wordt. De teelt en verwerking van maïs volgt daarop. In een aantal rekenvoorbeelden worden de voergebonden kosten van verschillende bedrijfssituaties benaderd. Standaard gaan we hierbij uit van een situatie met 500.000 kg melk. Tot slot wordt het totale voerproces voor een melkveebedrijf schematisch samengevat. Bij de voergebonden kosten wordt het totale benodigde voer voor het melkveebedrijf betrokken, dus inclusief jongvee. Om uiteindelijk de kosten voor melkproductie of efficiëntie van de koeien te bepalen, wordt voor de voeropname van het jongvee gecorrigeerd.

3.1.1 Aankoop voer

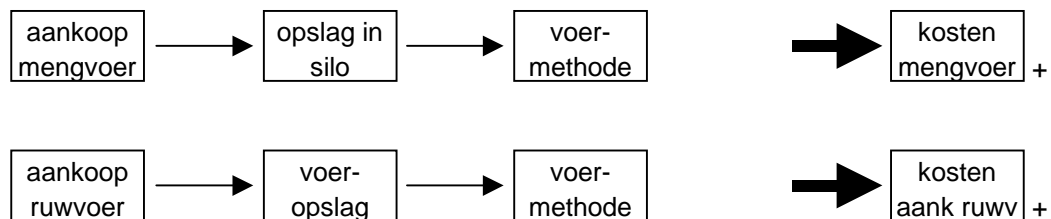
In figuur 3 staan schematisch de kostenposten voor aankoop van ruw- en krachtvoer weergegeven. Vrijwel alle melkveebedrijven kopen in ieder geval mengvoer aan. Naast de aankoopkosten maakt de veehouder kosten voor opslag en vervoeding voordat het mengvoer daadwerkelijk opgenomen is. Afhankelijk van de voermethode kunnen ook extra arbeidskosten een rol spelen. Het aangekochte mengvoer slaat men in het algemeen op in een silo. Daarna gaat het mengvoer vaak via krachtvoerboxen en koeherkenning naar het melkvee. Hierbij komen nauwelijks extra arbeidskosten kijken, hooguit bij verstrekking aan het jongvee.

Bij een gift van 2.300 kg mengvoer per koe per jaar bij een prijs van € 17,- per 100 kg, zijn de mengvoerkosten € 5,20 per 100 kg melk. Jaarkosten voor een silo met vizel zijn grofweg € 0,30 per 100 kg melk, evenals de jaarkosten van koeherkenning en twee krachtvoerboxen (KWIN 2004-2005).

De hoeveelheid ruwvoeraankoop varieert van bedrijf tot bedrijf en hangt af van veel facetten. Intensiteit van de bedrijfsvoering, de bemesting van het gewas, de grondsoort, maar ook het weer en de marktprijs hebben hier invloed op. De kosten voor ruwvoeraankoop zijn daarom moeilijk in te schatten. Naast aankoop van ruwvoer gelden ook hier weer kosten voor opslag en vervoeding. De kosten voor opslaan van ruwvoer zijn afhankelijk van het opslagmateriaal, de methode (sleufsilo of rijkuil) en de hoogte. De kosten voor vervoeding zijn afhankelijk van de methode: gebeurt dit bijvoorbeeld via een voermengwagen met shovel, doseerbak of slechts met kuilvoersnijder.

Uitgaande van 500.000 kg melk, aankoop van 40 ton ds maïs voor € 35,- per ton product, kost het ruwvoer circa € 0,90 per 100 kg melk. Gebruikmakend van een sleufsilo, zijn de jaarlijkse opslagkosten ongeveer € 0,30 per 100 kg melk. Bij vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker van € 30.000,- bedragen de kosten voor vervoederen van aangekocht voer circa € 0,10 per 100 kg melk. In tabel 3 zijn de bedragen van het indicatieve voorbeeld weergegeven. Naast de kosten per 100 kg melk, zijn ook de kosten in euro's per ton ds weergegeven.

Figuur 3 Voerproces: Kosten voor aankoop van ruw- en krachtvoer



Tabel 3 Indicatief voorbeeld voor voorgedebonden kosten van aangekocht ruw- en mengvoer uitgaande van 500.000 kg melk, 40 ton ds aankoop ruwvoer en voeren via kuilvoersnijder en doseerwagen (kosten in €/100 kg melk)

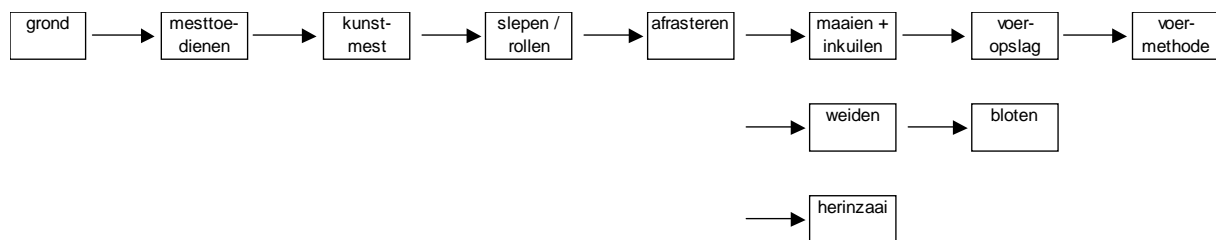
	Mengvoer	Ruwvoer	Totaal
Aankoop	5,1	0,9	6,0
Opslaan	0,3	0,3	0,6
Vervoeding	0,3	0,1	0,4
Totaal (€/100 kg melk)	5,7	1,3	7,0
Totaal (€/ton ds)	208	160	

3.1.2 Grasland maaien en weiden

In figuur 4 staan schematisch de kostenposten voor productie, opslaan en vervoeding van eigen grasland weergegeven. Dit is te beschouwen als een checklist die geldt om de kosten van het eigen graslandgebruik met voerproductie in beeld te brengen.

Bij gebruik van eigen grasland gelden allereerst de kosten voor de grond. Vervolgens moet deze bemest worden met organische en (eventueel) kunstmest. In het voorjaar wordt het grasland “verzorgd”, door te slepen, rollen of eventueel onkruidbestrijding. Als het grasland ook beweid wordt, gelden ook kosten voor afrastering en watervoorziening. Bij de voederwinning komen daar kosten bij voor maaien, schudden, harken en inkuilen. Evenals bij aangekocht ruwvoer, gelden hierbij ook kosten voor opslag van het voer en vervoeding. Beweid grasland wordt vaak een of enkele malen per jaar gebloot. Ook deze kosten horen bij de voergebonden kosten van het eigen grasland. Tot slot wordt grasland periodiek vernieuwd. Vaak gebeurt dit met een frequentie van eenmaal per 10 jaar. De kosten die hierbij horen worden uitgesmeerd over die periode.

Figuur 4 Kosten productie, opslaan en vervoeding eigen gras



Uitgaande van 500.000 kg melk, 35 ha beweidbaar grasland, een maaipercentage van 250%, waarde van de grond van € 20.000,- (vergelijkbaar met een pacht prijs van € 500,- per ha), voeropslag op een klinkerplaat en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, bedragen de totale kosten voor productie, opslaan en vervoeding eigen gras € 11,- per 100 kg melk. In tabel 4 zijn de verschillende posten bij dit indicatieve voorbeeld weergegeven. Naast de kosten per 100 kg melk, zijn ook de kosten in euro's per ton ds weergegeven.

Deze bedragen betreffen ingeschatte kosten van bewerkingen op basis van loonwerktarief. De extra benodigde arbeidskosten van de veehouder voor bijvoorbeeld koeien halen, kuil bloot leggen en voer verstrekken zijn hierbij niet meegenomen.

Tabel 4 Indicatief voorbeeld voor voergebonden kosten bij teelt van eigen gras, voor beweid grasland en grasland dat alleen gemaaid wordt. Uitgaande van 500.000 kg melk, 35 ha grasland, voeropslag op een klinkerplaat en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker (kosten in €/100 kg melk)

	Maaien en weiden	Alleen maaien*
Grond	3,5	3,5
Mesttoedienen	1,0	1,2
Kunstmest	1,1	1,0
Slepen/rollen	0,2	0,2
Afrasteren, water	0,4	0,0
Bloten	0,2	0,0
Voederwinning	3,1	5,3
Voeropslag	0,5	1,1
Vervoederen	0,6	0,7
Herinzaai	0,4	0,6
Totaal (€/100 kg melk)	11,0	13,5
Totaal (€/ton ds)	168	176

* Herinzaaipercentage is 15% i.p.v. 10%; netto grasopbrengst is 11 ton i.p.v. 10 ton ds; maaipercentage is 500 i.p.v. 250%

3.1.3 Grasland alleen maaien

Als grasland niet beweid wordt, gelden globaal dezelfde kostenposten als in figuur 4. Het niveau van een aantal kostenposten is wel anders. Dit is ook in het voorbeeld van tabel 4 te zien. Hierbij is, naast een situatie met weidegang, uitgegaan van een situatie waarbij de koeien het hele jaar door op stal blijven en geconserveerd ruwvoer verstrekt krijgen (summerfeeding). Zo zijn geen kosten voor afrasteren en waterbakken nodig als

grasland niet beweid wordt. Wel zal meer organische mest worden toegediend bij volledig opstallen van vee, zodat deze kosten wel stijgen. De kunstmestkosten daarentegen kunnen dalen om hetzelfde stikstofbestedingsniveau te halen als in een situatie met weidegang.

De kosten voor voederwinning zullen vervolgens fors stijgen. Want in een situatie zonder weidegang zal het maaipcentage een stuk hoger zijn (ingeschat is 500% versus 250% bij weidegang). De kosten voor voeropslag en vervoeding van het ruwvoer zullen daarom logischerwijs ook hoger liggen dan in een situatie met weidegang. De kosten voor herinzaai zijn hoger ingeschat omdat de frequentie van herinzaai zonder weidegang in het algemeen hoger zijn.

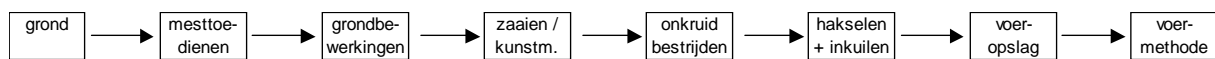
3.1.4 Maisland

In figuur 5 zijn schematisch de kostenposten voor productie, opslaan en vervoeding van eigen maisland weergegeven.

Bij gebruik van eigen maisland gelden allereerst de kosten voor de grond. Vervolgens wordt deze bemest met organische mest. Daarna volgt een aantal grondbewerkingen als ploegen, cultivatoren en eggen. Vervolgens zaait de loonwerker de maïs, die hij eventueel voorziet van kunstmest. Bij opkomst van de maïs vindt onkruidbestrijding plaats. Dit is veelal een combinatie van mechanische en chemische onkruidbestrijding. In het najaar wordt de maïs geoogst. Al met al een groot aantal bewerkingen die jaarlijks terugkeren en vaak door de loonwerker uitgevoerd worden. De bewerkingskosten per ha maisland zijn dan ook fors en veelal hoger dan van een ha grasland. Maar maisland levert vaak wel een hogere opbrengst dan grasland.

Behalve voorgaande bewerkingskosten gelden ook weer kosten voor opslaan en vervoederen van de geoogste maïs

Figuur 5 Kosten productie, opslaan en vervoeding eigen maïs



Uitgaande van 500.000 kg melk, 5 ha maisland met een netto opbrengst van 12 ton ds i.p.v. 10 ton bij grasland, waarde van de grond van € 20.000,-, voeropslag in een sleufsilo en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, bedragen de totale kosten voor productie, opslaan en vervoeding van eigen maïs € 2,40 per 100 kg melk. In tabel 5 staan de verschillende posten bij dit indicatieve voorbeeld. Naast de kosten per 100 kg melk, zijn ook de kosten in euro's per ton ds weergegeven.

Tabel 5 Indicatief voorbeeld voor voorgebonden kosten bij teelt van eigen maïs. Uitgaande van 500.000 kg melk, 5 ha maisland, voeropslag in een sleufsilo en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker (kosten in €/100 kg melk)

	Maisland
Grond	0,5
Mesttoediening	0,1
Grondbewerkingen	0,2
Zaaien/kunstmest	0,4
Onkruid bestrijden	0,2
Hakselen en inkuilen	0,4
Voeropslag	0,5
Vervoederen	0,2
Totaal (€ per 100 kg melk)	2,4
Totaal (€ per ton ds)	179

3.1.5 Opbrengsten

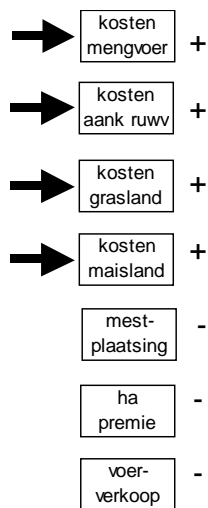
Naast kosten voor teelt en vervoeding van voer, gelden ook een aantal opbrengstposten. Deze hebben te maken met het gebruik van eigen grond voor de teelt van ruwvoer. Want gebruik van grond betekent dat mogelijk recht op een hectaretoeslag geldt, ruimte voor plaatsing van mest is en eventueel een verkoopbaar ruwvoeroverschot bestaat. Figuur 6 laat de opbrengsten bij het voerproces zien, die samen met de eerder geschetste kosten de netto kosten van het voerproces vormen.

