

11B 406 A 19

# Krachtvoeropname en gedrag van melkkoeien bij geprogrammeerde krachtvoerverstrekking

Verslag van een studiedag, Wageningen, 20 december 1988

with summary

Concentrate intake and behaviour of dairy cows  
with programmed concentrate distribution

H.K. Wierenga en A. van der Burg (redakteuren)



Pudoc Wageningen, 1989

BIBLIOTHEEK  
LANDBOUWUNIVERSITEIT  
WAGENINGEN

SW: 291359

CIP data, Koninklijke Bibliotheek, Den Haag.

ISBN 90 220 0988 2

NUGI 835

© Pudoc, Centrum voor Landbouwpublikaties en Landbouwdocumentatie, Wageningen, 1989.

Niets uit deze uitgave, met uitzondering van titelbeschrijving en korte citaten ten behoeve van een boekbespreking, mag worden gereproduceerd, opnieuw vastgelegd, vermenigvuldigd of uitgegeven door middel van druk, fotokopie, microfilm, langs elektronische of elektromagnetische weg of op welke andere wijze ook zonder schriftelijke toestemming van de uitgever Pudoc, Postbus 4, 6700 AA Wageningen. Voor alle kwesties inzake het kopiëren uit deze uitgave: Stichting Reprorecht, Postbus 882, 1180 AW Amstelveen.

Gedrukt in Nederland

## Ten geleide

De afgelopen jaren is in Nederland door verschillende instellingen onderzoek gedaan aan krachtvoeropname en gedrag van melkkoeien bij geprogrammeerde krachtvoerverstrekking. Veel van dit onderzoek is begeleid en gecoördineerd door de Werkgroep Geprogrammeerde Krachtvoerverstrekking aan Melkvee, waarin de volgende personen zitting hebben:

- drs. A. van der Burg, AHoF, Leeuwarden (secretaris)
- ing. T.E.M. Hettinga, AHoF, Leeuwarden
- ing. H. Hopster, IVO 'Schoonoord', Zeist
- ing. P. Mekking, Vakgroep Veehouderij, LUW, Wageningen
- ing. A.C. Smits, IMAG, Wageningen
- drs. H. K. Wierenga, IVO 'Schoonoord', Zeist (voorzitter)
- ir. Y.S.T. Zeinstra, AHoF, Leeuwarden

Het leek de Werkgroep een goede gedachte om aan potentieel geïnteresseerden uit onderzoek, onderwijs, voorlichting, bedrijfsleven en beleid tijdens een studiedag een overzicht te geven van de resultaten van het onderzoek. In dit verslag is het op de studiedag gepresenteerde onderzoek vastgelegd. Daarnaast wordt ingegaan op de verwachte en gewenste verdere ontwikkelingen op het terrein van de geprogrammeerde krachtvoerverstrekking.

De redactie van het verslag was in handen van H.K. Wierenga en A. van der Burg; de laatstgenoemde verzorgde bovendien de eindredactie en de vormgeving.

## Inhoud

### Samenvatting van de bijdragen en discussies

#### Summary of papers and discussions

1

Krachtvoeropname en gedrag van melkkoeien bij geprogrammeerde krachtvoer-  
verstrekking - *H.K. Wierenga en A. van der Burg*

3

Concentrate intake and behaviour of dairy cows with programmed concentrate distri-  
bution - *H.K. Wierenga and A. van der Burg*

7

### Introductie

11

Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; de basis voor automatisering  
op bedrijfsniveau - *G. Postma*

13

### 1 De systemen

15

Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen  
- *A. van der Burg*

17

Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden; invloed  
van het krachtvoerprogramma op het krachtvoerboxgebruik - *A. van der Burg,*  
*T.E.M. Hettinga en Y.S.T. Zeinstra*

21

De keuze van het krachtvoerprogramma en de effecten hiervan op het gedrag van  
melkkoeien - *H. Hopster en H.K. Wierenga*

32

Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden; invloed van  
het krachtvoerprogramma op het gedrag van melkkoeien - *Y.S.T. Zeinstra,*  
*A. van der Burg en T.E.M. Hettinga*

44

### 2 De plaats van de krachtvoerbox

53

De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op de krachtvoeropname en het  
gebruik van de box - *H. Hopster en H.K. Wierenga*

55

De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het krachtvoerboxgebruik en het  
gebruik van de ligboxen - *A. van der Burg, T.E.M. Hettinga en H.P. Busschers*

64

De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het gedrag van koeien in een  
ligboxenstal - *A.C. Smits, J. Metz, A.H. Ipema en H.K. Wierenga*

71

### 3 Doseersnelheid en oproepsysteem

79

De relatie tussen doseersnelheid, capaciteit, restvoer en agressie, bij spaar- en  
periodensysteem - *T.E.M. Hettinga en A. van der Burg*

81

Een experimenteel systeem voor het oproepen van koeien - *H. Hopster en*  
*H.K. Wierenga*

88

### 4 Vooruitzicht

99

Krachtvoerverstrekking en bedrijfsmanagement - *A. Hengeveld*

101

**Samenvatting van de bijdragen en discussies**

**Summary of papers and discussions**

# Krachtvoeropname en gedrag van melkkoeien bij geprogrammeerde krachtvoerverstrekking

## Samenvatting van de bijdragen en discussies

*H.K. Wierenga\* en A. van der Burg\*\**

*\* Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'  
Postbus 501, 3700 AM Zeist*

*\*\* Agrarische Hogeschool Friesland  
Postbus 1528, 8901 BV Leeuwarden*

## Inleiding

Het gebruik van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking is de laatste jaren sterk toegenomen. De verwachting is dat ook in de komende jaren meer en meer melkveebedrijven over zullen gaan op het verstrekken van krachtvoer met behulp van de computer en de krachtvoerbox. Technisch gezien levert deze wijze van krachtvoerverstrekking geen enkel probleem meer op. Aan de zoötechnische aspecten van de geprogrammeerde krachtvoerverstrekking was tot nu toe echter nog niet zo veel aandacht besteed. Onderzoek hiernaar is de afgelopen jaren door verschillende instellingen uitgevoerd. In dit verslag van de Studiedag 'Geprogrammeerde Krachtvoerverstrekking aan Melkvee' wordt een overzicht gegeven van de resultaten van dat onderzoek.

## Onderzoek

In het onderzoek is met name veel aandacht besteed aan een aantal in de praktijk veel gebruikte systemen van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking. Die systemen verschillen van elkaar in de wijze waarop het krachtvoer over het etmaal verdeeld wordt. Op praktijkbedrijven zijn het perioden- (Veecode, Manus, Miele, Senior), het wachttijden- (Fullwood, Hokofarm), het spaar- (Alfa Laval) en het spaar-hoogstelsel (Vicon) onderzocht. Meer experimenteel onderzoek is op een proefbedrijf gedaan. Bij dat onderzoek zijn een variant van een spaarsysteem, het periodensysteem (met twee verschillende instellingen: tijdstip van starten van een nieuwe voercyclus a) om 7.00 en om 19.00 uur en b) om 11.00 en om 23.00 uur) en het verstrekken van krachtvoer aan het voerhek, met elkaar vergeleken. Verder is onderzoek verricht naar het effect van de plaats van de krachtvoerbox in de stal. Ook is een oriënterend onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van het variëren van de snelheid waarmee het krachtvoer gedoseerd wordt. Tenslotte is onderzoek verricht met een experimenteel systeem waarmee (getrainde) koeien opgeroepen kunnen worden om naar de krachtvoerbox te gaan.

In de verschillende onderzoeken is aandacht besteed aan de krachtvoeropname, het aantal en tijdstip van de bezoeken aan de krachtvoerbox en aan de effecten van de geprogrammeerde krachtvoerverstrekking op andere gedragingen van de koeien.

## Verskillende systemen van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking

Er zijn tussen de systemen aanzienlijke verschillen in de wijze waarop het krachtvoer over het etmaal verdeeld wordt. Het onderzoek op de praktijkbedrijven leerde echter dat dit niet leidt tot grote verschillen in totale hoeveelheid krachtvoer die per voerstation verstrekt kan wor-

den. Bij de vier onderzochte systemen bedraagt de maximale capaciteit 300 tot 310 kg krachtvoer per box per etmaal. Bij alle systemen was de krachtvoeropname goed. Alleen bij het wachttijdsysteem werd een lagere opname gevonden. Bij dit systeem is nog niet voor alle omstandigheden duidelijk welke instelling het beste gekozen kan worden.

Tussen de systemen is wel een verschil gevonden in de tijd die de koeien (beloond en onbeloond) in de boxen doorbrachten. Over het algemeen brachten de koeien bij het spaarsysteem de meeste tijd in de boxen door. Bij dit systeem van krachtvoerverstrekking is de onbeloonde tijd echter laag; bij het spaar-hoog- en het wachttijdsysteem is de onbeloonde tijd juist hoog. Het periodensysteem zit tussen deze uitersten in. Bij het aantal onbeloonde bezoeken werden vergelijkbare verschillen tussen de systemen gevonden.

Bij het spaar-, het spaar-hoog-, en het wachttijdsysteem treden de bezoeken regelmatig verspreid over het gehele etmaal op; bij het periodensysteem treden de bezoeken meer in pieken op. Bij alle systemen vindt de krachtvoeropname goed gespreid over het etmaal plaats. Bij het spaarsysteem wordt het krachtvoer in kleine hoeveelheden - met korte tussenpozen - opgenomen. Bij het perioden-, het wachttijden- en het spaar-hoogstelsel worden grotere hoeveelheden krachtvoer ineens opgenomen; de intervallen tussen de beloonde bezoeken zijn groter.

Het gedragsonderzoek heeft geleerd, dat er tussen de verschillende systemen geen grote verschillen zijn in de tijd die de koeien wachtend voor de krachtvoerbox doorbrengen. Ook zijn er maar geringe verschillen in verblijftijd in de ligboxen en aan het voerhek tussen bedrijven met de verschillende systemen. Het normale activiteitspatroon - vooral overdag veel eten en 's avonds en 's nachts veel liggen - wordt maar weinig beïnvloed door de geprogrammeerde krachtvoerverstrekking, ook al wordt 's nachts wel krachtvoer opgenomen. Vooral bij het spaarsysteem wordt vaak gezien dat de koeien kort voor een bezoek aan de krachtvoerbox nog in een ligbox verblijven en dat ze snel erna weer in een ligbox worden aangetroffen. Dit zou kunnen komen omdat bij het spaarsysteem de dieren sneller het voerstation kunnen betreden, omdat er geen sprake is van momenten waarop veel koeien tegelijkertijd de krachtvoerbox willen bezoeken en omdat de dieren zeer verspreid over het gehele etmaal (dus ook 's nachts) de krachtvoerbox bezoeken.

Bij alle systemen wordt door de dieren ook 's nachts krachtvoer opgenomen. Bij het experimentele onderzoek werd vastgesteld dat dit vooral voorkomt bij de onderzochte variant op het spaarsysteem en bij het periodensysteem met start om 11 uur en minder bij het periodensysteem met start om 7 uur. Daardoor werd het liggen 's nachts één keer vaker onderbroken. Bij het spaarsysteem leidde dit niet tot een kortere ligtijd per etmaal, bij het periodensysteem met start om 11 uur echter wel. Met name bij de ranglage dieren werd bij deze instelling van het periodensysteem een lagere ligtijd (2,75 uur minder per etmaal) gevonden. Deze vermindering van de ligtijd trad voornamelijk 's avonds en 's nachts op. Vermoed wordt dat dit veroorzaakt wordt doordat bij de start van een nieuwe cyclus 's avonds om 11 uur veel dieren zich naar de krachtvoerbox begeven. Normaal brengen de koeien in die periode veel tijd in de ligboxen door. De ranghoge dieren zullen snel de krachtvoerbox kunnen betreden en dus ook snel weer gaan liggen. De ranglage dieren echter zullen langer moeten wachten, wat ten koste gaat van hun ligtijd. Het is daarom beter om een nieuwe voercyclus te starten op een tijdstip dat de koeien toch al actief zijn met de opname van ruwvoer.

Het onderzoek heeft dus geleerd dat er grote verschillen zijn tussen de systemen in de wijze waarop het krachtvoer verdeeld wordt over het etmaal. Die verschillen zijn echter voorshands moeilijk te vertalen in duidelijke voor- of nadelen uit praktisch oogpunt of uit het oogpunt van de koe. Uit het onderzoek is wel duidelijk geworden, dat het aan te bevelen is om bij systemen met een duidelijk starttijdstip, dit samen te laten vallen met het tijdstip waarop ook ruwvoer verstrekt wordt. In het onderzoek is vooral gekeken naar eventuele verschillen tussen de systemen. Of geprogrammeerde krachtvoerverstrekking op zichzelf bezwaarlijke kanten heeft (met name het 's nachts opnemen van krachtvoer) wordt nog nader onderzocht. Overigens is

in het onderzoek alleen aandacht besteed aan de krachtvoeropname en aan het gedrag van de dieren. Eventuele effecten op melkproductie of gezondheid zijn niet onderzocht; ze zijn echter ook niet te verwachten.

Omdat de gevonden verschillen tussen de systemen niet erg wezenlijk lijken (noch uit praktisch oogpunt noch uit oogpunt van de koe), betekent het voor de praktijk dat de boer zich door zijn eigen voorkeuren kan laten leiden, waarbij ook andere factoren (kosten van het systeem, gebruikersvriendelijkheid, bestaande contacten met leveranciers, uitbreidingsmogelijkheden van het systeem, etc.) een belangrijke rol kunnen spelen.

### **Plaats van de krachtvoerbox**

Onder experimentele omstandigheden is een vergelijking gemaakt tussen drie plaatsen van de krachtvoerbox: in een ligboxenrij, in het verlengde van het voerhek, of buiten de eigenlijke ligboxenstal (op ongeveer 15 m afstand). De krachtvoeropname en ook het aantal (beloonde zowel als onbeloonde) bezoeken was duidelijk lager wanneer de krachtvoerbox op enige afstand van de eigenlijke ligboxenstal geplaatst was. Een dergelijke plaats is dus beslist niet aan te bevelen. Tussen plaatsing in een ligboxenrij en aan het voerhek werden geen verschillen gevonden in krachtvoeropname en in aantal bezoeken.

Het gedrag dat de koeien uitvoeren vlak voor en vlak na een bezoek aan de krachtvoerbox wordt ten dele door de plaats van de box beïnvloed. Bij plaatsing vlak bij het voerhek of in een ligboxenrij, met de opening naar het voerhek, wordt de ruwvoeropname vaker onderbroken voor een bezoek aan de krachtvoerbox. Bij plaatsing dichtbij of in de ligboxenrij - met de opening van de krachtvoerbox naar de ligboxen - komt het vaker voor dat de koeien even het liggen onderbreken voor een bezoek aan de krachtvoerbox.

Tenslotte heeft het onderzoek geleerd, dat wanneer een krachtvoerbox in een ligboxenrij geplaatst wordt met de opening in dezelfde richting als de ligboxen, dat dan de beide ligboxen links en rechts van de krachtvoerbox en de eventuele ligbox tegenover de krachtvoerbox aanzienlijk minder gebruikt wordt.

Niet alle denkbare plaatsen voor een krachtvoerbox zijn onderzocht; op de praktijkbedrijven zullen immers veel verschillende situaties voorkomen. In ieder geval is uit het onderzoek wel duidelijk geworden, dat de krachtvoerbox ergens moet staan, waar de koeien zich normaal gesproken op zullen houden.

Wanneer de koeien speciaal een eindje moeten lopen om de krachtvoerbox te bereiken, dan heeft dat een lagere krachtvoeropname tot gevolg. Plaatsing in de ligboxenrij heeft tot gevolg dat een aantal ligboxen minder beschikbaar is om in te gaan liggen. Plaatsing bij het voerhek levert geen problemen op, wanneer althans de toegang tot de krachtvoerbox niet gemakkelijk door de koeien geblokkeerd kan worden. Het voordeel van zo'n plaats van de krachtvoerbox is, dat de koeien die moeten wachten omdat de krachtvoerbox bezet is, dit wachten gemakkelijker kunnen combineren met het opnemen van ruwvoer.

### **Variabele doseersnelheid en individueel oproepsysteem**

Op kleine schaal is geëxperimenteerd met het variëren van de snelheid waarmee het krachtvoer gedoseerd wordt. Dit onderzoek is uitgevoerd om na te gaan of het aantal koeien per krachtvoerbox misschien verhoogd zou kunnen worden door de doseersnelheid te verhogen voor die koeien, die sneller kunnen eten. Bij verhoging van de doseersnelheid nam de capaciteit van de krachtvoerbox uiteraard toe. Uit het onderzoek blijkt echter, dat er meer restvoer in de voerbox achterblijft, zodat de individuele dosering minder betrouwbaar is geworden. Op grond van deze uitkomsten en omdat toepassing van een goed systeem van individuele dosering vooralsnog technisch gezien gecompliceerd is, kan geconcludeerd worden dat ontwikkeling van een dergelijk systeem voor toepassing in de praktijk geen zin lijkt te hebben.



Om de invloed van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking op het gedrag van de koeien gedetailleerd te kunnen bestuderen, is een systeem ontworpen waarmee het mogelijk is koeien individueel op te roepen. In een recent experiment bleek, dat getrainde koeien gemiddeld op bijna 70 % van de oproepen reageerden met een bezoek aan de krachtvoerbox. Wanneer de koeien lagen, reageerden ze echter op minder dan 50 % van de oproepen. Naast het gedrag dat de koeien uitvoeren op het moment van oproepen is ook de afstand die ze moeten afleggen van invloed op hun reactie. Wanneer de koeien de voergang moesten oversteken om de krachtvoerbox te bereiken, reageerden ze maar op ongeveer 10 % van de oproepen. De resultaten van dergelijk onderzoek - wat nog maar in de beginfase is - geven duidelijk aan dat verschillende factoren invloed hebben op de beslissing van een koe om een krachtvoerbox te bezoeken. Dit onderzoek kan gebruikt worden voor verdere optimalisatie - gezien vanuit het standpunt van de koe - van de systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking.

### **Verdere ontwikkelingen van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking**

Naar verwachting zullen in het jaar 2000 tussen de 13.000 en 20.000 melkveehouderijbedrijven een voercomputer gebruiken. Uit technisch oogpunt is er geen behoefte aan een verdere ontwikkeling van de krachtvoerverstrekking zelf; wellicht kan de programmatuur op een aantal punten nog zodanig aangepast worden dat in meer opzichten voldaan zal worden aan de behoefte van de koeien. De belangrijkste verdere ontwikkeling van het gehele systeem van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking zal echter liggen op het vlak van de uitbreiding van de gebruiksmogelijkheden. Enerzijds lijken er mogelijkheden te zijn om het aantal bezoeken en de krachtvoeropname, samen met andere gegevens, te gebruiken voor de bewaking van de gezondheid en de vruchtbaarheid. Anderzijds zal aan de koppeling van de voercomputer met een managementsysteem en met externe systemen nog veel aandacht besteed moeten worden. Meer mogelijkheden voor integratie met andere systemen maken een systeem voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking uit het oogpunt van bedrijfsmanagement aantrekkelijker.

# Concentrate intake and behaviour of dairy cows with programmed concentrate distribution

## Summary of papers and discussions

H.K. Wierenga\* and A. van der Burg\*\*

\* *Research Institute for Animal Production 'Schoonoord'*  
P.O. Box 501, 3700 AM Zeist, The Netherlands

\*\* *Friesland College of Agriculture*  
P.O. Box 1528, 8901 BV Leeuwarden, The Netherlands

## Introduction

The use of programmed concentrate distribution has increased greatly during recent years. It is expected that in the future more and more dairy farms will convert to the distribution of concentrates with the aid of a computer and concentrate feeding station. This method of concentrate distribution no longer presents any technical problems. Until now little attention has been paid to the zootechnical aspects of programmed concentrate distribution. Research on these aspects has been carried out in the Netherlands by various institutes in recent years. In this Proceedings of the Meeting on Programmed Concentrate Distribution to Dairy Cows, a review is given of the results of this research.

## Research

In the research much attention has been paid to the commercially available systems for concentrate distribution. These systems differ in how they divide the concentrates over a 24-hour period. On practical farms, the fixed-time (Veecode, Manus, Miele, Senior), fixed-waiting-time (Fullwood, Hokofarm), variable-time (Alfa Laval) and the variable-high-time (Vicon) systems were examined. More experimental investigations were carried out at a research station. In that work, a variation of the variable-time system, the fixed-time system (with two different timetables: the starting time of a new feeding cycle a) at 07.00 h and at 19.00 h, and b) at 11.00 h and at 23.00 h) and distributing concentrates at the feeding rack were compared. Further, the effect of the location of the concentrate feeding station in the cubicle house was looked at. An initial investigation was also done into the possibilities of varying the speed with which the concentrates are delivered. Finally, an experimental system was tested, in which cows could be called - with an acoustic signal - to come to the feeding station.

In the different studies the intake of concentrates, the number and times of the visits to the concentrate feeding station, and the effects of the programmed concentrate distribution on the cows' other behaviour patterns were investigated.

## The different systems of programmed concentrate distribution

There are appreciable differences between the four different systems in the way in which the concentrates are divided over a 24-hour period. However, the research on the practical farms showed that it did not result in large differences in the total amount of concentrates which can be distributed per feeding station. For the four systems tested, a maximum of 300-310 kg of concentrates per station can be delivered per 24 hours. The intake of concentrates was accep-

table for all systems. In the fixed-waiting-time system a lower intake was found. For this system it is not yet clear which set up should be chosen in particular circumstances.

Differences between the systems were found in the time which the cows spent (rewarded and unrewarded) in the feeding station. Generally, the cows spent the most time in the station when the variable-time system was used. In this system of concentrate distribution the unrewarded time is low; on the contrary in the variable-high-time system and the fixed-waiting-time systems the unrewarded time is high. The fixed-time system showed intermediate results. Comparable differences were found between the systems in the number of unrewarded visits.

In the variable-time, variable-high-time and fixed-waiting-time systems, the visits were spread regularly throughout the whole 24 hour-period. In the fixed-time system the visits show more evident peaks. With all systems an acceptable spreading of intake of concentrates was realized. In the variable-time system the concentrates were consumed in small amounts; the portions of concentrates which were consumed at one time were larger in the fixed-time, fixed-waiting-time and variable-high-time systems. Naturally, the intervals between eating two portions ('meals') of concentrates were longer in these three systems.

The behavioural studies showed that there were no great differences in the time the cows had to wait for the concentrate feeding station in the various systems. There were also only marginal differences in the time spent in the cubicles and at the feeding rack between the farms using the various systems. The normal activity pattern - primarily mostly eating during the day and mostly lying in the evening and night - was also hardly affected by the various programmed concentrate feeding systems, even though concentrates were also eaten during the night. Especially in the variable-time system the cows were often seen in their cubicles just before a visit to the concentrate feeding station and they were back in the cubicles shortly afterwards. This could be because the animals can reach the station more quickly in this system (because there are no periods when many cows want to enter the station at the same time) and because the cows spread their visits to the concentrate feeding station throughout the 24-hour period (also in the night).

The research at the experimental station showed that with the variable-time system and with the fixed-time system with a feeding cycle starting at 11.00 h, the lying in the cubicles at night was interrupted one extra time. This occurs because the animals also eat concentrates at night in these programmes. In the variable-time system this did not lead to a shorter lying time per 24 hours, but it did in the fixed-time system starting at 11.00 h and 23.00 h. Shorter lying times were found in this set up of the fixed-time system, especially for the low-ranking animals. This reduction in the lying time occurred mainly in the evening and night (2.75 h less per 24 h). It is suspected that this is caused by the start of a new cycle in the evening at 23.00 h, when many animals make their way to the concentrate feeding station. Normally the cows spend a lot of time in the cubicles in this period. The high-ranking animals will be able to enter the concentrate feeding station without much delay and can, therefore, go and lie down again quickly. The low-ranking animals have to wait longer, which reduces their lying time. Therefore, it is better to start a new feeding cycle at a time when the cows are already active, e.g. with roughage intake.

The research has thus shown that there are large differences between the systems in the way in which the intake of the concentrates is divided over the 24-hour period. At present these differences are difficult to interpret as obvious advantages or disadvantages either from the practical point of view or from the cows' point of view. From the study it is clear that for systems with a fixed starting time this should be set at a time when roughage is also being given. In the experiments attention was particularly paid to possible differences between the systems. Possible negative consequences for the cows of programmed concentrate distribution in general (e.g. eating concentrates in the night) is at the moment under investigation. In the presented investigations attention was only paid to the concentrate intake and the behaviour of the animals. Consequent effects on milk production or health were not investigated, but are

not really expected. Since the differences found between the systems do not appear to be substantial (either for the farmer or for the cow), this means in practice that the farmer can follow his own preferences, in which other factors (cost of the system, user-friendliness, existing contacts with suppliers, possibilities of extending the system, etc.) can play an important role.

### **Location of the concentrate feeding station**

Under experimental conditions a comparison was made between placing the concentrate feeding station in a row of cubicles, as an extension to the feeding rack, and outside the actual cubicle house (at about 15 m distance). The intake of concentrates and the number of visits (rewarded as well as unrewarded) was clearly lower when the concentrate feeding station was placed some distance from the cubicle house. Such a position is, therefore, definitely not recommended. The intake of concentrates and the number of visits did not change between a position in the row of cubicles and one by the feeding rack.

The behaviour of the cows, just before and just after a visit to the concentrate feeding station, was partly affected by the location of the station. The eating of roughage is interrupted more often for a visit to the concentrate feeding station when it is close to the feeding rack, or in a row of cubicles but with an entrance facing towards the feeding rack. The cows interrupt their lying more often to visit the concentrate feeding station when it is placed close to or in the row of cubicles.

Finally, the research also showed that when a concentrate feeding station is placed in a row of cubicles with an entrance in the same direction as the entrance to the cubicles, then cubicles on both sides of the station, and those (if any) opposite the station, are used considerably less.

Not all the possible positions for a concentrate feeding station were examined; many different situations will always occur on practical farms. In any case it is evident from the research that the concentrate feeding station must stand somewhere where the cows will normally be present. When the cows have to make a special trip to the concentrate feeding station, a lower intake of concentrates results. A location in a row of cubicles means that a number of cubicles is less available for lying in. A location by the feeding rack does not present a problem, at least not when the entrance to the concentrate feeding station is not easily blocked by the cows. The advantage of this last position is that the cows who have to wait because the station is already occupied, can pass their waiting time by eating roughage.

### **Variable delivery speed and individual signalling system**

The delivery speed of the concentrates was varied in a smallscale experiment to see whether the number of cows per concentrate feeding station could be increased by speeding up the delivery of concentrates for those cows who can eat faster. The capacity of the concentrate feeding station did indeed increase, but the study found that more concentrates were left over in the station, so that the individual dosage was less reliable. Based on these findings and because adapting a good system for an individual delivery speed is technically complicated, it was concluded that the development of such a system for practical application would not be worthwhile.

To be able to study in detail the influence of programmed concentrate distribution on the behaviour of the cows, a system was designed with which it is possible to call up individual cows to come to the station and receive concentrates. A recent experiment revealed that experienced cows reacted to nearly 70 % of the signals by visiting the concentrate feeding station. The cows respond much less to the signal when they are lying down (to less than 50 % of the signals). As well as the type of activity in which they are engaged at the moment of the signal,

the distance they must walk to reach the station affects also their response. When the cows had to walk further, they reacted to only about 10 % of the signals. The results of this research - which has just started - clearly indicate that different factors affect the cow's decision to visit the concentrate feeding station. These results can also be used to further optimize - from the cow's view - the systems of programmed concentrate distribution.

### **Further developments of programmed concentrate distribution**

Present expectations are that in the year 2000 between 13,000 and 20,000 Dutch dairy farms will be using computerised feeding units. From a technical viewpoint there is no need to further develop the concentrate distribution, but perhaps on a number of points the programming can be tailored to satisfy more aspects of the cows' needs.

The most important future development of the whole system of programmed concentrate distribution lies in extending its possible uses. Firstly, it should be possible to use the number of visits to the concentrate feeding station, together with other data, to monitor the cows' health and fertility. Secondly, much more attention still needs to be paid to combining computerised feeding with a management system and external systems. An increased potential for integration with other systems will naturally make a programmed concentrate distribution more attractive from the farm manager's point of view.

## Introductie

# Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; de basis voor automatisering op bedrijfsniveau

G. Postma

*Voorzitter NRLO-werkgroep Automatisering en Robotisering in de Melkveehouderij*

*Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen*

*Postbus 43, 6700 AA Wageningen*

## Het belang van de gestuurde voeding

De ontwikkeling van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking is een belangrijke eerste stap geweest bij de automatisering in de melkveehouderij. Door middel van individuele elektronische dierherkenning is daardoor de aandacht voor het individuele dier op bedrijfsniveau beter mogelijk geworden. Koeien in een koppel hebben weliswaar een aantal gemeenschappelijke behoeften, maar die dienen wel toegesneden te worden op individuele verschillen. Met name produktie, lactatiestadium, gewicht, conditie, gezondheid en reproductie, kenmerken deze verschillen. Binnen dit geheel is in eerste instantie een goede gestuurde voeding van belang om zo optimaal mogelijk gebruik te kunnen maken van het potentiële produktievermogen van de dieren. Immers, waarom als boer wel veel geld investeren in, en gebruik maken van, hoogwaardig fokmateriaal, als de bedrijfsvoering ontoereikend is om het aanwezige produktievermogen te benutten?

## Voeren en bewaken

Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking is iets anders dan alleen maar het verstrekken van krachtvoer. Onder de voorwaarde dat een goede schatting kan worden gemaakt van de individuele krachtvoerbehoefte en de opname aan ruwvoer, zoals bijvoorbeeld in het KMV-programma (Koppeling Melkcontrole-Veevoeding), kan aan elk dier in een koppel, ongeacht het stadium van de lactatie, de haar toekomende hoeveelheid krachtvoer gedoseerd worden en, wat een extra dimensie hieraan geeft, ook bewaakt worden. Hoeveel krachtvoer is er niet opgenomen? Hoe vaak is de voerbox bezocht? Moet de krachtvoergift bijgestuurd worden? Dit zijn relevante vragen, die met behulp van een voercomputer beantwoord kunnen worden.

## Voeren en management

Het is gebleken dat geprogrammeerd krachtvoer doseren een goed fundament is voor 'management by exception'; de zorg voor het gehele koppel op basis van individuele diergegevens. Veel boeren hebben dit begrepen. Naar schatting 7000-8000 melkveehouders in Nederland hebben, door aanschaf van geprogrammeerde krachtvoersystemen de wereld betreden van automatische procesbesturing en worden daardoor meer en meer rijp voor integrale systemen. Integrale systemen in de veehouderij zijn gebaseerd op het automatisch (door middel van sensoren) en handmatig verzamelen van gegevens en een computermatige verwerking van die gegevens. De verkregen informatie kan enerzijds worden gebruikt voor besturing van processen, anderzijds voor het dagelijks management, via een bedrijfsmanagementsysteem, van het veehouderijbedrijf. Een ander belangrijk onderdeel van integrale systemen vormt de informatie die direct, via datacommunicatie, van externe dienstverlenende instanties kan worden verkregen. Integrale systemen zorgen op die manier voor het kanaliseren van de informatiestromen op het primaire bedrijf.

## Tendensen/stellingen

Tot nu is er altijd sprake geweest van een veel groter effect van nieuwe vindingen in de landbouw op het bedrijfsresultaat, de bedrijfsontwikkeling en de landbouwstructuur, dan ooit vooraf werd verwacht of berekend. Dit geldt ook voor de geprogrammeerde krachtvoeroverschikking en meer algemeen ook voor integrale systemen. De (snelle) ontwikkelingen in de informatica-technologie en de elektronica stellen het landbouwkundig onderzoek samen met de industrie in staat om integrale systemen te ontwikkelen gericht op het optimaliseren van het potentieel aanwezige produktievermogen. Integrale systemen, gebaseerd op automatisering, stellen niet alleen de huidige produktietechnieken ter discussie, maar zijn ook uitgangspunt voor de ontwikkeling van geheel nieuwe produktiesystemen. Met deze systemen is het beter mogelijk om rekening te houden met de eisen die mens en dier stellen aan voeding, gezondheid, reproductie, produktie, welzijn en milieu.

Een tot de verbeelding sprekend onderdeel van een integraal systeem voor de melkveehouderij is het automatisch melken van koeien. De haalbaarheid van gerobotiseerd (zonder menselijk toezicht) melken moet hoog worden ingeschat. Invoering van de melkrobot zal mogelijk grote wijzigingen op de bedrijven teweeg brengen. Automatisering en robotisering schakelen evenwel de boer niet uit, maar doen juist een appél op zijn kennis, kunde en vakbekwaamheid. Het karakter van het werk verandert wel sterk: minder uitvoerend en meer controlerend, met name gericht op het nemen van actie op grond van gesignaleerde afwijkingen in de processen. Bij alle ontwikkelingen zal echter toch ook altijd het contact van de veehouder met het dier van groot belang blijven.

Een beter gestuurde dierproduktie (en plantengroei) stelt hoge eisen aan mens en machines. In het verleden waren machines vooral gericht op het vervangen van menselijke arbeid en het vergroten van de capaciteit. In de toekomst zal meer en meer de kwaliteit van het werk en de kwaliteit van het produkt, rekening houdend met specifieke eisen, van belang worden.

## De studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoeroverschikking aan Melkvee'

Geprogrammeerde krachtvoeroverschikking heeft vele aspecten. Efficiëntie van de systemen, capaciteit van de voerbox, plaatsing van de krachtvoerbox in de stal, en de doseersnelheid van de voerautomaat zijn vanuit de zoötechniek belangrijke punten en komen in dit verslag van de studiedag ruimschoots aan bod. Het onderzoek naar systemen voor geprogrammeerde krachtvoeroverschikking kan belangrijke gegevens opleveren voor het verder ontwikkelen van deze systemen of een bijdrage leveren aan het ontwikkelen van andere onderdelen van integrale systemen. Van groot belang is ook het onderzoek naar de invloed van deze systemen op het diergedrag. Vragen over agressie en wachttijden bij de voerbox en de invloed van deze systemen op lig- en ruwvoereettijden komen in een aantal bijdragen aan de orde. En de economie, zal de lezer zich wellicht afvragen? Is het wel verantwoord om in deze systemen te investeren? In een bijdrage over bedrijfsmanagement en krachtvoeroverschikking zal ook dit aspect worden belicht.



## 1 De systemen

# Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen

A. van der Burg

Agrarische Hogeschool Friesland  
Postbus 1528, 8901 BV Leeuwarden

## Samenvatting

Bij systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking zorgt het krachtvoerprogramma voor spreiding van het krachtvoer over het etmaal. Deze krachtvoerprogramma's kunnen worden ingedeeld in spaar- en periodensystemen. Op deze hoofdingdeling zijn varianten mogelijk. In de praktijk veel gebruikte voerprogramma's zijn het perioden-, wachttijden-, spaar-hoog- en spaarsysteem. Deze systemen verschillen vooral in de wijze waarop per individueel dier het krachtvoer verdeeld wordt over een etmaal.

## Inleiding

Volgens een recente produktinformatiegids (Taurus, 1987) van de takorganisatie voor automatisering in de rundveehouderij, zijn er momenteel 14 merken krachtvoercomputers op de markt. Soms zijn de verschillen tussen de merken fundamenteel, zoals in de wijze waarop het voerprogramma in de procescomputer het krachtvoer over het etmaal verdeelt, soms zijn de verschillen marginaal. In dit artikel zullen een viertal in de praktijk veel gebruikte systemen (krachtvoerprogramma's) worden beschreven. Dit zijn niet alle op de markt aanwezige systemen; alleen die systemen waarvan in dit verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee' onderzoeksresultaten worden vermeld, zullen worden behandeld.

## Verskillende krachtvoerprogramma's

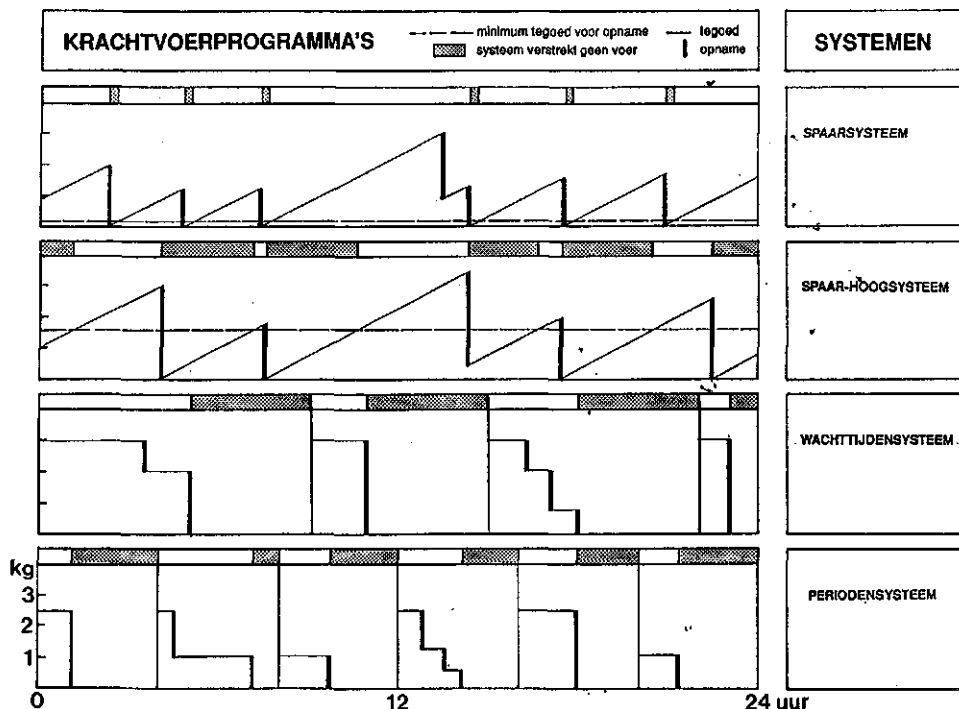
### Algemeen

Alle systemen hebben gemeenschappelijk dat het krachtvoer niet in één keer kan worden opgenomen, maar dat het verdeeld wordt over de dag. De manier waarop dit in de verschillende programma's wordt gerealiseerd, kan echter sterk van elkaar verschillen. Bij elk systeem programmeert de veehouder per koe een etmaaltgoed. Op welke momenten (gedeelten van) dit krachtvoertgoed voor de koe beschikbaar komt, hangt af van het gebruikte krachtvoerprogramma. Het voertgoed op een bepaald tijdstip wordt gedefinieerd als de hoeveelheid krachtvoer die een koe volgens de voercomputer op dat tijdstip nog beschikbaar heeft. Of de voercomputer dit voer op dat tijdstip ook daadwerkelijk vrij geeft voor opname, hangt af van een aantal regels die het voerprogramma hanteert.

In principe kunnen twee fundamenteel van elkaar verschillende voerprogramma's worden onderscheiden: programma's die via een spaarsysteem werken of via een periodensysteem. Bij de spaarsystemen neemt het voertgoed telkens proportioneel met de tijd toe; bij de periodensystemen komt op bepaalde tijden in het etmaal een vast gedeelte van het geprogrammeerde etmaaltgoed beschikbaar voor opname. Op de hoofdingdeling van spaar- en periodensystemen zijn weer varianten mogelijk. Zo is er naast een systeem met een vaste periodenindeling ook een systeem met een variabele periodenindeling. In dit verslag wordt een periodensys-

teem met vaste periodenindeling het *periodensysteem* genoemd; een periodensysteem met variabele periodenindeling het *wachtijdsysteem*. Bij de spaarsystemen wordt onderscheid gemaakt tussen een spaarsysteem met een lage minimum-opnamegrens - het *spaarsysteem* in dit verslag - en een spaarsysteem met een hoge minimum-opnamegrens; het *spaar-hoogsysteem*.

Hoe wordt het voer verstrekt bij deze vier systemen? In figuur 1 wordt van een fictieve koe de krachtvoeropname weergegeven die 12 kg krachtvoer per etmaal mag opnemen (het geprogrammeerde etmaaltegoed). Met behulp van deze figuur worden vervolgens de methoden van opnamespreiding beschreven van de diverse voerprogramma's.



Figuur 1. Een schematische weergave van de principes van opnamespreiding bij vier krachtvoerprogramma's. Voor verklaring van de figuur: zie tekst.

## Spaarsystemen

### Spaarsysteem

Bij het spaarsysteem (Alfa-Laval) wordt aan het actuele krachtvoertegoed telkens een evenredig deel van het geprogrammeerde etmaaltegoed toegevoegd; 12 kg per 24 uur, 0,5 kg per uur, 100 gram per 12 minuten etc. De koe 'spaart' op die manier een krachtvoertegoed. De hoeveelheid die de koe minimaal gespaard moet hebben om voer te krijgen is meestal ingesteld op 50 of 100 gram; een dergelijk laag minimum tegoed voor opname (minimum-opnamegrens) wordt door de fabrikant ook aanbevolen. Deze grens is voor ieder dier gelijk. De

maximum opname per krachtvoerboxbezoek bij dit systeem, is vast ingesteld op 2,1 kg. De koe spaart continu; bij dit systeem is er geen sprake van een voercyclus en er is dus ook geen starttijd van de voercyclus. Inherent aan dit systeem is dan ook dat niet opgenomen voer van het voorafgaande etmaal wordt doorgeschoven naar het volgende etmaal. Om te voorkomen dat dieren die niets of weinig opnemen, tientallen kilo's voer zouden kunnen 'sparen', is in het programma een maximum-spaargrens ingebouwd.

Uit figuur 1 blijkt dat bij dit voerprogramma ieder dier gedurende vrijwel het gehele etmaal krachtvoer kan opnemen. Als er geen voertegood meer is dan moet het (voorbeeld) dier 12 minuten sparen om de minimum-opnamegrens van 100 gram te bereiken.

#### *Spaar-hoogstelsysteem*

Ook bij dit systeem (Vicon) 'spaat' het dier proportioneel met de tijd; dus 12 kg per 24 uur, 100 gram per 12 minuten etc. Echter bij dit systeem is de minimum-opnamegrens afhankelijk van de hoeveelheid geprogrammeerd krachtvoer per koe. Deze grens wordt berekend via een rekenregel in het voerprogramma. Bij een geprogrammeerde hoeveelheid van 12 kg is de grens 1,6 kg en bij een gift van 1 kg, 0,7 kg. Het essentiële verschil met het spaarsysteem is dat in ieder geval voor elk dier de minimum-opnamegrens aanmerkelijk hoger is. De maximum opname per bezoek is bij dit systeem per groep instelbaar en staat in de praktijk meestal op 2,5 of 3 kg. Omdat het een spaarsysteem is, is ook bij dit systeem geen start van een voercyclus aan te geven; de koe spaart continu. Ook in dit programma is een maximum-spaargrens (spaar-plateau) ingebouwd.

Uit figuur 1 blijkt dat dit voerprogramma gedurende grote gedeelten van het etmaal aan deze (fictieve) koe geen voer verstrekt omdat het voertegood beneden de minimum-opnamegrens ligt.

#### **Periodensystemen**

##### *Periodensysteem*

Bij het periodensysteem (Manus, Miele, Senior, Veecode) wordt het etmaal (meestal) opgedeeld in 2 voercycli die op hun beurt weer zijn ingedeeld in 3 opnameperioden. Elke voercyclus duurt 12 uur en elke opnameperiode 4 uur. In principe wordt het voer over de twee voercycli en over de drie opnameperioden gelijkmatig verdeeld. Per periode zou een dier met een etmaaltegoed van 12 kg dus 2 kg ( $=12/6$ ) mogen opnemen. Met de zogenaamde standaardopname kan de veehouder het periodetegood beïnvloeden; is de standaardopname hoger ingesteld dan het periodetegood, dan is de standaardopname het nieuwe periodetegood. Met een standaardopname van 2,5 kg (veel gebruikt in de praktijk) is in het voorbeeld (figuur 1) het krachtvoertegood in de eerste periode 2,5 kg; in de tweede periode ook 2,5 kg en in de laatste periode, 1 kg. Het totale periodetegood mag tijdens één krachtvoerboxbezoek worden opgenomen. Als een koe vaak direct in het begin van de opnameperiode komt en dan het volledige periodetegood opneemt, dan verstrekt dit systeem gedurende grote gedeelten van het etmaal geen voer aan dat dier. Het starttijdstip van iedere periode is voor elk dier in de kudde gelijk. Het starttijdstip van de voercyclus kan door de veehouder zelf worden gekozen (zie ook Hopster & Wierenga, 1989).

Met het periodensysteem van sommige merken, zijn ook nog andere instellingen mogelijk, bijvoorbeeld perioden van 4-4-16 uur per etmaal of zelfs 24 perioden van 1 uur (zie ook Smits et al., 1989). Kenmerkend voor alle hierboven genoemde periodenindelingen is, dat start en einde van een opnameperiode voor ieder dier in een groep, gelijk zijn. In principe is het mogelijk dat niet opgenomen voer per voercyclus kan worden doorgeschoven naar een volgende cyclus. In de praktijk wordt van deze mogelijkheid niet of nauwelijks gebruik gemaakt. Standaard wordt wel altijd het niet opgenomen voer per periode doorgeschoven.

Bij een enkele fabrikant van krachtvoersystemen met een vaste periodenindeling kan met dezelfde voercomputer ook een afwijkend krachtvoerprogramma worden gekozen; 'het biologisch voerprogramma'. Dit krachtvoerprogramma bootst het spaarsysteem na (zie ook Hopster & Wierenga, 1989).

### *Wachttijdensysteem*

Ook bij het wachttijdensysteem (Fullwood, Hokofarm) wordt van een periodenindeling gebruik gemaakt. Echter elke koe bepaalt de lengte en het starttijdstip van haar eigen opnameperiode. De periodenindeling komt dan ook fundamenteel anders tot stand dan bij het traditionele periodensysteem. Om tot een periodenindeling te komen moet de veehouder drie gegevens opgeven; de opnamelengte per etmaal voor de gehele groep, de maximale opname per periode en het geprogrammeerde etmaaltegoed per individueel dier. In het voorbeeld van figuur 1 is de opnamelengte op 16 uur gesteld. Deze instelling kwam het meeste voor op de praktijkbedrijven die bij het praktijkonderzoek waren betrokken (Van der Burg et al., 1989). De maximum opname per periode voor dit (fictieve) dier is op 3 kg gesteld. Met een etmaaltegoed van 12 kg ontstaan op die manier 4 opnameperioden (etmaaltegoed gedeeld door de maximum opname per periode:  $12/3$ ), met tussen elke opnameperiode een wachttijd van 4 uur (opnamelengte per etmaal gedeeld door het aantal opnameperioden:  $16/4$ ). De wachttijd gaat pas in zodra het volledige tegoed van een opnameperiode is opgenomen. Gedurende de wachttijd verstrekt het systeem aan dat dier geen voer. Met deze wijze van opnamespreiding ontstaan opnameperioden, maar elke opnameperiode kan voor ieder dier op een ander tijdstip starten en kan van verschillende lengte zijn. Bovendien kan het aantal opnameperioden tussen koeien (in dezelfde groep) van elkaar verschillen. Er is elke dag een start van de voercyclus: op dat moment begint voor elk dier in de kudde een nieuwe opnameperiode. Dit starttijdstip kan door de veehouder zelf worden bepaald.

Aan de hand van figuur 1 valt te constateren dat dit systeem gedurende een groot deel van het etmaal aan dit dier geen voer verstrekt. Per definitie is de wachttijd voor dit dier in ieder geval minimaal 12 uur (3 wachttijden van 4 uur).

### **Literatuur**

- Burg, A. van der, T.E.M. Hettinga & Y.S.T. Zeinstra, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden; invloed van het krachtvoerprogramma op het krachtvoerboxgebruik. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga, 1989. De keuze van het krachtvoerprogramma en de effecten hiervan op het gedrag van melkkoeien. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Smits, A.C., J. Metz, A.H. Ipema & H.K. Wierenga, 1989. De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het gedrag van koeien in een ligboxenstal. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Taurus, 1987. Computers in de Melkveehouderij. Deel 5. Produktinformatie over Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking, Elektronische melkgiftregistratie, Bedrijfscomputer. Lelystad.

# **Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijk-omstandigheden; invloed van het krachtvoerprogramma op het krachtvoerboxgebruik**

*A. van der Burg, T.E.M. Hettinga en Y.S.T. Zeinstra*

*Agrarische Hogeschool Friesland  
Postbus 1528, 8901 BV Leeuwarden*

## **Samenvatting**

Op 16 melkveehouderijbedrijven (23 groepen lacterende koeien) in Friesland is onderzoek verricht naar de invloed van een viertal krachtvoerprogramma's (perioden-, wachttijden-, spaar-hoog-, en spaarsysteem) op het gebruik van de krachtvoerbox.

De maximale capaciteit van de krachtvoerbox is voor alle vier systemen ongeveer gelijk en bedraagt ca. 300-310 kg per box per etmaal.

De krachtvoerprogramma's hebben een duidelijke invloed op het gebruik van de krachtvoerbox. De totale bezettingstijd/kg krachtvoer is niet verschillend voor de vier systemen. Wel is er een duidelijk verschil in beloonde en onbeloonde tijd. Bij het spaarsysteem is de onbeloonde tijd laag; bij spaar-hoog- en wachttijdensysteem is de onbeloonde tijd hoog. Het aantal onbeloonde bezoeken laat hetzelfde verschil zien. Het periodensysteem zit tussen deze uitersten in. Bij het spaarsysteem is het aantal beloonde bezoeken hoog. De verschillen in aantal beloonde bezoeken/kg krachtvoer veroorzaken dat bij het spaarsysteem de spreiding van het krachtvoer over het etmaal groot is; veel kleine opnames met kleine tussentijden. De spreiding bij de andere systemen is veel minder groot: grote opnames met grote intervallen.

De verdeling van de bezoeken over het etmaal is bij het spaar-, spaar-hoog- en wachttijdensysteem regelmatig; bij het periodensysteem komen duidelijk piekbezettingen voor bij de start van een nieuwe opnameperiode.

## **Inleiding**

Uit onderzoek is gebleken dat het krachtvoerprogramma waarmee een krachtvoersysteem het krachtvoer over het etmaal verdeelt, in hoge mate het bezoek aan de krachtvoerbox bepaalt (Collis, 1979; Spiegelberg, 1980; Wierenga & Folkerts, 1986; Van der Burg et al., 1987). Het in de literatuur beschreven onderzoek aan geprogrammeerde krachtvoersystemen werd echter tot nu toe alleen uitgevoerd aan het perioden- en het spaarsysteem (voor een beschrijving van de systemen, zie Van der Burg, 1989). Onderzoek aan varianten op spaar- en periodensysteem is nog niet beschreven. In dit artikel zullen resultaten worden gegeven van onderzoek aan vier in de praktijk veel gebruikte systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee: het perioden-, wachttijden-, spaar-hoog- en spaarsysteem. De systemen worden vergeleken voor wat betreft capaciteit van de krachtvoerbox, het gebruik van de krachtvoerbox en de opnamespreiding van het krachtvoer over het etmaal.

## **Praktijkonderzoek in Friesland**

### **De onderzochte praktijkbedrijven**

Het praktijkonderzoek is uitgevoerd op melkveehouderijbedrijven in de provincie Friesland. In dit artikel worden de resultaten beschreven van 23 groepen lacterende koeien. De randvoor-

waarden bij de selectie van de bedrijven waren:

- het voer werd verstrekt met een doseersnelheid van 300 g/minuut;
- niet meer dan twee krachtvoerboxen per groep;
- geen extreme staltypen en/of voerbox plaatsingen.

Het onderzoek werd uitgevoerd in de stalseizoenen 1985/86, 86/87 en 87/88, telkens in de periode januari tot en met april.

#### *Codering van de onderzochte bedrijven*

Alle bedrijven uit het praktijkonderzoek in Friesland zijn voorzien van een codering. Deze code is uniform gebruikt in alle artikelen in het verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtoverstrekking aan Melkvee', waar in (onderdelen) van het praktijkonderzoek in Friesland worden beschreven: Hettinga & Van der Burg, 1989; Van der Burg et al., 1989; Zeinstra et al., 1989 en dit artikel). Bedrijf P2 in dit artikel bijvoorbeeld, is hetzelfde bedrijf P2 in Zeinstra et al., 1989, of Van der Burg et al., 1989.

Alle periodensysteembedrijven beginnen met de letter P, de wachttijdsysteembedrijven met een W, de spaar-hoog- met een H, en de spaarsysteembedrijven met een S. Daarnaast heeft elk bedrijf ter onderscheiding van elkaar een nummer. Op enkele bedrijven werden tegelijkertijd waarnemingen aan twee verschillende onafhankelijke groepen verricht. Deze groepen hebben in de tabellen en figuren na de bedrijfscode het toevoegsel (a) of (b) gekregen. Soms werd een bedrijf vaker bezocht, bijvoorbeeld aan het begin en het eind van het stalseizoen, of in verschillende stalseizoenen. In die tussentijd was de krachtovergift en/of de groepssamenstelling veranderd. Deze bedrijven zijn in de tabellen en grafieken voorzien van een bedrijfscode met daaraan toegevoegd een nummer, bijvoorbeeld P2-1. In dit artikel worden alle waarnemingen als aparte onafhankelijke groepswaarnemingen beschreven.

#### **Verzameling van de gegevens**

Op elk bedrijf werd in principe gedurende vijf aaneengesloten etmalen het gebruik van de krachtvoerboxen vastgelegd met behulp van fotocellen en een koppeling van een personal computer met de voercomputer. Door middel van de fotocellen die halverwege de krachtvoerbox werden geplaatst, konden bezoeken van koeien worden geregistreerd die niet door het systeem herkend werden. Via de koppeling van PC met voercomputer werd van elk 'herkend' bezoek, tijdstip, bezoekduur, koenummer en gerealiseerde opname vastgelegd.

Gedurende twee etmalen van de gehele waarnemingsperiode werd ook de totale opname gemeten van voedermiddelen die aan het voerhek werden verstrekt. Deze gegevens zijn verzameld om eventueel afwijkende resultaten in voerboxgebruik, mogelijk te kunnen verklaren met behulp van afwijkende ruwvoeropnames of sterk afwijkende voerrantsoenen. In dit artikel worden deze gegevens echter niet verder beschreven of verwerkt.

#### **Verwerking van de gegevens**

Het gebruik van de krachtvoerbox is verwerkt tot een aantal kengetallen. Het *totale aantal bezoeken* aan de voerbox levert een *totale bezettingstijd* per etmaal per box op. Een klein gedeelte van deze bezoeken wordt door het systeem niet herkend (bijvoorbeeld koeien zonder zender, een vroegtijdige verstoting en/of koeien die de voerbox maar half ingaan). Deze bezoeken worden wel geregistreerd door de in de voerbox geplaatste fotocellen. Deze *onherkende bezoeken* leveren een (zeer kleine) bijdrage aan de totale bezettingstijd. Verreweg het grootste gedeelte van de bezoeken bestaat uit door het systeem herkende dieren. Bij een gedeelte van deze bezoeken krijgt de koe geen voer omdat het periodetegoed al opgenomen is c.q. de spaargrens nog niet is bereikt (zie ook Van der Burg, 1989). Deze *onbeloonde bezoeken* leveren een *onbeloonde bezoektijd* op. De *beloonde bezoektijd* wordt gevormd door de totale tijd van het

totaal aantal *beloonde bezoeken*. Tijdens een beloond bezoek staat een dier niet voortdurend te eten. Het voer wordt verstrekt via een ingestelde doseersnelheid. De snelheid waarmee de krachtvoerautomaat het voer doseert (zie ook Hettinga & Van der Burg, 1989), is de *effectieve eetijd* genoemd; bij een opname van bijvoorbeeld 2,1 kg en een doseersnelheid van 300 g/min is de effectieve eetijd 7 minuten. Tussen de effectieve eetijd en de beloonde bezoektijd blijkt vaak een aanmerkelijk verschil aanwezig; deze 'onbenutte' tijd tijdens een beloond bezoek, is de *lummeltijd* genoemd.

Omdat de bezettingstijd en het aantal bezoeken natuurlijk sterk bepaald wordt door de opgenomen hoeveelheid krachtvoer, zijn om vergelijkingen tussen bedrijven en systemen mogelijk te maken, een aantal van de beschreven kengetallen ook verwerkt tot bezoeken per kg krachtvoer en/of bezettingstijden per kg krachtvoer. De kengetallen over opnamespreiding bestaan uit de gemiddelde *maaltijdgrootte* per beloond bezoek en het gemiddelde *maaltijdinterval*. Als een maaltijdinterval wordt gerekend, de tijd tussen twee beloonde bezoeken.

Verschillen tussen de genoemde kengetallen zijn telkens getoetst met behulp van een parametervrije toets (Mann-Whitney U toets, 2 zijdig).

## Resultaten

### Capaciteit van de systemen

#### *Opnamepercentages*

De in de praktijk gerealiseerde opname staat per groep vermeld in tabel 1 met daarbij het gemiddelde per systeem. Omdat bij de groepen P5-1 en S6-1 ver boven de maximale capaciteit van de krachtvoerbox (zie volgende paragraaf) werd geprogrammeerd, waardoor slechte opnames waren te verwachten; werden deze bedrijven bij het bepalen van de gemiddelde opnamepercentages buiten beschouwing gelaten. De opnamepercentages van het wachttijdsysteem bleken significant lager ( $p < 0,05$ ) te zijn dan van alle andere systemen. Tussen de andere systemen werden geen significante verschillen geconstateerd. De gemiddelde opnames van die systemen waren goed te noemen ofschoon incidenteel per bedrijf, ook nog wel eens een lage opname voorkwam.

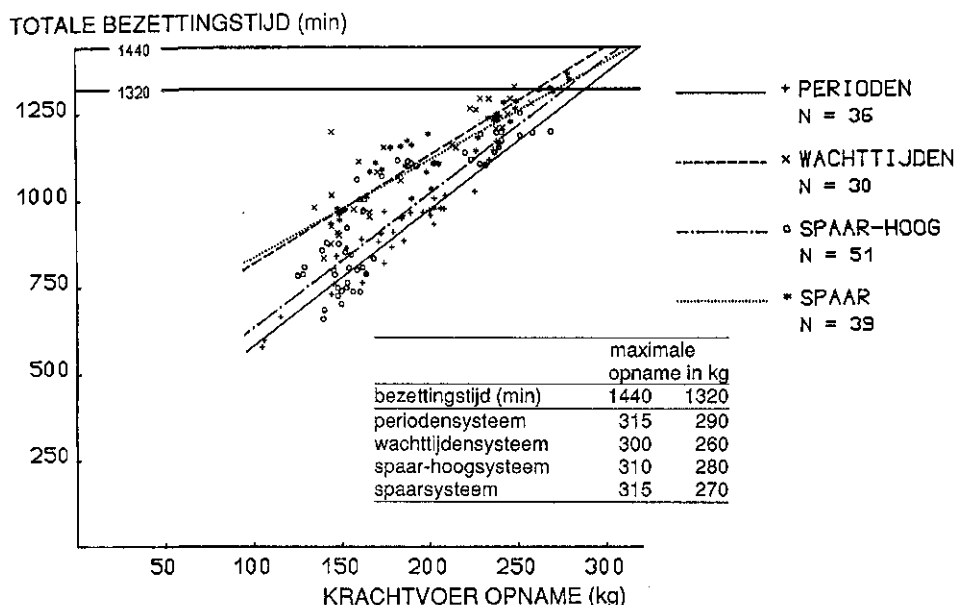
#### *Maximale krachtvoeropname per box/etmaal*

Uit oogpunt van rentabiliteit is het aantrekkelijk om met zo weinig mogelijk krachtvoerboxen zoveel mogelijk koeien te voeren. Optimaal zou dan een bezetting zijn gedurende het gehele etmaal. Een belangrijke vraag is dan hoeveel krachtvoer per box per etmaal kan worden verstrekt. Bij een doseersnelheid van 300 g/min zou theoretisch  $300 \times 1440 = 432$  kg krachtvoer kunnen worden gevoerd. Vanzelfsprekend is deze theoretische grens niet haalbaar omdat geen rekening is gehouden met het in- en uitgaan van de voerbox en een eventuele tijd die nodig is voor herkenning van de koe. Resultaten uit dit praktijkonderzoek over de maximale opname per box/etmaal voor perioden- en spaarsysteem zijn al eerder beschreven in Van der Burg et al. (1987); bij een doseersnelheid van 300 g/min kan maximaal ca. 300-310 kg krachtvoer per box/etmaal worden opgenomen bij zowel perioden- als spaarsysteem. Uit figuur 1 blijkt dat ook bij het wachttijden- en het spaar-hoogstelsel de maximale opname ongeveer overeen komt met die van de eerder genoemde systemen. De maximale boxcapaciteit werd als volgt berekend. Van elk bedrijf was van elk etmaal de bezettingstijd van de krachtvoerbox en de krachtvoeropname bekend. Uit het verband tussen opname en bezettingstijd over een groot aantal etmalen, kon per systeem een regressie worden bepaald en met behulp van de regressievergelijking kon de opname bij een totale bezetting van het etmaal (=1440 minuten) worden berekend. In figuur 1 zijn voor de vier systemen de regressielijnen getekend en het aantal waarnemingen vermeld waaruit de regressie werd berekend.



*Tabel 1. Gegevens van de onderzochte groepen over krachtvoeropname en krachtvoerboxgebruik. (opname percentage =  $100 \times \text{opname} / \text{geprogrammeerd tegoed}$ ). Voor de codering van de groepen c.q. bedrijven en de berekening van het gemiddelde: zie verklaring in de tekst. De groepen zijn per systeem naar oplopende krachtvoeropname gerangschikt.*

| bedrijf                  | Krachtvoeropname |                 |                          |                        | Krachtvoerboxgebruik        |                          |                             |                            |
|--------------------------|------------------|-----------------|--------------------------|------------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|
|                          | opname<br>in kg  | opname<br>perc. | aantal<br>koeien/<br>box | opn.<br>koe/<br>etmaal | totale<br>bez.tijd<br>(min) | totaal<br>aantal<br>bez. | aantal<br>bez./<br>koe/etm. | aantal<br>bez./<br>kg voer |
| <b>Periodensysteem</b>   |                  |                 |                          |                        |                             |                          |                             |                            |
| P3-3                     | 128              | 93,7            | 18,0                     | 7,1                    | 704                         | 193                      | 10,7                        | 1,51                       |
| P1                       | 173              | 89,6            | 27,0                     | 6,4                    | 867                         | 309                      | 11,4                        | 1,79                       |
| P3-1                     | 203              | 97,6            | 25,0                     | 8,1                    | 971                         | 310                      | 12,4                        | 1,53                       |
| P3-2                     | 236              | 96,1            | 27,0                     | 8,7                    | 1132                        | 376                      | 13,9                        | 1,59                       |
| P5-1                     | 314              | 90,1            | 32,0                     | 9,8                    | 1203                        | 325                      | 10,2                        | 1,04                       |
| gemiddeld                | 185              | 94,3            | 24,3                     | 7,6                    | 919                         | 297                      | 12,1                        | 1,60                       |
| <b>Wachttijdsysteem</b>  |                  |                 |                          |                        |                             |                          |                             |                            |
| W1-a                     | 48               | 89,1            | 21,0                     | 2,3                    | 487                         | 270                      | 12,9                        | 5,63                       |
| W2-b                     | 152              | 83,7            | 22,5                     | 6,8                    | 945                         | 237                      | 10,5                        | 1,56                       |
| W3                       | 165              | 90,2            | 22,5                     | 7,5                    | 1123                        | 325                      | 14,4                        | 1,97                       |
| W1-b                     | 241              | 87,4            | 29,0                     | 8,3                    | 1239                        | 492                      | 17,0                        | 2,04                       |
| gemiddeld                | 186              | 87,6            | 24,7                     | 7,5                    | 1102                        | 351                      | 14,0                        | 1,86                       |
| <b>Spaar-hoogsysteem</b> |                  |                 |                          |                        |                             |                          |                             |                            |
| H2-a                     | 23               | 86,1            | 21,0                     | 1,1                    | 247                         | 225                      | 10,7                        | 9,78                       |
| H1                       | 135              | 93,4            | 25,0                     | 5,4                    | 830                         | 407                      | 16,3                        | 3,01                       |
| H2-b                     | 162              | 98,2            | 30,0                     | 5,4                    | 980                         | 538                      | 17,9                        | 3,32                       |
| H4                       | 180              | 91,2            | 28,0                     | 6,4                    | 1086                        | 290                      | 10,4                        | 1,61                       |
| H5-a                     | 230              | 91,7            | 24,0                     | 9,6                    | 1116                        | 514                      | 21,4                        | 2,23                       |
| H5-b                     | 247              | 98,4            | 28,5                     | 8,7                    | 1189                        | 590                      | 20,7                        | 2,39                       |
| gemiddeld                | 191              | 94,6            | 27,1                     | 7,1                    | 1040                        | 468                      | 17,3                        | 2,51                       |
| <b>Spaarsysteem</b>      |                  |                 |                          |                        |                             |                          |                             |                            |
| S3-a                     | 30               | 98,4            | 14,0                     | 2,1                    | 381                         | 324                      | 23,1                        | 10,80                      |
| S2                       | 148              | 99,7            | 30,0                     | 4,9                    | 947                         | 509                      | 17,0                        | 3,44                       |
| S1-1                     | 174              | 92,1            | 28,0                     | 6,2                    | 1112                        | 571                      | 20,4                        | 3,28                       |
| S4                       | 203              | 91,9            | 23,5                     | 8,6                    | 1059                        | 308                      | 13,1                        | 1,52                       |
| S1-2                     | 214              | 89,9            | 34,0                     | 6,3                    | 1130                        | 411                      | 12,1                        | 1,92                       |
| S3-b                     | 239              | 93,6            | 28,0                     | 8,5                    | 1234                        | 514                      | 18,4                        | 2,15                       |
| S5                       | 256              | 96,6            | 41,5                     | 6,2                    | 1274                        | 509                      | 12,3                        | 1,99                       |
| S6-1                     | 307              | 82,2            | 41,0                     | 7,5                    | 1306                        | 294                      | 7,2                         | 0,96                       |
| gemiddeld                | 206              | 94,1            | 30,8                     | 6,8                    | 1126                        | 470                      | 15,5                        | 2,38                       |



*Figuur 1. Weergave van de relatie tussen de opgenomen hoeveelheid krachtvoer en de totale bezoektijd in minuten, per etmaal voor de vier verschillende systemen. Voor elk systeem is de regressie berekend en de regressielijn getekend uit de verschillende waarnemingen (N) per etmaal. Voor verdere verklaring van de figuur: zie tekst.*

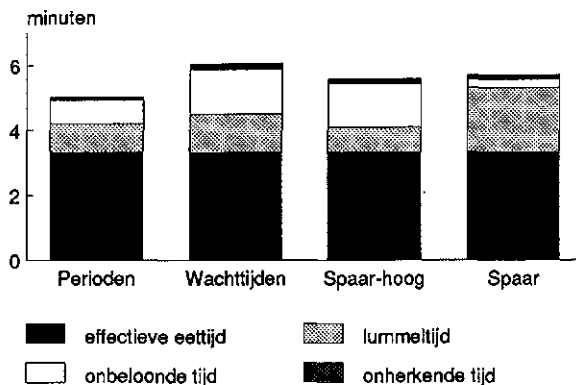
In de praktijk is een voerbox lang niet altijd de volle 1440 minuten per etmaal toegankelijk (opsluiten in een wachtruimte voor melken, vastzetten aan het voerhek, spertijden etc.). De maximale boxcapaciteit zal dan lager uitkomen. In figuur 1 is aangegeven hoe groot de krachtvoergiften per etmaal zouden kunnen zijn als de voerbox 1320 minuten/etmaal toegankelijk is. Bij alle systemen bedraagt dan de boxcapaciteit ca. 270-290 kg krachtvoer/etmaal.

Omdat bij spaar-hoog- en wachttijdsysteem gegevens over zeer hoge opnames ontbraken (>300 kg/box/etmaal), werd om een eerlijke vergelijking tussen de systemen te maken, in figuur 1 alleen gebruik gemaakt van etmaalgegevens van bedrijven met opnames tussen 100 en 300 kg/etmaal/box. Bij twee bedrijven van respectievelijk spaar- en periodensysteem met krachtvoeropnames van respectievelijk 314 kg (S6-1) en 307 kg (P5-1) was de geprogrammeerde hoeveelheid krachtvoer aanmerkelijk hoger (tabel 1) zodat de berekende maximale boxcapaciteit van ongeveer 300-310 kg reëel lijkt. Alleen bij verhoging van de doseersnelheid zijn vermoedelijk hogere opnames mogelijk (Hettinga & Van der Burg, 1989).