Voor elke hectare maïs (of ander graangewas) gold een premie. Vanaf 2006 is dit niet meer het geval. De premies zijn ontkoppeld en niet meer toe te schrijven aan het gebruik van een bepaalde ha. Mogelijk gaat in de toekomst wel weer een premie gelden voor landgebruik.

Daarnaast betekent gebruik van grond ook ruimte voor plaatsing van organische mest. Afhankelijk van de prijzen voor afvoer van mest, varieert deze opbrengstpost. Een melkveehouder kan immers fysiek mest van derden aanvoeren en daarbij een bedrag voor deze mestplaatsing ontvangen. De andere mogelijkheid is dat een melkveehouder zonder grond zijn mest moet afvoeren tegen bepaalde kosten. Het gebruik van grond voorkomt deze kosten. Daarom vertegenwoordigt gebruik van grond een waarde voor mestplaatsing. Vanaf 2006 geldt een nieuwe mestwetgeving. De verwachting is dat steeds meer bedrijven mest moeten afvoeren, zodat de prijzen voor mestafzet zullen stijgen.

In bepaalde gevallen zullen melkveehouders meer ruwvoer produceren dan hun vee nodig heeft. Eén mogelijkheid is om dit voer te bewaren voor het volgende jaar, een andere mogelijkheid is het voer te verkopen. Dit leidt ook weer tot opbrengsten bij gebruik van grond.

Figuur 6 Netto kosten voerproces: kosten verminderd met opbrengsten



Uitgaande van 500.000 kg melk, 65 koeien, een mestafzetprijs van € 5,- per kuub, 40 ha oppervlakte, waarvan 5 ha maïsland en 10 ton ds verkoop graskuil bedragen de totale grondgebonden opbrengsten € 3,10 per 100 kg melk. Tabel 6 laat naast de grondgebonden opbrengsten, ook de berekening van de netto kosten van het voerproces zien.

Tabel 6 Indicatief voorbeeld voor netto kosten van het voerproces, uitgaande van 500.000 kg melk, mestafzetprijs van € 5,- per kuub, 40 ha oppervlakte, waarvan 5 ha maïsland en 10 ton ds verkoop graskuil (bedragen in €/100 kg melk en in €/ton ds)

	Kosten € per 100 kg melk
Grasland weiden en maaien	11,0
Maïsland	2,4
Aangekocht ruwvoer	1,3
Aangekocht mengvoer	5,6
	Opbrengsten € per 100 kg melk
Mestplaatsing	2,5
Ha-toeslag	0,0
Voerverkoop (ingekuild)	0,2
Netto kosten	17,6

3.1.6 Bedrijfsoverzicht

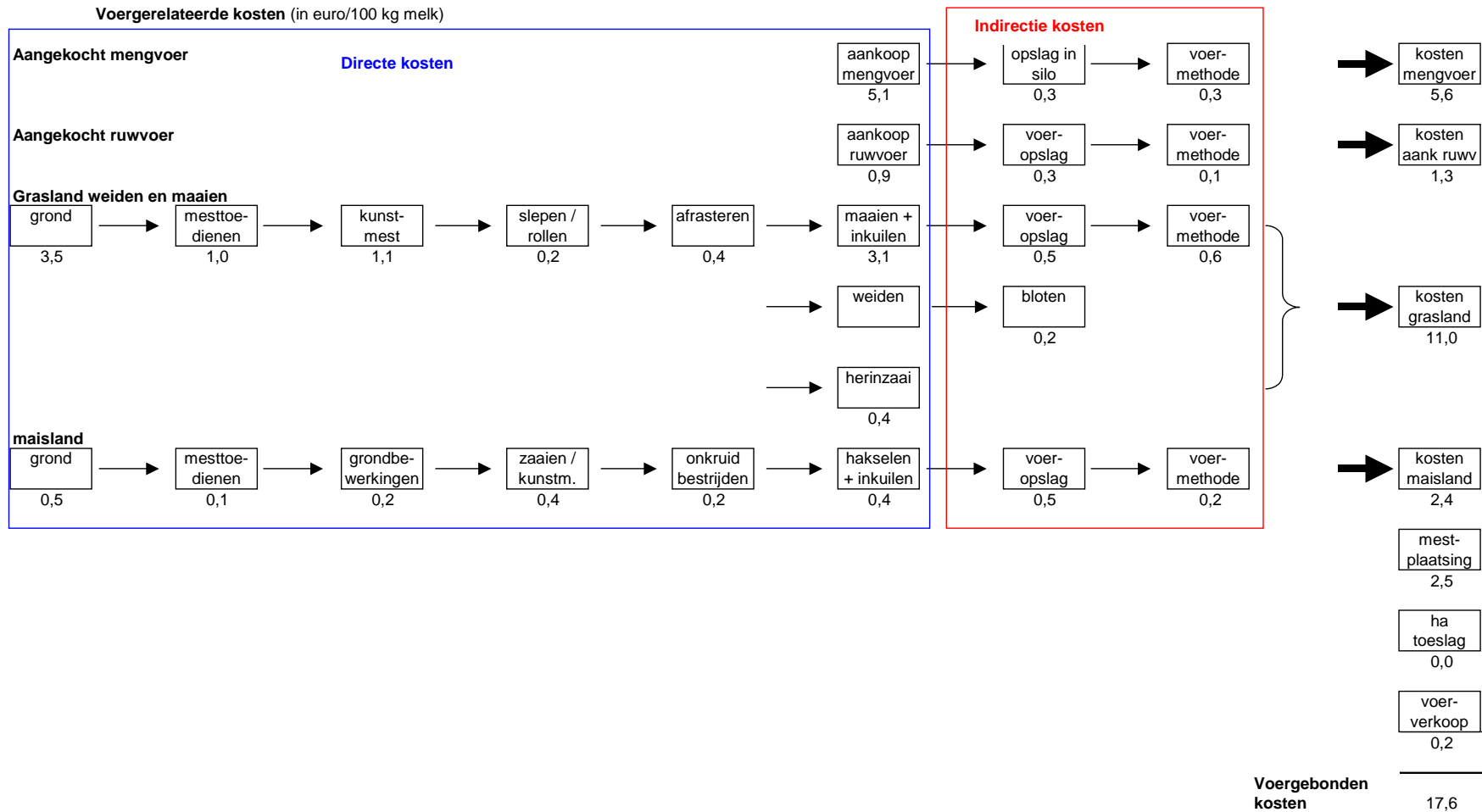
Figuur 7 geeft schematisch het totaalbeeld van de kosten van het voerproces, zoals dat op onderdelen is beschreven. De uitgangspunten bij het rekenvoorbeeld zijn in bijlage 1 weergegeven. Bij de kosten kunnen we een uitsplitsing maken in directe en indirecte kosten. De directe kosten zijn direct gerelateerd met het soort gewas en de teelt ervan. De indirecte kosten hebben niet zozeer met gewaskeuze en hoeveelheid te maken, maar horen wel degelijk bij de kosten van het voerproces. Want de keuze voor bijvoorbeeld (veel) weidegang leidt tot verlaging van de indirecte kosten.

Naast een overzicht dat de kosten en opbrengsten relateert aan de melkproductie (dus uitdrukken per 100 kg melk), zijn de kosten van het voerproces ook toe te schrijven aan de opname van de voedermiddelen van de verschillende soorten. In tabel 7 is een samenvatting van de verschillende kosten- en opbrengstposten weergegeven van een reëel voorbeeld. Tabel 8 geeft de splitsing bij de directe en indirecte kostenposten weer. Hiermee is te beoordelen welk voedermiddel tegen welke kosten opgenomen wordt. Ofwel wanneer is het goedkoper om voer aan te kopen of om voer zelf te telen.

Tabel 7 Kosten en opbrengsten per opgenomen ton ds van de verschillende voedermiddelen (€/ton ds), met getalvoorbeeld behorende bij 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, mestafzetprijs van € 5,- per kuub en 10 ton ds verkoop van ruwvoer

	Bedragen in euro / ton ds netto					
	Graskuil	Weidegras	<i>Gemiddeld bij eigen grasland</i>	Mais	Aangekocht ruwvoer	Aangekocht krachtvoer
Directe kosten (A)	165	121	152	129	109	189
Indirecte kosten (B)	23	-	16	50	50	20
Opbrengsten (C)	34	31	33	26	-	-
Totaal netto kosten (A+B-C)	153	90	134	153	160	208

Figuur 7 Schematische weergave van kosten voerproces, met getallenvoorbeeld behorende bij 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maisland en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, mestafzetprijs van € 5,- per kuub en 10 ton ds verkoop van ruwvoer (bedragen in €/100 kg melk)



Tabel 8 Uitsplitsing van voergebonden kosten per voedermiddel (€/ton netto opgenomen ds), met getalvoorbeeld behorende bij 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, mestafzetprijs van € 5,- per kuub en 10 ton ds verkoop van ruwvoer

Uitsplitsing	Bedragen in euro / ton ds netto				
	Graskuil	Weidegras	Mais	Aangekocht ruwvoer	Aangekocht krachtvoer
Directe kosten (A)	165	121	129	109	189
Grond	50	50	42	-	-
Mesttoedienen	15	15	8	-	-
Kunstmest & strooien	15	15	4	-	-
Grondbewerking/(her)inzaai	6	6	47	-	-
Slepen/rollen/afrasteren/bloten	8	18	-	-	-
slepen/rollen	3	3	-	-	-
afrasteren en waterbakken	5	5	-	-	-
bloten	-	10	-	-	-
Voederwinning	64	-	29	-	-
Aankoop	-	-	-	109	189
Indirecte kosten (B)	23	-	50	50	20
Voeropslag	10	-	38	38	10
Voersysteem	13	-	13	13	9
Opbrengsten (C)	34	31	26	-	-
Mestplaatsing	31	31	26	-	-
Hectare-toeslag	-	-	-	-	-
Voerverkoop	3	-	-	-	-
Totaal netto kosten (A+B-C)	153	90	153	160	208
Netto directe kosten (A-C)	131	90	103	109	189
<i>Of in eurocent per kg ds</i>					
Totaal netto kosten (A+B-C)	15	9	15	16	21
Netto directe kosten (A-C)	13	9	10	11	19

3.2 Invloedrijke factoren

De kosten van het voerproces hebben een grote invloed op de kosten in de melkveehouderij. In de voorgaande paragraaf is beschreven dat veel factoren de kosten van het voerproces bepalen. Uit figuur 7 en uit tabel 8 blijkt dat met name de kosten voor grond, de kosten voor aankoop van voer, de kosten voor oogsten van voer, de kosten van voeropslag en, in beperkte mate, de kosten voor vervoeding het meest van invloed zijn op de kosten van het voerproces. Daarnaast heeft de mestafzetprijs behoorlijke invloed op de netto kosten van het voerproces. Tabel 9 laat de belangrijkste factoren van invloed zien op de netto kosten van het voerproces. Deze factoren zijn steeds gevarieerd om de invloed op de netto kosten van het voerproces in beeld te brengen. De factoren in tabel 9 hebben nauwelijks te maken met voederconversie of voerefficiëntie. Bij het effect van "aankoop voer: - 25%" en "voermengwagen en shovel" is wel een verbetering van de voederconversie ingeschat: minder ruwvoer is nodig voor dezelfde melkproductie. Met name bij de variant "aankoop voer: - 25%" is het maar de vraag of het ingeschatte effect zonder meer zal optreden.

Tabel 9 Factoren van invloed op van kosten voerproces, met getallenvoorbeeld behorende bij 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, mestafzetprijs van € 5,- per kuub en 10 ton ds verkoop van ruwvoer (bedragen in €/100 kg melk)

	Netto kosten voerproces	Opmerkingen
Basis: netto kosten voerproces	17,6	
Waarde grond + 10%	18,0	
Minder grond: - 10%	17,9	zelfde voederconversie, meer aankoop van ruwvoer, zelfde hoeveelheid krachtvoer
Aankoop ruwvoer: - 25%	17,3	verlaagde voeropname
Maaipercentage: - 20%	17,2	Meer weiden, minder inkuilen
Opslag van voer: sleufsilo's	17,9	Al het voer in sleufsilo's, minder verspilling
Voermengwagen en shovel	17,9	1/2 aankoop ruwvoer nog nodig, door minder verliezen
Mestafzetprijs: - 50%	18,8	

Een aantal van bovengenoemde factoren zijn door de veehouder moeilijk of niet te sturen. Op de hieronder staande manieren kan de veehouder wel invloed uitoefenen op de kosten van het voerproces.