## Het gebruik van de krachtvoerbox

### *Bezettingstijd van de krachtvoerbox en aantal bezoeken aan de krachtvoerbox*

In tabel 1 zijn van de onderzochte bedrijven per bedrijf kengetallen vermeld over bezettingstijden van de voerbox en het aantal bezoeken aan de voerbox. In figuur 2 zijn de gemiddelde bezettingstijden per kg krachtvoer weergegeven voor de vier onderzochte systemen. Om een eer-



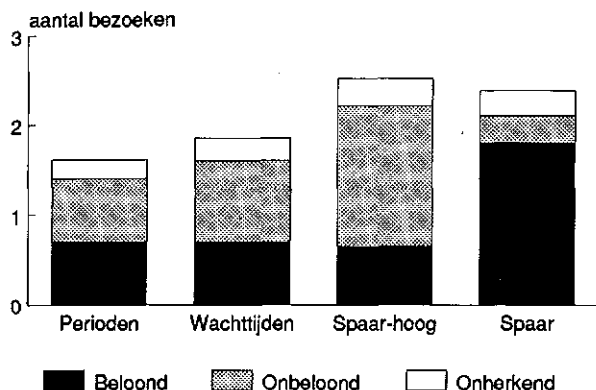
*Figuur 2. De verdeling van de totale bezettingstijd/kg krachtvoer bij de vier onderzochte systemen; (effectieve eettijd + lummeltijd = beloonde tijd).*

lijke vergelijking tussen de systemen te kunnen maken werden de lage (<100 kg) en hoge (>300 kg) krachtvoeropnames niet mee gemiddeld om twee redenen: niet van alle systemen waren bedrijven met een zeer lage c.q. hoge krachtvoeropname aanwezig en in de tweede plaats waren de bezettingstijden en aantallen bezoeken bij die krachtvoeropnames sterk afwijkend (zie tabel 1, de bedrijven P5-1, W1-a, H2-a en S6-1).

Aan de hand van figuur 2 kunnen een aantal conclusies worden getrokken. De onbeloonde tijd/kg voer was bij het spaar-hoog- en het wachttijdsysteem hoog, respectievelijk 80 en 83 seconden. Bij het spaarsysteem was vooral de lummeltijd/kg voer hoog (119 s) en de onbeloonde bezoektijd/kg voer zeer laag (16 s). In de totale bezettingstijd/kg krachtvoer waren tussen de systemen geen significante verschillen aanwezig. Wel waren er significante verschillen in onbeloonde tijd en lummeltijd. Bij het spaarsysteem was de lummeltijd/kg voer significant hoger ( $p < 0,01$ ) dan bij alle andere systemen. Het perioden-, wachttijden-, en spaar-hoog-systeem hadden allemaal een significant hogere onbeloonde bezoektijd/kg voer dan het spaarsysteem ( $p < 0,01$ ). De onbeloonde bezoektijd/kg voer van het periodensysteem was significant lager dan van het spaar-hoogsysteem ( $p < 0,05$ ). De beloonde bezoektijd/kg krachtvoer was bij het spaarsysteem significant hoger dan bij alle andere systemen ( $p < 0,05$ ).

Naast de bezettingstijden geven ook de aantallen en de aard van de bezoeken inzicht in het gebruik van de krachtvoerbox. Gegevens over aantal bezoeken van de onderzochte bedrijven zijn vermeld in tabel 1. In figuur 3 zijn de gemiddelde aantallen bezoeken/kg krachtvoer per systeem weergegeven. Om dezelfde redenen als bij figuur 2 werden weer de bedrijven met zeer lage c.q. hoge krachtvoeropnames buiten beschouwing gelaten. Uit figuur 3 blijkt dat vooral spaar- en spaar-hoogsysteem op veel hogere aantallen bezoeken per kg/krachtvoer uitkwamen dan perioden- en wachttijdsysteem. Het hoge aantal bezoeken bij het spaarsysteem kwam echter totaal anders tot stand dan bij het spaar-hoogsysteem; bij het spaarsysteem veel beloonde bezoeken/kg krachtvoer (1,8), bij het spaar-hoogsysteem juist veel onbeloonde bezoeken/kg krachtvoer (1,6).

De verschillen in totaal aantal bezoeken/kg krachtvoer tussen enerzijds spaar- en spaar-hoogsysteem en anderzijds wachttijden- en periodensysteem waren significant ( $p < 0,05$ ). Het verschil tussen perioden- en wachttijdsysteem was niet significant. Het aantal onbeloonde bezoeken/kg krachtvoer bij het spaarsysteem was sterk significant lager dan bij alle andere systemen ( $p < 0,01$ ); terwijl het aantal onbeloonde bezoeken bij het spaar-hoogsysteem juist significant hoger was dan bij andere systemen (spaar-hoogsysteem t.o.v. periodensysteem:



*Figuur 3. De verdeling van het totale aantal bezoeken/kg krachtvoer bij de vier onderzochte systemen.*

$p < 0,05$ ; spaar-hoogstelsysteem t.o.v. spaarsysteem:  $p < 0,01$ ). Het grotere aantal onbeloonde bezoeken bij het wachttijdsysteem t.o.v. het periodensysteem was niet significant. Voor wat betreft de beloonde bezoeken/kg krachtvoer kwamen bij het spaarsysteem significant de meeste beloonde bezoeken voor t.o.v. alle andere systemen ( $p < 0,01$ ). De (geringe) verschillen in aantal beloonde bezoeken tussen de overige systemen waren niet significant.

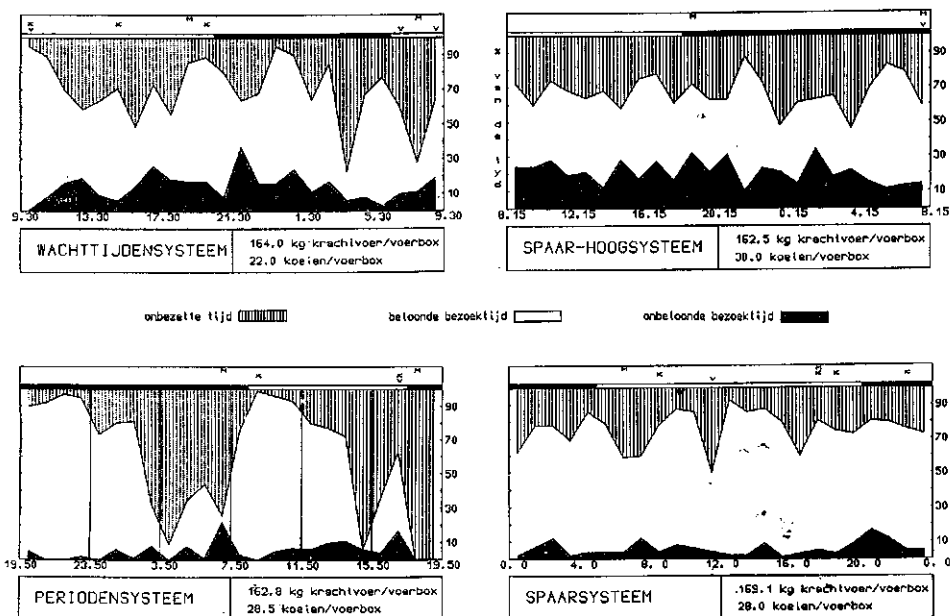
Het spaarsysteem wordt dus gekenmerkt door weinig onbeloonde bezoeken met een in totaal korte onbeloonde bezoektijd. Wachttijden- en spaar-hoogstelsysteem hebben veel onbeloonde bezoeken met een in totaal hoge onbeloonde bezoektijd (vooral het spaar-hoogstelsysteem). Het periodensysteem zit tussen deze twee uitersten in. Voor wat betreft de beloonde bezoeken/kg krachtvoer is vooral het spaarsysteem sterk afwijkend van de andere systemen: ca. 2 beloonde bezoeken/kg bij dit systeem tegenover ca. 0,7 bezoeken/kg krachtvoer bij de drie andere systemen.

#### *Verdeling van de bezoeken over het etmaal*

Een belangrijk gegeven over de bezoeken betreft niet alleen het aantal en de aard van de bezoeken, maar ook de verdeling van de bezoeken over een etmaal. Immers bij systemen met duidelijke piekbezettingen van de voerbox zou er sprake kunnen zijn van een verhevigde concurrentie om een plaats in de voerbox. In figuur 4 is het verloop van de bezetting weergegeven gedurende één etmaal bij één voerbox van vier vergelijkbare groepen van elk systeem met een niet zo hoge krachtvoergift. Deze figuren zijn representatief voor alle groepen van de betreffende systemen met een vergelijkbare krachtvoergift en vergelijkbare aantallen koeien/krachtvoerbox.

Bij het periodensysteem was telkens aan het begin van een periode sprake van bijna 100 % bezetting van de voerbox; deze bezetting nam aan het einde van een periode sterk af; de onbeloonde tijd nam juist toe aan het eind van een periode. Een verklaring voor dit verloop is duidelijk. Bij een periodestart komt er voor alle dieren tegelijkertijd voer vrij; aan het eind van de periode hebben een groot aantal dieren het tegoed opgenomen en volgen veel onbeloonde bezoeken, mogelijk als een anticipatie op een nieuwe voerperiode.

Bij de andere systemen was de druk op de voerbox gelijkmatiger verdeeld, waarbij duidelijk opviel dat bij het wachttijden- en het spaar-hoogstelsysteem er een grote onbeloonde bezoek-

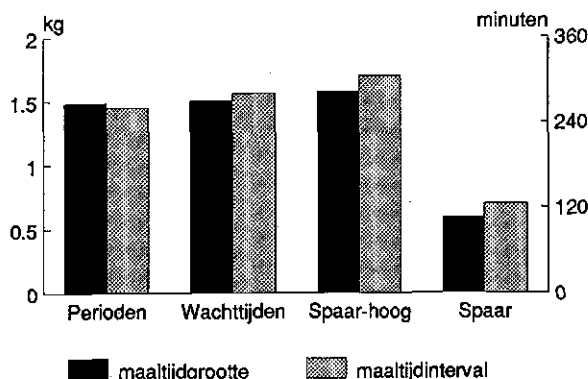


*Figuur 4. Het verloop van de voerbakbezetting van vier vergelijkbare bedrijven van elk systeem. Van elk uur is de procentuele bezetting weergegeven in beloonde-, onbeloonde bezoektijd en onbezette tijd (zie legenda). K = (tijdstip van verstrekken) van graskuil; V = verstrekken van overige voedermiddelen aan het voerhek; M = melken. Voor verdere verklaring van de figuur: zie tekst.*

tijd was (zie ook vorige paragraaf); deze was vrij regelmatig over het etmaal verdeeld. Bij het wachtijdsysteem was alleen aan het begin van de voercyclus, dat is het moment waarop voor alle dieren in de kudde er tegelijkertijd voer vrij komt, de bezettingstijd 100 %. Uit gegevens van andere bedrijven (die hier verder niet worden gepresenteerd) bleek dat bij hoge krachtvoeropnames (>250 kg), de duidelijke verschillen tussen de systemen verdwenen. Ook bij het periodensysteem was dan, ofschoon er nog wel enige samenhang met de periodenindeling viel te constateren, de bezetting van de voerbak veel regelmatig over het etmaal verdeeld.

### *Opnamespreiding*

Uit figuur 5 blijkt dat er grote verschillen in opnamespreiding zijn tussen de verschillende systemen. Het spaarsysteem kenmerkte zich door een grote spreiding van het krachtvoer over het etmaal; gemiddeld namen de koeien bijna elke twee uur weer een portie krachtvoer van gemiddeld iets meer dan 500 gram. Bij de drie andere systemen was de spreiding van het voer veel minder sterk. De opname per beloond bezoek bedroeg bij perioden-, wachtijden- en spaar-hoogstelsysteem ca. 1,5 kg, terwijl de intervaltijd tussen twee beloonde bezoeken varieerde van respectievelijk 260 minuten tot iets meer dan 300 minuten. De verschillen zowel in maaltijdgrootte als -interval tussen enerzijds spaarsysteem en anderzijds de andere systemen



*Figuur 5. De gemiddelde maaltijdgrootte en het gemiddelde maaltijdinterval bij de onderzochte systemen.*

waren sterk significant ( $p < 0,005$ ). De geringe verschillen in maaltijdgrootte en -interval tussen perioden-, wachtijden- en spaar- hoogstelsel onderling waren niet significant.

## Discussie

### Capaciteit van de voerbox en opnamespreiding

Voor de veehouder zijn de in de praktijk gerealiseerde opnames van belang. Hij investeert in systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking ondermeer om zo nauwkeurig mogelijk te kunnen voeren. De geprogrammeerde voerhoeveelheden moeten dan ook opgenomen worden. Het bleek dat in de opnamepercentages zowel verschillen waren te constateren tussen bedrijven binnen één systeem, als gemiddeld tussen de verschillende systemen. Het wachtijdensysteem scoorde in het algemeen een lage opname. Op alle vier bedrijven met dit systeem was de opnamelengte ingesteld op 14 of 16 uren, waardoor er een lange wachttijd ontstond (zie ook Van der Burg, 1989). Dieren die niet snel genoeg het periodetegoed opnamen, kwamen hierdoor in de problemen. Met wijzigingen in de systeeminstelling lijkt dit probleem te kunnen worden voorkomen. Verder onderzoek zal moeten uitwijzen welke gevolgen wijzigingen in de instelling van het systeem hebben voor capaciteit, krachtvoerboxgebruik en diergedrag.

Ook bij de andere systemen kwamen incidenteel lage opnamepercentages voor. Het is dus beslist niet zo, dat systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking in alle omstandigheden goede opnames garanderen. Het blijft voor de veehouder die zo nauwkeurig mogelijk wil voeren en daarmee het hoogste rendement wil halen uit zijn investering, dus zaak om de opnamepercentages goed te bewaken.

Uit de resultaten blijkt dat bij alle vier systemen de maximale capaciteit niet ver uiteen liep. De maximale boxbezetting was voor alle systemen nagenoeg gelijk. Op zich is dit merkwaardig omdat uit de wijze waarop de koeien van de voerbox gebruik maken, duidelijk bleek dat er grote verschillen zijn tussen de systemen. Als we de spaarsystemen als voorbeeld nemen dan blijkt het spaarsysteem aan maximaal te behalen capaciteit per krachtvoerbox 'te verliezen' door een hoge lummeltijd; het systeem 'wint' deze tijd echter weer terug door een extreem korte onbeloonde bezoektijd. Bij het spaar-hoogstelsel is de situatie omgekeerd; een grote onbeloonde bezoektijd en een veel kleinere lummeltijd. Eigenlijk kan worden geconsta-

teerd dat wat een systeem op het ene terrein 'wint' aan capaciteit, vaak op een ander terrein weer wordt verloren.

Alle systemen zorgen voor een voldoende opnamespreiding van het krachtvoer zodat een goede penswerking lijkt gewaarborgd. Het lijkt niet waarschijnlijk dat de extreme opname-spreiding bij het spaarsysteem een extra positief effect op de penswerking zal hebben.

Eén van de meest aansprekende vragen is of de geconstateerde verschillen tussen de systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking invloed hebben op produktie, vruchtbaarheid en gezondheid. Deze vraag kan vanuit het praktijkonderzoek onmogelijk worden beantwoord en wel om een aantal redenen. In de eerste plaats is de steekproef (16 bedrijven, 23 groepen) daarvoor ontoereikend. Daarnaast zijn er zoveel factoren die produktie, gezondheid en vruchtbaarheid op een bedrijf beïnvloeden, dat alleen grootschalig onderzoek onder strikt gedefinieerde voorwaarden enige helderheid zal kunnen verschaffen.

### **Een mogelijke verklaring voor de verschillen in beloonde en onbeloonde bezoektijd tussen de verschillende systemen**

In de eerste plaats is het van belang te constateren dat bij alle systemen de koe zelf het moment kan bepalen waarop zij naar de krachtvoerbox wil gaan om een portie voer te halen. Uit onderzoek van Hopster & Wierenga (1988) is gebleken dat krachtvoeropname een hoge prioriteit heeft en dat dieren daarvoor zelfs lichttijd willen inleveren. Een koe wil dus graag de krachtvoerbox bezoeken. Is het voor de dieren wel altijd duidelijk wanneer er krachtvoer beschikbaar is?

Bij het spaarsysteem is de relatie tussen een boxbezoek en het krijgen van een krachtvoergift zeer duidelijk; op bijna elk bezoek volgt een beloning. Er is een directe stimulus-respons relatie. Bij het spaar-hoog- en wachttijdensysteem is het waarschijnlijk voor een koe onvoorspelbaar wanneer het systeem voer verstrekt. De tijd die een dier moet wachten om een volgende opname te kunnen realiseren is variabel en daarmee is ook het tijdstip waarop voer wordt verstrekt, onvoorspelbaar (zie ook: Van der Burg, 1989). De onvoorspelbaarheid van deze systemen, samen met het feit dat per individueel dier deze systemen gedurende een groot gedeelte van het etmaal geen voer verstrekken, maakt dat het aantal onbeloonde bezoeken hoog is. Dat het aantal onbeloonde bezoeken bij het wachttijdensysteem wat kleiner is dan bij het spaar-hoogstelsel zou mogelijk verklaard kunnen worden uit het feit dat eens per etmaal het begin van de voercyclus voor de koeien aangeeft dat er weer voer te verkrijgen is; op dat moment is het aantal onbeloonde bezoeken ook laag (figuur 4); een dergelijk 'reset'punt is bij het spaar-hoogstelsel niet aanwezig.

Bij het periodensysteem is het op zes momenten tijdens het etmaal duidelijk wanneer er weer voer te verkrijgen is. Het zich ophopen van dieren voor de voerbox (piekbezetting) en het gaan draaien van vijzels is voor de meeste dieren een duidelijk signaal dat het systeem weer voer verstrekt. Zeker aan het begin van elke opnameperiode is de onbeloonde bezoektijd en daarmee het aantal onbeloonde bezoeken laag. Aan het eind van een opnameperiode is het voor de koeien onvoorspelbaar wanneer er weer voer verstrekt zal worden, bovendien hebben veel dieren hun periodetegoed al opgenomen; vandaar dan ook het grote aantal onbeloonde bezoeken.

Experimenten met een systeem waarbij dieren individueel informatie krijgen over de momenten waarop weer voer beschikbaar is via een acoustisch signaal (Wierenga & Hopster, 1987) laten zien dat het aantal onbeloonde bezoeken daalt. De systemen worden daarmee duidelijker voor de dieren.

## Literatuur

- Burg, A. van der*, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Burg, A. van der, Y.S.T. Zeinstra & T.E.M. Hettinga*, 1987. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking: spaar- en periodensysteem. *Veeteelt*, 1987/5: 547-551.
- Collis, K.A.*, 1980. The effect of an automatic feed dispenser on the behaviour of lactating cows. *Appl. Anim. Ethol.*, 6:139-147.
- Hettinga, T.E.M. & A. van der Burg*, 1989. De relatie tussen doseersnelheid, capaciteit, restvoer en agressie bij spaar- en periodensysteem. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga*, 1988. Krachtvoeropname heeft voor de koe hoge prioriteit. *Veeteelt*, 1988/1: 50-52.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga*, 1989. Een experimenteel systeem voor het oproepen van koeien. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Spiegelberg, E.*, 1980. Abruffütterung für milchkühe. *RKL-Schrift*, 4.2.0: 663-703.
- Wierenga, H.K. & H. Folkerts*, 1986. Das Verhalten von Milchkühen bei zwei verschiedene Systemen von programmierter Kraftfuttermittelsverabreichung. *KBTL-Schrift*, 311: 177-185.
- Wierenga, H.K. & H. Hopster*, 1987. Behavioural research for the further development of systems for automatic concentrate feeding. In: *Proceedings of the 3rd symposium on Automation in Dairying*, IMAG-Wageningen, 1987: 52-61.



# De keuze van het krachtvoerprogramma en de effecten hiervan op het gedrag van melkkoeien

H. Hopster en H.K. Wierenga

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'  
Postbus 501, 3700 AM Zeist

## Samenvatting

In een drietal experimenten is de invloed van verschillende krachtvoerprogramma's op het gedrag van koeien geanalyseerd. Er werd een vergelijking gemaakt tussen een spaarsysteem en twee varianten van het periodensysteem, waarbij de voercyclus op verschillende momenten werd gestart. Tenslotte werden de drie krachtvoerprogramma's vergeleken met het verstrekken van krachtvoer aan het voerhek.

Bij het spaarsysteem werd de krachtvoerbox het langst bezet. De verschillen in bezettingstijd tussen de krachtvoerprogramma's waren echter klein. De methode van krachtvoerverstrekking had geen invloed op het patroon van ruwvoeropname. Ook het ligpatroon werd door de gewijzigde methode van krachtvoerverstrekking niet beïnvloed. Verandering van dag- en nachtrime werd niet gevonden. Als de koeien werden gevoerd volgens het spaarsysteem of het periodensysteem, met een start van de voercyclus om 11 uur, werd het verblijf in de ligboxen 's nachts ca. 1 keer vaker onderbroken. Dit leidde bij het spaarsysteem echter niet tot een afname van de ligtijd. De totale tijd die werd besteed aan liggen in de ligbox was, bij het periodensysteem met een start om 11 uur, in de experimenten I en II respectievelijk 646 en 652 minuten en bij verstrekking van krachtvoer aan het voerhek 653 minuten. Dit was 100 minuten lager dan bij het spaarsysteem en drie kwartier lager dan bij het periodensysteem met een start om 7 uur. Met name de ranglage dieren leverden bij het periodensysteem twee uur en drie kwartier ligtijd in als de voercyclus, in plaats van om 7 uur, om 11 uur werd gestart. Ranghoge koeien namen op een eerder tijdstip het krachtvoer op dan de ranglage koeien. Als de voercyclus werd gestart op een moment dat er ook ruwvoer beschikbaar was wisselden de koeien gemakkelijker de opname van krachtvoer en ruwvoer af. Zo werd de druk op de krachtvoerbox verminderd waardoor de consequenties voor de ranglage koeien beperkt bleven.

## Inleiding

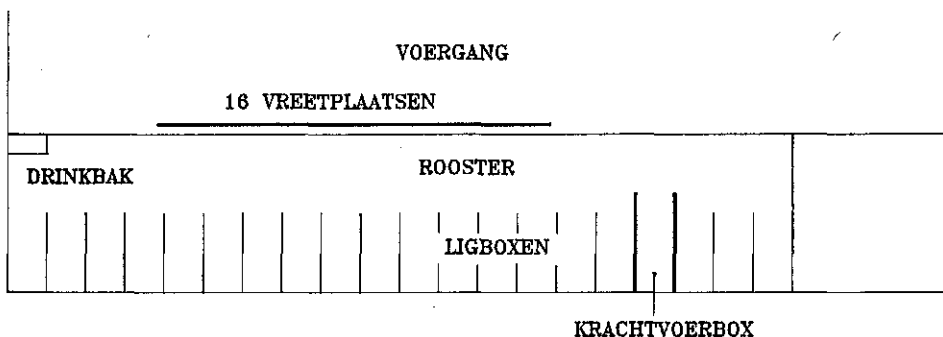
Systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking worden, op basis van de methode van krachtvoerspreiding over het etmaal, ingedeeld in perioden- en spaarsystemen (Van der Burg, 1989). Onderzoek heeft inmiddels aangetoond (Baehr, 1984; Collis, 1980; Wierenga & Folkerts, 1986; Van der Burg et al., 1987), dat de methode van spreiding gevolgen heeft voor het aantal bezoeken aan de krachtvoerbox. Ook het tijdstip waarop de koeien de krachtvoerbox bezoeken wordt hierdoor beïnvloed. Vanuit het praktijkonderzoek in Friesland (Van der Burg et al., 1987) zijn er aanwijzingen dat het krachtvoerprogramma tevens invloed heeft op het rust- en voeropnamegedrag van de koeien en op de individuele variatie hierin. Op basis van ethologische inzichten is het denkbaar, dat het aantal bezoeken en het tijdstip waarop deze plaatsvinden wordt beïnvloed door de sociale rangorde van de koeien. Omdat er voor een groep koeien slechts één krachtvoerbox beschikbaar is, worden de koeien immers gedwongen om het krachtvoer na elkaar op te nemen. Hierdoor zou er ook een samenhang kunnen ontstaan tussen het tijdstip, waarop krachtvoer wordt opgenomen en de overige activiteiten van de koeien. Het is niet mogelijk om, aan de hand van gegevens uit het onderzoek op praktijkbedrijven,

deze samenhang goed in kaart te brengen. Allerhande bedrijfsinvloeden spelen hier immers een rol. Om onder meer gecontroleerde omstandigheden gegevens te verzamelen, zijn op de proefboerderij 'De Bunzing' van het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek in Zeist, drie experimenten uitgevoerd. Vooral de invloed van het krachtvoerprogramma op liggedrag en dag- en nachtritme kreeg de aandacht. Kennis hierover kan ons helpen om automatische systemen voor melken en voeren zo verder te ontwikkelen dat het welzijn van de koe hierdoor wordt verbeterd.

## Proefopzet

### Proefdieren, huisvesting en voeding

Een drietal experimenten, respectievelijk I, II en III, werd uitgevoerd met drie verschillende groepen van elk 20 koeien. Bij het begin van ieder experiment waren de koeien ongeveer 3 maanden in lactatie. De leeftijd van de koeien varieerde in iedere groep tussen 2 en 10 jaar. De koeien waren gehuisvest in een ligboxenstal met roostervloer (figuur 1) waar ze de beschikking hadden over 19 ligboxen, 16 vreetplaatsen en een krachtvoerbox die in de rij met ligboxen was opgesteld.



Figuur 1. Plattegrond van de ligboxenstal.

De koeien werden om 07.00 uur en om 16.30 uur gemolken. Direct na het melken kregen de koeien een beperkte hoeveelheid snijmais verstrekt, in de drie experimenten respectievelijk 5,0, 5,0 en 4,2 kg droge stof. In de beide eerste experimenten konden de koeien naast de beperkte hoeveelheid snijmais, hooi naar behoefte opnemen. Het hooi werd verstrekt om 13.30 uur en 's avonds na het melken. De hooiopname was in de experimenten I en II respectievelijk 8,0 kg en 4,7 kg droge stof per koe. In het laatste experiment werd in plaats van hooi voordroog kuil verstrekt. Hiervan werd gemiddeld per koe 5,3 kg droge stof per dag opgenomen.

In het eerste experiment werd per koe per dag 12 kg krachtvoer verstrekt, in de experimenten II en III, 11 kg. Van deze hoeveelheid werd in alle drie de experimenten 9 kg krachtvoer via de krachtvoerautomaat en het overige als lokbrok in de melkstal verstrekt.

Tijdens de drie experimenten werd het krachtvoer via in totaal vier verschillende methoden verstrekt. Een beschrijving van de verschillende systemen voor automatische krachtvoerverstrekking wordt gegeven door Van der Burg (1989). In de eerste van de twee onderzochte instellingen van het periodensysteem werden de voercycli gestart 's ochtends en 's avonds om

7 uur. De start viel daarmee in een periode waarin er door de koeien, naast krachtvoer, ook ruwvoer kon worden opgenomen. Deze methode wordt in het vervolg P07 genoemd. Bij de tweede instelling van het periodensysteem begon de nieuwe voercyclus 's ochtends en 's avonds om 11 uur. Op dit moment lagen de koeien normaliter in de ligbox. Dit systeem wordt in het vervolg aangeduid als P11.

De derde voermethode die werd onderzocht was een spaarsysteem, afgekort als SPA. In tegenstelling tot het 'reguliere' spaarsysteem (Van der Burg, 1989), werd in dit programma de spaarsnelheid niet voor iedere koe apart berekend, maar voor alle koeien op hetzelfde niveau ingesteld. Daarnaast werd bij dit systeem de lengte van de voercyclus ingesteld op 24 uur; er werd gestart om 19.00 uur. Vanaf dat moment werd het tegoed van een koe op 0,2 kg gesteld, waarna het iedere 14 minuten met 100 gram werd verhoogd. Bij dit spaarregiem was bijvoorbeeld, 140 minuten na de start van de voercyclus, het tegoed van een koe met 1,0 kg verhoogd. Als op dat moment de koe de krachtvoerbox zou bezoeken, kon ze 1,2 kg krachtvoer opnemen. Daarna werd het tegoed vanaf 0,0 kg geleidelijk weer opgebouwd tot maximaal 3,0 kg. Op dat niveau werd het sparen gestopt totdat het tegoed, doordat de koe krachtvoer had opgenomen, kleiner dan 3,0 kg was geworden. Bij een regelmatig bezoek aan de krachtvoerbox was ongeveer 21 uur nodig om de totale 9,0 kg te sparen. Bij de vierde methode van krachtvoerverstrekking werd een deel (7,0 kg) van het krachtvoer gemengd met de snijmais aan het voerhek verstrekt. Hoewel in deze situatie geen krachtvoer in de krachtvoerbox werd verstrekt, was de box voor de koeien wel toegankelijk. De overige 4 kg krachtvoer werd in twee keer tijdens het melken gevoerd. Deze controlesituatie wordt in het vervolg P00 genoemd.

### Proefschema

Aan de koeien werd gedurende telkens een periode van drie weken via de verschillende krachtvoerprogramma's krachtvoer verstrekt (tabel 1). In experiment I werden achtereenvolgens een periodensysteem met een cyclusstart om 7 uur (P07), een spaarsysteem (SPA), weer het P07-systeem en een periodensysteem met een start van de voercyclus om 11 uur (P11) uitgetest.

*Tabel 1. Proefopzet van het onderzoek met drie verschillende groepen koeien en vier verschillende krachtvoerprogramma's. Tussen haakjes staan de codes waarmee de krachtvoerprogramma's worden aangegeven.*

| proefperiode | Experiment I<br>Groep I                         | Experiment II<br>Groep II                       | Experiment III<br>Groep III                    |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| 1            | (P07)<br>Periodensysteem<br>met start om 7 uur  | (P00)<br>Gemengd met mais<br>aan het voerhek    | (P07)<br>Periodensysteem<br>met start om 7 uur |
| 2            | (SPA)<br>Spaarsysteem<br>met start om 19 uur    | (P11)<br>Periodensysteem<br>met start om 11 uur |                                                |
| 3            | (P07)<br>Periodensysteem<br>met start om 7 uur  | (P00)<br>Gemengd met mais<br>aan het voerhek    |                                                |
| 4            | (P11)<br>Periodensysteem<br>met start om 11 uur |                                                 |                                                |

In het tweede experiment werd gedurende de eerste drie weken het krachtvoer door de snijmais gemengd en in één keer aan het voerhek verstrekt. Daarna volgde een periode van drie weken waarin het krachtvoer volgens de P11 methode werd gevoerd. Als herhaling werd tenslotte het krachtvoer aan het voerhek gegeven. In experiment III werd alleen het P07 programma nog een keer herhaald.

### Gegevensverzameling

In de laatste 10 dagen van iedere drie-weekse proefperiode werden gedurende drie etmalen gegevens verzameld over het gedrag van de koeien. Om afhankelijkheid tussen etmaalwaarnemingen te voorkomen werden de waarnemingsdagen zo gekozen dat er tussen waarnemingsdagen altijd een interval van minimaal 1 dag bestond. De waarnemingen startten 's morgens om 7 uur, na het melken, en duurden tot het melken de volgende ochtend. Tijdens de waarnemingen werd iedere 5 minuten per koe het gedrag geregistreerd. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen de volgende activiteiten: staan op het rooster, staan (inclusief eten) aan het voerhek, liggen en staan in de ligbox en staan (inclusief eten) in de krachtvoerbox. Met behulp van deze gegevens werd per koe berekend hoeveel tijd aan de verschillende activiteiten werd besteed. Ook werd hiermee meer inzicht verkregen in het dag- en nachtritme van de koeien. Bezoeken aan de krachtvoerbox kunnen soms erg kort duren (1 minuut). Het is dan moeilijk om aan de hand van de 5-minuten intervalwaarnemingen een goed beeld te geven van de tijd die de individuele koe in de krachtvoerbox doorbrengt. Daarom is in de experimenten II en III naast deze intervalwaarnemingen ook nog op een andere manier informatie over het gebruik van de krachtvoerbox verzameld. Hiervoor was een PC gekoppeld aan de krachtvoercomputer. Continu werd zo gedurende het gehele experiment van ieder bezoek de begintijd, de eindtijd, de opname en het koenummer geregistreerd. In de statistische bewerking zijn alleen de laatste 10 dagen meegenomen. Daardoor werd een mogelijke gewinning aan het systeem niet in de berekeningen meegenomen. Gedurende ieder experiment werden twee maal per week tijdens de maisopname 's ochtends en ook tijdens de 24-uurs waarnemingen agressieve interacties aan het voerhek geregistreerd. In de experimenten I, II en III werden in totaal respectievelijk 1832, 857 en 534 agressieve interacties geregistreerd. Om naderhand van iedere groep koeien de sociale rangorde en eventuele invloeden hiervan op gedrag rond de krachtvoerbox te kunnen vaststellen werd, voor iedere koe een dominantiewaarde berekend (Sambraus, 1978), aan de hand waarvan de groepen van 20 dieren werden opgesplitst in subgroepen. De 5 koeien met de hoogste dominantiewaarde vormden de subgroep 'ranghoog', de subgroep 'ranglaag' bestond uit de 5 koeien met de laagste dominantiewaarde.

### Verwerking van de gegevens

De gegevens van de experimenten I en II zijn met behulp van een variantieanalyse verwerkt. Als er gemolken werd waren de koeien tijdens de 24-uurs waarnemingen niet in de stal. Aangezien het melken niet altijd even lang duurde, varieerde daardoor ook de observatietijd tijdens de verschillende 24-uurs waarnemingen. Door deze tijd als covariabele in het model op te nemen werd gecorrigeerd voor de totale lengte van de observatieperiode. Verschillen in waarnemingsduur hadden zo geen invloed op de verschillen in gedrag die werden veroorzaakt door de keuze van het krachtvoerprogramma. De gegevens werden per 24 uur en ook per periode van 4 uur geanalyseerd. In dit laatste geval kwam de indeling in perioden van 4 uur overeen met de indeling die door het krachtvoerprogramma werd gemaakt. De eventuele groeps-effecten in dit model konden, over de experimenten heen, niet betrouwbaar worden geschat. Daarom zijn de experimenten ieder afzonderlijk geanalyseerd. Voor een bepaald voersysteem bleek het effect van het krachtvoersysteem op het gedrag van de koeien echter vaak hetzelfde. Daarom worden de resultaten van de verschillende experimenten toch vaak gezamenlijk besproken.

## Resultaten

### Algemene activiteit

In tabel 2 is voor ieder experiment weergegeven hoeveel tijd de koeien besteedden aan de opname van krachtvoer en ruwvoer en liggen in de ligbox. De resultaten zijn voor de subgroepen ranghoog en ranglaag afzonderlijk en voor de groep als totaal weergegeven. In experiment I zijn significante verschillen gevonden in de tijd die doorgebracht werd in de krachtvoerbox. Bij het P07-systeem verbleven de koeien het kortst in de krachtvoerbox. Tussen de experimenten I (41,3 min) en III (44,3 min) is hierin weinig verschil. Bij het spaarsysteem besteedden de koeien de meeste tijd (52 min) aan de opname van krachtvoer. Als de voercyclus om 11 uur werd gestart (P11) werd er 46 minuten in de krachtvoerbox doorgebracht. Bij de ranggroepen zien we eenzelfde beeld, zij het, dat hier de verschillen niet altijd significant zijn.

De verblijftijd aan het voerhek bedroeg in experiment I ruim 3 uur en werd niet door het krachtvoersysteem beïnvloed. Zowel in experiment II als in experiment III werd ca. drie kwartier meer aan de opname van ruwvoer besteed. Bij verstrekking van krachtvoer gemengd met snijmais aan het voerhek, stonden de koeien in experiment II, in vergelijking met verstrekken van krachtvoer met het P11-systeem, gemiddeld 1 uur langer aan het voerhek. De totale tijd die werd besteed aan de opname van ruwvoer en krachtvoer was bij de P00-voermethode 292,3 minuten en bij het P11-systeem 282,7 minuten. Tussen deze beide methodes was dus geen verschil. Vergelijkbare uitkomsten werden gevonden bij de subgroepen ranghoog en ranglaag.

Bij het spaarsysteem lagen de koeien gemiddeld 100 minuten langer in de ligbox dan bij het periodensysteem P11. Dit verschil vinden we bij de ranghoge koeien niet terug. De ranglage koeien daarentegen lagen bij het P11 systeem 3 uur en drie kwartier minder in de ligbox

*Tabel 2. Tijd (minuten per 24 uur)\* besteed aan verblijf in de krachtvoerbox, aan het voerhek en in de ligboxen per experiment voor de vier verschillende voersystemen. De resultaten zijn voor de gehele groep en voor de subgroepen ranghoog en ranglaag afzonderlijk vermeld.*

|                            | Experiment I        |                    |                    | Experiment II      |                    | Experiment III |
|----------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|                            | P07                 | P11                | SPA                | P00                | P11                | P07            |
| <b>in de krachtvoerbox</b> |                     |                    |                    |                    |                    |                |
| alle koeien                | 41,3 <sup>a</sup>   | 46,3 <sup>b</sup>  | 52,4 <sup>c</sup>  | 0,3 <sup>a</sup>   | 50,3 <sup>b</sup>  | 44,3           |
| ranghoge koeien            | 42,9 <sup>a</sup>   | 47,7 <sup>ac</sup> | 62,6 <sup>c</sup>  | 0,0 <sup>a</sup>   | 47,3 <sup>b</sup>  | 44,0           |
| ranglage koeien            | 43,4                | 46,3               | 52,2               | 0,5 <sup>a</sup>   | 50,7 <sup>b</sup>  | 44,0           |
| <b>aan het voerhek</b>     |                     |                    |                    |                    |                    |                |
| alle koeien                | 186,2               | 183,4              | 192,3              | 292,3 <sup>a</sup> | 232,4 <sup>b</sup> | 236,9          |
| ranghoge koeien            | 176,6               | 161,4              | 176,7              | 266,7 <sup>a</sup> | 203,5 <sup>b</sup> | 244,3          |
| ranglage koeien            | 192,0 <sup>c</sup>  | 158,3              | 202,0              | 278,1 <sup>a</sup> | 211,4 <sup>b</sup> | 223,0          |
| <b>liggen in de ligbox</b> |                     |                    |                    |                    |                    |                |
| alle koeien                | 707,0 <sup>a</sup>  | 646,0 <sup>b</sup> | 746,0 <sup>c</sup> | 653,0              | 652,0              | 701,8          |
| ranghoge koeien            | 712,0               | 680,0              | 724,0              | 683,0              | 704,0              | 733,7          |
| ranglage koeien            | 743,0 <sup>ac</sup> | 579,0 <sup>b</sup> | 806,0 <sup>c</sup> | 579,0              | 564,0              | 797,3          |

\* Daar waar binnen een experiment significante verschillen tussen voersystemen werden gevonden ( $p < 0,05$  variantieanalyse), zijn de getallen met verschillende letters gemerkt (a, b of c).

dan bij het spaarsysteem. De ligtijd bij het periodensysteem met een start om 11 uur in experiment II (652,0 min) kwam goed overeen met de ligtijd bij hetzelfde krachtvoerprogramma in experiment I (646,0 min). Ook de ligtijd bij het periodensysteem met een start om 7 uur was voor de experimenten I en III met resp. 707,0 en 701,8 minuten goed vergelijkbaar. Als het krachtvoer aan het voerhek werd verstrekt lagen de koeien vrijwel evenlang (653,0 min) dan wanneer het krachtvoer volgens de P11-methode werd gevoerd. Dit geldt voor zowel de groep als geheel, als voor de beide ranggroepen afzonderlijk. Het komt er dus op neer dat de ligtijd bij het verstrekken van krachtvoer aan het voerhek en bij het P11-systeem het laagst was: gemiddeld in de drie situaties 650 minuten per etmaal. Bij het P07-systeem lagen de koeien gemiddeld 704 minuten in de ligbox. Bij het spaarsysteem, waar de ligtijd het hoogst was, lagen ze 746 minuten in de ligbox. Deze beïnvloeding van de ligtijd door het krachtvoerprogramma, werd gevonden voor de groep als geheel. Vooral de ranglage koeien lagen bij de P11-methode aanzienlijk minder in de ligbox.

### Dag- en nachtritme

Het verloop van de tijd die per 4-uurs periode werd besteed aan respectievelijk verblijf in de krachtvoerbox, voeropname aan het voerhek en liggen in de ligbox gedurende het etmaal, is afgebeeld in figuur 2. Bij beide periodensystemen werd er in de eerste 4-uurs periode van iedere nieuwe voercyclus meer dan 10 minuten in de krachtvoerbox doorgebracht. Per bezoek namen de koeien dan vaak 3,0 kg krachtvoer op. In de tweede periode van een voercyclus maakten de koeien gedurende ongeveer 8 minuten gebruik van de krachtvoerbox. Gedurende de laatste periode, als het meeste krachtvoer inmiddels was opgenomen, brachten de koeien gemiddeld minder dan 5 minuten in de krachtvoerbox door. De twee onderzochte periodensystemen verschilden alleen in het tijdstip waarop de box werd gebruikt. De piek in het gebruik van de krachtvoerbox lag bij de P11-methode 4 uur later dan bij het P07-systeem. Bij het spaarsysteem werd alleen in de laatste 4-uurs periode van de 24-uurs voercyclus weinig tijd doorgebracht in de krachtvoerbox (4 min/koe/4 uur). In de andere 4-uurs perioden werd er zo'n 10 minuten aan de opname van krachtvoer besteed. De tijd die de koeien bezig waren met de opname van ruwvoer, verliep in de drie experimenten volgens eenzelfde patroon: voornamelijk tussen 07.00 uur en 19.00 uur was er activiteit aan het voerhek. In het ruwvoeropnamepatroon werd tussen de verschillende methoden van geautomatiseerde krachtvoerverstrekking geen verschil geconstateerd. s'Avonds en s'nachts was er weinig activiteit aan het voerhek. Bij het verstrekken van krachtvoer aan het voerhek daarentegen werd in de periode tussen 07.00 en 11.00 uur, de eerste 4-uurs periode, ongeveer 1 uur meer besteed aan de opname van het snijmais-krachtvoermengsel.

Bij alle varianten van krachtvoerverstrekking via de krachtvoerbox werd gedurende de eerste 4 uur van de dag (07.00 - 11.00 uur) ongeveer 100 minuten in de ligbox gelegen. Bij verstrekking van krachtvoer aan het voerhek lagen de koeien gedurende de eerste 4 uur bijna 1 uur minder in de ligbox. s'Avonds en met name s'nachts lagen zij bij het periodensysteem met een start om 7 uur, bij het P00-systeem en bij het spaarsysteem vaak meer dan 150 minuten per 4 uur. Bij het periodensysteem met een start om 11 uur werd gedurende de nacht de ligbox duidelijk minder gebruikt.

De belangrijkste verschillen in activiteitspatronen werden dus gevonden bij het voerhekgebruik in de eerste periode. Als, naast snijmais, ook het krachtvoer aan het voerhek werd verstrekt, dan waren de koeien, in vergelijking met de opname van alleen snijmais, een uur langer bezig met de opname van het voer. Dit ging ten koste van de ligtijd in die periode en bleek, gedurende de rest van de dag, niet meer ingehaald te worden.

Het tweede belangrijke verschil in activiteitspatroon ontstond 's nachts. In die periode werden de ligboxen bij de P11-methode duidelijk minder gebruikt dan bij de andere systemen. Daarom, en omdat minder liggen in de ligbox zou kunnen leiden tot een verminderd welzijn van de koeien (Metz et al., 1986), is het liggedrag voor de twee nachtelijke 4-uurs perioden



afzonderlijk geanalyseerd (tabel 3).

In de twee nachtperiodes werd bij het P11-systeem voor de groep als geheel een lagere ligtijd gevonden. Vooral in experiment I werd in de periode van 03.00 tot 07.00 uur bij deze methode weinig (117,5 min) gelegen. De ligtijd in de andere systemen verschilde onderling weinig en lag in beide nachtperiodes tussen 140 en 155 minuten. De relatief hoge ligtijd per etmaal bij het spaarsysteem en de relatief lage ligtijd bij krachtvoerverstrekking aan het voerhek werd dus in de nacht niet teruggevonden.

*Tabel 3. Liggen in de ligbox (minuten per 4 uur) gedurende de twee 4-uurs periodes in de nacht. Voor experiment I zijn ook de verschillen in ligtijd tussen ranghoge en ranglage koeien per 4-uurs periode weergegeven. Voor verdere verklaring zie tabel 2.*

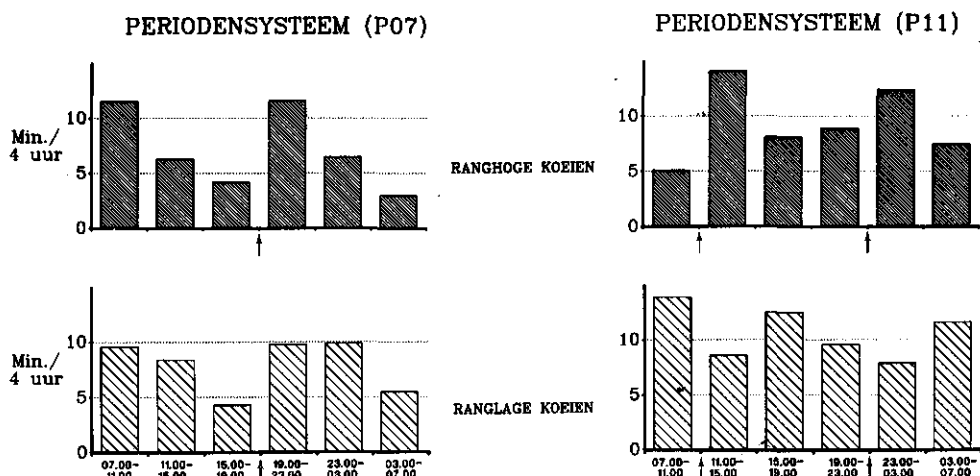
|                            | Experiment I        |                     |                    | Experiment II      |                    | Experiment III |
|----------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|
|                            | P07                 | P11                 | SPA                | P00                | P11                | P07            |
| <b>liggen in de ligbox</b> |                     |                     |                    |                    |                    |                |
| <b>23.00 - 03.00 uur</b>   |                     |                     |                    |                    |                    |                |
| alle koeien                | 143,2 <sup>ac</sup> | 131,5 <sup>a</sup>  | 151,3 <sup>c</sup> | 154,1 <sup>a</sup> | 133,1 <sup>b</sup> | 138,3          |
| ranghoge koeien            | 141,4               | 118,3               | 144,3              | 152,3              | 136,6              | 160,7          |
| ranglage koeien            | 143,6               | 123,2               | 160,0              | 149,3              | 128,1              | 145,0          |
| ranghoog-ranglaag          | -2,2                | -4,9                | -15,7              |                    |                    |                |
| <b>03.00 - 07.00 uur</b>   |                     |                     |                    |                    |                    |                |
| alle koeien                | 153,4 <sup>ac</sup> | 117,5 <sup>b</sup>  | 155,5 <sup>c</sup> | 149,0              | 140,6              | 155,8          |
| ranghoge koeien            | 161,5 <sup>ac</sup> | 129,9 <sup>bc</sup> | 152,0 <sup>c</sup> | 151,3              | 161,0              | 161,7          |
| ranglage koeien            | 142,9 <sup>ac</sup> | 57,6 <sup>b</sup>   | 160,5 <sup>c</sup> | 130,8              | 124,8              | 166,3          |
| ranghoog-ranglaag          | 18,6 <sup>a</sup>   | 72,3 <sup>b</sup>   | -8,5 <sup>a</sup>  |                    |                    |                |

Bij een afzonderlijke analyse van de ligtijden van de ranghoge en ranglage koeien valt op, dat de verschillen in ligtijd tussen het P11-systeem en de drie andere systemen voor de ranglage koeien groter, en voor de ranghoge koeien kleiner zijn dan voor de gemiddelde koe. Bij een variantieanalyse op deze verschillen in experiment I blijkt, dat in de periode van 03.00 - 07.00 uur, de verschillen in ligtijd tussen de ranghoge en ranglage koeien in belangrijke mate samenhangen met de methode van krachtvoerverstrekking (tabel 3). Met name bij het P11-systeem is het ligboxgebruik van de ranglage koeien in deze periode 72,3 minuten lager dan dat van de ranghoge koeien. Bij het P07-systeem is dit slechts 18,6 minuten en bij de spaarmethode brengen de ranglage koeien zelfs wat meer tijd (8,5 min) in de ligboxen door dan de ranghoge koeien. De verschillen tussen de ranggroepen waren significant.

In figuur 3 wordt het verloop over het etmaal, van de tijd besteed aan krachtvoeropname, voor de ranghoge en ranglage koeien afzonderlijk afgebeeld. Zoals vermeld werden slechts in de experimenten II en III de hiervoor geschikte gegevens verzameld. Dit houdt onder meer in dat bij de vergelijking van de tijd besteed aan de krachtvoeropname tussen P07 en P11 tevens twee verschillende groepen met elkaar worden vergeleken.

De ranghoge koeien besteedden direct na de start van een 12-uurs voercyclus de meeste tijd aan krachtvoeropname. In tegenstelling hiermee lag de piek in het krachtvoerboxgebruik voor de ranglage dieren duidelijk later (P11) of was genivelleerd over de eerste twee 4-uurs periodes (P07).





*Figuur 3. Dag- en nachtritme in krachtvoerboxgebruik bij het P07 (links) en het P11 (rechts) systeem, voor de ranghoge en ranglage koeien afzonderlijk. De pijl geeft de start van een nieuwe 12-uurs voercyclus aan. Resultaten van experimenten II en III.*

### Ligboxperiodes

Naast de totale tijd die werd besteed aan liggen is tevens geanalyseerd hoe vaak per periode van 4 uur een zogenaamde ligboxperiode door een koe werd beëindigd. Onder een ligboxperiode wordt een periode verstaan waarin de koe onafgebroken in de ligbox verblijft. Als de koeien het verblijf in de ligbox zouden onderbreken om een bezoek te brengen aan de krachtvoerbox zou vooral bij de start van een voercyclus het aantal beëindigde ligboxperiodes moeten toenemen. Een klein aantal beëindigde ligboxperiodes hoeft echter niet altijd te betekenen dat de koeien het staan en liggen in de ligbox weinig onderbreken. In perioden dat er weinig koeien van de ligboxen gebruik maken - tijdens ruwvoeropname - is het aantal beëindigde ligboxperiodes natuurlijk ook laag.

De resultaten zijn gegeven voor het gehele etmaal en voor de twee 4-uurs perioden 's nachts (tabel 4). In experiment I was het aantal ligboxperiodes per etmaal bij het P07-systeem met 10,4 het laagst. Tussen de P11-methode en het spaarsysteem werden geen verschillen gevon-

*Tabel 4. Het aantal beëindigde ligboxperiodes per 24 uur en voor de beide 4-uurs perioden in de nacht. Voor verdere verklaring zie tabel 2.*

|                      | Experiment I     |                   |                  | Experiment II    |                  | Experiment III |
|----------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|
|                      | P07              | P11               | SPA              | P00              | P11              | P07            |
| <b>totaal etmaal</b> | 10,4             | 10,9              | 11,1             | 9,6              | 11,7             | 11,3           |
| <b>nacht</b>         |                  |                   |                  |                  |                  |                |
| 23.00-03.00          | 1,7 <sup>a</sup> | 2,0 <sup>ab</sup> | 2,3 <sup>b</sup> | 1,2 <sup>a</sup> | 2,0 <sup>b</sup> | 1,8            |
| 03.00-07.00          | 1,1 <sup>a</sup> | 2,1 <sup>b</sup>  | 1,9 <sup>b</sup> | 1,3 <sup>a</sup> | 2,0 <sup>b</sup> | 1,5            |

den. In experiment II, werden bij het P11-systeem duidelijk meer ligboxperioden afgebroken dan bij krachtvoerverstrekking aan het voerhek. Het aantal beëindigde ligboxperioden was bij het spaarsysteem en bij de P11-methode iets, maar niet significant hoger. Het gevonden aantal beëindigde ligboxperioden in experiment II komt goed overeen met die in experiment I. Hetzelfde geldt in iets mindere mate voor het aantal beëindigde ligboxperioden in het P07 systeem in de experimenten I en III. In de twee nachtperioden werd eenzelfde uitkomst, maar dan wat meer uitgesproken, gevonden als voor het totale etmaal. Het komt er dus op neer dat verstrekking van krachtvoer 's nachts (P11 en SPA), veroorzaakt dat het verblijf in de ligboxen gemiddeld 1 maal vaker wordt onderbroken.

## Discussie

Uit de resultaten van deze drie experimenten met verschillende krachtvoerprogramma's blijkt, dat het krachtvoerprogramma het gedrag van de koeien beïnvloedt. Met name is onderzocht het verband tussen het krachtvoerprogramma en het liggedrag van de koeien. Het liggedrag gedurende de nacht kreeg hierbij de meeste aandacht.

De invloed van wijzigingen in het krachtvoerprogramma op de tijd die werd besteed aan krachtvoeropname was in alle experimenten klein en soms significant. Het opnamepatroon bleek echter wel sterk afhankelijk te zijn van het krachtvoerprogramma. Bij gemengd verstrekken van snijmaïs en krachtvoer aan het voerhek verbleven de koeien, in de 4-uurs periode direct na het voeren, 1 uur langer aan het voerhek. Blijkbaar gaven de koeien er de voorkeur aan om de totale hoeveelheid voer in één vreetperiode op te nemen. Door het krachtvoer aan het voerhek te verstrekken werd de totale eettijd, voor de opname van ruwvoer en krachtvoer samen, niet beïnvloed.

De verschillende krachtvoerprogramma's veroorzaakten ieder hun eigen patroon van krachtvoeropname. Hierbij moet benadrukt worden, dat de koeien nooit gedwongen werden om het krachtvoer direct na de start van een cyclus op te nemen. Als een koe bij het spaarsysteem 12 uur zou wachten met het bezoeken van de krachtvoerbox, dan was haar tegoed inmiddels tot ruim 5,3 kg toegenomen. Hiervan zou ze dan 3,0 kg mogen opnemen. Bij het periodensysteem kon, in de laatste 4-uurs periode van een voercyclus, de totale 4,5 kg zelfs in één keer worden opgenomen. Bij de overgang van het ene krachtvoerprogramma naar het andere bleek dat de koeien snel gewend waren aan de nieuwe situatie. Verandering van het starttijdstip van een voercyclus bracht bij het periodensysteem een verschuiving in het opnamepatroon teweeg. Blijkbaar is krachtvoer voor een koe dermate aantrekkelijk dat ze dit wil opnemen, zo spoedig mogelijk nadat het krachtvoer beschikbaar komt. Bij het spaarsysteem hadden de koeien in vergelijking met het periodensysteem vaker de gelegenheid om krachtvoer op te nemen, hetgeen leidde tot een hoger aantal bezoeken aan de krachtvoerbox (Wierenga & Hopster, 1988).

De verandering in krachtvoerverstrekking had ook veranderingen in het liggedrag tot gevolg. Als krachtvoer aan het voerhek werd gevoerd verbleven de koeien in de eerste 4-uurs periode na het voeren ca. 1 uur langer aan het voerhek. Dit had een vrijwel even grote daling van de ligtijd tot gevolg. Deze afname in ligtijd werd gedurende het etmaal niet gecompenseerd. Daardoor was ook de totale ligtijd in dat etmaal een uur lager dan bij het spaarsysteem. Het aantal afgebroken ligboxperioden was bij het verstrekken van krachtvoer aan het voerhek lager dan bij de andere systemen. Dit lagere aantal werd vooral in de nacht gevonden. In die periode hoeft bij deze voermethode het liggen uiteraard niet onderbroken te worden voor een bezoek aan de krachtvoerbox. Bij het spaarsysteem werd de langste ligtijd per etmaal gevonden. Dit lijkt merkwaardig omdat juist bij dit systeem het aantal bezoeken aan de krachtvoerbox het hoogst is (Wierenga & Folkerts, 1986; Van der Burg et al., 1987). Hetzelfde geldt voor de tijd die in het krachtvoerstation wordt doorgebracht. Daarnaast bleek bij dit systeem het aantal afgebroken ligboxperioden groot te zijn. De hoge ligtijd die bij het spaarsysteem werd gevonden kan veroorzaakt worden doordat bij dit systeem de concurrentie bij de krachtvoer-

box minder is dan bij het periodensysteem. Bij het periodensysteem veroorzaakt de start van een voercyclus vaak een grote drukte bij de krachtvoerbox. In de eerste 4-uurs periode van een voercyclus konden de koeien 3,0 kg krachtvoer in één keer opnemen. Bij een doseersnelheid van 300 g/min bezette elke koe de box al gauw gedurende 10 minuten achtereens. Gedurende deze tijd moesten de andere koeien wachten. Bij het spaarsysteem werden er aan het begin van een 24-uurs cyclus slechts kleine hoeveelheden krachtvoer verstrekt. Deze kleine porties werden vlotter opgenomen waardoor de koeien elkaar sneller konden opvolgen. Het lijkt waarschijnlijk dat bij het spaarsysteem de wachttijd uiteindelijk korter is, waardoor de ligtijd langer wordt. Het aantal afgebroken ligboxperiodes is echter hoger omdat de koe de krachtvoerbox vaker bezoekt.

Als de voercyclus bij het periodensysteem om 7 uur begon, was de ligtijd hoger dan bij een start om 11 uur. Bij het P11-systeem werd vooral 's nacht minder gelegen. Deze afname in ligtijd was voor de ranglage koeien groter dan voor de ranghoge koeien. De piek in het aantal krachtvoerboxbezoeken van de ranglage koeien bleek in dit systeem niet in de eerste 4-uurs periode van een voercyclus te vallen, maar in de tweede. Bij de P07-methode werd de verstrekking van krachtvoer gestart op een tijdstip waarop de koeien over het algemeen al bezig waren met de opname van ruwvoer. Misschien werd in dit systeem, als de krachtvoerbox werd bezocht, de ruwvoeropname slechts kort onderbroken. Hiermee zou ook verklaard kunnen worden waarom er in dit systeem tussen de ranghoge en ranglage koeien nauwelijks verschil in krachtvoereertijd werd gevonden. In de eerste plaats werd 's avonds na vijven, direct nadat het ruwvoer was verstrekt, vrij veel ruwvoer opgenomen. Daarna volgde een periode van rust. Als dan om 11 uur 's avonds weer krachtvoer beschikbaar komt, zijn de koeien mogelijk meer gemotiveerd (hongerig) om direct na de start van deze voercyclus krachtvoer op te nemen, dan koeien die op dat moment ruwvoer opnemen. Als dan de voercyclus werd gestart, veroorzaakt dit een relatief grote toename in activiteit. Veel koeien beëindigen het liggen en gaan op weg naar de krachtvoerbox. Door de grote drukte ter plekke, moeten de koeien in de buurt van de krachtvoerbox op hun beurt wachten. Hierbij zullen de ranghoge koeien de grootste kans hebben om de krachtvoerbox te bezoeken, waardoor de ranglage koeien langer zullen moeten wachten. Dit leidt voor deze dieren tot een afname van de ligtijd. In de tweede plaats is er voor hongerige koeien, die zojuist de beschikking over vers ruwvoer hebben gekregen, minder aanleiding om te wachten op het bezoek aan de krachtvoerbox. Deze koeien zullen gemakkelijker de opname van ruwvoer en de opname van krachtvoer afwisselen, waardoor de druk op de krachtvoerbox afneemt.

### **De gevolgen voor de koe**

Uit deze drie experimenten blijkt dat de koeien een grote interesse hebben in krachtvoer. Bij de eerste de beste gelegenheid dat het beschikbaar is, wordt het krachtvoer opgenomen. Deze interesse in krachtvoer is zo groot, dat hiervoor niet alleen ligtijd wordt ingeleverd, maar het liggen ook vaker wordt onderbroken. Daar de opname van krachtvoer bij de verschillende krachtvoerprogramma's niet verschilde, rest de vraag in hoeverre de geconstateerde verschillen in gedrag voor de koe van wezenlijk belang zijn. Alhoewel de koeien niet gedwongen werden om hun opnamepatroon bij de verschillende krachtvoerprogramma's te wijzigen bleken de koeien dit wel te doen en wel direct nadat er werd overgeschakeld op een ander krachtvoerprogramma. Hieruit blijkt dat de koeien zich kennelijk gemakkelijk aanpassen. Het kan echter ook zijn dat het aanbieden van krachtvoer, voor een koe een erg sterke prikkel is. De reactie van de koe hierop hoeft daardoor, uit oogpunt van gezondheid, niet altijd de juiste te zijn. Daarnaast zijn er tussen krachtvoersystemen verschillen aan te geven, die voor de koe mogelijk wel belangrijk zijn. Enkele aspecten van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking en de mogelijke gevolgen ervan voor de koeien onder minder ideale omstandigheden (meer koeien per box, meer krachtvoer per box) zullen in het kort worden behandeld.

Een verhoogde competitie bij de krachtvoerbox kan voor de koe tot problemen leiden. De

druk op de krachtvoerbox kan groter worden doordat er meer krachtvoer via de krachtvoerbox wordt verstrekt of doordat er, met de krachtvoerbox, meer koeien worden gevoerd. Bij de beoordeling van de diverse krachtvoersystemen zal men met deze aspecten rekening moeten houden. Een voordeel van alle drie de verschillende krachtvoerprogramma's is, dat de koeien in het algemeen zelf kunnen kiezen wanneer ze de krachtvoerbox willen bezoeken. Bij krachtvoerverstrekking aan het voerhek is het de boer die bepaalt wanneer er krachtvoer kan worden opgenomen. Een nadeel van automatische krachtvoerverstrekking is echter dat de koeien niet de gelegenheid hebben om allemaal op hetzelfde moment krachtvoer op te nemen. Dit kan leiden tot meer concurrentie bij de krachtvoerbox. Het lijkt erop dat bij het P11-systeem een toenemende druk op de krachtvoerbox leidt tot langere wachttijden en een afname in de ligtijd bij met name de ranglagere koeien. Bij het P07-systeem zijn de gevolgen van de toenemende druk waarschijnlijk kleiner. Hier wordt de krachtvoeropname meer afgewisseld met de opname van ruwvoer. De minste problemen worden bij het spaarsysteem verwacht. Bij het spaarsysteem zijn de mogelijkheden om krachtvoer op te nemen talrijker, waardoor een toenemende druk op de krachtvoerbox minder consequenties heeft.

## Literatuur

- Baehr, J., 1984. Verhalten von Milchkühen in Laufställen. KTBL-Schrift 293: 1-149.
- Burg, A. van der, Y.S.T. Zeinstra & T.E.M. Hettinga, 1987. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking : spaar- en periodensysteem. *Veeteelt*, 1987/5: 547-551.
- Burg, A. van der, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking; beschrijving van systemen. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Collis, K.A., 1980. The effect of an automatic feed dispenser on the behaviour of lactating dairy cows. *Appl. Anim. Ethol*, 6: 139-147.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga, 1989. Een experimenteel systeem voor het oproepen van koeien. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Metz, J.H.M., H.K. Wierenga, F.J. Grommers & R.G. Buré, 1986. Het welzijn van rundvee in bedrijfsverband. Werkgroep welzijn Rundvee, Ministerie van Landbouw & Visserij.
- Sambras, H.H., 1978. Nutztierethologie, Berlin-Hamburg, Paul Parey Verlag.
- Spiegelberg, E., 1980. Abruffütterung für Milchkühe. RKL-Schrift, 4.2.0: 663-703.
- Wierenga, H.K. & H. Folkerts, 1986. Das Verhalten von Milchkühen bei zwei verschiedene Systemen von programmierter Kraftfutterverabreichung. KTBL-Schrift, 311: 177-185.
- Wierenga, H.K. & H. Hopster, 1988. Effects of automatic concentrate feeding systems on the behaviour of dairy cows. In: Proceedings of the EAAP-symposium of the Commissions on animal management and health and cattle production. Helsinki, Finland. EAAP Publication No. 40, 25-37.

# **Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijk-omstandigheden; invloed van het krachtvoerprogramma op het gedrag van melkkoeien**

*Y.S.T. Zeinstra, A. van der Burg en T.E.M. Hettinga*

*Agrarische Hogeschool Friesland  
Postbus 1528, 8901 BV Leeuwarden*

## **Samenvatting**

Op praktijkbedrijven in Friesland is onderzoek verricht naar de invloed van vier verschillende krachtvoerprogramma's op de tijd die koeien (moeten) wachten voor een krachtvoerbox en op het gebruik van ligboxen, voerhek en loopruimte (verblijftijden, aantal bezoeken). Tevens is onderzocht hoe koeien een krachtvoerboxbezoek inpassen in de normale activiteiten in de stal ('looplijnen'). Uit het onderzoek komt naar voren, dat het voerprogramma weinig invloed heeft op de wachttijden bij de voerbox. Bij alle systemen zijn de koeien ongeveer een uur per etmaal aanwezig in de wachtruimte bij de voerbox.

De verblijftijd in de ligboxen en de ligtijd bij het spaarsysteem is iets langer dan bij de overige systemen. Er lijkt een tendens aanwezig dat bij het wachttijden- en het spaar-hoogstelsel de koeien meer in de loopruimte aanwezig zijn dan bij het perioden- en spaarsysteem; het verschil is echter niet significant. De (totale) verblijftijd aan het voerhek is gelijk voor de vier systemen. Bij het periodensysteem lijkt er een tendens aanwezig dat de dieren minder vaak het voerhek en de ligboxen bezoeken; de bezoeken duren echter langer en worden minder vaak afgebroken dan bij de andere systemen.

Bij alle systemen blijken de koeien na een krachtvoerboxbezoek meer aan het voerhek te staan dan voor een bezoek aan de krachtvoerbox. Bij het spaarsysteem komen de koeien vaker voor een bezoek aan de krachtvoerbox uit de ligboxen en gaan ze er na dat bezoek ook vaker naar toe dan bij de overige systemen. Met name bij het spaar-hoogstelsel gaan de koeien minder vaak terug naar de ligboxen. Bij dit systeem staan de koeien na een voerboxbezoek vaker aan het voerhek.

## **Inleiding**

Uit onderzoek van Van der Burg et al. (1989), uitgevoerd op praktijkbedrijven, blijkt dat het krachtvoerprogramma in hoge mate bepalend is voor het gebruik van de krachtvoerbox. Het doel van het in dit artikel beschreven onderzoek is na te gaan of het krachtvoerprogramma ook invloed heeft op andere gedragsactiviteiten van melkkoeien in een ligboxenstal. Onder praktijkomstandigheden is op dit terrein nog nauwelijks onderzoek verricht. Onder meer experimentele omstandigheden hebben Hopster & Wierenga (1989) gedragsonderzoek gedaan bij melkkoeien die afwisselend via een perioden- en een spaarsysteem krachtvoer kregen verstrekt.

In dit artikel worden resultaten beschreven van onderzoek op praktijkbedrijven, waar gebruik gemaakt wordt van een perioden-, een wachttijden-, een spaar-hoog- of een spaarsysteem (zie voor beschrijving van de systemen: Van der Burg, 1989). De volgende aspecten krijgen aandacht: het wachten voor de voerbox en het stalgebruik (de verblijftijden in de ligboxen, aan het voerhek, op de roosters, de ligtijd in de ligboxen, en het aantal bezoeken aan ligbox en voerhek). Tevens is onderzocht hoe koeien een bezoek aan de krachtvoerbox inpassen in hun andere activiteiten.

## Materiaal en methode

### De praktijkbedrijven

Het onderzoek is uitgevoerd op praktijkbedrijven in de provincie Friesland. Het onderzoek werd uitgevoerd op drie bedrijven met een periodensysteem. Op de bedrijven P2 en P3 (zie voor codering van de bedrijven: Van der Burg et al., 1989) werd zowel aan het begin als aan het eind van het stalseizoen onderzoek verricht; de groepssamenstelling en de krachtvoergift was dan duidelijk veranderd. Drie bedrijven met het wachttijdsysteem deden mee in het onderzoek. Op één van deze drie bedrijven werden, op hetzelfde tijdstip, waarnemingen aan twee onafhankelijke groepen verricht (W2-a en W2-b). Van het spaarsysteem waren vijf bedrijven aanwezig en van het spaar-hoogsysteem vier. Op één bedrijf (H5) bij het spaar-hoogsysteem werden, op hetzelfde tijdstip, twee onafhankelijke groepen waargenomen (H5-a en H5-b). Alle waarnemingen, hetzij op verschillende, hetzij op dezelfde bedrijven, zullen als aparte groepen worden besproken. Kengetallen van de onderzochte groepen over krachtvoeropname, aantal koeien per box en het staltype zijn vermeld in tabel 1.