- De intensiteit van de bedrijfsvoering. Deze is te wijzigen door extra quotum te verwerven maar ook door grond te verwerven of juist af te stoten.
- De krachtvoergift kan (bewust) verhoogd of verlaagd worden. Hierdoor is meer (of minder) ruwvoer nodig en beïnvloed op deze manier de kosten van het voerproces. Ook de keuze van krachtvoersoort speelt mee.
- Het beweidingssysteem en het maaipercentage dat daarmee samenhangt beïnvloedt het aandeel (goedkoop) vers gras bij de totale kosten.
- Het aandeel maïs heeft effect op de totale gewasopbrengst, de keuze van beweidingssysteem en rantsoen en daarmee de kosten van het voerproces.
- De keuze van het voersysteem heeft invloed op de voerkosten. Deze speelt, als mechanisatiekosten, met name een rol bij de indirecte voerkosten.

Twee proefbedrijven als extreme voorbeelden

Het Lagekostenbedrijf en het High-techbedrijf zijn twee proefbedrijven die beide naar een lage kostprijs per kg melk streven. De situatie en de bedrijfsvoering van beide bedrijven is compleet verschillend. Het Lagekostenbedrijf is vrij extensief (13.500 kg melk per ha) en probeert met veel weidegang en een lage krachtvoergift de bedrijfsvoering rond te zetten. Het High-techbedrijf is intensief (21.500 kg melk per ha) en past summerfeeding toe met een vrij hoge krachtvoergift. Tabel 10 laat zien dat behoorlijke verschillen kunnen optreden tussen een intensief en extensief bedrijf. Het extensieve Lagekostenbedrijf kan vrij lage lage kosten voor grasland realiseren door veel weidegang, hoewel de grondkosten hiervoor wel hoger zijn. Het intensieve bedrijf heeft alles op stal met veel teelt- en oogstkosten. Door minder grond en een hoger opbrengst zijn de kosten voor maïs minder bij het intensieve High-techbedrijf. Maar omdat dit bedrijf duidelijk meer en duurder mengvoer gebruikt, zijn de gemiddelde kosten per kg gevoerde ds hoger bij het intensieve High-techbedrijf. Samengevat zullen de grondkosten bij intensieve bedrijven lager zijn. Als de krachtvoergift dan niet hoger is dan in een extensieve situatie, kan een intensief bedrijf ook lage kosten voor ds productie realiseren. Ondanks het gemis van weidegang.

Tabel 10 Kosten voedermiddelen en voerproces van het Lagekostenbedrijf en het High-techbedrijf

	Intensief bedrijf (High-techbedrijf)	Extensief bedrijf (Lagekostenbedrijf)
Melk per ha (kg geleverd)	21500	13500
Kosten grasland (€/ 100 kg ds)	13,0	10,1
Kosten maïsland (€/ 100 kg ds)	11,1	11,4
Kosten mengvoer (€/100 kg ds)	25,4	20,4
Totale kosten (€/ 100 kg ds)	16,1	12
Netto kosten (€ per 100 kg melk)	16,7	11,3

Praktijk

Een ander aandachtspunt zijn de kostenposten die praktisch zijn om mee te nemen bij berekening van de kosten van het voerproces. Veehouders willen vaak niet het volle pond rekenen voor hun eigen arbeid of voor het bezit van grond. Niet meenemen van deze aspecten kan tot een ander beeld van kosten van het voerproces leiden.

Tabel 11 laat een veel lager niveau zien van de kosten voor eigen ruwvoer. Dit lijkt nu veel eerder aantrekkelijk van aankoop van ruwvoer.

Tabel 11 Kosten van de verschillende voedermiddelen zien (€/ton ds), zonder dat kosten van de grond in rekening gebracht worden. Getallenvoorbeeld behorende bij 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, mestafzetprijs van € 5,- per kuub en 10 ton ds verkoop van ruwvoer

	Bedragen in euro/ton ds netto					
	Graskuil	Weidegras	Gemiddeld bij eigen grasland	Mais	Aangekocht ruwvoer	aangekocht krachtvoer
Directe kosten (A)	115	71	102	87	109	189
Indirecte kosten (B)	23	-	16	50	50	20
Opbrengsten (C)	34	31	33	26	-	-
Totaal netto kosten (A+B-C)	103	40	84	112	160	208

3.3 Voederconversie en kosten voerproces

Met minder voer dezelfde hoeveelheid melk produceren lijkt altijd economisch interessant. Dit lijkt zeker het geval als de bedrijfsvoering en –structuur niet aangepast hoeven te worden. Maar veelal gaat het streven naar een verminderde voeropname en betere voederconversie gepaard met aanpassing van bedrijfsvoering of -structuur. Hieronder enkele rekenvoorbeelden, zie ook tabel 12.

Bedrijf A heeft 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en voert met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker. Het bedrijf verkoopt 10 ton ds ruwvoer en gaat uit van een mestafzetprijs van € 5,- per kuub. Het bedrijf gaat de voederconversie verbeteren door meer en specifiekere krachtvoer te voeren, zodat ruwvoeraankoop niet meer aan de orde is. Bedrijf A voert nu 2900 kg mengvoer per koe in plaats van 2300 kg. Gemiddeld is de brokprijs op € 18,5 per 100 kg ingeschat in plaats van € 17,-. De voederconversie verbetert hierdoor circa 2%, maar de netto kosten van het voerproces stijgen van € 17,60 naar € 18,30 per 100 kg melk.

Bedrijf B heeft 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en voert met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker. Het bedrijf verkoopt 10 ton ds ruwvoer en gaat uit van een mestafzetprijs van € 5,- per kuub. Het bedrijf gaat de voederconversie verbeteren door te intensiveren naar 18.000 kg melk per ha en meer en specifiekere krachtvoer te voeren. Het bedrijf koopt nu ook meer ruwvoer aan (80 ton ds i.p.v. 40 ton ds). Verder verkoopt het bedrijf geen ruwvoer meer en daalt het maaipercentage van 250 naar 150%. De krachtvoergift stijgt naar 3500 kg per koe, bij een gemiddelde brokprijs van € 17,- per 100 kg. De voederconversie verbetert hierdoor 2% en de netto kosten van het voerproces wijzigen van € 18,40 per 100 kg naar € 18,30.

Tabel 12 Twee indicatieve voorbeelden van situatie met verbeterde voerefficiëntie. Uitgangspunten behorende bij 500.000 kg melkquotum, 65 koeien, 35 ha grasland, 5 ha maïsland en vervoeding met een doseerwagen, kuilvoersnijder en trekker, mestafzetprijs van € 5,- per kuub en 10 ton ds verkoop van ruwvoer (bedragen in €/100 kg melk)

	Netto kosten voerproces	Verandering voederconversie
Basis: netto kosten voerproces	17,6	
A: meer, duurder krachtvoer, geen aankoop ruwvoer	18,3	+ 2%
B: van 12.500 naar 18.000 kg melk/ha, meer ruw- en krachtvoer	17,4	+ 3%

De voerefficiëntie of voederconversie heeft een zekere invloed op de kosten van het voerproces. Afhankelijk van de keuzes en omstandigheden van het melkveebedrijf leidt verbetering van de voerefficiëntie tot lagere kosten van het voerproces. Intensiteit van de bedrijfsvoering, maar ook andere factoren (zie hoofdstuk 2) spelen hierbij een rol.

Om te bepalen of verbetering van de voederconversie bijdraagt aan verbetering van het inkomen, is het zinvol om de kosten van de voeropname als onderdeel van de opbrengsten van de melkproductie te beschouwen. Het nieuwe kengetal "Euro-conversie" koeien wordt hiervoor geïntroduceerd. Hierbij gaat het om het volgende:

$$\frac{\text{Kg ds voeropname}}{\text{Kg melkproductie}} \times \frac{\text{Kosten per kg ds opgenomen voer}}{\text{Opbrengsten per kg melk}} = \text{Euro-conversie koeien}$$

Dit is gelijk aan: Voederconversie x (kosten voerproces/opbrengsten melk)

Hoe lager de kosten van de voeropname als onderdeel van de opbrengsten of hoe lager de Euro-conversie koeien, des te gunstiger het economisch resultaat. Als verbetering van de voederconversie bijdraagt aan verlaging van de Euro-conversie koeien, verbetert het bedrijfsresultaat. Maar de voederconversie moet niet los gezien worden van de kosten van het voerproces.

4 Beoordelen van voederconversie in de praktijk

De voederconversie is een technisch kengetal voor de verhouding van de hoeveelheid voer (input) en de hoeveelheid melk (output). Om inzicht te krijgen in de voerbenuutting en het rendement op melkveehouderijbedrijven bestaat voor dit kengetal in de melkveehouderij veel belangstelling (zie hoofdstuk 1). Er is een groot aantal factoren van invloed op het niveau van de voeropname en melkproductie (hoofdstuk 2). Hierover is veel kennis beschikbaar en een deel van die kennis is ook gekwantificeerd in modellen, zoals het Koemodel (Zom et al., 2002). Met dit model kunnen de voeropname en melkproductie op eenvoudige wijze worden gesimuleerd en kunnen vervolgens de voederconversie en eventueel ook afgeleide kengetallen worden berekend. In dit hoofdstuk is dit uitgewerkt om inzicht te geven in de variatie die gemiddeld genomen kan worden verwacht in de voederconversie en het voersaldo.

Met de berekeningen volgens het Koemodel wordt slechts een deel van de variatie verklaard. Het model geeft op basis van theoretische uitgangspunten weer welke voeropname(capaciteit) voor de **gemiddelde** koe in de veestapel (met een bepaalde leeftijd in een bepaald lactatiestadium) verwacht mag worden. In de praktijk bestaat tussen individuele koeien veel variatie in de voeropname. Echter, het Koemodel is niet ontworpen om rekening te houden met individuele variatie in de voeropname(capaciteit). Zo wordt geen rekening gehouden met (genetische) verschillen in voeropnamecapaciteit tussen koeien binnen de populatie (de Nederlandse HF-veestapel). Tevens gaat zo'n model ervan uit dat koeien gezond zijn en dat de bedrijfsvoering voldoet aan "goede landbouwpraktijk". Er wordt dus ook geen rekening gehouden met externe factoren zoals ziekte en hittestress die in de dagelijkse praktijk kunnen optreden. In dit hoofdstuk staat ook een inventarisatie van een aantal uiteenlopende situaties, zoals die in de praktijk kunnen voorkomen. De gebruikte data zijn afkomstig van proefbedrijven (voederproeven) en praktijkbedrijven (netwerken). Dit hoofdstuk geeft inzicht in hoe de kengetallen variëren in de praktijk en of de kengetallen geschikt zijn voor de doelstelling: het rendement op het melkveehouderijbedrijf monitoren (hfdst. 1).

4.1 Berekende voederconversie

Met de rekenregels van het Koemodel (Zom et al, 2002) is de verwachte melkproductie en voeropname per koe per dag berekend. We zijn bij de berekeningen uitgegaan van een gangbaar gemiddeld verloop van de krachtvoeropname tijdens de lactatie. De maximale krachtvoeropname per dag is 10 kg bij vaarzen en 12 kg bij oudere koeien. Aan het begin van de lactatie wordt de krachtvoergift gedurende 21 dagen geleidelijk opgebouwd en na de piek in de lactatie, vanaf 100 dagen, daalt de krachtvoergift (kg krachtvoer en melkproductie per lactatie). Op basis van deze simulatie is de voederconversie (kg ds/ kg melk) en het voersaldo (melkgeldopbrengst (€/kg) minus de voerkosten (€/kg ds) berekend. Voor de berekening van het voersaldo is uitgegaan van de volgende prijzen: € 0,30 per kg melk; € 0,15 per kg ds ruwvoer en € 0,21 per kg ds krachtvoer.