*Tabel 1. Kengetallen van de onderzochte groepen op praktijkbedrijven. De bedrijven zijn per systeem gerangschikt naar oplopende krachtvoeropname. Voor codering van de bedrijven: zie tekst en Van der Burg et al., 1989.*

| bedrijven                | aantal<br>voerboxen/<br>groep | aantal<br>koeien/<br>voerbox | opname<br>in kg/<br>voerbox | opname/<br>koe in kg | aantal<br>ligboxen | type stal<br>(n+n rijig) |
|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|
| <b>periodensysteem</b>   |                               |                              |                             |                      |                    |                          |
| P2-1                     | 2                             | 28,5                         | 166                         | 5,8                  | 52                 | 2+2                      |
| P1                       | 2                             | 27,0                         | 173                         | 6,4                  | 51                 | 2+1                      |
| P3-1                     | 2                             | 25,0                         | 203                         | 8,1                  | 50                 | 2+2                      |
| P2-2                     | 2                             | 37,0                         | 227                         | 6,1                  | 82                 | 2+2                      |
| P3-2                     | 2                             | 27,0                         | 236                         | 8,7                  | 50                 | 2+2                      |
| <b>wachttijdsysteem</b>  |                               |                              |                             |                      |                    |                          |
| W2-b                     | 2                             | 22,5                         | 152                         | 6,8                  | 47                 | 2+2                      |
| W3                       | 2                             | 22,0                         | 165                         | 7,5                  | 43                 | 1+1                      |
| W2-a                     | 2                             | 22,5                         | 166                         | 7,4                  | 47                 | 2+2                      |
| W1-b                     | 2                             | 29,0                         | 241                         | 8,3                  | 50                 | 2+2                      |
| <b>spaar-hoogsysteem</b> |                               |                              |                             |                      |                    |                          |
| H1                       | 2                             | 25,0                         | 135                         | 5,4                  | 52                 | 2+2                      |
| H2-b                     | 1                             | 30,0                         | 162                         | 5,4                  | 33                 | 1+1                      |
| H4                       | 2                             | 28,0                         | 180                         | 6,4                  | 67                 | 2+1                      |
| H5-a                     | 1                             | 24,0                         | 230                         | 9,6                  | 24                 | 2+2                      |
| H5-b                     | 2                             | 28,5                         | 247                         | 8,7                  | 56                 | 2+2                      |
| <b>spaarsysteem</b>      |                               |                              |                             |                      |                    |                          |
| S2                       | 1                             | 30,0                         | 148                         | 4,9                  | 28                 | 1+1                      |
| S1-1                     | 1                             | 28,0                         | 174                         | 6,2                  | 26                 | 1+1                      |
| S4                       | 2                             | 23,5                         | 203                         | 8,6                  | 43                 | 2+1                      |
| S3-b                     | 1                             | 28,0                         | 239                         | 8,5                  | 30                 | 1+1                      |
| S5                       | 2                             | 41,5                         | 256                         | 6,2                  | 87                 | 2+1                      |

## Proefopzet

Op de praktijkbedrijven werd van iedere groep gedurende vijf aangangesloten etmalen het volledige voerboxgebruik geregistreerd (zie voor de methode van gegevensverzamelen: Van der Burg et al., 1989). Gedurende twee van de vijf etmalen werden met behulp van video-apparatuur wachtende koeien bij een krachtvoerbox geregistreerd. Tijdens die twee etmalen werd ook het volledige stalgebruik van de koeien geregistreerd.

## Verzameling en verwerking van de gegevens

### *Wachttijden voor de krachtvoerbox*

Om inzicht te krijgen in wachttijden voor de krachtvoerbox werd op de bedrijven bij elke voerbox, gedurende twee etmalen, met behulp van video-apparatuur geregistreerd welke koeien zich in de wachtruimte achter de voerbox bevonden. Als wachtruimte werd gedefinieerd de loopruimte ter breedte van twee ligboxen aan weerszijden van de voerbox. De videobanden werden via een intervalmethode verwerkt. Om de drie minuten werd genoteerd welke koeien zich in de wachtruimte bevonden. De koeien waren individueel te herkennen door op de rug aangebrachte nummers. Een koe die zich (gedeeltelijk) in de wachtruimte bevond en niet van de voerbox afgewend was, werd als een koe aanwezig in de wachtruimte gerekend. Een bezoek aan de wachtruimte werd gedefinieerd als 'aanwezig in de wachtruimte' gedurende één of meerdere opeenvolgende 3-minuten waarnemingen. De totale verblijftijd in de wachtruimte werd berekend door het aantal keren 'aanwezig in de wachtruimte' te vermenigvuldigen met 3 minuten. De videowaarnemingen werden alleen gebruikt voor het verzamelen van wachtruimte gegevens. Gegevens over het gebruik van de krachtvoerbox waren afkomstig van directe registratie van het krachtvoerboxgebruik (zie voor de methode van gegevensverzamelen Van der Burg et al., 1989).

### *Stalgebruik*

Het stalgebruik van de koeien werd op elk bedrijf gedurende twee etmalen vastgelegd, door om de 15 minuten door de stal te lopen en van elke individuele koe de positie in de stal te noteren. Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen ligboxen (staan en liggen), voerhek, loopruimte en wachtruimte achter de krachtvoerbox. Alle ligboxen werden als afzonderlijke nummers genoteerd. Indien een koe gedurende meerdere opeenvolgende (kwartiers)waarnemingen in dezelfde ligbox of aan het voerhek werd geregistreerd (zowel staan als liggen), dan werd dit één bezoek aan de ligbox of één bezoek aan het voerhek genoemd; één bezoek aan de ligbox is synoniem aan een ligboxperiode (zie ook Hopster & Wierenga, 1989). De totale verblijftijden werden berekend door het aantal malen dat een koe op de verschillende posities werd geregistreerd te vermenigvuldigen met 15 minuten. Naast verblijftijden in de ligbox werden ook ligtijden berekend.

### *Looplijnen*

Door de stalgebruikgegevens te combineren met gegevens over krachtvoerboxgebruik, werd getracht te achterhalen welke gedragsactiviteiten een koe ontplooipte voor en na één bezoek aan de krachtvoerbox. De gegevens werden als volgt verwerkt. Van elk bezoek van een koe aan de voerbox, was het tijdstip van binnenkomst in, en het verlaten van de voerbox bekend. Tevens was van elke koe, via de stalgebruik gegevens bekend, waar de koe zich om het kwartier (van een geheel etmaal) in de stal bevond. Door deze gegevens te combineren kon worden berekend waar een koe zich bevond van minimaal 0 tot maximaal 15 minuten voor en na een krachtvoerboxbezoek. Ook werd nog een tijdstip onderzocht dat lag tussen minimaal 15

en maximaal 30 minuten voor en na een voerboxbezoek. Met behulp van deze gegevens kon een indruk worden verkregen van de 'looptijden' van de koe naar en vanaf de krachtvoerbox. Deze gegevens over de posities van de koeien voor en na een krachtvoerboxbezoek zijn in dit artikel looptijden genoemd. Voor het verkrijgen van 'echte' looptijden zijn vanzelfsprekend continu waarnemingen nodig.

#### *Aantal bedrijven bij de verschillende proefonderdelen*

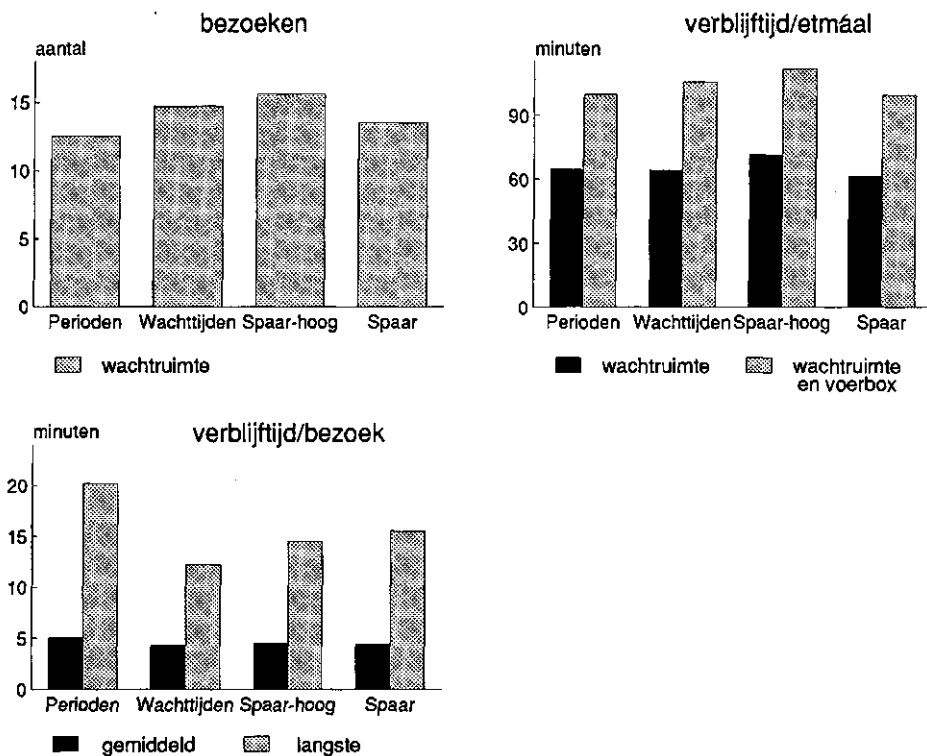
De resultaten hebben in principe betrekking op de bedrijven uit tabel 1. Door het niet beschikbaar zijn van (voldoende) betrouwbare waarnemingen ontbreken bij de wachtruimtegegevens de bedrijven H1 en S2 en bij de stalgebruikgegevens het bedrijf S4. Bij het onderdeel looptijden zijn de gegevens van alle bedrijven verwerkt.

Verschillen tussen de bij de resultaten gepresenteerde kengetallen zijn telkens getoetst met behulp van een parametervrije toets (Mann-Whitney U toets, 2 zijdig).

## Resultaten

### Wachten voor de voerbox

In figuur 1 zijn gegevens over het gebruik van de wachtruimte vermeld. Gemiddeld over de systemen, bleken koeien ruim een uur in de wachtruimte aanwezig te zijn.



*Figuur 1. Gebruik van de wachtruimte per etmaal bij de vier onderzochte voerprogramma's.*



Er waren geen significante verschillen tussen de vier onderzochte systemen. Indien bij de verblijftijd in de wachtruimte ook nog de totale verblijftijd in de krachtvoerbox geteld werd, bleek dat de koeien gemiddeld ongeveer een uur en drie kwartier per etmaal bezig waren met het verkrijgen van krachtvoer.

In figuur 1 is ook het aantal bezoeken aan de wachtruimte weergegeven. Gemiddeld over de systemen werden per koe per etmaal 14 bezoeken aan de wachtruimte geregistreerd. De (geringe) verschillen in het aantal wachtruimtebezoeken tussen de vier systemen waren niet significant.

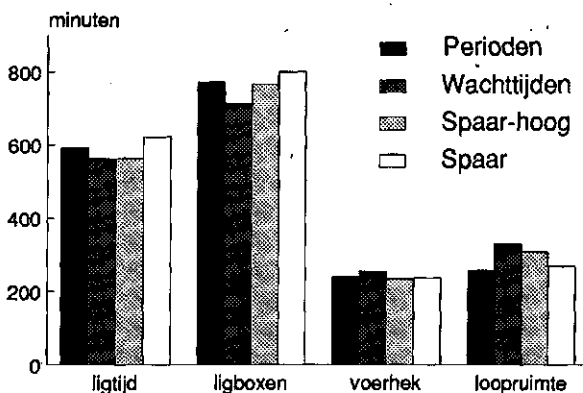
De duur van een bezoek aan de wachtruimte was gemiddeld ongeveer vijf minuten (figuur 1), dit gold voor alle systemen: de (geringe) verschillen waren niet significant. Er vonden dus kennelijk veel korte bezoeken aan de wachtruimte plaats. De meeste koeien hadden echter ook één of meer langere bezoeken. Gemiddeld per systeem duurde het langste bezoek per koe 12 tot 15 minuten bij het wachttijden-, spaar-hoog- en het spaarsysteem. Bij het periodensysteem duurde het langste bezoek echter duidelijk langer (20 minuten). Het verschil tussen het periodensysteem enerzijds en het wachttijden- en spaar-hoogstelsel anderzijds was significant ( $p < 0,05$ ).

### Stalgebruik

De gemiddelde verblijftijden in de ligbox, aan het voerhek, en in de loopruimte zijn weergegeven in figuur 2. Tevens is in deze figuur de ligtijd in de ligboxen vermeld. Omdat via de video-opnames al nauwkeurige gegevens konden worden verkregen over koeien in de wachtruimte, werd bij de uitwerking van dit onderdeel de wachtruimte bij de totale loopruimte gerekend.

Voor alle systemen gold dat de koeien het grootste deel van de dag in de ligboxen doorbrachten. De verblijftijd in de ligboxen was bij het spaarsysteem het hoogst (801 min) en bij het wachttijdensysteem het laagst (715 min). De beide andere systemen namen een tussenpositie in (geen significante verschillen). Alleen het verschil tussen spaar- en wachttijdensysteem was significant ( $p < 0,05$ ). De totale ligtijd was eveneens het hoogst bij het spaarsysteem; de verschillen tussen de systemen waren echter niet significant.

Bij het wachttijdensysteem stonden de koeien gemiddeld totaal 15 tot 20 minuten langer aan het voerhek dan bij de overige drie systemen. Door de grote spreiding in de gegevens was dit verschil echter niet significant.

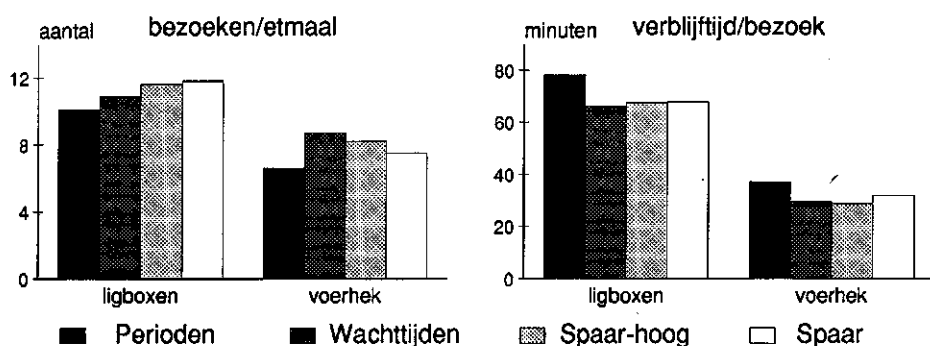


Figuur 2. Gemiddelde verblijftijden per etmaal in ligboxen (zowel verblijftijd als ligtijd), aan voerhek en in loopruimte per koe bij de vier onderzochte voerprogramma's.

De koeien bij het perioden- en het spaarsysteem waren korter in de loopruimte aanwezig dan bij het wachttijdsysteem (verschil 60 minuten) en het spaar-hoogsysteem (verschil 40 minuten). Ook deze verschillen waren echter niet significant.

Uit figuur 3 blijkt, dat koeien per etmaal gemiddeld over alle systemen ruim 10 bezoeken brengen aan de ligboxen. Dit aantal was het hoogste bij het spaarsysteem (11,8) en het laagste bij het periodensysteem (10,1). De verschillen tussen de systemen waren niet significant. Het aantal bezoeken aan het voerhek was het laagst bij het periodensysteem (6,6) en het hoogst bij het wachttijdsysteem en spaar-hoogsysteem (8,7). Het verschil tussen het periodensysteem enerzijds en het wachttijden- en het spaar-hoogsysteem was significant ( $p < 0,05$ ). Ook het spaarsysteem had een significant lager aantal voerhekbezoeken (7,5) dan het wachttijdsysteem ( $p < 0,05$ ).

Zowel de verblijftijd per bezoek aan een ligbox als aan het voerhek was bij het periodensysteem aanmerkelijk hoger dan bij de overige systemen. In beide gevallen was alleen het verschil tussen het periodensysteem en het spaar-hoogsysteem significant.

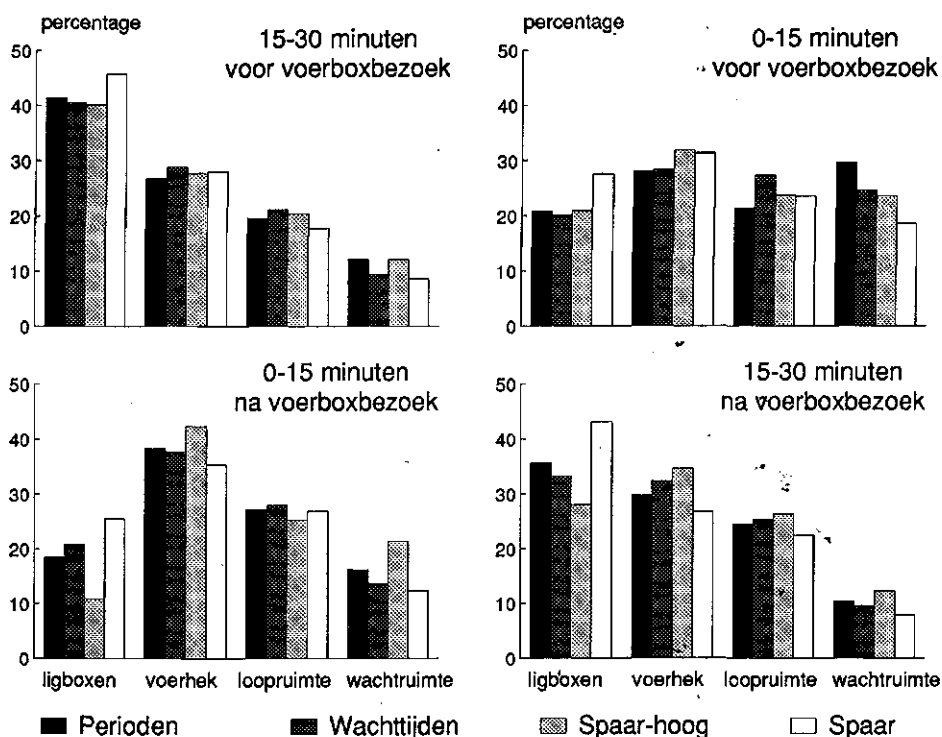


*Figuur 3. Gemiddeld aantal bezoeken/koe per etmaal aan een ligbox en aan het voerhek en de gemiddelde verblijftijd per koe per ligboxbezoek en per voerhekbezoek voor de vier onderzochte voerprogramma's.*

## **Looplijnen**

Aan de hand van figuur 4 kan geconcludeerd worden dat gemiddeld over alle systemen op tijdstippen vlak voor (0-15 min) en vlak na (0-15 min) een bezoek aan de voerbox, respectievelijk 22,3 % en 18,9 % van de koeien uit de ligboxen afkomstig waren, c.q. naar de ligboxen toegen. Voor het voerhek bedroegen deze getallen 29,7 % en 38,4 %. Vlak voor een bezoek aan de krachtvoerbox (0-15 min) kwamen de koeien bij alle systemen meer uit de wachtruimte dan dat ze er naar toegen (0-15 minuten na een voerboxbezoek).

Tussen de systemen werden enkele significante verschillen geconstateerd. Bij het spaarsysteem was op alle tijdstippen het percentage koeien dat uit de ligboxen kwam, c.q. er naar toegen hoger dan bij de overige systemen. Na een bezoek aan de krachtvoerbox was het verschil met de andere systemen nog wat groter dan voor een voerboxbezoek. De resultaten van het spaarsysteem waren significant verschillend van het wachttijden- en het spaar-hoogsysteem op 15-30 minuten voor het voerbox bezoek ( $p < 0,05$ ), van het spaar-hoogsysteem op 0-15 mi-



**Figuur 4.** Procentuele verdeling waar koeien vandaan komen en naar toe gaan bij een bezoek aan de krachtvoerbox op vier verschillende tijdstippen, voor de vier onderzochte voerprogramma's. Voor verdere verklaring van de figuur: zie tekst.

nuten na het voerboxbezoek ( $p < 0,05$ ), en van alle systemen op 15-30 minuten na het voerboxbezoek ( $p < 0,05$ ). Bij het spaar-hoogstelsysteem gingen de koeien procentueel gezien minder vaak terug naar de ligboxen dan bij de andere systemen. Behalve het reeds aangehaalde verschil met het spaarsysteem verschilden de resultaten van het spaar-hoogstelsysteem significant van die van het perioden- en het wachttijdensysteem op 0-15 minuten na een voerboxbezoek en van het periodensysteem op 15-30 minuten na een voerboxbezoek ( $p < 0,05$ ).

Na een bezoek aan de krachtvoerbox was het deel van de koeien dat naar het voerhek ging het hoogst bij het spaar-hoog- en het laagst bij het spaarsysteem. Alleen op 15-30 minuten na het krachtvoerboxbezoek was het verschil van spaarsysteem met wachttijdensysteem ( $p < 0,05$ ) en met spaar-hoogstelsysteem ( $p < 0,01$ ) significant lager.

Hoewel op alle tijdstippen bij het wachttijdensysteem een iets groter deel van de koeien in de loopruimte aanwezig was, waren er bij het gebruik van de loopruimte voor en na een bezoek aan de krachtvoerbox geen significante verschillen tussen de systemen aanwezig.

Opvallend was dat bij het periodensysteem vlak voor (0-15 min) een voerboxbezoek meer koeien uit de wacht ruimte afkomstig waren, dan bij de overige systemen. Alleen het verschil met het spaarsysteem was echter significant ( $p < 0,05$ ). Vlak na (0-15 min) het voerboxbezoek

viel het hoge percentage koeien in de wachtruimte bij het spaar-hoogstelsel op. Dit percentage was significant hoger dan bij het wachttijdsysteem ( $p < 0,05$ ) en bij het spaarsysteem ( $p < 0,01$ ). Bij het spaarsysteem waren de koeien op alle tijdstippen voor een voerboxbezoek minder vaak uit de wachtruimte afkomstig en gingen de dieren op alle tijdstippen na een voerboxbezoek minder vaak naar de wachtruimte terug, dan bij de overige systemen. Behalve bij het reeds aangehaalde significante verschil tussen periodensysteem en spaar-hoogstelsel, was op 15-30 minuten na een voerboxbezoek het verschil tussen spaar- en spaarhoogstelsel ook significant ( $p < 0,05$ ).

## Discussie

### Wachttijd voor de krachtvoerbox

De koe is een aanzienlijk deel van de dag bezig met het verkrijgen van krachtvoer (gemiddeld 1 3/4 uur); krachtvoerautomaten beïnvloeden via die weg het gedrag van de koe in de stal dus zeker. Hoe een koe deze tijd invult op bedrijven zonder geprogrammeerde krachtvoerverstrekking is in dit praktijkonderzoek niet aan te tonen. Onderzoek van Hopster & Wierenga (1989) laat zien dat als krachtvoer aan het voerhek wordt verstrekt t.o.v. van verstrekking van krachtvoer via het periodensysteem (starttijdstip van de voercyclus om 11 uur), de tijd die de koeien dan langer aan het voerhek staan om ook het krachtvoer op te nemen, nagenoeg overeen komt met de verblijftijd in de krachtvoerbox.

Hoewel er duidelijke verschillen zijn tussen de vier onderzochte systemen in het gebruik van de krachtvoerbox (Van der Burg et al., 1989), zijn er uit het gedragsonderzoek geen aanwijzingen gekomen, dat deze verschillen resulteren in een langere of kortere wachttijd voor de voerbox, of in meer of minder bezoeken aan de wachtruimte. De gemiddelde lengte van een bezoek aan de wachtruimte is nagenoeg gelijk bij de onderzochte systemen; wel duurt het langste bezoek aan de wachtruimte bij het periodensysteem langer dan bij de andere systemen. Dit kan mogelijk verklaard worden doordat er bij het periodensysteem eerder piekbelastingen van de voerbox optreden (bij het begin van een nieuwe periode). Op deze momenten zullen de koeien wat langer moeten wachten voordat zij aan de beurt zijn. Aan het eind van een periode is het echter veel rustiger bij de krachtvoerbox en zal er nauwelijks wachttijd zijn.

### Stalgebruik en looplijnen

Bij het spaarsysteem is de verblijftijd in de ligboxen iets hoger dan bij het periodensysteem. Eenzelfde tendens is gevonden bij vergelijking van een periodensysteem en een variant van het spaarsysteem bij onderzoek van Hopster en Wierenga (1989). In het praktijkonderzoek zijn verder geen verschillen gevonden in verblijftijden in de ligbox tussen de andere onderzochte systemen. Ook werden geen significante verschillen geconstateerd in ligtijden en aantal ligboxbezoeken tussen alle vier onderzochte systemen.

Wel werden verschillen in looplijnen voor wat betreft het verkeer van ligbox naar krachtvoerbox en omgekeerd, gevonden. Ook hier was het spaarsysteem enigszins afwijkend. Bij dit systeem komen de koeien voor een bezoek aan de krachtvoerbox wat vaker uit de ligbox en gaan ze er ook weer vaker naar toe dan bij de overige systemen. Een verklaring hiervoor zou kunnen zijn dat bij het spaarsysteem aanzienlijk meer bezoeken aan de krachtvoerbox voorkomen (per kg krachtvoer) dan bij perioden- en wachttijdsysteem (Van der Burg et al., 1989). Gezien het feit dat koeien een aanzienlijk deel van hun tijd besteden aan liggen in de ligbox, neemt bij een groter aantal bezoeken aan de voerbox, de kans toe dat de koeien uit de ligboxen komen. Omdat het aantal bezoeken per kg krachtvoer bij het spaar-hoogstelsel echter vergelijkbaar (hoog) is met dat van het spaarsysteem, zou hier een zelfde tendens kunnen worden verwacht. Bij het spaar-hoogstelsel lijkt het echter alsof een krachtvoerboxbezoek veel meer wordt ingepast in een bezoek aan het voerhek. Bij dit systeem is het aantal

onbeloonde bezoeken veel groter dan bij het spaarsysteem. Mogelijk wordt een bezoek aan het voerhek bij het spaar-hoogsysteem vaak vergezeld van een onbeloond bezoek aan de krachtvoerbox.

Een in de praktijk regelmatig gehoorde bewering is dat een grootaantal krachtvoerboxbezoeken ook leidt tot een groter aantal voerhekbezoeken. Bij het periodensysteem (weinig voerboxbezoeken/kg krachtvoer, Van der Burg et al., 1989) lijkt het aantal voerhekbezoeken inderdaad wat lager te zijn dan bij de overige systemen. Per bezoek aan het voerhek blijven de koeien er echter weer langer. De totale tijd die de koeien doorbrengen aan het voerhek, verschilt niet tussen de vier systemen. Een eventueel effect van het krachtvoerprogramma op ruwvoeropname is onder praktijkomstandigheden niet aantoonbaar, vanwege de grote bedrijfsinvloed op de ruwvoeropname (kwaliteit en kwantiteit van het voer, produktieniveau, etc.).

Uit dit gedragsonderzoek zijn een aantal - vaak geringe - verschillen naar voren gekomen tussen de vier onderzochte systemen van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking. Ten aanzien van hun invloed op het gedrag van de koeien, kunnen op grond van deze verschillen geen duidelijke voor- of nadelen (voor de koe) worden aangegeven van een bepaald systeem. Bovendien moet ook nog bedacht worden dat diverse andere bedrijfsfactoren, die onder praktijkomstandigheden sterk kunnen variëren, vaak ook een grote rol spelen bij het gedrag van de koe in de stal.

## Literatuur

- Burg, A. van der, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Burg, A. van der, T.E.M. Hettinga & Y.S.T. Zeinstra, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden; invloed van het krachtvoerprogramma op het krachtvoerboxgebruik. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga, 1989. De keuze van het krachtvoerprogramma en de effecten hiervan op het gedrag van melkkoeien. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.

## **2 De plaats van de krachtvoerbox**

# De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op de krachtvoeropname en het gebruik van de box

H. Hopster en H.K. Wierenga

Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'  
Postbus 501, 3700 AM Zeist

## Samenvatting

In een experiment met 40 melkgevende koeien is de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het gebruik ervan onderzocht. Het experiment duurde in totaal 15 weken. Gedurende deze periode werd de krachtvoerbox afwisselend in één van de ligboxen, aan het voerhek en in de wachtruimte voor de melkstal geplaatst. Bezoeken aan de krachtvoerbox werden continu geregistreerd. Gegevens over de krachtvoeropname per bezoek werden verzameld. Tijdens gedragswaarnemingen werd informatie omtrent agressie, gericht op de koe in de krachtvoerbox, genoteerd. Tevens werd het aantal koeien dat in de buurt van de krachtvoerbox stond te wachten geregistreerd.

De krachtvoeropname en het aantal boxbezoeken, beloond en onbeloond, was bij de positie 'wachtruimte' duidelijk lager dan bij de posities 'ligbox' en 'voerhek'. De posities 'ligbox' en 'voerhek' verschilden hierin onderling nauwelijks. Als de krachtvoerbox op een verder afgelegen plaats werd opgesteld stonden er bij de start van een voerperiode meer koeien te wachten. Ook was de gemiddelde wachttijd bij deze opstelling hoger en de agressie lager dan bij de andere twee posities. Bij de start van de voercyclus waren het eerst de ranghoge koeien die de box bezochten, daarna kwamen de ranglage dieren aan bod.

Uit dit onderzoek is gebleken dat als een krachtvoerbox op een verder afgelegen plaats wordt opgesteld deze minder wordt gebruikt waardoor de krachtvoeropname daalt.

## Inleiding

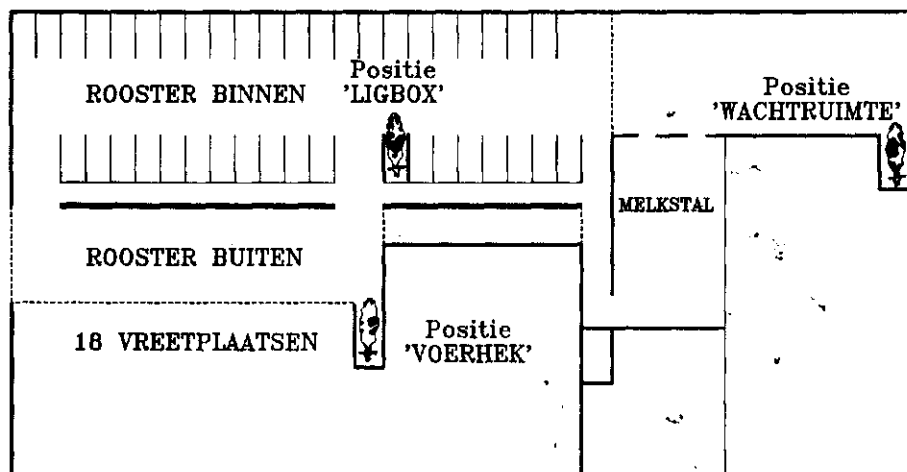
Uit onderzoek is gebleken dat de wijze waarop melkkoeien een krachtvoerbox gebruiken beïnvloed wordt door een scala van factoren. Hierbij kan onderscheid gemaakt worden tussen enerzijds omstandigheden die direct met het dier verband houden zoals produktieniveau, gezondheid, tochtigheid en de positie in de sociale rangorde (Wierenga & Hopster, 1988; Vellinga, 1980; Little & Harrison, 1984; Collis, 1980; Baehr, 1984; Pojtner, 1981). Anderzijds spelen systeemgebonden elementen, zoals methode van spreiding van de krachtvoergift, maximum opname per bezoek, doseersnelheid en starttijdstip van een cyclus (Andreae & Smidt, 1983; Van der Burg et al., 1987; Wierenga & Hopster, 1988), een rol. Ook bedrijfsfactoren als ruwvoerregiem, melktijden en plaats van de krachtvoerbox kunnen het gebruik van de krachtvoerbox beïnvloeden (Spiegelberg, 1980).

In hoeverre de plaats van de krachtvoerbox het gebruik ervan beïnvloedt, is tot nu toe nauwelijks bekend. Adviezen hieromtrent zijn momenteel dan ook vaak gebaseerd op veronderstellingen. In een experiment, uitgevoerd op de proefboerderij 'De Bunzing' van het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek in Zeist is getracht om meer informatie te krijgen over de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op de krachtvoeropname en het aantal bezoeken. Daarbij is tevens onderzocht wat de invloed is van de sociale rangorde op het aantal bezoeken aan de krachtvoerbox.

## Plaats en uitvoering van het onderzoek

### Huisvesting, voerrantsoen en proefdieren

Het onderzoek vond plaats op de proefboerderij 'De Bunzing' in Zeist, met drie groepen van elk 40 koeien. In een 'slaapstal' waren 40 ligboxen in twee rijen opgesteld. Het voerhek met 18 vreetplaatsen bevond zich buiten de slaapstal onder een overkapping (figuur 1).



*Figuur 1. Schema van de stalindeling met de drie lokaties van de krachtvoerbox.*

Er werd gemolken om 06.00 uur en om 16.15 uur. De koeien werden voor het melken opgesloten in de wachtruimte (figuur 1). Na het melken keerden de dieren terug naar de loopruimte tussen de stal en het voerhek, waar ze gedurende drie kwartier werden opgesloten. In die tijd werd een andere groep koeien gemolken.

Direct na het ochtend-melken werd snijmais verstrekt (gemiddeld per dier 4,5 kg droge stof). Het ruwvoerrantsoen bestond verder uit kuilgras, dat om 13.30 uur en 's middags na het melken naar behoefte werd verstrekt. Gemiddeld werd aan kuilgras 5,5 kg ds. per dier per dag opgenomen. Tijdens het melken werd telkens 1,0 kg krachtvoer verstrekt. De resterende hoeveelheid krachtvoer werd via de krachtvoerbox gevoerd. De individuele krachtvoergift werd vastgesteld op basis van melkproduktie, leeftijd en lactatiestadium. Voor de drie groepen is in tabel 1 de verdeling van de individuele krachtvoerrantsoenen weergegeven. De 40 koeien hadden gedurende de proef de beschikking over een krachtvoerbox welke achtereenvolgens op drie verschillende plaatsen werd opgesteld. In de positie 'ligbox' was de krachtvoerbox in één van de ligboxen geplaatst (figuur 1). Op deze centrale positie was de krachtvoerbox van alle kanten goed bereikbaar. Daarna werd het krachtvoerstation in de wachtruimte voor de melkstal geplaatst (de positie 'wachtruimte'). De krachtvoerbox was in deze situatie 15 meter van de dichtsbijzijnde ligbox verwijderd. In de positie 'voerhek' werd de krachtvoerbox aan het voerhek geplaatst. Evenals in de positie 'wachtruimte' stond de krachtvoerbox ook hier in de lengterichting tegen een muur. In de posities 'ligbox' en 'wachtruimte' was de krachtvoerbox 's morgens van 06.00 - 07.45 uur en 's avonds van 15.30 - 17.00 uur, in verband met het melken, voor de koeien niet bereikbaar. In de positie 'voerhek' was de krachtvoerbox direct na het melken weer beschikbaar.



*Tabel 1. Per dag verstrekte hoeveelheid krachtvoer in kg per koe, aantal koeien per krachtvoerniveau, totale hoeveelheid krachtvoer, gemiddelde leeftijd en aantal dagen in lactatie voor de drie groepen afzonderlijk.*

| kg krachtvoer<br>per koe per dag | Groep I |        | Groep II |        | Groep III |        |
|----------------------------------|---------|--------|----------|--------|-----------|--------|
| 8                                | 19      | koeien | 14       | koeien | 8         | koeien |
| 6                                | 2       |        | 9        |        | 2         |        |
| 4                                | 11      |        | 5        |        | 4         |        |
| 3                                | 4       |        | 8        |        | 0         |        |
| 2                                | 0       |        | 3        |        | 7         |        |
| 1                                | 4       |        | 1        |        | 0         |        |
| Totaal krachtvoer per groep (kg) | 224     |        | 220      |        | 220       |        |
| Gemiddelde leeftijd (jaren)      | 5,1     |        | 5,0      |        | 5,0       |        |
| Aantal dagen in lactatie         | 184     |        | 181      |        | 159       |        |

Het krachtvoer werd verstrekt volgens het periodensysteem (Van der Burg, 1989) waarbij de voercyclus 's ochtends en 's avonds om 7 uur werd gestart. Krachtvoerresten werden niet naar een volgende voercyclus doorgeschoven. In de eerste 2 perioden van een voercyclus kon maximaal 3,0 kg krachtvoer worden opgenomen, in de laatste periode de eventuele resten. De krachtvoerbox was uitgerust met een bodemklep waardoor krachtvoerresten wegvielen zodra een koe de box verliet.

De samenstelling van de groep van 40 koeien werd gedurende het onderzoek tweemaal aangepast. Dit in verband met koeien die moesten worden drooggezet en anderen, die net hadden afgekalfd. Vijf weken na aanvang van de proef werden er 6 dieren drooggezet en vervangen door 6 nieuwmelkte dieren. Weer na 5 weken werden er 9 koeien vervangen. Omdat bij het aanpassen van de groep ook telkens de krachtvoerrantsoenen van de koeien werden bijgesteld, is bij de verwerking van de resultaten uitgegaan van drie verschillende groepen.

### Proefopzet

De proef duurde in totaal 15 weken en was verdeeld in drie ronden van 5 weken. Gedurende de ronden werd de groepssamenstelling en de krachtvoergift per koe constant gehouden. De groep van 40 koeien werd een week voor aanvang van de proef samengesteld. Gedurende de eerste twee weken van iedere ronde werden gegevens verzameld. Aan het begin van iedere derde week van een ronde werd de krachtvoerbox van positie veranderd, waarna een gewenningsweek volgde. Vervolgens werden, gedurende een periode van twee weken, gegevens verzameld. Hierna werd de groep aangepast. Gedurende de twee ronden die volgden, werd dit

| Proefgroep | Groep I  |   |   |               |   | Groep II |   |           |   |   | Groep III |          |    |    |    |    |
|------------|----------|---|---|---------------|---|----------|---|-----------|---|---|-----------|----------|----|----|----|----|
| Weken      | 0        | 1 | 2 | 3             | 4 | 5        | 6 | 7         | 8 | 9 | 10        | 11       | 12 | 13 | 14 | 15 |
| Positie    | 'ligbox' |   |   | 'wachtruimte' |   |          |   | 'voerhek' |   |   |           | 'ligbox' |    |    |    |    |

*Figuur 2. Proefschema.*

schema herhaald. In figuur 2 is weergegeven welke combinaties van groep en positie van de krachtvoerbox achtereenvolgens werden bestudeerd.

### **Gegevensverzameling**

De krachtvoercomputer was gekoppeld aan een PC, waarmee continu van ieder bezoek de aanvangstijd, het koenummer, de vertrektijd en de krachtvoeropname werden geregistreerd. Bij de bezoeken werd onderscheid gemaakt tussen beloonde bezoeken, waarbij de koeien krachtvoer opnamen, en onbeloonde bezoeken. Voor iedere positie van de box en bij elke groep werden, na de start van een nieuwe voercyclus om 19.00 uur, gedragswaarnemingen verricht. Met behulp van deze gegevens werd de invloed van de plaats van de krachtvoerbox, op het gedrag van de koeien rondom de box, in kaart gebracht. Bij deze waarnemingen werd gedurende anderhalf uur iedere vijf minuten het aantal koeien in de wachtruimte rond de krachtvoerbox genoteerd. Deze wachtruimte bestond uit de ruimte tot 2 meter achter de krachtvoerbox ter breedte van de krachtvoerbox zelf plus een ligbox links en rechts van de voerbox. Aan het voerhek was deze ruimte kleiner, doordat het voerstation aan één kant tegen een muur was geplaatst. In de positie 'wachtruimte' werd de gehele wachtruimte als zodanig gedefinieerd. Koeien, die zich in de aldus gedefinieerde ruimte bevonden worden in het vervolg wachtede koeien genoemd. Ook agressief gedrag, gedefinieerd als stoten met de kop tegen een koe in de krachtvoerbox, werd tijdens deze waarnemingen geregistreerd. In iedere ronde werden vijf van deze waarnemingen verricht. Om de sociale rangorde van de koeien vast te kunnen stellen, werden er op 3 dagen per week 's ochtends tijdens de snijmaaisopname, agressieve interacties geregistreerd. Voor de groepen I, II en III werden op deze manier respectievelijk 1953, 1996 en 1555 interacties verzameld.

### **Resultaten**

#### **Krachtvoerboxgebruik**

De gegevens over het gebruik van de krachtvoerbox zijn per periode van 4 uur en per etmaal geanalyseerd. Alleen de gegevens die verzameld werden tijdens de laatste 10 dagen van iedere ronde, zijn hierbij meegenomen. De invloed van de positie van het krachtvoerstation behoeft niet voor iedere groep gelijk te zijn. Daarom is naast het effect van de plaats van de krachtvoerbox ook de invloed van de groep geanalyseerd. Tevens is er gekeken naar verstrengeling (interactie) van Groep en Positie (zie ook bijlage 1). De krachtvoeropname per koe in de verschillende posities is, gemiddeld voor de groepen, weergegeven in tabel 2. Als er sprake was van interactie, konden de verschillen niet getoetst worden en is alleen het rekenkundig gemiddelde gegeven. De totale krachtvoeropname per etmaal was in de positie 'ligbox' 5171 gram en vrijwel gelijk aan die in de positie 'voerhek' (5107 g). Als het krachtvoerstation in de wachtruimte werd opgesteld, was de voeropname daarentegen met 4598 gram wel duidelijk lager. Naast deze duidelijke invloed van de plaats van de krachtvoerbox was er een gering groepseffect.

De invloed van de plaats van het krachtvoerstation op het aantal beloonde bezoeken per etmaal (tabel 2) is voor de drie groepen verschillend. Deze interactie tussen Groep en Positie van de krachtvoerbox bemoeilijkt de interpretatie van de cijfers. Het aantal beloonde bezoeken in de positie 'wachtruimte' is gemiddeld lager (3,00) dan in respectievelijk de posities 'ligbox' (3,84) en 'voerhek' (3,97). In de eerste 4-uurs periode is echter het aantal beloonde bezoeken (bijlage 1) in de positie 'voerhek' (0,94) duidelijk hoger dan in beide andere posities (0,67 en 0,60). Een verband met de bereikbaarheid van de krachtvoerbox in die periode ligt voor de hand. Het aantal onbeloonde bezoeken per etmaal werd in sterke mate (tabel 2) beïnvloed door de plaats van de krachtvoerbox. In de positie 'voerhek' vonden tweemaal zoveel (2,73) onbeloonde bezoeken plaats als in de positie 'wachtruimte' (1,37). Absoluut gezien was

Tabel 2. De opname van krachtvoer, aantal beloonde en onbeloonde bezoeken per koe per etmaal, gemiddeld voor de groepen \*. Naast de invloed van de positie van de krachtvoerbox (P) en de groep (G) is de interactie G x P weergegeven. Waar sprake is van significante effecten ( $p < 0.05$ ) is de F-waarde vermeld. Bij een significante interactie tussen P en G is de p-waarde gegeven.

| Positie              | 'Ligbox'          | 'Voerhek'         | 'Wachtruimte'     | F-waarde |       | p     |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|-------|-------|
| Gemiddelde van groep | I en III          | II en III         | I en II           | G        | P     | GxP   |
| Opname (gr.)         | 5171 <sup>a</sup> | 5107 <sup>a</sup> | 4598 <sup>b</sup> | 9,88     | 52,84 | -     |
| Beloonde bezoeken    | 3,84              | 3,97              | 3,00              | -        | -     | 0,001 |
| Onbeloonde bezoeken  | 2,39 <sup>a</sup> | 2,73 <sup>c</sup> | 1,37 <sup>b</sup> | 5,01     | 70,34 | -     |

\* Bij significante verschillen tussen posities ( $p < 0,05$ ) is d.m.v. verschillende letters (a,b of c) aangegeven welke posities van elkaar verschillen.

het significante verschil tussen de posities 'voerhek' en 'ligbox' klein.

Als de krachtvoerbox in de wachtruimte bij de melkstal werd geplaatst, bleken de koeien de krachtvoerbox dus minder te bezoeken. In vergelijking met een krachtvoerbox aan het voerhek of in een van de ligboxen werd er in deze positie per etmaal minder krachtvoer opgenomen. De significante verschillen per 4-uurs periode stemden overeen met de etmaaluitkomsten. Hoewel er soms sprake was van een significante Groep x Positie interactie was de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op de krachtvoeropname en het aantal bezoeken evident.

### Gedrag

Bij de bewerking van de gedragswaarnemingen zijn de verzamelde gegevens voor de totale waarnemingsduur (1 uur en 30 min) gesommeerd. Uit tabel 3 blijkt dat in de positie 'wachtruimte' het aantal voor de krachtvoerbox wachtende koeien (3,05) duidelijk hoger was dan in de positie 'voerhek' (1,73). Als de krachtvoerbox in een van de ligboxen was geplaatst, hield het aantal wachtende koeien (2,47) het midden tussen dit aantal in de beide andere posities. Ten opzichte van de positie 'ligbox' bleken ook in de positie 'wachtruimte' meer wachtende koeien te zijn, het verschil is echter niet significant. Niet alleen het aantal koeien dat gedurende de anderhalf uur voor de krachtvoerbox stond te wachten, was bij de positie 'wachtruimte' hoger, ook tijd die er gemiddeld door een koe werd gewacht (14,0 min), was beduidend

Tabel 3. Gemiddeld aantal wachtende koeien, gemiddelde wachttijd (min/koe) en aantal keren stoten \* voor de drie verschillende posities.

| plaats van de<br>krachtvoerbox | 'Ligbox'           | 'Voerhek'         | 'Wachtruimte'      |
|--------------------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| wachtende koeien               | 2,47 <sup>ab</sup> | 1,73 <sup>b</sup> | 3,05 <sup>a</sup>  |
| wachttijd                      | 10,00 <sup>a</sup> | 9,40 <sup>a</sup> | 14,00 <sup>b</sup> |
| stoten                         | 1,79 <sup>a</sup>  | 1,45 <sup>b</sup> | 0,95 <sup>b</sup>  |

\* Significante verschillen ( $p < 0,05$ ) zijn met een verschillende letter gemerkt (a of b).

hoger dan bij de positie 'voerhek' (9,4 min) en de positie 'ligbox' (10,0 min).

Uit tabel 3 blijkt dat stoten, gericht op de koe die in de krachtvoerbox staat, in de positie 'wachtruimte' het laagste niveau bereikt (0,95). Dit is wezenlijk lager dan in de positie 'ligbox' met 1,79 maal per 5 minuten en de positie 'voerhek' (1,45). Het verschil met de positie 'voerhek' is echter niet significant.

#### De invloed van sociale rangorde op het krachtvoerboxbezoek

Bij het gebruik van een krachtvoerbox voor een groep van 40 koeien kan een situatie ontstaan, waarbij concurrentie om het gebruik van de box het bezoekpatroon van met name ranglage dieren beïnvloedt. Daarom is er onderscheid gemaakt tussen de 10 koeien met de hoogste positie in de sociale rangorde (ranghoog) en de 10 koeien met de laagste positie in de sociale rangorde (ranglaag). De invloed van de positie van de krachtvoerbox op de verschillen tussen de ranggroepen is met de t-test getoetst. De krachtvoerrantsoenen voor de koeien in de subgroep 'ranghoog' en 'ranglaag' waren niet hetzelfde. Daardoor was het niet mogelijk om het totaal aantal beloonde bezoeken per etmaal rechtstreeks met elkaar te vergelijken. Het aantal bezoeken waarbij een koe krachtvoer ontvangt is natuurlijk sterk verweven met het krachtvoertegoed dat voor die koe is ingesteld. Een koe, die per twaalf uur minder dan 3,0 kg krijgt gevoerd, zal dit in één bezoek kunnen opnemen. Een bezoek, dat plaats vindt in de eerste 4-uurs periode van een voercyclus, heeft dan tot gevolg dat er in de resterende perioden geen beloonde bezoeken meer plaats kunnen vinden. Daarom zijn alleen die perioden vergeleken waarin alle dieren nog krachtvoer tegoe hadden: de perioden direct na de start van een voercyclus (tabel 4).

*Tabel 4. Berekend verschil (ranghoog-ranglaag) in aantal beloonde bezoeken tussen ranghoge en ranglage koeien in de eerste perioden van een voercyclus voor de drie posities van de krachtvoerbox en de drie groepen afzonderlijk\*.*

| plaats van de<br>krachtvoerbox | Groep | 'Ligbox'          | 'Voerhek' | Wachtruimte'      |
|--------------------------------|-------|-------------------|-----------|-------------------|
| 07.00 - 11.00                  | I     | 0,40              |           | 0,49              |
|                                | II    |                   | 0,59      | 0,60              |
|                                | III   | 0,76              | 0,75      |                   |
| 19.00 - 23.00                  | I     | 0,35 <sup>a</sup> |           | 0,85 <sup>b</sup> |
|                                | II    |                   | 0,67      | 0,86              |
|                                | III   | 0,91              | 0,81      |                   |

*\*Als de positie van de krachtvoerbox het verschil significant beïnvloedt ( $p < 0,05$ ), dan zijn de uitkomsten met een verschillende letter gemerkt (a of b).*

In alle drie de posities, bij alle drie de groepen en zowel tussen 07.00 en 11.00 uur als tussen 19.00 en 23.00 uur brengen de ranghoge koeien een groter aantal beloonde bezoeken aan de krachtvoerbox dan de ranglage koeien. De verschillen lijken voor Groep III het grootst. Slechts in één geval - groep I tussen 19.00 en 23.00 uur - beïnvloedde de positie van de krachtvoerbox de verschillen in beloonde bezoeken tussen de beide ranggroepen. In de positie 'wachtruimte' was het verschil groter dan in de positie 'ligbox'.

## Discussie

Zelfs bij de hoge boxbezetting (40 koeien) die in dit onderzoek werd toegepast, was de totale krachtvoeropname goed. In de posities 'ligbox' en 'voerhek' werd door de onderzochte groepen respectievelijk 94,6 % en 93,2 % en 91,4 % en 91,8 % van het totale tegoed opgenomen. Van der Burg et al. (1987) vonden op praktijkbedrijven met vergelijkbare systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking een overeenkomstige krachtvoeropname. De opname van krachtvoer in de positie 'wachtruimte' lag met 85,3 % (groep I) en 81,4 % (groep II) echter duidelijk op een lager niveau. Verschillen tussen 'wachtruimte' enerzijds en 'ligbox' en 'voerhek' anderzijds werden ook bij de beloonde en onbeloonde bezoeken teruggevonden. Verschillen tussen de positie 'ligbox' en de positie 'voerhek' traden vooral op in die perioden waarin de krachtvoerbox tijdens het melken niet bereikbaar was. Als de krachtvoerbox aan het voerhek werd geplaatst, was zowel de krachtvoeropname als het aantal bezoeken in de eerste 4-uurs periode hoger dan bij de krachtvoerbox in één van de ligboxen. Dit in tegenstelling tot de derde voerperiode. In deze periode was de uitslag namelijk precies tegengesteld. De derde voerperiode in een cyclus is immers de periode waarin de restporties worden opgenomen. De verschillen tussen 'voerhek' en 'ligbox' worden dus niet veroorzaakt doordat het voerstation niet op dezelfde plaats staat.

De lagere krachtvoeropname en het geringere aantal bezoeken als de krachtvoerbox in de wachtruimte werd geplaatst zou als volgt verklaard kunnen worden. In de wachtruimte staat de krachtvoerbox niet in de ruimte waar de koeien normaliter verblijven. Bij het verstrekken van krachtvoer volgens een periodensysteem is gebleken (Van der Burg et al., 1987; Hopster & Wierenga, 1989) dat met name na de start van een nieuwe voercyclus en in mindere mate na de start van een nieuwe voerperiode, de druk op de krachtvoerbox toeneemt. De koeien horen het geluid van vallend krachtvoer. Vaak loopt dan een aantal koeien naar de krachtvoerbox. Zij worden hierdoor als het ware geattendeerd om de krachtvoerbox te bezoeken. In de situatie met de krachtvoerbox in de 'wachtruimte' bereiken deze signalen de koeien minder. Ook de afstand tot de krachtvoerbox zelf is waarschijnlijk een oorzaak voor het geringere aantal bezoeken. Uit onderzoek, waarin koeien een langere weg moesten afleggen om de krachtvoerbox te bezoeken (Hopster & Wierenga, 1989), is ook gebleken dat hierdoor het aantal bezoeken sterk afnam.

Uit tabel 3 blijkt dat het aantal wachtende koeien en de gemiddelde wachttijd per koe in de positie 'wachtruimte' het hoogst is. De agressie rond de box is het laagst. Koeien gaan naar de wachtruimte; de krachtvoerbox blijkt bezet en er staat al een aantal koeien te wachten. Ze hebben op dat moment de keus tussen wachten en teruggaan en verkiezen kennelijk het wachten. Wierenga & Hopster (1988) veronderstellen dat, als bij de start van een voercyclus gelijktijdig ruwvoer wordt aangeboden, de koeien het wachten op een gelegenheid om de krachtvoerbox binnen te gaan, gemakkelijker afwisselen met de opname van ruwvoer. In de wachtruimte ontbrak een dergelijk alternatief.

Ranghoge koeien brengen, in de eerste voerperioden van een voercyclus, meer beloonde bezoeken aan de krachtvoerbox dan ranglage dieren. Deze resultaten worden in onderzoek van Wierenga & Hopster (1988) en Andreae & Smidt (1983) bevestigd.

Uit dit onderzoek is dus gebleken, dat een krachtvoerbox op een plaats waar de koeien normaliter niet vaak komen, minder frequent wordt gebruikt, waardoor de krachtvoeropname daalt. Hierdoor werd de krachtvoerbox in de positie 'wachtruimte' minder gebruikt. Onder de omstandigheden waarbij dit experiment is uitgevoerd, heeft de krachtvoerbox aan het voerhek als voordeel dat koeien de opname van krachtvoer en ruwvoer kunnen afwisselen. Dit leidt tot een vlottere doorstroming bij de krachtvoerbox, minder wachtende koeien, minder stoten en een kortere wachttijd.

## Literatuur

- Andreae, U. & D. Smidt, 1983.* Tagesrhythmik, Sozialverhalten und Ruheverhalten von Milchkühen bei kontinuierlicher automatischer Kraftfutterversorgung. *Landbauforschung Völkenrode*, 33/4: 208-218.
- Baehr, J., 1984.* Verhalten von Milchkühen in Laufställen. *KTBL-Schrift*, 293: 1-149.
- Burg, A. van der, Y.S.T. Zeinstra & T.E.M. Hettinga, 1987.* Geprogrammeerde krachtvoer-  
strekking: spaar- en periodensysteem. *Veeteelt*, 1987/5: 547-551.
- Burg, A. van der, 1989.* Geprogrammeerde krachtvoerrestrekking; beschrijving van syste-  
men. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerrestrekking aan Melk-  
vee', Wageningen. Pudoc.
- Collis, K.A., 1980.* The effect of an automatic feed dispenser on the behaviour of lactating  
dairy cows. *Appl. Anim. Ethol.*, 6: 139-147.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga, 1989.* Een experimenteel systeem voor het oproepen van koei-  
en. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerrestrekking aan Melkvee',  
Wageningen. Pudoc.
- Little, W. & R.D. Harrison, 1984.* Some observations on the behaviour of dairy cattle using  
cow-activated out-of-parlour concentrate dispensers. *J. Dairy Res.*, 51: 199-207.
- Pojtner, M., 1981.* Wie schnell gewöhnen sich Milchkühe an die Alfa-Laval Feed Kraftfutter  
Verteilungsautomaten? Internationale Konferenz für Angewandte Ethologie, 24-27 August,  
Gödöllő.
- Spiegelberg, E., 1980.* Abruffütterung für milchkühe. *RKL-Schrift*, 4.2.0: 663-703.
- Vellinga, S.J., 1980.* De geprogrammeerde krachtvoerautomaat. *Bedrijfsontwikkeling*, 11/9:  
767-772.
- Wierenga, H.K. & H. Hopster, 1988.* Effects of automatic concentrate feeding systems on the  
behaviour of dairy cows. In: Proceedings of the EAAP-symposium of the Commissions on  
animal management and health and cattle production. Helsinki, Finland. EAAP Publica-  
tion No. 40, 25-37.

## Bijlage 1

Weergegeven is de opname van krachtvoer (gram per koe), en aantal beloonde en aantal onbeloonde bezoeken per voerperiode van 4 uur. De invloed van de positie van de krachtvoerbbox (P) en van de groep (G) is als hoofdeffect opgenomen. Waar sprake is van significante effecten ( $p < 0,05$ ) is de F-waarde weergegeven en is een, voor groepseffecten gecorrigeerd gemiddelde berekend. Bij een significante interactie tussen P en G is de p-waarde gegeven en zijn voor de groepen I, II en III afzonderlijk de ongecorrigeerde gegevens weergegeven. Bij significante verschillen tussen de posities ( $p < 0,05$ ) is d.m.v. verschillende letters aangegeven welke posities van elkaar verschillen.

|                            | 'Ligbox'<br>gecor.<br>gem. | I    | III  | 'Voerhek'<br>gecor.<br>gem. | II   | III  | 'Wachtruimte'<br>gecor.<br>gem. | I    | II   | F-waarde<br>G | P     | p<br>int |
|----------------------------|----------------------------|------|------|-----------------------------|------|------|---------------------------------|------|------|---------------|-------|----------|
| <b>Krachtvoeropname</b>    |                            |      |      |                             |      |      |                                 |      |      |               |       |          |
| 07.00-11.00                | 1056 <sup>a</sup>          |      |      | 1229 <sup>c</sup>           |      |      | 996 <sup>b</sup>                |      |      | -             | 9,19  | -        |
| 11.00-15.00                | 1103 <sup>a</sup>          |      |      | 1042 <sup>a</sup>           |      |      | 913 <sup>b</sup>                |      |      | 4,64          | 17,15 | -        |
| 15.00-19.00                | 434 <sup>a</sup>           |      |      | 330 <sup>b</sup>            |      |      | 385 <sup>ab</sup>               |      |      | -             | 4,68  | -        |
| 19.00-23.00                | 1226 <sup>a</sup>          |      |      | 1223 <sup>a</sup>           |      |      | 1184 <sup>b</sup>               |      |      | -             | 8,31  | -        |
| 23.00-03.00                |                            | 1119 | 1089 |                             | 1008 | 990  |                                 | 987  | 860  | -             | -     | 0,034    |
| 03.00-07.00                |                            | 317  | 267  |                             | 183  | 302  |                                 | 210  | 190  | -             | -     | 0,015    |
| tot. etmaal                | 5171 <sup>a</sup>          |      |      | 5107 <sup>a</sup>           |      |      | 4598 <sup>b</sup>               |      |      | 9,88          | 52,84 |          |
| <b>Beloonde bezoeken</b>   |                            |      |      |                             |      |      |                                 |      |      |               |       |          |
| 07.00-11.00                | 0,67 <sup>a</sup>          |      |      | 0,94 <sup>b</sup>           |      |      | 0,60 <sup>a</sup>               |      |      | -             | 52,37 | -        |
| 11.00-15.00                |                            | 0,84 | 0,89 |                             | 0,96 | 0,85 |                                 | 0,68 | 0,66 | -             | -     | 0,026    |
| 15.00-19.00                | 0,45 <sup>a</sup>          |      |      | 0,36 <sup>b</sup>           |      |      | 0,34 <sup>b</sup>               |      |      | -             | 4,68  | -        |
| 19.00-23.00                |                            | 0,69 | 0,82 |                             | 0,81 | 0,81 |                                 | 0,66 | 0,61 | -             | -     | 0,022    |
| 23.00-03.00                |                            | 0,73 | 0,86 |                             | 0,79 | 0,75 |                                 | 0,66 | 0,62 | -             | -     | 0,036    |
| 03.00-07.00                | 0,27 <sup>a</sup>          |      |      | 0,20 <sup>c</sup>           |      |      | 0,15 <sup>b</sup>               |      |      | 4,58          | 17,65 | -        |
| tot. etmaal                |                            | 3,64 | 4,03 |                             | 4,00 | 3,94 |                                 | 3,10 | 2,89 |               |       | 0,001    |
| <b>Onbeloonde bezoeken</b> |                            |      |      |                             |      |      |                                 |      |      |               |       |          |
| 07.00-11.00                | 0,09 <sup>a</sup>          |      |      | 0,21 <sup>c</sup>           |      |      | 0,03 <sup>b</sup>               |      |      | -             | 43,97 | -        |
| 11.00-15.00                | 0,34 <sup>a</sup>          |      |      | 0,54 <sup>b</sup>           |      |      | 0,31 <sup>a</sup>               |      |      | 9,05          | 15,07 | -        |
| 15.00-19.00                | 1,00 <sup>a</sup>          |      |      | 1,10 <sup>a</sup>           |      |      | 0,47 <sup>b</sup>               |      |      | -             | 37,71 | -        |
| 19.00-23.00                | 0,16 <sup>ab</sup>         |      |      | 0,21 <sup>b</sup>           |      |      | 0,12 <sup>a</sup>               |      |      | -             | 5,11  | -        |
| 23.00-03.00                | 0,27                       |      |      | 0,31                        |      |      | 0,24                            |      |      | 6,49          | -     | -        |
| 03.00-07.00                | 0,54 <sup>a</sup>          |      |      | 0,36 <sup>c</sup>           |      |      | 0,23 <sup>b</sup>               |      |      | 4,19          | 38,46 | -        |
| tot. etmaal                | 2,39 <sup>a</sup>          |      |      | 2,73 <sup>c</sup>           |      |      | 1,37 <sup>b</sup>               |      |      | 5,01          | 70,34 |          |

# De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het krachtvoerbox-gebruik en het gebruik van de ligboxen

A. van der Burg, T.E.M. Hettinga en H.P. Busschers

Agrarische Hogeschool Friesland  
Postbus 1528, 8901 BV Leeuwarden

## Samenvatting

Op 9 melkveehouderijbedrijven is onderzoek verricht naar de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op krachtvoeropname, bezoekfrequentie en bezetting van de krachtvoerbox en bezetting van ligboxen in de buurt van de krachtvoerbox. Op de onderzochte bedrijven konden twee verschillende plaatsen worden onderscheiden: een voerbox in de ligboxenrij met de ingang naar de loopruimte tussen de ligboxen (type II) en een voerbox in de ligboxenrij met de ingang naar de loop/eetruimte (type I). Grote verschillen in krachtvoerboxgebruik tussen deze twee types werden niet geconstateerd. Wel werden verschillen gevonden in looplijnen van en naar de krachtvoerbox. Bij type I werd een krachtvoerboxbezoek vaker voorafgegaan en gevolgd door een voerhekbezoek, terwijl bij voerboxtype II de koeien juist vaker uit een ligbox kwamen en er weer naar toe gingen.

Tevens werd vastgesteld dat de ligboxen in de directe nabijheid van een krachtvoerbox minder gebruikt werden dan de andere ligboxen.

## Inleiding

De invloed van het krachtvoerprogramma (spaar- en periodensystemen) op het gebruik van de krachtvoerbox is in de literatuur vrij uitgebreid beschreven (Spiegelberg, 1980; Wierenga & Folkerts, 1986; Van der Burg et al., 1987; 1989). Veel minder aandacht is besteed aan de invloed van de plaats van de krachtvoerbox, ofschoon uit een aantal artikelen is gebleken dat ook de plaats van invloed kan zijn op het krachtvoerboxgebruik (Spiegelberg, 1980; Irps, 1981; 1982). Door Hopster & Wierenga (1989) en Smits et al. (1989) wordt recent onderzoek beschreven naar krachtvoerboxgebruik en de invloed van de plaats van de krachtvoerbox daarop. In die experimenten werd in dezelfde stal met de plaats van de voerbox gemanipuleerd. In het praktijkonderzoek op melkveehouderijbedrijven in de provincie Friesland, zoals het is beschreven in Van der Burg et al. (1987, 1989) en Zeinstra et al. (1989), zijn een aantal varianten in de situering van de krachtvoerbox bij de verschillende bedrijven aanwezig. In dit artikel zullen gegevens uit dit onderzoek worden gepresenteerd over de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op krachtvoeropname, aantal bezoeken aan en bezettingstijd van de krachtvoerbox en looplijnen van en naar de krachtvoerbox. Bovendien is onderzocht of de plaats van de krachtvoerbox van invloed is op het gebruik van de ligboxen in de directe omgeving van de krachtvoerbox.

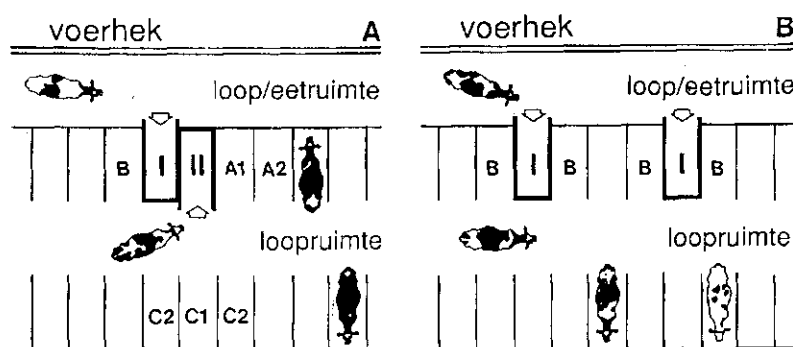
Informatie over de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op krachtvoeropname, bezoekfrequentie aan de voerbox, looplijnen van en naar de voerbox en gebruik van ligboxen in de directe omgeving van de krachtvoerbox, zijn voor de praktijk van belang om te komen tot een zo optimaal mogelijke plaatsing van de krachtvoerbox. Adviezen over plaatsing van de krachtvoerbox (zie o.a. Taurus, 1987) berusten op dit moment meer op ervaringsfeiten dan op onderzoeksgegevens.



## Materiaal en methode

### De praktijkbedrijven

Het onderzoek is uitgevoerd op melkveehouderijbedrijven in de provincie Friesland aan groepen lacterende koeien. Het onderzoek vond plaats in de stalseizoenen 1985/86, 86/87 en 87/88 telkens in de periode januari tot mei. Voor het onderzoek naar de plaats van de krachtvoerbox is alleen gebruik gemaakt van gegevens van bedrijven met twee voerboxen per onderzochte groep (zie verder verwerking van de gegevens). Bij 6 bedrijven (8 groepen) was een voerboxplaatsing aanwezig zoals weergegeven in figuur 1B. De krachtvoerboxen stonden geplaatst in een ligboxenrij en de ingang van de beide voerboxen was gesitueerd naar de loop/eetruimte; deze krachtvoerbox is type I genoemd. Drie bedrijven (4 groepen) hadden een voerboxplaatsing zoals weergegeven in figuur 1A. De krachtvoerboxen waren geplaatst in de ligboxenrij; één krachtvoerbox met de ingang naar de loop/ eetruimte en één voerbox met de ingang naar de loopruimte tussen de ligboxen (type II). Op deze bedrijven zijn dus krachtvoerboxen van type I (ingang naar loop/eetruimte) en type II (ingang naar loopruimte) aanwezig. In figuur 1 zijn ook een aantal posities van ligboxen in de buurt van de krachtvoerbox aangegeven. Bij de resultaten zal hier nader op worden ingegaan.



*Figuur 1A en 1B. Schematische weergave van de plaats van de krachtvoerbox en posities van ligboxen in de buurt van de krachtvoerbox, op de onderzochte bedrijven. Voor een beschrijving van de krachtvoerboxtypen en ligboxposities: zie tekst.*

Op 2 van de 9 bedrijven zijn zowel aan het begin als aan het eind van het stalseizoen waarnemingen verricht; dit zijn de bedrijven P2 en P3. Het zal duidelijk zijn dat de groepsamenstelling en de geprogrammeerde hoeveelheid krachtvoer in de loop van het stalseizoen veranderd was (zie ook tabel 1). Op bedrijf W2 zijn op hetzelfde tijdstip waarnemingen verricht aan twee verschillende onafhankelijke groepen op hetzelfde bedrijf (W2-a en W2-b). Bij de resultaten zullen alle waarnemingen aan groepen, c.q. bedrijven als aparte bedrijfswaarnemingen worden besproken. (Zie voor codering van de bedrijven: Van der Burg et al., 1989).

De hierboven aangegeven plaats van de voerbox op de onderzochte bedrijven, wekt wellicht de suggestie dat op praktijkbedrijven er niet veel variatie aanwezig was in plaats van de voerbox. Hierbij moet echter worden aangetekend dat voor het praktijkonderzoek naar geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee juist bedrijven werden geselecteerd met gangbare staltypen en gangbare plaatsen van de krachtvoerbox in de stal (Van der Burg et al., 1989).

## Verzameling en verwerking van de gegevens

Op elk bedrijf werden gedurende vijf aaneengesloten etmalen gegevens verzameld over voerboxgebruik (zie voor de methode van gegevens verzamelen: Van der Burg et al., 1989). Tijdens twee van de vijf waarnemingsdagen werden ook over andere (gedrags)activiteiten - eten, staan en liggen - van de koeien in de stal, gegevens verzameld (zie voor de methode van gegevens verzamelen: Zeinstra et al., 1989).