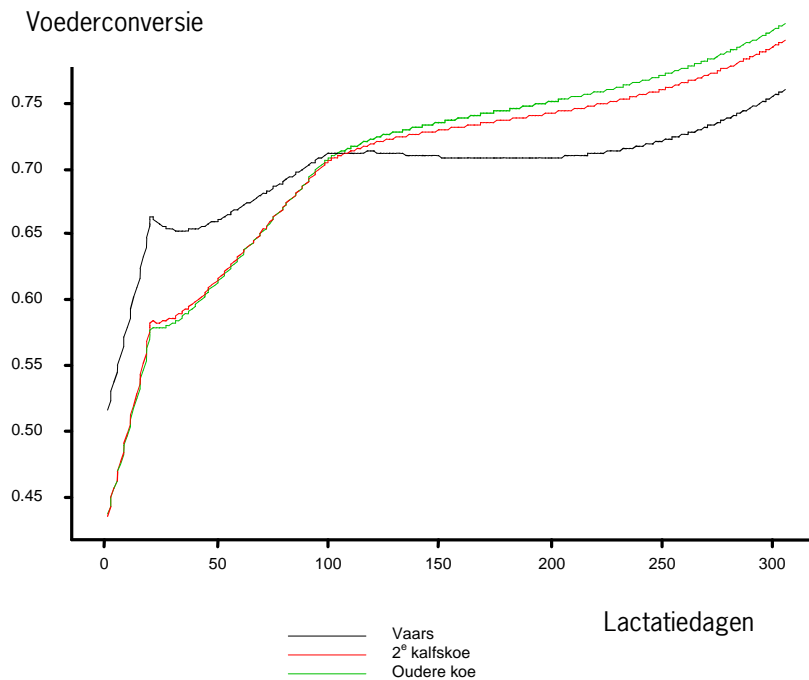
De rekenregels zijn:

$$\text{Voederconversie:} \quad VC = (Rv + Kv) / M$$

$$\text{Voersaldo (€/koe/dag):} \quad Saldo = 0,30M - 0,15Rv - 0,21Kv$$

Met:

M	melkgift (kg/koe/dag)
Kv	krachtvoergift (kg ds /koe/ dag)
Rv	ruwvoergift (kg ds /koe/dag)

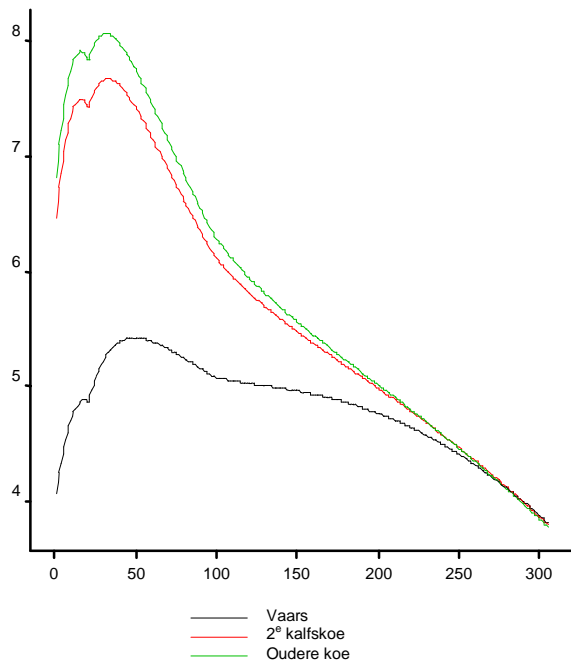
Figuur 8 Verloop van de voederconversie gedurende de lactatie voor vaarzen, tweedekalfs en oudere koeien

Uit figuur 8 blijkt dat de voederconversie stijgt gedurende de lactatie. In het begin van de lactatie is er een sterke stijging, die afneemt bij het bereiken van de piek van de melkproductie. Deze stijging is een gevolg van dat de voeropname relatief sterker stijgt dan de melkproductie. Rond de piek van de lactatie is er nog een geringe stijging van de voeropname en daardoor stijgt de voerconversie eveneens nog wat verder. Daarna, in het tweede deel van de lactatie, is de stijging in voederconversie maar gering. In die periode daalt de melkproductie geleidelijk, terwijl de voeropname relatief minder snel daalt.

Bij vaarzen is de voederconversie in het begin van de lactatie hoger. Dit is te verklaren doordat de melkproductie bij vaarzen relatief lager is dan bij oudere koeien. In het tweede deel van de lactatie is de voederconversie bij vaarzen lager dan bij oudere koeien, doordat vaarzen een betere persistentie en een lagere onderhoudsbehoefte hebben dan oudere koeien.

Met de eerder genoemde voerkosten en melkopbrengsten is een voersaldo te berekenen. In figuur 9 is het gemiddelde voersaldo per dier berekend op dagbasis weergegeven. Aan het begin van de lactatie stijgt het saldo snel tot de top wordt bereikt op 50 lactatiedagen. Het maximum is € 7,50 tot € 8,00 per koe per dag bij de oudere koeien en bij vaarzen € 5,50. Daarna daalt het saldo aanvankelijk snel tot 100 lactatiedagen en daarna meer geleidelijk tot € 4,00 per koe per dag aan het eind van de lactatie.

Figuur 9 Verloop voersaldo (€ /koe/dag) gedurende lactatie voor vaarsen, tweedekalfs en oudere koeien, met op de x-as dagen in lactatie en op de y-as het voersaldo (€ /koe/dag)



Bij bovenstaande berekeningen is uitgegaan van een rantsoen met een gemiddelde samenstelling en verzadigingswaarde. Bij een rantsoen met een lagere verzadigingswaarde zal de opname in kg drogestof in de regel hoger zijn. Wanneer het verschil in verzadigingswaarde van het rantsoen alleen leidt tot een hogere voeropname en niet tot een verschil in melkproductie door een hogere energieopname, dan resulteert dit in een hogere voederconversie. Deze complexiteit van het gebruik van voederconversie wordt gedemonstreerd door de uitkomsten van de simulatie in tabel 13. Hierin zijn de resultaten gegeven van vier verschillende bedrijfsscenario's (rantsoenen en ruwvoer/krachtvoer verhoudingen) waarbij steeds een rantsoen werd versterkt dat voldoende is voor 28 kg FPCM. Voor de berekening van het voersaldo is uitgegaan van € 0,15 en € 0,21/kg ds voor respectievelijk ruwvoer en krachtvoer en een opbrengstprijz van de melk van € 0,30 per kg. Door de samenstelling van het rantsoen te manipuleren leidde dit tot verschillen in ruwvoer/krachtvoerverhouding, drogestof opname en verschil in krachtvoergift én verschil in voederconversie op basis van drogestof. Er blijkt geen direct verband te zijn tussen voederconversie op drogestof basis (VC DS). Het voersaldo wordt veel meer bepaald door de ruwvoer/krachtvoer verhouding en de prijsverhouding tussen ruwvoer en krachtvoer. Daarom is een lage(re) voederconversie in elke situatie een garantie voor een hoger voersaldo.

Tabel 13 Simulatie van de effecten van rantsoensamenstelling en voerkosten op de voederconversie en voersaldo

FPCM				28,0	
kVEM behoefte				18,2	
VEM dekking				100%	
	Rantsoen	A	B	C	D
Rantsoen samenstelling (% v/d drogestof)					
snijmaïs		41,0	0,0	53,0	0,0
graskuil		40,8	21,3	17,6	49,8
graan gps		0,0	58,4	16,6	18,4
krachtvoer		18,2	20,3	12,8	31,8
Krachtvoer (kg ds)		3,6	4,4	2,6	6,6
Ruwvoer (kg ds)		15,3	16,8	16,9	13,8
Tot DS opname		18,9	21,2	19,5	20,3
VC DS		0,67	0,76	0,70	0,73
Voersaldo		5,35	4,96	5,33	4,94
Voersaldo prijsverhoging					
Krachtvoer + 20%		5,20	4,77	5,21	4,67
Ruwvoer + 20%		4,89	4,45	4,81	4,53

4.2 Variatie en samenhang van melkgift en voeropname in de praktijk

Voerconversie en voersaldo bij melkvee zijn kenmerken die worden afgeleid van de variabelen melkproductie en voeropname. Daarom is het interessant om de variatie en samenhang die de praktijk bestaat in beeld te brengen. De variatie in voeropname en melkproductie is bepalend voor de variatie in voederconversie en voersaldo. Gegevens over de melkproductie en krachtvoeropname zijn zowel in de praktijk als in onderzoek in ruime mate aanwezig. Echter, behalve in het onderzoek is het in de praktijk niet gebruikelijk dat de (ruw)voeropname wordt gemeten. Daarom zijn in deze studie gegevens meegenomen van voederproeven van de Animal Sciences Group en gegevens van praktijkbedrijven uit het project “Koeien & Kansen” en uit het melkveehoudersnetwerk “Voederconversie Groningen” (tabel 14).

De gegevens van voederproeven zijn doorberekend per proef tot een gemiddelde over alle dieren en de gehele proefperiode. Hierdoor zijn ze vergelijkbaar met praktijkgegevens, waarbij op een aantal tijdstippen het gemiddelde van de gehele melkveestapel is vastgelegd. Bij 17 *Koeien en kansen* bedrijven gaat het om 3- of 4-wekelijkse waarnemingen in de periode 1999 – 2003 gedaan in zowel het weideseizoen als in het stalseizoen. Bij de 9 netwerkbedrijven betreft het 4- of 5-wekelijkse waarnemingen in het stalseizoen 2004/2005.

Tabel 14 Verschillen in melkproductie, voeropname, voederconversie en voersaldo voor voederproeven en praktijkgegevens

Set	Omschrijving	Omvang	Melkgift (kg koe ⁻¹ dag ⁻¹)	Ruwvoer-opname (kg ds koe ⁻¹ dag ⁻¹)	Krachtvoer-opname (kg ds koe ⁻¹ dag ⁻¹)	Voederconversie	Saldo (€ koe ⁻¹ dag ⁻¹)
I	Proeven	27 gemiddelden	32,1	13,8	7,2	0,65	6,05
II	Koeien en kansen	17 bedrijven x ± 53 maanden	25,3	14,7	5,2	0,79	4,29
III	Netwerk	9 bedrijven x ± 6 maanden	29,7	15,8	5,0	0,70	5,49

In de figuren 10 tot en met 14 staat de samenhang tussen voeropname, melkproductie en voederconversie.. In figuur 10 is de relatie tussen melkproductie (x-as) en de totale voeropname (y-as) weergegeven. Tussen melkproductie en de totale voeropname bestaat een positief verband. Dit is logisch want een hoge melkproductie is alleen mogelijk bij een goede voeropname energie opname. Juist daarom krijgen hoog productieve koeien meer krachtvoer waardoor de het rantsoen per kg droge stof minder verzadigingswaarde-eenheden bevat en de

droge stof en energieopname dus hoger is (zie hoofdstuk 2). Bovendien wordt de hoogste melkproductie bereikt in de tweede en derde maand van de lactatie. In deze fase piekt ook, hoewel iets later, de voeropnamecapaciteit. In figuur 11 is de samenhang van voederconversie (y-as) met melkproductie (x-as) weergegeven. De figuur laat zien dat hoe hoger de melkproductie des te lager de voederconversie. Een deel hiervan is te verklaren uit het feit dat in het begin van de lactatie de toename van de voeropnamecapaciteit iets achterblijft bij de toename van de melkproductie waardoor koeien in een negatieve energie balans raken. In dat deel halen de koeien een deel van de melkproductie uit de mobilisatie van lichaamsreserves. In het tweede deel van de lactatie, wanneer de melkproductie lager is, worden deze reserves weer aangevuld.

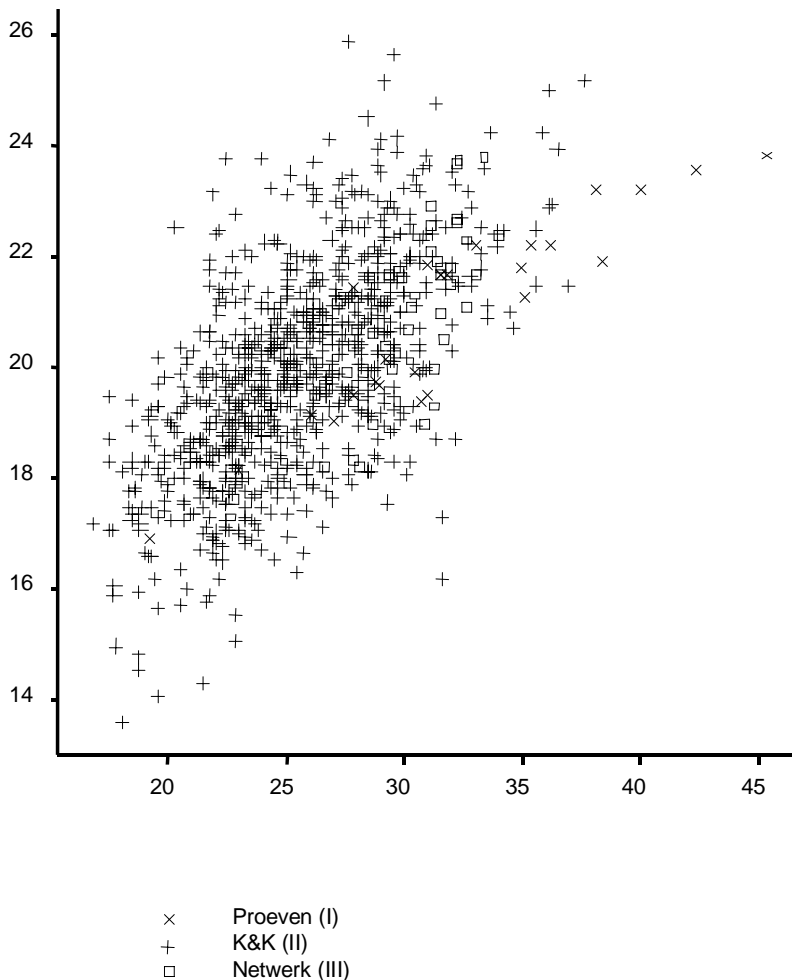
De relatie tussen de voeropname en de voederconversie is in figuur 12 weergegeven. Hieruit blijkt dat er weinig samenhang is tussen de voeropname en de voederconversie. Dit komt omdat in de praktijk de rantsoenen worden aangepast naar het productieniveau van de dieren en vanwege het feit dat koeien lichaamsreserves kunnen mobiliseren of aanzetten.