Omdat er bij de 9 onderzochte bedrijven (12 groepen) veel variatie aanwezig was in krachtvoerprogramma's, krachtvoeropname, aantal koeien/voerbox en al deze factoren ook het krachtvoerboxgebruik kunnen beïnvloeden, werd telkens binnen één bedrijf met twee krachtvoerboxen onderzocht of er verschil in krachtvoerboxgebruik was tussen die twee krachtvoerboxen. Op die manier werden de invloeden van het krachtvoerprogramma en de druk op de krachtvoerbox uitgeschakeld. Er vonden immers alleen maar vergelijkingen in krachtvoerboxgebruik binnen één bedrijf plaats; bovendien waren koeien volledig vrij in het kiezen van een krachtvoerbox. Van elk bedrijf was gedurende vijf etmalen de krachtvoeropname, de bezoekfrequentie en de bezettingstijd van elke voerbox bekend. Deze gegevens van de twee boxen werden voor elk bedrijf per etmaal telkens paarsgewijs getoetst met de Wilcoxon matched pair test (2-zijdig). Per bedrijf kon op die manier worden vastgesteld of er verschillen in het gebruik van de krachtvoerbox aanwezig waren. Verschillen werden in verband gebracht met de plaats van de voerbox.

Looplijnen van en naar de krachtvoerbox werden op de volgende manier verkregen. Van elk krachtvoerboxbezoek was gedurende twee etmalen bekend waar de koeien vandaan kwamen voor een voerboxbezoek en waar ze naar toe gingen na een voerboxbezoek (voor de methode van gegevens verzamelen zie: Zeinstra et al., 1989). Met die gegevens kon worden berekend hoeveel voerboxbezoeken werden gevolgd c.q. voorafgegaan door bijvoorbeeld een voerhekbezoek. Omdat het totale aantal bezoeken aan de krachtvoerbox per bedrijf sterk verschilde, afhankelijk van het gebruikte krachtvoerprogramma en de druk op de voerbox, werd om deze bedrijfsinvloeden te verminderen, telkens gewerkt met procentuele aantallen (t.o.v. het totale aantal krachtvoerboxbezoeken) in plaats van absolute aantallen. De procentuele gegevens over waar koeien vandaan kwamen en naar toe gingen, voor, respectievelijk na, een bezoek aan de krachtvoerbox, werden per krachtvoerboxtype gemiddeld over de bedrijven en getoetst met de Mann-Whitney U toets (2-zijdig). Omdat krachtvoerboxtype I voorkwam op bedrijven samen met voerboxtype II, maar ook op bedrijven samen met een type I voerbox, is bij de verwerking van de gegevens voor type I onderscheid gemaakt tussen deze twee bedrijfstypen.

Gegevens over ligboxbezetting werden als volgt verwerkt. Om bedrijfsinvloeden op de bezetting van de ligboxen (uitvoering en reinheid van de boxen, onder- c.q. overbezetting etc.) zoveel mogelijk te elimineren, werd het gemiddelde bezettingspercentage van alle ligboxen op een bepaald bedrijf telkens op 100 gesteld. Het bezettingspercentage van een ligbox werd gedefinieerd als dat gedeelte van het etmaal waarbij in de ligbox een koe aanwezig was (zowel staan als liggen). Daarna werd van iedere ligbox op dat bedrijf het bezettingspercentage t.o.v. deze bezettingsindex berekend. Het bezettingspercentage van iedere ligbox werd op die manier gerelateerd aan de gemiddelde bezetting van de ligboxen op dat betreffende bedrijf. Vervolgens werden van een aantal ligboxposities de gemiddelde bezettingsindexen berekend over alle bedrijven. De verschillende ligboxposities werden onderscheiden op grond van hun situering ten opzichte van de krachtvoerbox (zie verder resultaten). Verschillen in (gemiddelde) bezettingsindex tussen de ligboxposities werden getoetst met de Mann-Whitney U toets (2-zijdig).

Vervolgens werd van iedere ligbox op elk bedrijf berekend hoeveel tijd de koeien stonden in de ligbox t.o.v. de totale bezettingstijd. Ook voor de verschillende ligboxposities binnen een bedrijf werden de sta-tijden in de ligbox gerelateerd aan de gemiddelde sta-tijd in alle ligboxen van dat bedrijf.

Daarna werden de sta-tijden van een aantal ligbox posities (zie resultaten) gemiddeld. Verschillen tussen de sta-tijden in de ligbox werden getoetst met de Mann-Whitney U toets (2-zijdig).

## Resultaten

### Gebruik van de krachtvoerbox

In tabel 1 zijn gegevens weergegeven over krachtvoeropname, aantal bezoeken aan en bezettingstijd van de afzonderlijke voerboxen per bedrijf. Bij de bedrijven met twee dezelfde voerboxtypes werden geen significante verschillen gevonden in krachtvoeropname tussen de twee krachtvoerboxen. Ook in aantal bezoeken (totaal aantal en aantal onbeloonde bezoeken) en bezettingstijd (totale- en onbeloonde tijd) kwamen geen significante verschillen voor, behalve bij bedrijf W2-b. Bij dit bedrijf was de krachtvoerbox met de lage opname (144 kg t.o.v. 159 kg) aan het eind van een ligboxenrij geplaatst bij een doorgang; bovendien was naast de voerbox nog een waterbak aanwezig. Voor die box resulteerde dit in een significant lagere opname (10 %), een significant lager aantal bezoeken (17,5 %) en een significant lagere bezettingstijd (8,5 %) t.o.v. de andere voerbox. Bij groep W2-a op hetzelfde bedrijf, waar dezelfde boxplaatsing aanwezig was, ook een voerbox bij een doorgang en een waterbak, leidde deze situatie niet tot significante verschillen in krachtvoeropname, bezoekfrequentie en bezettingstijd.

Uit tabel 1 blijkt dat bij de bedrijven met verschillend geplaatste voerboxen (type I en II), bij 3 van de vier groepen (P2-1, P2-2 en S5) een lagere opname aanwezig was bij voerbox type I (ingang naar de loop/eetruimte) t.o.v. voerboxtype II (ingang naar de loopruimte). Bij

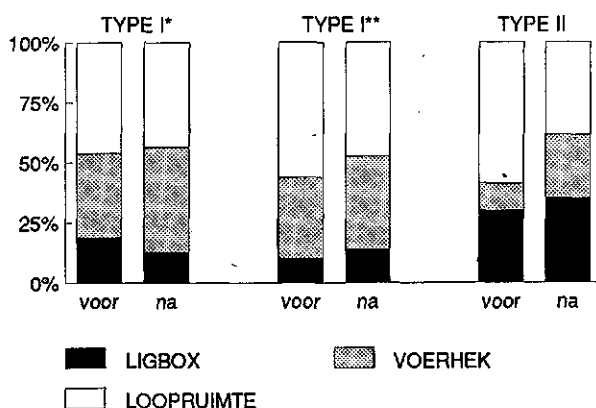
*Tabel 1. Gegevens over krachtvoerboxgebruik per krachtvoerbox van de 12 onderzochte bedrijven. Voor codering van de bedrijven zie tekst en Van der Burg et al., 1989. Significante verschillen tussen voerboxen op hetzelfde bedrijf zijn aangegeven met \* ( $p < 0,05$ , Mann-Whitney U toets).*

|                        | krachtvoer<br>opname |      | aantal<br>bezoeken |      | onbeloonde<br>bezoeken |     | bezettings-<br>tijd in min |       | onbeloonde<br>bez.tijd |      |
|------------------------|----------------------|------|--------------------|------|------------------------|-----|----------------------------|-------|------------------------|------|
| Krachtvoer-<br>boxtype | I                    | I    | I                  | I    | I                      | I   | I                          | I     | I                      | I    |
| Bedrijven              |                      |      |                    |      |                        |     |                            |       |                        |      |
| P3-1                   | 201                  | 205  | 323                | 299  | 156                    | 150 | 969                        | 971   | 141                    | 146  |
| P3-2                   | 235                  | 238  | 377                | 373  | 169                    | 168 | 1118                       | 1145  | 171                    | 174  |
| S4                     | 209                  | 198  | 332                | 285  | 13                     | 7   | 1104                       | 1015  | 19                     | 12   |
| W2-a                   | 165                  | 167  | 314                | 303  | 145                    | 132 | 833                        | 883   | 199                    | 183  |
| W2-b                   | 159                  | 144  | 260                | 214* | 118                    | 97* | 988                        | 903*  | 163                    | 165  |
| H5-b                   | 254                  | 240  | 613                | 568  | 401                    | 368 | 1200                       | 1177  | 235                    | 238  |
| H1                     | 131                  | 139  | 415                | 398  | 295                    | 278 | 815                        | 847   | 257                    | 258  |
| H4                     | 181                  | 180  | 288                | 290  | 110                    | 110 | 1092                       | 1082  | 191                    | 190  |
| Krachtvoer-<br>boxtype | I                    | II   | I                  | II   | I                      | II  | I                          | II    | I                      | II   |
| Bedrijven              |                      |      |                    |      |                        |     |                            |       |                        |      |
| P2-1                   | 156                  | 177* | 175                | 178  | 64                     | 56* | 841                        | 967*  | 76                     | 94   |
| P2-2                   | 220                  | 238  | 222                | 223  | 66                     | 58  | 1187                       | 1231  | 63                     | 74   |
| S5                     | 240                  | 271* | 567                | 451* | 63                     | 17* | 1322                       | 1227* | 14                     | 39*  |
| W1-b                   | 238                  | 231* | 490                | 495  | 249                    | 239 | 1245                       | 1232  | 264                    | 235* |

P2-1 en S5 was dit verschil significant. Bij W1-b was juist bij dit type voerbox de opname significant hoger, ofschoon het verschil klein was (3% !). Bij dit bedrijf was een complicerende factor aanwezig, omdat voerboxtype I naast een doorgang was gesitueerd en ook de waterbak zich naast die voerbox bevond. Bij alle vier bedrijven was het aantal onbeloonde bezoeken aan de voerboxtype I groter dan aan type II. Alleen bij P2-1 en S5 was dit verschil significant. Blijkbaar brachten de koeien vaker een kort onbeloond bezoek aan de voerbox met de ingang naar de loop/etruimte (type I) dan naar de box met de ingang alleen naar de loopruimte tussen de ligboxen (type II).

### Looplijnen van en naar de voerbox

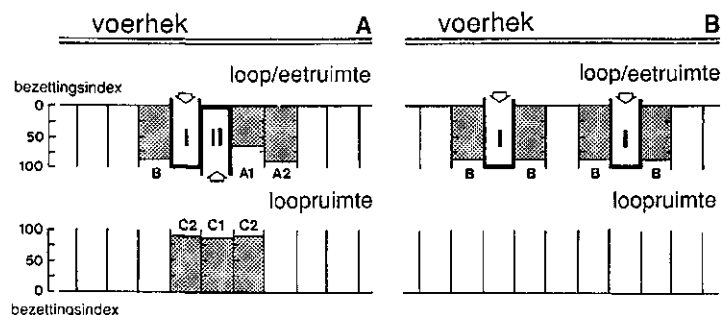
In figuur 2 worden gegevens over looplijnen gepresenteerd. Bij krachtvoerboxtype I op bedrijven met alleen dit type voerbox, kwamen in meer dan een kwart van de krachtvoerboxbezoeken, de koeien van het voerhek. Na een krachtvoerboxbezoek volgde in 40 % van de krachtvoerboxbezoeken een bezoek aan het voerhek. Vergelijkbare gegevens werden gevonden bij hetzelfde type voerbox (type I) maar dan bij bedrijven met daarnaast een type II krachtvoerbox. De kleine verschillen waren niet significant. Blijkbaar combineerden de koeien een krachtvoerboxbezoek bij dit type voerbox vaak met een bezoek aan het voerhek. Bij voerboxtype II is de situatie anders. Slechts in een klein aantal gevallen (8 %) werd een krachtvoerboxbezoek voorafgegaan door een voerhekbezoek. Dit verschil tussen boxtype II enerzijds en boxtype I (beide) was sterk significant ( $p < 0,01$ ). Na een krachtvoerboxbezoek gingen de koeien bij voerboxtype II vaker naar het voerhek (25 %) dan dat ze er vandaan kwamen. Vergelijken met type I (beide) was dit verschil niet significant. Voor wat betreft de looplijnen van ligbox naar krachtvoerbox en omgekeerd bleken er significante verschillen te zijn tussen boxtype I (beide) en voerboxtype II. Bij de krachtvoerbox met de opening naar de loopruimte tussen de ligboxen kwamen de dieren significant vaker uit de ligboxen en gingen significant vaker naar de ligboxen toe bij een krachtvoerboxbezoek ( $p < 0,05$ ).



Figuur 2. Looplijnen van en naar de krachtvoerbox voor de verschillende krachtvoerboxtypen. \* : type I krachtvoerbox op een bedrijf met nog een type I krachtvoerbox. \*\* : type I krachtvoerbox op een bedrijf met ook een type II krachtvoerbox. Voor verdere verklaring van de figuur: zie tekst.

## Bezetting van ligboxen in de nabijheid van de krachtvoerbox

Met behulp van de bezettingsindex (zie verwerking van de gegevens) werd onderzocht welke ligboxen in de buurt van de krachtvoerbox gevolgen ondervonden van de aanwezigheid van een voerbox. Een aantal ligboxen in de buurt van de voerbox bleek duidelijk lager bezet te zijn dan de gemiddelde ligboxbezetting. In figuur 3 zijn de bezettingsindexen van deze lig-



**Figuur 3.** Bezettingsindex voor het ligboxgebruik van een aantal ligboxen in de buurt van de krachtvoerbox. Onderscheid is gemaakt tussen de krachtvoerboxen type I en II. Voor een verdere beschrijving van de ligboxposities (A1, A2, B, C1 en C2): zie tekst.

boxen weergegeven. De bezetting van ligboxen direct naast de krachtvoerbox met de ingang aan dezelfde kant als de voerbox (positie A1), ondervond de duidelijkste gevolgen. De gemiddelde bezettingsindex van deze ligboxen was 69,2. De gemiddelde bezettingsindex van alle 'normale' ligboxen niet in de nabijheid van de krachtvoerbox was vanzelfsprekend 100. Ofschoon het hier maar 5 ligboxen betrof t.o.v. 570 overige ligboxen was het verschil significant ( $p < 0,05$ ). De bezettingsindex van ligboxen direct naast deze ligboxen (positie A2) bedroeg 91,1. Het verschil met de overige boxen was niet significant. Ligboxen naast de krachtvoerbox maar met de ingang juist aan de andere kant dan de voerbox (positie B), waren ook minder bezet (bezettingsindex 89,0). Het betrof hier 32 ligboxen. Het verschil met de 'normale' ligboxen was echter niet significant. De bezettingsindex van de ligboxen die tegenover de ingang van een krachtvoerbox waren gelegen (positie C1) bedroeg 88,2. Dit verschil was significant ( $n=28$ ,  $p < 0,05$ ). De ligboxen naast deze ligbox (positie C2) waren ook duidelijk minder bezet: 89,8 ( $p < 0,05$ ). In bijna alle ligboxen stonden de koeien gemiddeld ongeveer 25 % van de totale bezettingstijd. Alleen bij de ligboxen direct naast de voerbox met de ingang aan dezelfde kant van de voerbox was dit percentage hoger namelijk 29,8 %. Het verschil was niet significant.

## Discussie

In het algemeen kan worden geconstateerd dat de invloed van de plaats van de krachtvoerbox, zoals aanwezig in dit praktijkonderzoek, op krachtvoeropname, bezoekfrequentie en bezetting van de voerbox, niet groot is. Slechts bij enkele bedrijven (P2-1, S5) zijn significante verschillen in krachtvoeropname tussen twee voerboxen geconstateerd die liggen tussen de 10 en 15 %. Vooral bij de voerboxen met de ingang naar de loop/eetruimte is de krachtvoeropname in het algemeen iets lager en het aantal onbeloonde bezoeken hoger dan voerboxen op hetzelfde bedrijf met de ingang naar alleen de loopruiimte. Het grotere aantal onbeloonde bezoeken

kan mogelijk verklaard worden doordat de koeien een voerhekbezoek combineren met een krachtvoerboxbezoek. In sommige gevallen kan dit dan een onbeloond bezoek zijn.

De lagere opname is moeilijk te verklaren. Uit de looplijnen van en naar de krachtvoerbox blijkt juist dat bij dit type voerbox, de koeien vaker van c.q. naar het voerhek gaan dan bij de voerbox met de ingang naar de loopruimte tussen de ligboxen. Dan zou juist een grotere krachtvoeropname te verwachten zijn. Mogelijk kan het verschil worden verklaard doordat bij deze voerboxen wat meer verkeer plaats vindt; de dieren worden vaker verstoord. Een aanwijzing hiervoor zou kunnen zijn dat de bezoektijd per krachtvoerbox bezoek in het algemeen bij dit type voerbox iets lager is dan bij het andere voerboxtype. De verschillen zijn echter gering en niet significant.

De looplijnen van en naar de twee krachtvoerboxtypes verschillen significant van elkaar. Een bezoek aan de krachtvoerbox met de ingang naar de loop/eetruimte wordt vaak vooraf gegaan en/of gevolgd door een voerhek bezoek. Bij een dergelijke boxplaatsing wordt bereikt dat het eten (zowel krachtvoer als ruwvoer) van de koeien, ruimtelijk in de stal wordt gescheiden van andere activiteiten (liggen). Bij een plaatsing van de voerboxen met de ingang naar de loop/eetruimte wordt ook bereikt dat de bezetting van de ligboxen zo weinig mogelijk wordt verstoord. Alleen de ligboxen naast de krachtvoerbox maar met de ingang aan de andere kant, ondervinden enig nadelig effect. Daarentegen wordt de bezetting van ligboxen in de buurt van een krachtvoerbox type II wel sterk beïnvloed.

Op grond van de hier gepresenteerde gegevens kan moeilijk een algemeen geldend advies voor plaatsing van krachtvoerboxen op praktijkbedrijven worden gegeven. Mogelijk ook omdat extreme boxplaatsingen in dit onderzoek niet aanwezig waren. Op grond van deze gegevens zou een lichte voorkeur kunnen worden uitgesproken voor het plaatsen van krachtvoerboxen in de ligboxenrij met de opening naar de loop/eetruimte. Hiermee worden eetactiviteiten van de koeien duidelijk gescheiden van andere activiteiten (liggen) en wordt het liggen in de ligboxen zo weinig mogelijk verstoord.

## Literatuur

- Burg, A. van der, Y.S.T. Zeinstra & T.E.M. Hettinga, 1987. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking: spaar- en periodensysteem. *Veeteelt*, 1987/5: 547-551.
- Burg, A. van der, T.E.M. Hettinga & Y.S.T. Zeinstra, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden; invloed van het krachtvoerprogramma op het krachtvoerboxgebruik. In: Verslag van de Studiedag Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee, Wageningen. Pudoc.
- Irps, H. 1981. Auswirkungen verschiedener Fütterungssysteme auf das Zeitverhalten von Milchkühen unter besonderer Berücksichtigung eines Digitaltransponder-Abrufautomaten. *Landbauforschung Völknerode*, 31/1: 1-62.
- Irps, H. 1982. Haltungstechnische Versuche zur Kraftfuttermittellage ausserhalb des Melkstandes. *Landbauforschung Völknerode*, Sonderheft 62.
- Spiegelberg, 1980. Abruffütterung für Milchkühe. *RKL-Schrift*, 4.2.0: 663-703.
- Taurus, 1987. Computers in de melkveehouderij, deel 2. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking. Lelystad.
- Wierenga, H.K. & H. Folkerts, 1986. Das Verhalten von Milchkühen bei zwei verschiedene Systemen von programmierter Kraftfuttermittellage. *KTBL-Schrift*, 311: 177-185.
- Zeinstra, Y.S.T., A. van der Burg & T.E.M. Hettinga, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden; invloed van het krachtvoerprogramma op het gedrag van de koeien. In: Verslag van de Studiedag Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee, Wageningen. Pudoc.

# De invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het gedrag van koeien in een ligboxenstal

A.C. Smits\*, J. Metz\*, A.H. Ipema\* en H.K. Wierenga\*\*

\* *Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen*  
*Postbus 43, 6700 AA Wageningen*

\*\* *Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'*  
*Postbus 501, 3700 AM Zeist*

## Samenvatting

In een proef met twee groepen van 18 koeien is gedurende drie perioden van drie weken (drie achtereenvolgende series) het effect van de plaats van de krachtvoerbox op de melkproductie, op de benutting van de krachtvoerbox, op de krachtvoeropname, op het gebruik van de ligboxen en overige ruimten onderzocht. Het onderzoek werd uitgevoerd in de ligboxenstal van de proefboerderij 'De Vijf Roeden' te Duiven. In het ene gedeelte van de stal bevond de krachtvoerbox zich in de naaste omgeving van de (automatische) ruwvoerverstrekking, in het andere gedeelte was de krachtvoerbox gesitueerd ver van de ruwvoerverstrekking, naast de ligboxen. De plaats van de krachtvoerbox had geen invloed op de melkproductie, de kracht- en de ruwvoeropname. Wel beïnvloedde de plaats van de krachtvoerbox het optreden van agressie in de stal. Uit het onderzoek kan men afleiden dat de plaats van de krachtvoerbox de activiteiten van de dieren beïnvloedt. Dit is van belang als men deze box tevens als melkstation wil benutten.

## Inleiding

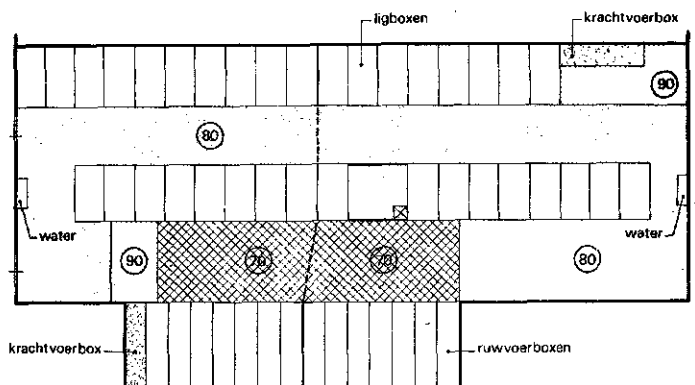
In het kader van de automatisering van het melken wordt verondersteld, dat de krachtvoerbox ook een goede plaats voor het melken zou kunnen zijn. Belangrijk hierbij is dan te weten, hoe vaak die box door de dieren wordt bezocht. Ook het effect van de plaats van de krachtvoerbox op de looplijnen van de koeien speelt hierbij een rol. Bij onderzoek naar het melken van koeien in de krachtvoerbox en naar de automatische ruwvoerverstrekking in ruwvoerboxen, zijn enkele aspecten opgevallen. Als de krachtvoerbox ver van de ruwvoerbox stond in plaats van dichtbij, onderbraken de koeien minder vaak het eten van ruwvoer om naar de krachtvoerbox te gaan en wisselden ze ook minder vaak tussen ruwvoerboxen binnen een eetperiode (Metz et al., 1987). Alleen bij veraf situering werd in de box gemolken. Uit deze proef was niet duidelijk welke factor verantwoordelijk was voor het waargenomen verschil: de situering van de krachtvoerbox of het hierin melken.

In een apart experiment is daarom vervolgens de invloed van de plaats van de krachtvoerbox op het aantal en het tijdstip van de bezoeken, op het stalgebruik en op het optreden van agressie onderzocht.

## Materiaal en methode

Voor het onderzoek zijn 36 lacterende koeien ingezet van de kruising FH x HF. Op basis van leeftijd, afkalfdatum en melkproductie werden hieruit twee vergelijkbare groepen van 18 koeien samengesteld. Aan het begin van de proef waren de koeien uit groep 1 gemiddeld op de 89ste dag van hun lactatie en 3 jaar en 10 maanden oud; bij groep 2 waren zij 93 dagen in lactatie en 3 jaar en 9 maanden oud. Het onderzoek werd uitgevoerd in een stal van de proefboer-

derij 'De Vijf Roeden' te Duiven. In het ene gedeelte van de stal bevond de krachtvoerbox zich vooraan in de rij ruwvoerboxen; in het andere gedeelte was de krachtvoerbox ver van de ruwvoerboxen, naast de ligboxen gesitueerd (figuur 1).



*Figuur 1. Plattegrond van de stal met de situering van de kracht- en de ruwvoerboxen en de overige ruimten.*

Alle krachtvoer werd in deze krachtvoerboxen verstrekt behoudens een lokportie van 250 gram die bij iedere melkbeurt in de melkstal werd gegeven. De totale krachtvoergift werd per dag bepaald op basis van de FCM-produktie, de leeftijd van het dier en de ruwvoeropname. In tegenstelling tot wat normaal gebruikelijk is bij het periodensysteem (Van der Burg, 1989) werd de krachtvoergift in 24 perioden beschikbaar gesteld. Dit werd bij het beschikbare tegoed op dat moment opgeteld.

De volgende regels werden aangehouden:

- het krachtvoertegoed werd opgebouwd tot maximaal 6,25 kg per koe;
- per uur kon maximaal 2 kg krachtvoer worden verstrekt;
- de doseersnelheid bedroeg 250 gram per minuut.

Het ruwvoer werd aangeboden met behulp van een automatische installatie in ruwvoerboxen (Ipema & Rossing, 1987). De koeien in beide stalgedeelten hadden de beschikking over zeven van deze ruwvoerboxen per groep. Het ruwvoer bestond uit een mengsel van voordroogkuil en snijmaissilage. De hoeveelheid voordroogkuil, die een koe per dag kon opnemen, was onbeperkt. Tijdens het melken van beide groepen in de melkstal (tussen 6.00 en 7.30 uur en tussen 15.30 en 17.00 uur) waren de ruwvoer- en de krachtvoerinstallatie uitgeschakeld.

De proef liep in totaal over 9 weken, vanaf begin december 1986. Elke drie weken werden de groepen koeien tussen de twee gedeelten van de stal gewisseld (tabel 1).

Tijdens de gehele proef werden via de computer van iedere koe dagelijks gegevens geregistreerd betreffende de melkproduktie en de kracht- en ruwvoeropname. De beloonde bezoeken aan de krachtvoerbox werden ook de gehele tijd geregistreerd, de onbeloonde bezoeken slechts twee dagen per serie, dit in verband met de geheugencapaciteit van de computer. Verder werd iedere keer bij het uithalen uit de silo het drogestofgehalte van de voordroogkuil en de snijmaissilage bepaald. Uit deze gegevens is de drogestofopname per koe per dag uit het ruwvoer berekend evenals de totale drogestofopname per dag uit ruwvoer en krachtvoer. Tegen het einde van iedere proefserie werden gedragswaarnemingen verricht. Iedere groep



Tabel 1. Het proefschema.

| Het nummer van de week | Proefserie | Positie krachtvoerbox<br>t.o.v. ruwvoerverstrekking * |         |
|------------------------|------------|-------------------------------------------------------|---------|
|                        |            | groep 1                                               | groep 2 |
| 49, 50, 51 (1986)      | I          | naast                                                 | veraf   |
| 52, 1, 2 (1986/1987)   | II         | veraf                                                 | naast   |
| 3, 4, 5 (1987)         | III        | naast                                                 | veraf   |

\* *naast: krachtvoerbox gesitueerd naast de ruwvoerboxen; veraf: krachtvoerbox gesitueerd ver van de ruwvoerboxen, naast de ligboxen.*

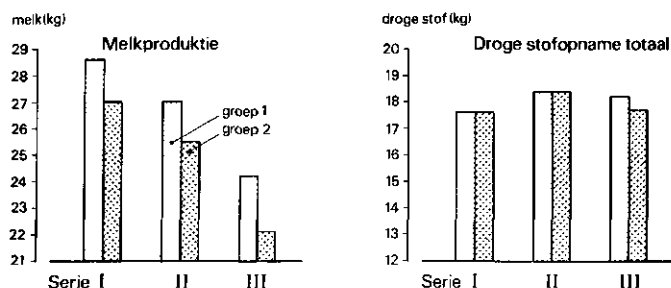
koeien werd dan gelijktijdig gedurende 48 uur waargenomen. Het gedrag (eten, staan en liggen) van de koeien werd daarbij om de 10 minuten vastgelegd. Tevens werden tijdens iedere proefserie kortdurende continu-waarnemingen (15 uur in totaal per serie) gedaan omtrent de agressie, die voorkwam in de twee proefgroepen. Agressieve interacties, gedefinieerd als stoten onderling, werden genoteerd in de loopruimten (80) en bij de ruw- en krachtvoerboxen (ruimte 70 resp. 90; figuur 1). Tijdens deze waarnemingen werd iedere 10 minuten geteld, hoeveel koeien in de verschillende stalgebieden (70, 80, 90) aanwezig waren.

## Verwerking

Bij de statistische analyse werd ervan uitgegaan, dat 'de koe' beschouwd kon worden als een experimentele eenheid. Verschillen tussen groepen werden getoetst met behulp van de Mann-Whitney U toets. Bij het analyseren van de gevolgen van groepswisselingen tussen proefsituaties (dit is herhaling betreffende dezelfde dieren) werden de gemeten variabelen vervangen door orthogonale contrasten om de invloed van de voorgaande behandeling uit te schakelen. Deze contrasten werden getoetst met behulp van de t-toets. De agressie-waarnemingen zijn niet getoetst, gezien het beperkte aantal waarnemingen.

## Resultaten

Gegevens over de melkproductie en voeropname van de twee proefgroepen zijn weergegeven in figuur 2. Groep 1 gaf tijdens de gehele proef meer melk dan groep 2: dit verschil was in de eerste en tweede proefserie ca. 1,5 kg, maar liep op tot ruim 2 kg in de derde proefserie.



Figuur 2. Gemiddelde melkproductie en voeropname per koe per dag in de drie proefseries.

Gelijktijdig met de hogere melkgift per koe, was de krachtvoeropname per koe in groep 1 ook groter: dit verschil bedroeg gedurende de hele proef 0,6 kg per dier per dag. Deze verschillen tussen de groepen waren overigens niet significant.

### Voerboxgebruik

Het aantal bezoeken aan de krachtvoerbox en de hoeveelheid opgenomen krachtvoer per bezoek staan vermeld in tabel 2. Er is alleen een significant verschil in het aantal beloonde be-

*Tabel 2. Aantal bezoeken aan de krachtvoerbox per koe per dag en de hoeveelheid opgenomen krachtvoer per bezoek (in kg)\*.*

| Serie               | Groep 1          |               |                | Groep 2          |               |                |
|---------------------|------------------|---------------|----------------|------------------|---------------|----------------|
|                     | I<br>(naast)     | II<br>(veraf) | III<br>(naast) | I<br>(veraf)     | II<br>(naast) | III<br>(veraf) |
| Beloonde bezoeken   | 6,5 <sup>a</sup> | 6,8           | 8,2            | 8,6 <sup>a</sup> | 7,8           | 8,6            |
| Onbeloonde bezoeken | 1,4              | 2,0           | 2,3            | 0,8              | 0,9           | 2,0            |
| Krachtvoeropname    | 1,3              | 1,1           | 0,7            | 0,9              | 0,9           | 0,6            |

\* Significante verschillen ( $p < 0,05$ ) zijn met eenzelfde letter gemerkt.

zoeken tussen de groepen in proefserie I gevonden; de overige verschillen zijn niet significant. In tabel 3 zijn de gegevens over alle eetactiviteiten verzameld: nl. het verblijf in de ruw- en krachtvoerboxen en de tijd doorgebracht in het aangrenzende stalgebied achter de voerboxen (ruimte 70 en 90, zie figuur 1). Dit laatste kan een beeld geven van de potentiële interesse van de koeien om de voerboxen te bezoeken. Er worden geen verschillen in het verblijf in de ruw- of krachtvoerboxen gevonden. De tijd doorgebracht achter de ruwvoerboxen was significant hoger wanneer de krachtvoerbox ver van deze ruwvoerbox af lag.

*Tabel 3. Bezetting van de voerboxen en de loopruimte erachter, uitgedrukt in minuten per koe per dag\*.*

| Serie                   | Groep 1         |                  |                 | Groep 2          |                   |                 |
|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|-----------------|
|                         | I<br>(naast)    | II<br>(veraf)    | III<br>(naast)  | I<br>(veraf)     | II<br>(naast)     | III<br>(veraf)  |
| <b>Verblijftijd in:</b> |                 |                  |                 |                  |                   |                 |
| ruwvoerbox              | 322             | 349              | 318             | 366              | 372               | 329             |
| ruimte erachter         | 33 <sup>a</sup> | 80 <sup>ab</sup> | 32 <sup>b</sup> | 69 <sup>ac</sup> | 29 <sup>bcd</sup> | 45 <sup>d</sup> |
| krachtvoerbox           | 52              | 48               | 41              | 52               | 43                | 36              |
| ruimte erachter         | 27              | 27 <sup>f</sup>  | 23              | 20               | 15 <sup>f</sup>   | 16              |

\* Significante verschillen ( $p < 0,05$ ) zijn met eenzelfde letter gemerkt.

## Stalgebruik

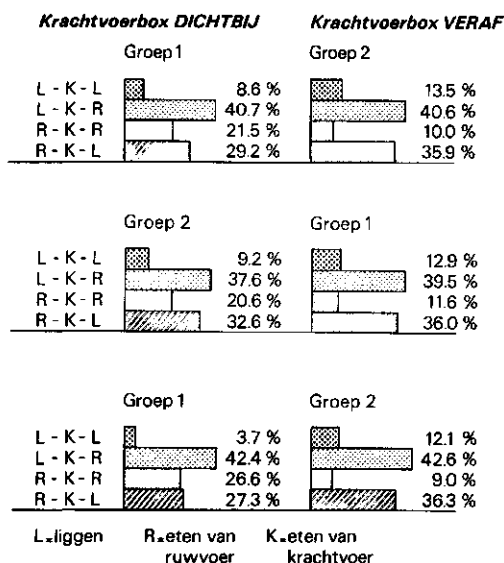
In tabel 4 zijn de gegevens over de bezetting van de ligboxen en de loopruimte weergegeven. In groep 1 had de overgang naar serie II (krachtvoerbox veraf) een vermindering van de tijd doorgebracht in ligboxen tot gevolg van meer dan 1 uur. In groep 2 werd dat verschijnsel niet waargenomen. Wel was er in serie II een significant verschil tussen groepen, wat deze bezetting van de ligboxen betreft.

Tabel 4. Bezetting van de ligboxen en de loopruimte in minuten per koe per dag\*.

| Serie           | Groep 1      |                  |                | Groep 2      |                  |                |
|-----------------|--------------|------------------|----------------|--------------|------------------|----------------|
|                 | I<br>(naast) | II<br>(veraf)    | III<br>(naast) | I<br>(veraf) | II<br>(naast)    | III<br>(veraf) |
| Liggen-ligboxen | 717          | 661              | 744            | 704          | 686              | 716            |
| Staan-ligboxen  | 92           | 77               | 63             | 89           | 112              | 108            |
| Totaal-ligboxen | 809          | 738 <sup>a</sup> | 807            | 793          | 798 <sup>a</sup> | 824            |
| Loopruimte      | 138          | 135              | 153            | 117          | 125              | 130            |

\* Significante verschillen ( $p < 0,05$ ) zijn met eenzelfde letter gemerkt.