Zowel voor voederconversie als voor het voersaldo per koe geldt dat ze beide gunstiger worden bij een hogere melkgift, dat wil zeggen de voederconversie daalt en het voersaldo stijgt bij een hogere melkproductie. Blijkbaar heeft de melkproductie een grotere invloed op de voederconversie (kg melk/kg ds) dan de voeropname.

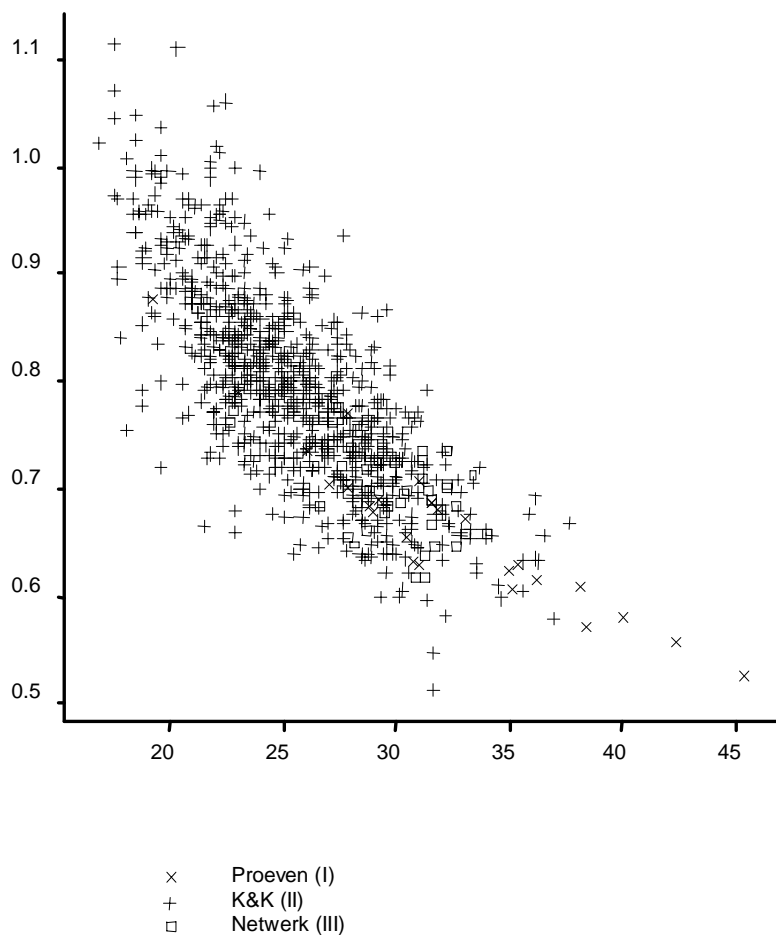
Voor het voersaldo per koe is in figuur 13 het verband met de melkproductie weergegeven.

Tot slot is in figuur 14 weergegeven hoe de relatie is tussen het voersaldo en de voederconversie.

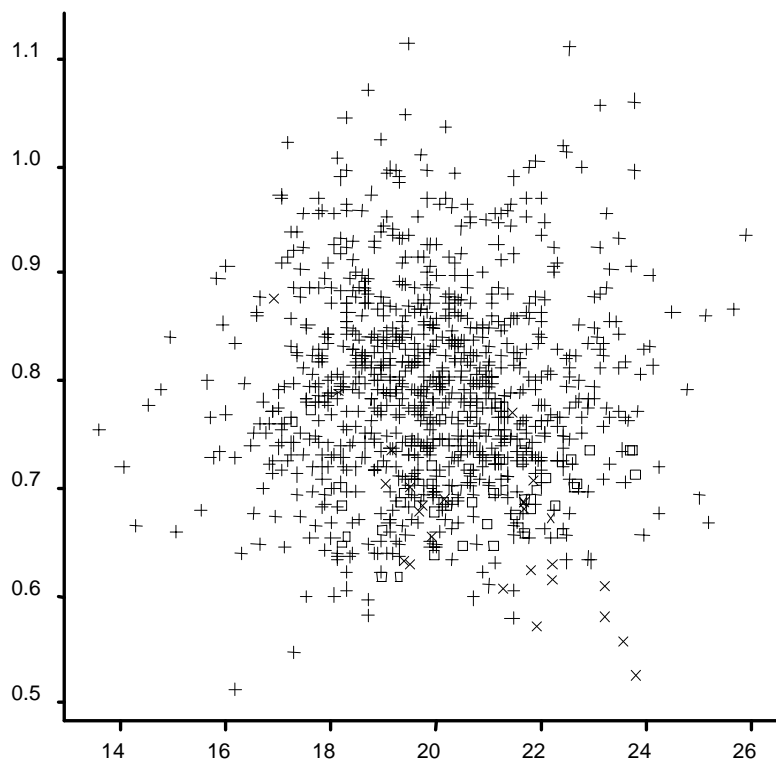
Figuur 10 Totale voeropname (kg ds/koe/dag) op de Y-as en de daarbij behorende melkproductie (kg/koe/dag) op de X-as voor de voerproeven en de praktijkgegevens



Figuur 11 Voederconversie (Y-as) in relatie met de melkproductie (kg melk/koe/dag; X-as)

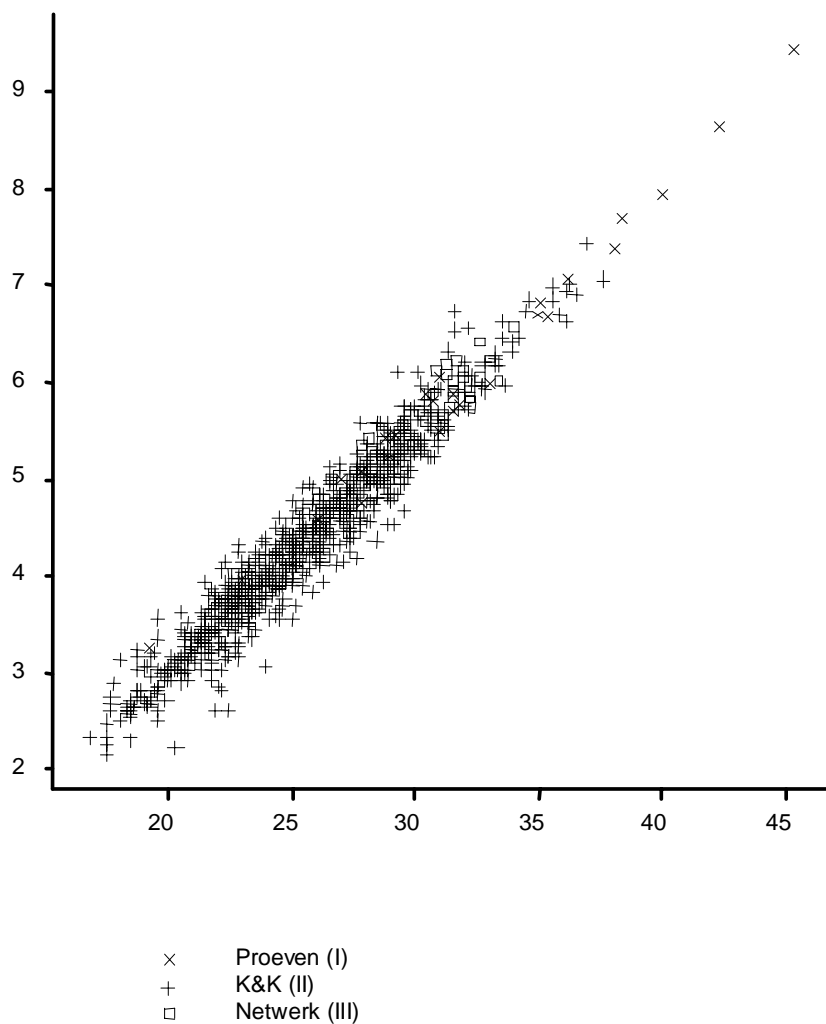


Figuur 12 Voeropname (kg ds/koe/dag; X-as) in relatie met de voederconversie (Y-as)

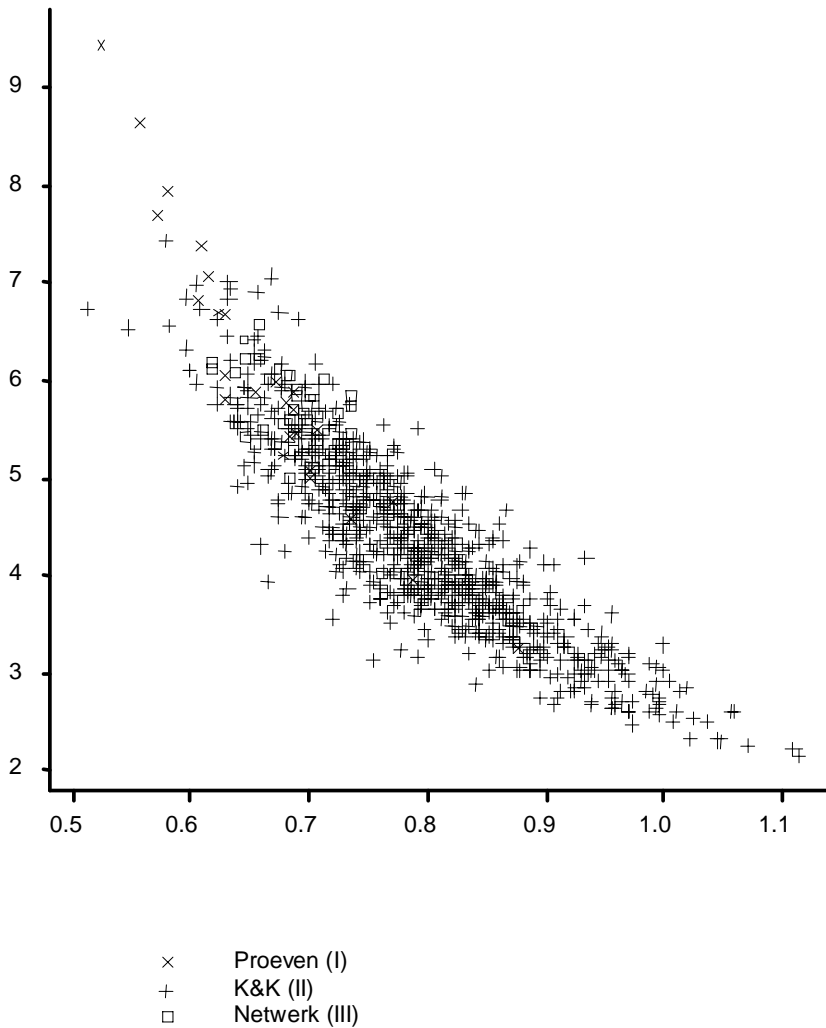


- × Proeven (I)
- + K&K (II)
- Netwerk (III)

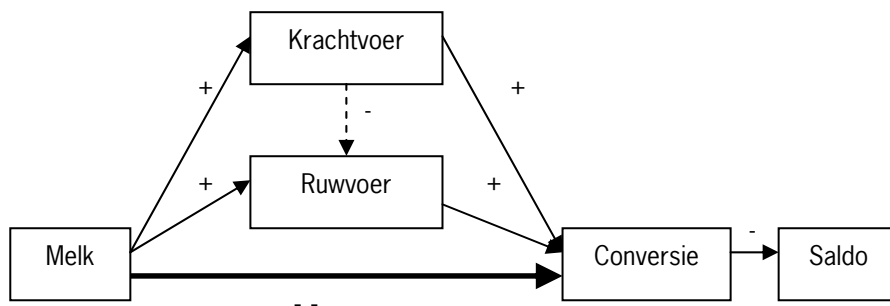
Figuur 13 Voersaldo (€/koe/dag; Y-as) in relatie met melkproductie (kg melk/koe/dag; X-as)



Figuur 14 Voersaldo (€/koe/dag; Y-as) in relatie met voederconversie (X-as).



Samenvattend blijkt dat melkproductie een overheersende rol speelt bij de variatie in voederconversie. Er is een positieve samenhang tussen de melkproductie en de voeropname. Koeien met een hogere productie hebben in de regel een grotere behoefte en zullen bij onbeperkte voeding meer ruwvoer opnemen. Tevens krijgen hoogproductieve dieren bij normvoeding meer krachtvoer. In schema weergegeven:



Een hoge melkproducties gaat doorgaans samen met een hogere voeropname, maar doordat de melkproductie relatief gezien meer toeneemt (mede door mobilisatie van lichaamsreserves) dan de voeropname resulteert dit in een lagere voerconversie en een hoger saldo. Omgekeerd leidt dit tot de conclusie dat een lage voederconversie, cq. een hoog voersaldo, in de regel optreedt bij hoge producties.

Daarom moeten we een belangrijke kanttekening plaatsen bij het gebruik van de kengetallen voerconversie en voersaldo. Een lage voederconversie in vergelijking met een hogere voederconversie geeft niet zondermeer aan dat de voerbenutting beter is, maar kan dus ook veroorzaakt zijn door een hogere productie als gevolg van grotere mobilisatie van reserves.

Doordat de melkproductie een overheersende rol speelt in de kengetallen voerconversie en voersaldo weerspiegelen deze kengetallen veel meer het productieniveau, dan het aspect waar ze voor bedoeld zijn, namelijk de (economische) benutting van het voer.

4.3 Beoordelen van de voerbenutting in de praktijk

Uit de volgende voorbeelden blijkt dat een goede beoordeling van de kengetallen voerconversie en voersaldo alleen mogelijk is in relatie tot het productieniveau. In de figuren 15 en 16 zijn voeropname, voederconversie en voersaldo weergegeven in relatie tot het melkproductieniveau. Daarmee wordt een richtlijn gegeven om de voerbenutting in de praktijk te kunnen beoordelen. De grafieken zijn gebaseerd op regressievergelijkingen die zijn geschat door een gezamenlijke analyse van de datasets (par. 4.2). Het voersaldo en de voederconversie zijn op basis van de regressievergelijkingen met de rekenregels genoemd in paragraaf 4.1 eenvoudig te berekenen; zo kan ook voor deze afgeleide kengetallen een 90% betrouwbaarheidsinterval worden gemaakt. Voersaldo en voerconversie in relatie tot de melkproductie zijn weergegeven in de figuren 15 en 16.

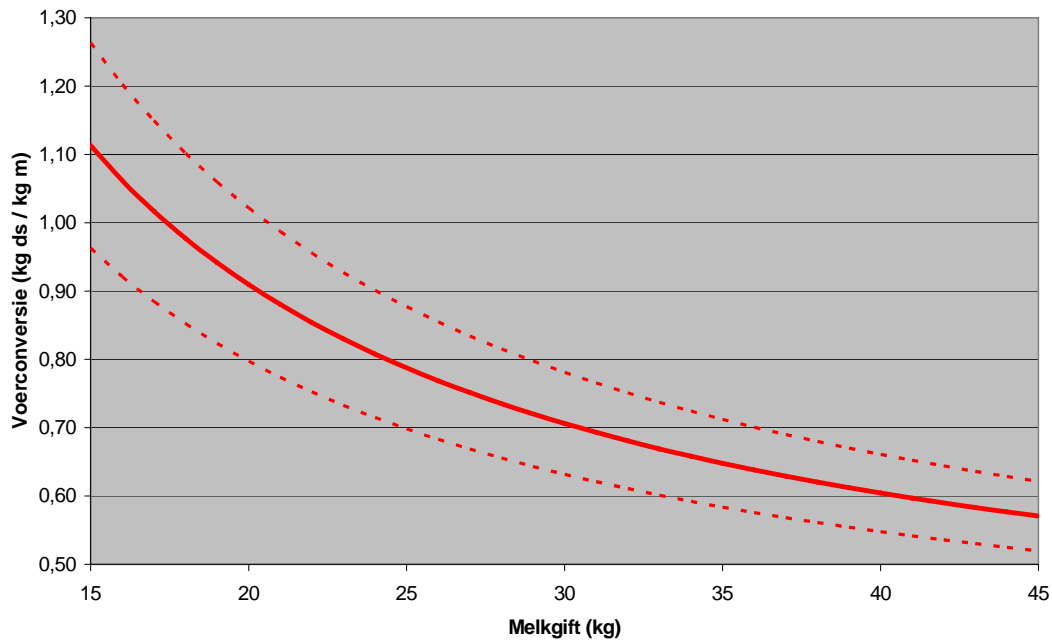
Bij een productie van 30 kg melk per koe per dag zijn een voederconversie van 0,7 en een voersaldo van € 5,50 per koe per dag normaal. Een voederconversie hoger dan 0,8 of lager dan 0,6 (overeenkomend met voersaldi van respectievelijk lager dan € 5,00 of hoger dan € 6,00 per koe per dag) komt in de praktijk bij dit productie niveau weinig voor. Maar bij een productieniveau van 25 kg melk is een voederconversie van 0,8 heel normaal en bij een productie van 40 kg per koe per dag past een voederconversie rond 0,6.

Het betrouwbaarheidsinterval (de grenzen waarbinnen de voederconversie varieert) voor de voerconversie is afhankelijk van het melkproductieniveau, bij een productie van 15 kg melk is het interval $\pm 0,15$ en daalt tot $\pm 0,05$ bij 45 kg melk per dag.

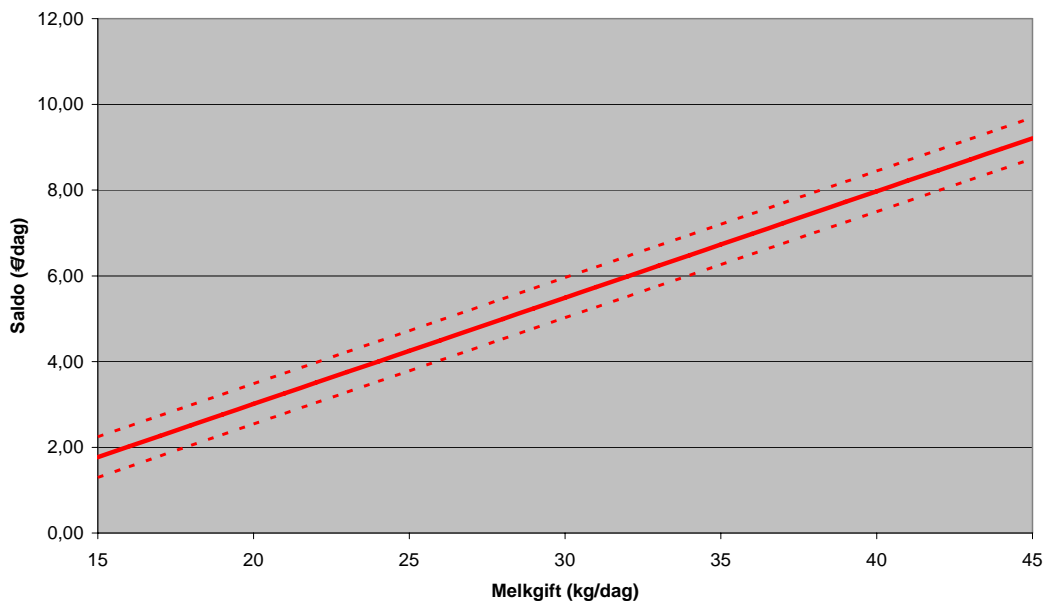
Het betrouwbaarheidsinterval voor het voersaldo is $\pm € 0,47$. Dat wil zeggen dat een bedrijf met een gemiddelde melkproductie van 30 kg/koe/dag een voersaldo per koe mag verwachten die ligt tussen de 5,02 en de 5,96 euro per koe per dag.

In de praktijk voorkomende situaties, waar de melkproductie, ruwvoeropname en krachtvoeropname zijn vastgesteld (of geschat), kunnen we met de figuren 15 en 16 vergelijken; dit om de voerbenutting te beoordelen. Met de regressievergelijking kan voor iedere situatie een voorspelling worden berekend. In plaats van de figuren kan ook gebruik gemaakt worden van een tabel, zoals die in bijlage 2 is opgenomen.

Figuur 15 Richtlijnen voor het beoordelen van de voederconversie in relatie tot de melkgift. De doorgetrokken lijn geeft het gemiddelde, de stippellijnen zijn de begrenzing van het betrouwbaarheidsinterval



Figuur 16 Richtlijnen voor het beoordelen van het voersaldo in relatie tot de melkgift. De doorgetrokken lijn geeft het gemiddelde, de stippellijnen zijn de begrenzing van het betrouwbaarheidsinterval



5 Conclusies en praktijkaanbevelingen

5.1 Conclusies

In dit rapport is aandacht gegeven aan het gebruik van het kengetal voederconversie (hoeveelheid voer in kg ds / hoeveelheid melk in kg) in de melkveehouderij. In de melkveehouderij zijn er grote verschillen in de rantsoensamenstelling en ook tussen de dieren is er veel variatie in opname en productie. Daardoor kan er bij gelijke voederconversies toch sprake zijn van wezenlijke verschillen in voerbenutting, zowel wat betreft nutriënten voorziening als in economisch opzicht. Hierdoor is het kengetal voederconversie in de melkveehouderij, anders dan in de intensieve veehouderij, moeilijk te interpreteren.

5.1.1 Voergebonden kosten

De opkomst van het kengetal voederconversie heeft te maken met de toenemende mogelijkheden om de totale voeropname van melkvee te bepalen. Tot voor kort was het alleen goed mogelijk om de krachtvoeropname individueel te bepalen, maar door toenemend gebruik van onder andere voermengwagens is het in meer situaties mogelijk geworden ook de ruwvoeropname op koppelniveau vast te stellen.

Het voerproces is een belangrijk onderdeel van de melkveehouderij. Het betreft de hele organisatie en bedrijfsstructuur om de koe van voer (input) te voorzien. Dat gaat een stuk verder dan alleen de voerkosten. Voor een melkveebedrijf is het dus zinvol om de kosten van het voerproces laag te houden. De kosten van het voerproces hangen af van de strategie, bedrijfsstructuur, maar zeker ook van de bedrijfsopzet. Extensieve bedrijven zullen veelal hogere kosten voor het voerproces hebben dan intensieve bedrijven indien kosten van grond volledig worden meegerekend. Veel mechanisatie leidt mogelijk tot hogere kosten van het voerproces dan beperkte mechanisatie. Zo kan ook weidegang invloed hebben op kosten van het voerproces evenals het bouwplan.

Uitdrukken van de kosten van de verschillende voedermiddelen per netto opgenomen hoeveelheid droge stof, geeft inzicht in daadwerkelijke kosten van verschillende voedermiddelen. Bovendien is te beoordelen welk voedermiddel voordeliger is in een bepaalde bedrijfssituatie.

Gebleken is dat de kosten voor eigen geteeld ruwvoer vrij hoog liggen. Zeker als alle kostenposten meetellen, waarbij ook al een waardering geldt voor mestplaatsing. Vaak zijn de netto kosten voor eigen geteeld ruwvoer toch nog hoger dan de marktwaarde van het ruwvoer.

Verbeteren van de voederconversie of voerefficiëntie kán de kosten van het voerproces verlagen. Dit is met name het geval binnen eenzelfde bedrijfsvoering. Voorkomen van verspilling, gebruik maken van efficiëntere koeien en weloverwogen rantsoensamenstelling kunnen hieraan bijdragen. Maar verbeteren van de voederconversie zal in veel gevallen niet bijdragen aan verlaging van de kosten van het voerproces. Denk bijvoorbeeld aan extra of dure soorten krachtvoer verstrekken bij overschot aan ruwvoer. Denk bijvoorbeeld aan dure installaties om goede voederconversie te halen, terwijl eenvoudige hulpmiddelen tot lagere kosten van het voerproces leiden. Bovendien slot is het ook maar de vraag of bij een extensieve bedrijfsvoering een goede (lees lage) voederconversie wenselijk is om de kosten van het voerproces laag te houden. In dergelijke gevallen leidt een hogere voederconversie waarschijnlijk tot lagere kosten van het voerproces.

5.1.2 Beoordeling voederconversie

In de intensieve veehouderij geldt in het algemeen dat een lagere voederconversie leidt tot een beter economisch resultaat. In de melkveehouderij is deze relatie beduidend minder sterk aanwezig. Een lage voederconversie hoeft niet tot een beter resultaat te leiden dan een hoge voederconversie.

Beoordeel je voederconversie mede op basis van je ruwvoerpositie. Bedrijven met veel ruwvoer beschikbaar horen een hogere voederconversie te accepteren dan bedrijven die niet genoeg eigen ruwvoer produceren.

Beoordeel de voederconversie afhankelijk van de melkgift. Bij een hoge melkproductie hoort een lage voederconversie en bij een lage melkproductie een hoge voederconversie. Hiermee samenhangend: hoge melkproductie gaat in de regel gepaard met hoge voeropname en desondanks toch een lage voederconversie.

De ambitie van de veehouder moet liggen in een verbetering van de kwaliteit en benutting van ruwvoer met een verlaging van de voederconversie als resultaat.

De voederconversie heeft geen duidelijke relatie met het inkomen van de melkveehouder. De kosten van het totale voerproces des te meer. Dit zijn niet alleen de voerkosten, maar alle kosten die te maken hebben met het verkrijgen en verstrekken van voer. Verlagen van deze totale kosten leidt tot verbetering van het inkomen. Beoordelen van de voederconversie in bedrijfsverband kan door een economische waarde te koppelen aan zowel de ds-opname als aan de melkproductie. Uit deze studie is gebleken dat de kosten voor eigen geteeld ruwvoer vrij hoog liggen. Zeker als alle kostenposten meetellen, waarbij ook al een waardering geldt voor mestplaatsing. Vaak zijn de netto kosten voor eigen geteeld ruwvoer hoger dan de marktwaarde van het ruwvoer.

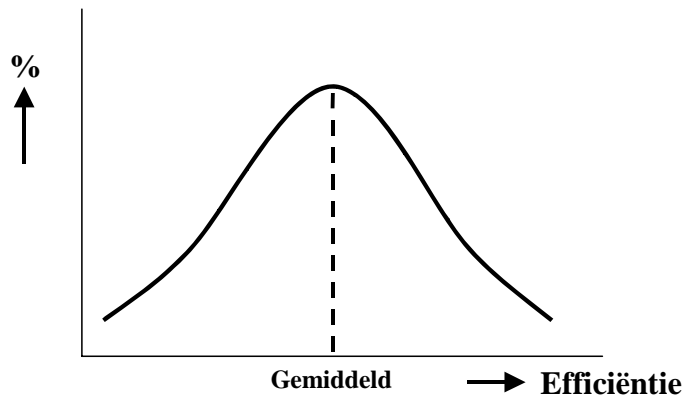
Voederconversie lijkt niet alleen economisch, maar ook voedertechisch een optimum kenmerk. Een zeer lage voederconversie kan leiden tot verlies van lichaamsconditie bij het melkvee met eventueel de bijbehorende gezondheids- en vruchtbaarheidsproblemen, terwijl een hoge voederconversie met te hoge kosten gepaard gaat. Ook nutriëntenbenutting is belangrijk (denk bijvoorbeeld aan stikstof).

Doordat de melkproductie een overheersende rol speelt in de kengetallen voerconversie en voersaldo weerspiegelen deze kengetallen veel meer het productieniveau, dan het aspect waar ze voor bedoeld zijn, namelijk de (economische) benutting van het voer.

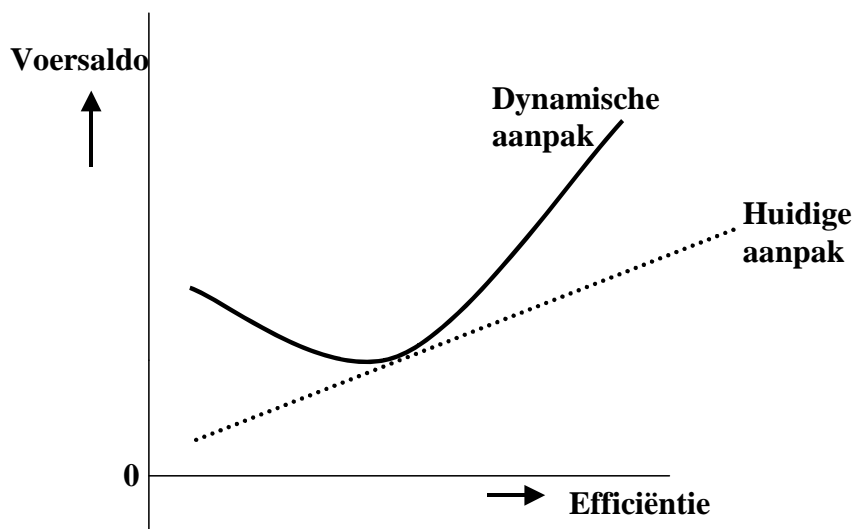
5.2 Aanbevelingen

Nagenoeg elke veehouder vindt het belangrijk om voortdurend een goed inzicht te hebben in de voerbenutting. In de eerste plaats moet de voeding goed afgestemd zijn op de behoefte van de dieren. En vanuit milieuoogpunt is het belangrijk dat efficiënt wordt omgegaan met de mineralen. En ten slotte is er het streven om een goed bedrijfseconomisch resultaat te behalen. Het kengetal voederconversie op zichzelf alleen is onvoldoende om al deze verschillende aspecten op een goede manier te monitoren en biedt onvoldoende houvast voor de veehouder om de voeding effectief te controleren.

Op operationeel niveau, dus binnen een bedrijf bij een bestaande situatie, lijken benaderingen die gebruik maken van variatie binnen de veestapel perspectiefvol voor verbetering van de voederconversie samen met economisch resultaat. De Animal Sciences Group adviseert voor het monitoren en controleren van de voeding en de productie een zogenaamde "dynamische" aanpak (Van Duinkerken et al. 2003). Bij een dynamische aanpak gaat het voortdurend om de vraag: hoe is de respons van het melkvee op verandering in de voeding? Wanneer de veehouder het effect van voedingsmaatregelen kent of vooraf goed kan schatten, dan kan hij daarop zijn beslissingen baseren, gericht op een zo goed mogelijk bedrijfsresultaat. De doelstelling bij de dynamische aanpak is het maximaliseren van het voersaldo. Het voersaldo is de melkopbrengst minus de voerkosten en hangt o.a. af van de voerbenutting. Er is veel variatie in voerbenutting door verschillen in efficiëntie tussen dieren, maar ook binnen dieren door veranderingen in de tijd. Dit is weergegeven in figuur 1a. De verschillen in efficiëntie komen bij de huidige aanpak tot uitdrukking in het resultaat. Efficiëntere dieren hebben een hoger voersaldo dan minder efficiënte dieren (zie de stippellijn in figuur 1b). Bij de huidige aanpak worden verschillen in efficiëntie nog niet gebruikt in de voeradviesing. Bij de dynamische aanpak worden verschillen in efficiëntie zodanig benut, dat een veel beter resultaat kan worden bereikt (zie de doorgetrokken lijn in figuur 1b). Door bij een hoge efficiëntie de input te verhogen wordt de opbrengst verhoogd. En omgekeerd worden de kosten verlaagd door bij een lage efficiëntie de input te verlagen (is voer besparen). Zodoende snijdt het mes aan twee kanten en kan bij een gelijkblijvende totale input toch een beter resultaat worden verkregen.



Figuur Ia: Variatie in efficiëntie

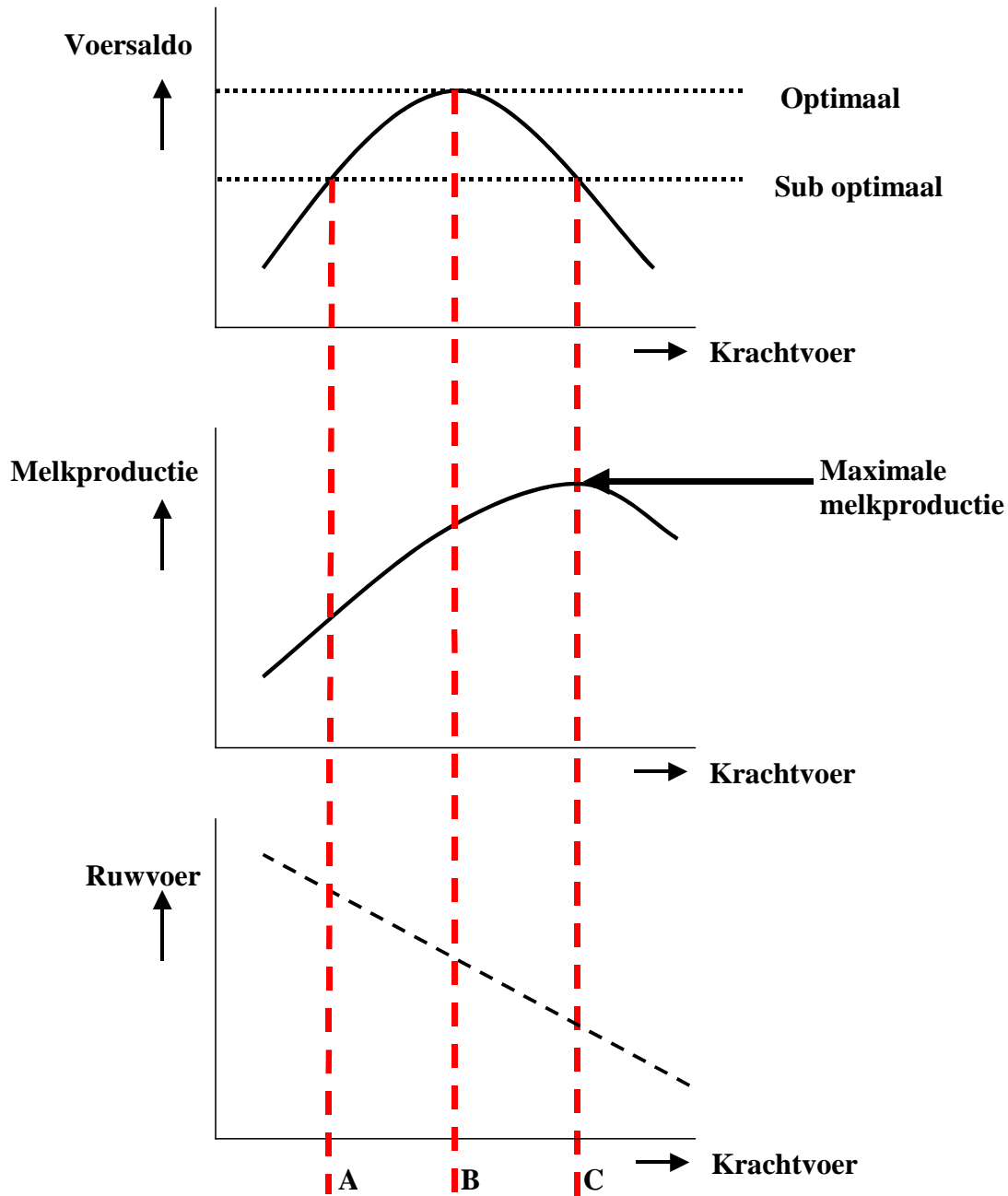


Figuur Ib: Relatie voersaldo en efficiëntie bij huidige aanpak en de dynamische aanpak

In de melkveehouderij wordt de krachtvoergift afgestemd op de melkproductie, afhankelijk van de verwachte ruwvoeropname en de kwaliteit van het ruwvoer. De verwachte ruwvoeropname is een inschatting gebaseerd op kennis over het gemiddelde van de populatie. De werkelijke actuele opname kan hier behoorlijk van afwijken. De kwaliteit van het ruwvoer wordt vastgesteld middels een voeranalyse, maar ook daar kan in de actuele situatie sprake zijn van afwijkingen, bijv. door heterogeniteit van de voerpartij of veranderingen tijdens de voeding (broei e.d.). Verder wordt bij deze benadering verondersteld dat alle dieren wat betreft benutting van het voer en verdringing van ruwvoer door krachtvoer gelijk zijn. Bij deze veronderstellingen spelen een aantal onzekerheden een grote rol en het blijft dus de vraag of de geadviseerde krachtvoergift wel de optimale instelling is.

De krachtvoergift is de sturende variabele die door de veehouder wordt ingesteld. Melkproductie en ruwvoeropname zijn de responsvariabelen. Deze drie variabelen bepalen samen met de actuele prijzen het voersaldo. De onderlinge relaties zijn weergegeven in grafiek IIa-c. Daarin zijn 3 verschillende situaties weergegeven. Situatie B is de optimale situatie, bij deze krachtvoergift is het voersaldo optimaal. Wanneer meer krachtvoer wordt gegeven (situatie C) daalt het voersaldo. In situatie C is de melkproductie maximaal en is de ruwvoeropname lager. Maar de krachtvoeropname is hoger en de kosten die dat met zich meebrengt weegt niet op tegen het voordeel van meer melk en een lagere ruwvoeropname. Uiteindelijk is het voersaldo lager dan in situatie B.

In situatie A wordt minder krachtvoer gegeven en is de ruwvoeropname lager. Maar nu blijft ook de melkproductie achter en is er uiteindelijk ook een lager voersaldo.



Figuur II: Relatie hoeveelheid krachtvoer met voersaldo, melkproductie en ruwvoer

Het voersaldo is dus een optimum kenmerk t.o.v. de hoeveelheid krachtvoer. De relatie tussen voersaldo en krachtvoeropname wordt bij de dynamische aanpak voortdurend vastgesteld en zodoende kan op ieder moment de optimale krachtvoergift worden bepaald. Dit kan zowel op individueel dierniveau als op koppelniveau. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de actuele gegevens over melkproductie en voeropname. Gegevens over de ruwvoeropname zijn niet persé noodzakelijk, maar de registratie is wel aan te bevelen i.v.m. de kosten van het ruwvoer. Voeranalyse is niet nodig bij de dynamische aanpak, omdat de actuele respons in melkproductie voortdurend inzicht geeft in de kwaliteit van het voer. Dat neemt niet weg, dat voeranalyses wel bruikbaar zijn bij rantsoenberekeningen vooraf, bijv. aan het begin van het stalseizoen.

De dynamische aanpak bij voeradviesing biedt ondersteuning bij het operationele management en kan goed worden geautomatiseerd en geïmplementeerd in managementsystemen. De dynamische aanpak wordt door de Animal Sciences Group ontwikkeld en getest en lijkt goede perspectieven te bieden voor toepassing in de praktijk. De eerste resultaten op het High-techbedrijf geven aan dat een hoge productie (ca. 10.000 kg koe⁻¹jr⁻¹) is te realiseren bij ongeveer 23 kg krachtvoer/100 kg melk (betreft het gemiddelde over de periode juli tot november 2006).

De dynamische aanpak zal binnen het project "Voederconversie melkvee in relatie tot bedrijfseconomisch resultaat" in een tweede rapport uitgebreid worden beschreven en toegelicht. Daarbij zal ook gekeken worden naar de gevolgen van de dynamische aanpak voor de bedrijfsmelkproductie in relatie tot het melkquotum en de ruwvoerpositie.

Literatuur

- Bareille, N., F. Beaudeau, S. Billon, A. Robert and P. Faverdin, 2003. Effects of health disorders on feed intake and milk production in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 83:1, 53-62.
- Bernard, J.K., J.W. West and D.S. Trammell, 2002. Effect of replacing corn silage with annual ryegrass silage on nutrient digestibility, intake, and milk yield for lactating cows. *J. Dairy Sci.* 85, 2277-2282.
- Brouek, J., M. Letkoviova and K. Kovaluj, 1991. Estimation of cold stress effect on dairy cows. *Int. J. Biometeorol.* 35, 29-32.
- Buckley, F., P. Dillon, M. Rath and R.F. Veerkamp, 2000. The relationship between genetic merit for yield and live weight, condition score, and energy balance of spring calving Holstein Friesian dairy cows on grass based systems of milk production. *J. Dairy Sci.* 83, 1878-1886.
- CVB, 2005. Tabellenboek Veevoeding.
- Duinkerken, G. van, G. André en R.L.G. Zom, 2003. Prototype van een Dynamisch Krachtvoeradviesstelsel voor melkvee. Praktijkrapport Rundvee nr. 37, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Ferris, C.P., F.J. Gordon, D.C. Patterson, D.J. Kilpatrick, C.S. Mayne and M.A. McCoy, 2001. The response of dairy cows of high genetic merit to increase proportion of concentrate in the diet with a high and medium feed value silage. *J. Agric. Sci. (Cambridge)* 136, 319-329.
- Friggens, N.C., G.C. Emmans, I. Kyriazakis, J.D. Oldham and M. Lewis, 1998. Feed intake relative to stage of lactation for dairy cows consuming total mixed diets with a high or low ratio of concentrate to forage. *J. Dairy Sci.* 81, 2228-2239.
- Hollander, C.J., G. van Duinkerken and J. Zijlstra, 2004. Draaien aan de voerknop. Koeien & Kansen rapport (in voorbereiding).
- L'Huilier, P.J., C.R. Parr and A.M. Bryant, 1988. Comparative performance and energy metabolism of Jerseys and Friesians in early-mid lactation. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production* 48, 231-235.
- Mackie, T.R., C.R. Parr, G.K. Stakelum, A.M. Bryant and K.L. Mac Millan, 1996. Feed conversion efficiency, daily pasture intake, and milk production of primiparous Friesian and Jersey cows calved at two different live weights. *N.Z. J of Agric. Res.* 39, 357-370.
- O'Connell, J.M., F. Buckley, M. Rath and P. Dillon, 2000. The effects of cow genetic merit and feeding treatment on milk production, herbage intake and grazing behaviour of dairy cows. *Irish J. of Agric. and Food Res.* 39, 369-381.
- Oldenbroek, J.K., 1989. Parity effects on feed intake and feed efficiency in four dairy breeds fed ad libitum two different diets. *Livest. Prod. Sci.* 21, 115-129.
- O'Mara, F.P., J.J. Fitzgerald, J.J. Murphy and M. Rath, 1998. The effect on milk production of replacing grass silage with maize silage in the diet of dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 5, 79-87.
- Phipps, R.H., J.D. Sutton and B.A. Jones, 1995. Forage mixtures for dairy: the effect on dry-matter intake and milk production of incorporating either fermented or urea-treated whole-crop wheat, brewers' grains, fodder beet or maize silage into diets based on grass silage. *Animal Sci.* 61, 491-496.
- Thomson, N.A., J.K. Kay and O. Bryant, 2001. Effect of stage of lactation on the efficiency of Jersey and Friesian cows at converting pasture to milk production or live weight gain. *Proceedings of the N.Z. Society of Anim. Prod.* 61, 213-216.
- Veerkamp, R.F., 2002. Feed intake and energy balance in lactating animals. 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 19-23, 2002, Montpellier, France.

Veerkamp, R.F. and R. Thompson, 1998. Multi-trait covariance functions to model genetic variation in the dynamic relation between feed intake, live weight and milk yield during lactation. 49th Annual Meeting of the EAAP, Warsaw, 24-27 August, 1998.

West, J.W., B.G. Mullinix and J.K. Bernard, 2003. Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake, and milk yield of lactating. J. Dairy Sci. 86, 232-242.

Zom, R.L.G., J.W. van Riel, G. André en G. van Duinkerken, 2002. Voorspelling voeropname met Koemodel 2002. PraktijkRapport Rundvee 11, Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.

Bijlagen

Bijlage 1

Uitgangspunten bij rekenvoorbeelden in hoofdstuk 3

Prijzen en tarieven	
Algemeen	
Rente grond	2.5%
Rente ov prod. Mid.	4.5%
afschr+onderh machines	10%
arbeid km strooien	2 uur/ha gras/jaar
tarief arbeid	20 euro/uur
afschr+onderh bouwwerken	5%
Werking mest	50%
Euro per ha	
	Zandgrond
Herinzaai bij weiden	10% vh grasland
Herinzaai bij opstallen	15% vh grasland
Grasland	
Mesttoedienen	2.45 euro/ton
Kunstmeststikstof	0.61 euro/kg N
afrasteren	40 euro/ha/jr
oogsten	
- maaien	29 20 procent lager tarief bij summerfeeding
- schudden	20 in combinatie met oogsten gras ed
- harken	20
- inkuilen	100
Extra arbeid koeien halen	0 min/ha/dag
Lengte weideperiode	160 dagen
Efficientie bij summerfeeding	30%
bloten	30
slepen	25
maximaal maai% bij "S"	500%
Vervw.wrd. Kunstmest strooier	10000 Euro
Herinzaai grasland	
	Zandgrond
sputmiddel doden gras	25
onkruid spuitmiddel	45
zaaizaad	140
meststoffen (niet N)	60
Loonwerk	
doodspuiten	30
onkruid spuiten	30
rotorkopeg	70
ploegen	88
eggen	50
zaaien	60

Maisland	
zaaizaad	195
meststoffen (niet N)	30
pesticiden	115
vanggewas	75
Loonwerk	Zandgrond
eggen	50
cultivatoren	65
Ploegen	88
rotorkoep	
wiedeggen	20
oogsten	335
zaaien	61
spuiten	36
mesttoedienen	2.3 euro/ton
spitten	
maispremie	420
Voeropslagen eigen ruwvoer	
kosten plastic+gronddek	0.62 per m2
Benodigde opslagruimte graskuil	187 m2
investeringskosten sleufsilos	80 per m2
investeringskosten betonplaat	40 per m2
investeringskosten klinkers	25 per m2
Voersystemen	
aantal krachtvoerboxen	2
krachtvoer	10250
uithalen ruwvoer en vervoederen	22500
trekker	30000
aandeel tractor voor voeren	75%
Voerprijzen	
prijs graskuil	30 euro/ton product franco boerderij
% ds	40%
per ton ds	75 euro/ton ds
per kg ds	0.08 euro/kg ds
prijs mais	35 euro/ton product franco boerderij
% ds	32%
per ton ds	109 euro/ton ds
per kg ds	0.11 euro/kg ds

Bijlage 2

Tabel voor beoordeling voerbenutting

Melkgift	Krachtvoeropname			Totale ds opname			Voerconversie			Saldo		
	onder	Gem.	boven	onder	Gem.	boven	onder	Gem.	boven	onder	Gem.	boven
15	1.52	3.76	6.01	14.45	16.70	18.95	0.96	1.11	1.26	1.30	1.77	2.24
16	1.64	3.88	6.12	14.74	16.99	19.24	0.92	1.06	1.20	1.55	2.02	2.49
17	1.76	4.00	6.24	15.04	17.29	19.54	0.88	1.02	1.15	1.80	2.27	2.74
18	1.88	4.12	6.35	15.34	17.59	19.84	0.85	0.98	1.10	2.04	2.51	2.99
19	2.00	4.24	6.47	15.65	17.89	20.13	0.82	0.94	1.06	2.29	2.76	3.23
20	2.13	4.35	6.58	15.95	18.19	20.43	0.80	0.91	1.02	2.54	3.01	3.48
21	2.25	4.47	6.70	16.25	18.49	20.73	0.77	0.88	0.99	2.79	3.26	3.73
22	2.37	4.59	6.81	16.55	18.79	21.03	0.75	0.85	0.96	3.04	3.51	3.98
23	2.49	4.71	6.93	16.85	19.09	21.33	0.73	0.83	0.93	3.29	3.75	4.22
24	2.60	4.83	7.05	17.15	19.39	21.63	0.71	0.81	0.90	3.53	4.00	4.47
25	2.72	4.94	7.16	17.46	19.69	21.92	0.70	0.79	0.88	3.78	4.25	4.72
26	2.84	5.06	7.28	17.76	19.99	22.22	0.68	0.77	0.85	4.03	4.50	4.97
27	2.96	5.18	7.40	18.06	20.29	22.52	0.67	0.75	0.83	4.28	4.75	5.21
28	3.08	5.30	7.52	18.36	20.59	22.82	0.66	0.74	0.82	4.53	4.99	5.46
29	3.20	5.42	7.64	18.65	20.89	23.13	0.64	0.72	0.80	4.77	5.24	5.71
30	3.31	5.53	7.76	18.95	21.19	23.43	0.63	0.71	0.78	5.02	5.49	5.96
31	3.43	5.65	7.87	19.25	21.49	23.73	0.62	0.69	0.77	5.27	5.74	6.21
32	3.55	5.77	7.99	19.55	21.79	24.03	0.61	0.68	0.75	5.52	5.99	6.45
33	3.66	5.89	8.11	19.84	22.08	24.32	0.60	0.67	0.74	5.77	6.23	6.70
34	3.78	6.01	8.24	20.14	22.38	24.62	0.59	0.66	0.72	6.01	6.48	6.95
35	3.89	6.13	8.36	20.43	22.68	24.93	0.58	0.65	0.71	6.26	6.73	7.20
36	4.01	6.24	8.48	20.73	22.98	25.23	0.58	0.64	0.70	6.51	6.98	7.45
37	4.12	6.36	8.60	21.03	23.28	25.53	0.57	0.63	0.69	6.75	7.23	7.70
38	4.24	6.48	8.72	21.33	23.58	25.83	0.56	0.62	0.68	7.00	7.47	7.95
39	4.35	6.60	8.84	21.62	23.88	26.14	0.55	0.61	0.67	7.25	7.72	8.20
40	4.46	6.72	8.97	21.92	24.18	26.44	0.55	0.60	0.66	7.50	7.97	8.44
41	4.58	6.83	9.09	22.21	24.48	26.75	0.54	0.60	0.65	7.74	8.22	8.69
42	4.69	6.95	9.21	22.51	24.78	27.05	0.54	0.59	0.64	7.99	8.47	8.94
43	4.80	7.07	9.34	22.80	25.08	27.36	0.53	0.58	0.64	8.24	8.71	9.19
44	4.91	7.19	9.46	23.10	25.38	27.66	0.52	0.58	0.63	8.48	8.96	9.44
45	5.03	7.31	9.59	23.39	25.68	27.97	0.52	0.57	0.62	8.73	9.21	9.69