In figuur 3 is het moment van krachtvoeropname ten opzichte van het opnemen van ruwvoer en het liggen weergegeven. Deze figuur is het resultaat van de koppeling tussen gedrags-



Figuur 3. Het gedrag van de koeien voorafgaand aan en volgend op een beloond bezoek aan de krachtvoerbox (in %).

waarnemingen en gegevens over beloonde bezoeken uit de bedrijfscomputer. Vier mogelijkheden werden bekeken:

- krachtvoer gegeten tijdens een onderbreking van het liggen; (L-K-L)
- krachtvoer gegeten na het liggen en voor het ruwvoereten; (L-K-R)
- krachtvoer gegeten tijdens onderbreking van het ruwvoereten; (R-K-R)
- krachtvoer gegeten na het ruwvoereten en voor het liggen. (R-K-L)

Het bleek dat (tijdens de drie proefseries) de koeien, wanneer de krachtvoerbox dichtbij de ruwvoerbox opgesteld was, twee keer zo vaak het opnemen van ruwvoer onderbraken als de koeien met de krachtvoerbox ver weg van het ruwvoer. Wanneer de krachtvoerbox 'ver weg' opgesteld was, onderbraken de koeien vaker het liggen om alleen krachtvoer te eten dan koeien met de krachtvoerbox dichtbij de ruwvoerboxen; ze bezochten deze box eveneens vaker voordat ze gingen liggen (deze box stond aan het begin van een rij-ligboxen).

## Agressie

Er is ook gekeken naar het aantal agressieve interacties in relatie tot de leeftijd en het gewicht van de koeien. Het blijkt dat oudere koeien meer agressieve interacties in de ruimten 70, 80, 90 hadden. In de open ruimte was de agressor gewoonlijk zwaarder dan het slachtoffer. Deze relatie werd niet gevonden bij de verjagingen uit de voerboxen. Hier verjoegen vaak de jongere en kleine koeien de andere uit de voerbox. Er leek een verband te bestaan tussen het voorkomen van agressieve interacties en de plaats van de krachtvoerbox (tabel 5). Als de krachtvoerbox dichtbij de ruwvoerinstallatie stond, was er meer agressie in het gebied achter de krachtvoerbox en minder verjagingen uit de ruwvoerboxen. In de situatie, waarbij de krachtvoerbox ver weg was, werd meer agressie rond de ruwvoerboxen waargenomen. Deze relaties komen naar voren uit de agressiescore.

Tabel 5. Aantal agressieve interacties in en bij de ruw- en krachtvoerboxen.

| Serie                                           | Groep 1      |               |                | Groep 2      |               |                |
|-------------------------------------------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|----------------|
|                                                 | I<br>(naast) | II<br>(veraf) | III<br>(naast) | I<br>(veraf) | II<br>(naast) | III<br>(veraf) |
| <b>Aantal agressieve interacties in en bij:</b> |              |               |                |              |               |                |
| Ruwvoerbox                                      | 27           | 52            | 38             | 30           | 22            | 51             |
| Krachtvoerbox                                   | 61           | 33            | 53             | 64           | 48            | 35             |
| <b>Agressie-score *</b>                         |              |               |                |              |               |                |
| Ruwvoerbox                                      | 4,1          | 8,0           | 6,2            | 4,9          | 3,4           | 7,8            |
| Krachtvoerbox                                   | 46,9         | 31,7          | 53,0           | 40,0         | 60,0          | 35,0           |

\* Agressiescore = verhouding aantal agressieve interacties en daarbij behorende bezetting van de desbetreffende ruimte.

## Discussie

De plaats van de krachtvoerbox dichtbij of ver van de ruwvoerverstrekkings af, bleek geen invloed te hebben op de melkproductie en de totale voeropname. Het aantal bezoeken, zowel beloond als onbeloond, werd niet duidelijk beïnvloed door de plaats van de krachtvoerbox in

de stal. In beide proefsituaties was het aantal bezoeken per koe per dag wel hoger dan bij vrijwillig melken nodig zou zijn (Ipema et al., 1987).

Wat betreft de invloed van de krachtvoerbox op de tijd, besteed aan algemene activiteiten, zoals liggen, staan, eten, zijn geen duidelijke verschillen geconstateerd. Wel beïnvloedde de plaats van de krachtvoerbox de verblijftijd achter de ruwvoerbox en leek er een effect te zijn op het optreden van agressie in de stal. In de situatie met de krachtvoerbox dichtbij de ruwvoerinstallatie, was er meer agressie rond deze box en minder agressie achter de ruwvoerboxen, in de andere situatie werden er meer agressieve interacties geregistreerd bij de ruwvoerboxen en minder bij de krachtvoerbox.

In een onderzoek van Metz et al. (1987) werd verondersteld dat wanneer de krachtvoerbox dichtbij de ruwvoeroverstrekking was gesitueerd het totaal aantal agressieve interacties zou toenemen. In deze proef zien wij geen toename van het totaal aantal agressieve interacties maar wel een verplaatsing van het optreden van agressie door de situering van de krachtvoerbox. Ook de verblijftijd achter de ruwvoerboxen hangt af van de situering van de krachtvoerbox. Koeien met de krachtvoerbox ver van de ruwvoerboxen af bleven langer in de nabijheid van deze boxen en namen meer porties ruwvoer achter elkaar op, maar onderbraken het liggen vaker om alleen krachtvoer te eten. Daarentegen onderbraken de koeien met de krachtvoerbox dichtbij de ruwvoerboxen, twee keer vaker het ruwvoer eten om krachtvoer op te nemen. Deze resultaten komen overeen met het onderzoek van Metz et al. (1987).

Uit dit onderzoek kan men afleiden dat de plaats van de krachtvoerbox de volgorde in activiteiten beïnvloedt. Dit kan mogelijk gebruikt worden bij verdere automatisering van het melken, waarbij de hoge frequentie van bezoeken aan de krachtvoerbox ook meegenomen dient te worden. Bij toepassing van een gecombineerd melk-krachtvoerstation zal daarom een bepaalde vorm van sturing relevant kunnen worden.

## Literatuur

- Burg, A. van der, 1989. Geprogrammeerde krachtvoeroverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoeroverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.
- Ipema, A.H. & W. Rossing, 1987. Automatic individuel feeding of dairy cattle. Proc. of the third Symposium Automation in Dairying, Wageningen, 41-51.
- Ipema, A.H., E. Benders & W. Rossing, 1987. Effects of more frequent daily milking on production and health of dairy cattle. Proc. of the third Symposium Automation in Dairying Wageningen, 283-293.
- Metz, J., H.K. Wierenga & A.H. Ipema, 1987. Verhalten von Kühen beim automatischen Füttern und Melken. KTBL-Schrift, 319: 138-154.

leef-  
gedrag

### **3 Doseersnelheid en oproepsysteem**

# **De relatie tussen doseersnelheid, capaciteit, restvoer en agressie, bij spaar- en periodensysteem**

*T.E.M. Hettinga en A. van der Burg*

*Agrarische Hogeschool Friesland  
Postbus 1528, 8901 BV Leeuwarden*

## **Samenvatting**

Op vier melkveehouderijbedrijven met spaar- of periodensysteem is onderzoek verricht naar de effecten van verhoging van de doseersnelheid op capaciteit van de krachtvoerbox, restvoer in de voerbak en agressie bij de krachtvoerbox. Op ieder bedrijf werden waarnemingen verricht bij een normale doseersnelheid van 300 g/min en bij een verhoogde doseersnelheid van 400 g/min.

Bij verhoging van de doseersnelheid neemt de capaciteit van de krachtvoerbox bij zowel spaar- als periodensysteem toe; echter ook het aantal bezoeken met restvoer in de voerbak neemt toe. De effecten op agressie zijn gecompliceerd. Bezoeken met restvoer in de voerbak gaan veelal gepaard met agressie (verstoten). Bij verhoging van de doseersnelheid neemt het aantal bezoeken met restvoer in samenhang met agressie toe. Het totale agressieniveau blijft echter gelijk, of neemt zelfs iets af op bedrijven met hoge krachtvoergiften (>300 kg/krachtvoerbox/etmaal).

Tot slot worden de resultaten van dit onderzoek besproken in het kader van een eventuele ontwikkeling van systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking met een op het individu gerichte doseersnelheid. Geconcludeerd wordt dat de kosten van deze systemen vermoedelijk niet zullen opwegen tegen de baten.

## **Inleiding**

Bij systemen voor geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee wordt het krachtvoer in de praktijk meestal met een snelheid van 300 g/min verstrekt. Bij verhoging van de doseersnelheid zou in theorie meer krachtvoer per krachtvoerbox kunnen worden opgenomen. Voorwaarde is echter dat de koeien een hogere doseersnelheid kunnen bijhouden. Is dit niet het geval dan zal veel restvoer in de voerbak achterblijven. Met restvoer in de voerbak zal bij een verstoting, voor het dier dat verstoot een beloning optreden in de vorm van krachtvoer. Met meer restvoer in de voerbak zou mogelijk dan ook het aantal verstotingen uit de krachtvoerbox kunnen toenemen. Eigenlijk is de situatie voor de veehouder dan verslechterd, immers bij lage opnames verschijnen de koeien die te weinig opnemen nog op de attentielijsten. Bij een schijnbaar 'goed' opnamepercentage maar met veel restvoer in de voerbak, weet de veehouder niet meer welke dieren niet alles opnemen en bovendien is onbekend in welke mate andere dieren restporties 'stelen' en dus te veel krijgen.

De experimenten die in dit artikel worden beschreven zijn niet meer dan pilot-experimenten, uitgevoerd op praktijkbedrijven, om meer zicht te krijgen op de hoeveelheden restvoer die in de voerbak voorkomen, en een eventuele samenhang hiervan met agressie, bij normale en bij verhoogde doseersnelheden. Bovendien is onderzocht of bij verhoging van de doseersnelheid de capaciteit van de voerbak wordt vergroot. Omdat het om pilot-experimenten gaat die slechts op enkele bedrijven zijn uitgevoerd, is in dit artikel gekozen voor een gedetailleerde beschrijving van de waargenomen effecten. Enige vorm van statistische toetsing van de gegevens is niet uitgevoerd.

Het doel van deze experimenten is ook om na te gaan of onderzoek naar de ontwikkeling van systemen met een op het individu gerichte doseersnelheid zin heeft. Bij dergelijke systemen is vermoedelijk de capaciteit van de voerbox groter zodat meer krachtvoer en/of meer koeien per voerbox kunnen worden gevoerd. Bovendien is het een geautomatiseerd systeem waarbij het systeem rekening houdt met de mogelijkheden van de individuele koe.

## Materiaal en methode

### Proefopzet

Het onderzoek is verricht in het stalseizoen 1986/87 in Friesland op twee melkveehouderijbedrijven met het spaarsysteem (S1 en S6) en twee bedrijven met het periodensysteem (P3 en P5). Bij elk systeem was een bedrijf met een extreem hoge krachtvoergift aanwezig (>300 kg/box/etmaal) en een bedrijf met een beduidend lagere krachtvoergift. Kengetallen van deze bedrijven over krachtvoeropname en aantal koeien/box staan vermeld in tabel 1.

*Tabel 1. Gegevens over doseersnelheid, krachtvoeropname en aantal koeien/krachtvoerbox van de onderzochte praktijkbedrijven. Voor een verklaring van de codering van de bedrijven: zie tekst en Van der Burg et al., 1989.*

| Systeem<br>Bedrijf          | Periodensysteem |      |      |      | Spaarsysteem |      |      |      |
|-----------------------------|-----------------|------|------|------|--------------|------|------|------|
|                             | P3-3            | P3-4 | P5-1 | P5-2 | S1-2         | S1-3 | S6-1 | S6-2 |
| Doseersnelheid in g/min     | 300             | 400  | 300  | 400  | 300          | 400  | 300  | 400  |
| Opname/box/etmaal in kg     | 128             | 128  | 314  | 337  | 189          | 214  | 307  | 347  |
| Geprogrammeerd tegoed       | 136             | 138  | 349  | 366  | 210          | 233  | 374  | 373  |
| Opname %                    | 94              | 93   | 90   | 92   | 90           | 92   | 82   | 93   |
| Aantal koeien/krachtvoerbox | 18              | 19   | 32   | 35   | 34           | 34   | 41   | 41   |
| Opname/koe/etmaal in kg     | 7,1             | 6,7  | 9,8  | 9,6  | 5,6          | 6,3  | 7,7  | 8,5  |

Gedurende één waarnemingsperiode van vijf aaneengesloten etmalen werd het voerboxgebruik, het restvoer in de voerbak en de agressie bij de voerbox geregistreerd bij een doseersnelheid van 300 g/min; de normale doseersnelheid op die bedrijven (P3-3 en P5-1, bedrijven met het periodensysteem; S1-2 en S6-1, bedrijven met het spaarsysteem). Daarna werd de doseersnelheid verhoogd naar 400 g/min. Na een gewenningsperiode van een week volgde een tweede waarnemingsperiode van vijf aaneengesloten etmalen (P3-4 en P5-2, periodensysteem; S1-3 en S6-2, spaarsysteem). Bij de tweede waarnemingsperiode op hetzelfde bedrijf was de groepssamenstelling vrijwel gelijk; bij enkele koeien werd de krachtvoergift aangepast. Voor codering van de bedrijven zie Van der Burg et al., 1989.

### Verzameling en verwerking van de gegevens

Tijdens de waarnemingsperiode is op ieder bedrijf het krachtvoerboxgebruik geregistreerd met behulp van een microcomputer, gekoppeld aan de voercomputer en aan fotocellen in de voerbox (zie voor de methode van gegevensverzamenen Van der Burg et al., 1989). De verkregen gegevens zijn verwerkt tot kengetallen die informatie geven over krachtvoerboxgebruik: totale bezettingstijd, beloonde- en onbeloonde tijd en lummeltijd. Een beschrijving van die kengetallen is gegeven in Van der Burg et al. (1989). Door registratie van de momenten waarop de vijzel draaide, is gedetailleerde informatie verkregen over de exacte voeddoseertijdstippen tijdens een (beloond) krachtvoerboxbezoek.



Gedurende één etmaal werd met behulp van video-apparatuur het gedrag van de koeien bij de voerbox vastgelegd. In principe werden deze waarnemingen uitgevoerd op dag 3 van de waarnemingsperiode van 5 dagen. Om inzicht te krijgen in agressie tijdens een voerboxbezoek zijn de video-opnames als volgt verwerkt. Van elk krachtvoerboxbezoek is geregistreerd of dat bezoek gepaard ging met stoten en/of verstoten. Als er stoten voorkwam tijdens een bezoek dan is dat een bezoek met stoten genoemd. De intensiteit van het stoten uitgedrukt in het aantal stoten per bezoek en/of het aantal koeien dat hierbij betrokken is, is buiten de waarnemingen gelaten. Verstoten is gedefinieerd als die vorm van stoten waarbij een koe ogenblikkelijk nadat zij gestoten wordt, de krachtvoerbox verlaat.

Gegevens van restvoer in de voerbak werden verzameld met behulp van een aparte video-camera, gericht op de voerbak. Dit betekende dat er alleen geconstateerd kon worden of er na een beloond bezoek al dan niet restvoer aanwezig was. Gedurende hetzelfde etmaal als dat waarop het gedrag werd geregistreerd, werden ook alle bezoeken met restvoer vastgelegd. Hierdoor was het mogelijk om een koppeling te maken tussen agressie en restvoer gegevens.

Om inzicht te krijgen in de werkelijke hoeveelheid restvoer in de voerbak, werd op één bedrijf met het periodensysteem (bedrijf P3), waarbij in de voerbak een bodemklep aanwezig was, het restvoer na elk bezoek gewogen door middel van een aan de microcomputer gekoppelde weeginstallatie. De proefopstelling was zodanig uitgevoerd dat de koeien tijdens en na een bezoek niet gestoord hoefden te worden om restvoer te wegen. Het restvoer werd gedurende de gehele waarnemingsperiode gewogen.

## Resultaten

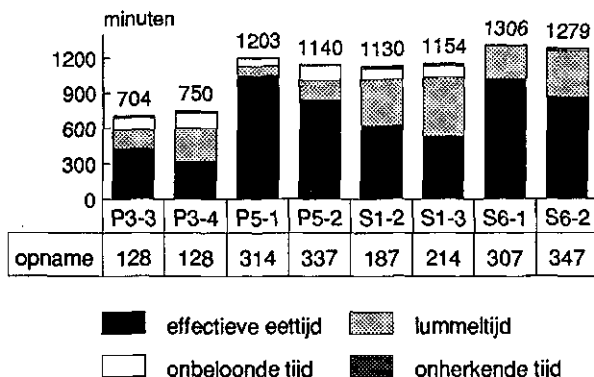
### Krachtvoeropname

De maximale boxcapaciteit bij zowel perioden- als spaarsysteem wordt door Van der Burg et al. (1989) berekend op 300-310 kg/box/etmaal bij een doseersnelheid van 300 g/min. Om deze uitkomst aan de praktijk te toetsen zullen hieronder de resultaten worden besproken van twee bedrijven (P5 en S6) die een geprogrammeerd tegoed hadden dat ver boven de berekende maximale boxcapaciteit lag. Tevens zal aan de hand van deze bedrijven worden nagegaan of verhoging van de doseersnelheid niet alleen in theorie maar ook daadwerkelijk een verhoging van de boxcapaciteit geeft. Uit de gegevens over krachtvoeropname (tabel 1) van de bedrijven P5-1 (periodensysteem) en S6-1 (spaarsysteem) met doseersnelheden van 300 g/min, zou geconcludeerd kunnen worden dat de berekende maximale boxcapaciteit redelijk met de werkelijkheid overeenkomt. Immers zowel bij bedrijf P5-1 als bij bedrijf S6-1 lag de geprogrammeerde hoeveelheid krachtvoer (ver) boven deze boxcapaciteit en bedroeg de opname toch niet meer dan respectievelijk 314 en 307 kg. Bij verhoging van de doseersnelheid tot 400 g/min nam de gerealiseerde opname toe tot respectievelijk 337 kg bij het periodensysteem (P5-2) en 347 kg bij het spaarsysteem (S6-2). Verhoging van de doseersnelheid gaf dus een capaciteitsverhoging van de krachtvoerbox.

Uit dit onderzoek blijkt dat bij extreem hoge druk op de voerbox (>300 kg/box/etmaal) en bij een verhoogde doseersnelheid (400 g/min) de maximale capaciteit van de krachtvoerbox bij spaar- en periodensysteem van vergelijkbare grootte is. In Van der Burg et al. (1989) is dit ook geconstateerd bij minder extreme voerboxbezettingen (<300 kg/box/etmaal) en bij een (normale) doseersnelheid van 300 g/min.

### Voerboxgebruik

In figuur 1 is de verdeling van de bezettingstijd van de krachtvoerboxen weergegeven van de onderzochte bedrijven. Uit deze figuur blijkt dat de effecten van verhoging van de doseersnelheid op de totale bezettingstijd gering zijn, zowel bij spaar- als periodensysteem. Ofschoon de tijd waarin het voer verstrekt werd (de effectieve eettijd) vanzelfsprekend lager was bij ver-



*Figuur 1. De gemiddelde bezettingstijd (gemiddeld over 5 etmalen) van de krachtvoerbox bij de onderzochte bedrijven. Per bedrijf is de totale bezettingstijd in minuten en de opname in kg krachtvoer vermeld; (effectieve eettijd + lummeltijd = beloonde tijd).*

hoogde doseersnelheid (bij dezelfde krachtvoergift), werd dit effect teniet gedaan door een sterke verhoging van de lummeltijd (zie voor een beschrijving van deze kengetallen: Van der Burg et al., 1989). Deze verhoging gold voor alle bedrijven van beide systemen.

Uit de registraties van de exacte doseertijdstippen bleek dat de toename van de lummeltijd vooral viel aan het eind van een beloond bezoek. Waarschijnlijk was bij veel dieren de eetsnelheid lager dan de doseersnelheid van 400 g/min. Hierdoor nam de voerhoeveelheid in de voerbak tijdens het krachtvoerboxbezoek toe en moesten de dieren na het verstrekken van het voer langer in de krachtvoerbox blijven om toch alles te kunnen opnemen. Onder normale omstandigheden is de lummeltijd de 'onbenutte' tijd tijdens een beloond bezoek. Bij verhoogde doseersnelheid is het waarschijnlijk de tijd die een koe tijdens een beloond bezoek nodig heeft, om de opgehoopte voerresten te kunnen opnemen. De naamgeving is dan eigenlijk niet correct meer.

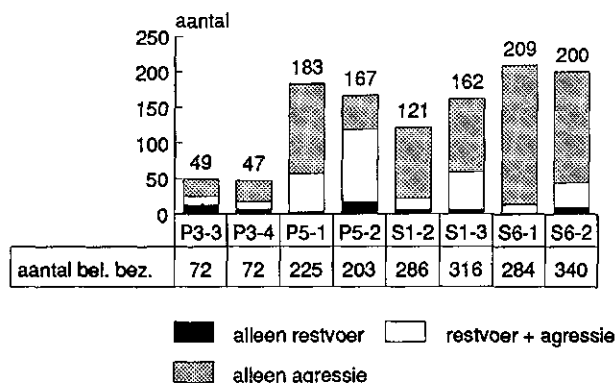
### Restvoer in de voerbak

In de inleiding is aangegeven dat verhoging van de doseersnelheid zou kunnen leiden tot een verhoging van het restvoer in de voerbak. Op één (periodensysteem)bedrijf werd het restvoer zowel bij normale (P3-3) als verhoogde (P3-4) doseersnelheid, bij ieder bezoek, gewogen (tabel 2). Bij een doseersnelheid van 300 gram per minuut bedroeg het restvoer gemiddeld 3,2 kg per voerbak per etmaal, dat was 2,5 % van de krachtvoeropname, die 128 kg/box/etmaal bedroeg. Verhoging van de doseersnelheid naar 400 gram per minuut leidde, tegen de verwachting in, tot een afname van de hoeveelheid restvoer; gemiddeld 1,8 kg per voerbak per etmaal, dat was 1,4 % van de opname van 128 kg. Een verklaring voor deze afname werd niet gevonden. Bij normale doseersnelheid kwam bij 94 % van de beloonde bezoeken restvoer voor; bij verhoogde doseersnelheid was dat bij 82 % van de beloonde bezoeken. Het bleek echter dat zowel bij normale als verhoogde doseersnelheid, het in 75 % van de bezoeken met restvoer in de voerbak, slechts ging om kleine hoeveelheden restvoer (<30 gram), vaak zelfs enkele korrels (<10 gram). Slechts bij 13 % van de bezoeken met restvoer (bij 300 g/min) ging het om hoeveelheden groter dan 50 gram; bij 400 g/min was dit in 17 % van de bezoeken. Incidenteel kwamen wel grotere hoeveelheden restvoer voor; bij 300 g/min werd een grootste restvoerportie gewogen van 740 gram en bij 400 g/min bedroeg deze portie 670 gram.

Tabel 2. Krachtvoeropname en restvoer in de voerbak bij een normale (300 g/min) en bij een verhoogde doseersnelheid (400 g/min) bij bedrijf P3 (periodensysteem) gemiddeld over vijf etmalen.

|                                         | P3-3 | P3-4 |
|-----------------------------------------|------|------|
| Gepr. tegoed/etmaal in kg               | 136  | 138  |
| Opname in kg                            | 128  | 128  |
| Opname percentage                       | 94   | 93   |
| Restvoer in de voerbak in kg            | 3,2  | 1,8  |
| Aantal beloonde bezoeken                | 72   | 72   |
| Beloonde bezoeken met restvoer >30 gram | 16   | 15   |

Op de andere bedrijven nam het aantal bezoeken met restvoer bij verhoging van de doseersnelheid wel toe. Bij deze bedrijven werd de aanwezigheid van restvoer niet door middel van weging vastgesteld maar met behulp van videobeelden. Heel kleine hoeveelheden restvoer (enkele korrels) werden buiten beschouwing gelaten. Bij alle bedrijven nam het aantal bezoeken met restvoer bij verhoging van de doseersnelheid sterk toe; bij bedrijf P5-2 t.o.v. P5-1 met 109 %, bedrijf S1-3 t.o.v. S1-2 met 168 % en bedrijf S6-2 t.o.v. S6-1 met 214 %. Uit figuur 2 blijkt bij vergelijking van de bedrijven P5 (periodensysteem) en S6 (sparsysteem), bij beide doseersnelheden, dat het aantal bezoeken met restvoer bij het sparsysteem aanmerkelijk kleiner was dan bij het periodensysteem, terwijl het totale aantal beloonde bezoeken juist aanmerkelijk hoger was (bij beide doseersnelheden). Bij beide bedrijven was de krachtvoeropname extreem hoog (>300 kg/krachtvoerbox/etmaal). Dit verschil zou op twee manieren verklaard kunnen worden. Bij bedrijf P5 zou er veel restvoer kunnen zijn door de zeer hoge geprogrammeerde krachtvoerhoeveelheden per koe. Uit figuur 1 blijkt dat de gemiddelde totale bezettingstijd/box/etmaal bij dit bedrijf 1140 minuten bedroeg. Op zich hadden de koeien dus nog in principe 300 minuten per etmaal de tijd om het resterende voertegoed op te nemen. Als de melktijden hiervan af werden getrokken, zou er toch nog voldoende tijd voor opname van het



Figuur 2. Agressie in samenhang met restvoer in de voerbak. Bij ieder bedrijf is het aantal beloonde bezoeken en het totaal aantal bezoeken met restvoer en/of agressie vermeld, gemeten over één etmaal.

gehele tegoed moeten overblijven. Dat de koeien hier niet aan toekwamen kan mogelijk wijzen op verzadigingseffecten (hoge krachtvoergift/koe).

Naast deze verklaring kan mogelijk ook nog de wijze waarop het krachtvoer in de voerbak werd gedoseerd - portiedosering ten opzichte van continudosering - van invloed zijn. Bij sommige systemen (merken) komt het voer in (kleine) porties vrij, vaak 100 gram per portie. Bij een doseersnelheid van 300 g/min valt dan 3 keer per minuut een hoeveelheid krachtvoer in de voerbak. In principe heeft de manier waarop het krachtvoer in de krachtvoerbox wordt gedoseerd niets met het voerprogramma te maken. Toch werken vooral merken met periodensystemen met portiedosering. Bij het spaarsysteem wordt met continudosering gewerkt. Bij dit type dosering draait de vijzel in de krachtvoerbox bij voerverstrekking continu. Als de koe niet meer wordt herkend, of als het tegoed verstrekt is, stopt de vijzel. Waarschijnlijk is de kans op restvoer bij systemen die werken met continudosering kleiner dan bij systemen met portiedosering. Immers bij continudosering staat de vijzel meteen stil als de koe niet meer wordt herkend, bijvoorbeeld door het verlaten van de voerbox door een verstoting. Bij een systeem met portiedosering kan net voor de verstoting een portie voer zijn verstrekt. Alleen bij dieren die de doseersnelheid niet kunnen bijhouden kan bij een systeem met continudosering restvoer in de voerbak ontstaan. Het bedrijf S1-2 (300 g/min) kan als voorbeeld dienen dat bij een systeem met continudosering ook onder normale omstandigheden, dat wil zeggen normale doseersnelheid (300 g/min) en normale bezetting van de krachtvoerbox (187 kg voer/box/etmaal en 34 koeien/box), restvoer in de voerbak kan voorkomen (figuur 2).

## Agressie

Uit tabel 2 blijkt dat op alle bedrijven veel beloonde bezoeken eindigden door een verstoting uit de krachtvoerbox. Ook bij onbeloonde bezoeken kwam verstoten voor, maar duidelijk in mindere mate. Vooral bij de bedrijven met hoge opnames (>300 kg/box/etmaal), zowel bij spaar- als periodensysteem, kwam verstoten bij ongeveer 2 op de 3 bezoeken voor. De relatie tussen een verhoogde doseersnelheid en het optreden van agressie was onduidelijk. Alleen bij bedrijf S1 (spaaarsysteem) nam het aantal bezoeken met verstoten duidelijk toe; bij alle andere bedrijven bleef het aantal bezoeken met stoten en verstoten gelijk of nam zelf iets af.

Tabel 2. Agressie (stoten en verstoten) tijdens een krachtvoerboxbezoek op de onderzochte praktijkbedrijven (gegevens van één etmaal).

| Systeem<br>Bedrijf                | Periodensysteem |      |      |      | Spaarsysteem |      |      |      |
|-----------------------------------|-----------------|------|------|------|--------------|------|------|------|
|                                   | P3-3            | P3-4 | P5-1 | P5-1 | S1-2         | S1-3 | S6-1 | S6-1 |
| Doseersnelheid                    | 300             | 400  | 300  | 400  | 300          | 400  | 300  | 400  |
| Totaal aantal beloonde bezoeken   | 72              | 72   | 225  | 203  | 286          | 316  | 284  | 340  |
| Beloonde bezoeken met stoten      | 8               | 14   | 23   | 22   | 40           | 32   | 25   | 21   |
| Beloonde bezoeken met verstoten   | 27              | 26   | 157  | 128  | 75           | 124  | 183  | 170  |
| Totaal aantal onbeloonde bezoeken | 75              | 70   | 62   | 101  | 79           | 101  | 5    | 16   |
| Onbeloonde bezoeken met stoten    | 2               | 7    | 3    | 8    | 0            | 3    | 0    | 1    |
| Onbeloonde bezoeken met verstoten | 10              | 11   | 7    | 19   | 11           | 13   | 1    | 2    |

In figuur 2 is agressie weergegeven in samenhang met de aanwezigheid van restvoer. Uit deze figuur blijkt dat de aanwezigheid van restvoer bijna altijd samenging met agressie; een zeer klein gedeelte van de beloonde bezoeken werd gevormd door bezoeken met alleen maar restvoer (dus zonder enige vorm van agressie). Bij verhoging van de doseersnelheid nam bij alle

bedrijven (uitgezonderd bedrijf P3) de hoeveelheid bezoeken met restvoer en daarmee ook de bezoeken met restvoer en agressie toe. Uitgezonderd bedrijf S1 (spaarsysteem) leidde dit echter niet tot een totale verhoging van het aantal bezoeken met agressie. Bij de periodensysteem-bedrijven kwamen meer bezoeken met tegelijk restvoer en agressie voor dan bij bedrijven met het spaarsysteem zowel bij de normale als de verhoogde doseersnelheid. Overigens leidde dit niet tot in totaal meer bezoeken met agressie, integendeel.

## Discussie

De gevolgen van het verhogen van de doseersnelheid zijn moeilijk algemeen te duiden. Bij een extreem hoge krachtvoerprogrammering (>300 kg/box/etmaal) neemt het opnamepercentage zowel bij het perioden- als het spaarsysteem toe. Omdat ook de hoeveelheid bezoeken met restvoer in de voerbak toeneemt, zal de werkelijke toename van de krachtvoeropname vermoedelijk lager zijn. De effecten van verhoging van de doseersnelheid op de totale bezettingstijd zijn gering. De gevolgen voor de agressie zijn gecompliceerd. Het aantal bezoeken met restvoer neemt in het algemeen toe en daarmee ook het aantal bezoeken met restvoer in samenhang met agressie. Dit leidt echter niet tot een verhoging van het totaal aantal bezoeken met agressie; integendeel bij de bedrijven met zeer hoge krachtvoergiften (>300 kg/box/etmaal) nemen de agressie zelfs enigszins af. Ofschoon de gegevens over agressie fragmentarisch van aard en moeilijk algemeen te duiden zijn, is wel duidelijk dat ook onder normale omstandigheden (gemiddelde druk op de voerbox en normale doseersnelheid), krachtvoerbox-bezoeken vaak lijken te eindigen met een verstoting uit de krachtvoerbox.

In het algemeen lijken de effecten van verhoging van de doseersnelheid op de capaciteit van de voerbox, op bezettingstijd en op agressie gering. Wel valt er een duidelijke toename van de hoeveelheid restvoer in de voerbak te constateren.

Op basis van de uitkomsten uit deze pilot-experimenten is het dan ook twijfelachtig of onderzoek moet worden gestart naar geprogrammeerde krachtvoersystemen met een op het individu gerichte doseersnelheid. Vermoedelijk wordt de capaciteit van de voerbox daardoor wel verhoogd, maar dit kan ook bereikt worden door een verhoging van de doseersnelheid voor alle dieren tegelijk; het aantal bezoeken met restvoer zal dan waarschijnlijk wel toenemen. De kosten om systemen met een op het individu gerichte, variabele doseersnelheid op de markt te brengen, zullen hoogst waarschijnlijk niet opwegen tegen de baten.

## Literatuur

- Burg, A. van der, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee; beschrijving van systemen. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee'. Pudoc, Wageningen.
- Burg, A. van der, T.E.M. Hettinga & Y.S.T. Zeinstra, 1989. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking onder praktijkomstandigheden: invloed van het krachtvoerprogramma op het krachtvoerboxgebruik. In: Verslag van de studiedag 'Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan Melkvee', Wageningen. Pudoc.

# Een experimenteel systeem voor het oproepen van koeien

*H. Hopster en H.K. Wierenga*

*Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek 'Schoonoord'  
Postbus 501, 3700 AM Zeist*

## Samenvatting

Om de invloed van geprogrammeerde krachtvoerverstrekking op het gedrag van koeien te bestuderen, is een systeem ontworpen waarmee het mogelijk is koeien individueel op te roepen. Het principe hiervoor is afkomstig van de apparatuur waarmee mensen in kantoren en ziekenhuizen kunnen worden opgepiept. Gemiddeld in 67,2 % van het aantal keren dat de koeien werden opgeroepen, bezochten ze de krachtvoerbox. Koeien, die in de ligbox lagen als ze werden opgeroepen, reageerden, afhankelijk van de verdeling van de signalen over het etmaal, op slechts 45,5 - 50,7 % van de oproepen. Als ze in de buurt van de krachtvoerbox stonden was de reactie bijna 100 %. Tijdens de perioden waarin de koeien normaliter rustten, was de reactie op het oproepsignaal daardoor lager dan in de perioden waarin koeien bezig waren met ruwvoeropname.

Als de ligruimte van de koeien zich op grote afstand van de krachtvoerbox bevond, nam de reactie op het oproepsignaal af tot 27,9 %. Indien ook het verstrekken van ruwvoer op ruime afstand van de krachtvoerbox plaats vond, nam de reactie verder af tot 11,4 %.

Een systeem waarmee koeien individueel kunnen worden opgeroepen, blijkt goed uitvoerbaar en maakt het mogelijk om met het aantal bezoeken van een koe aan een voer- of melkstation te manipuleren. Met de resultaten van dergelijk onderzoek kan apparatuur voor het automatisch voeren en melken worden ontwikkeld op een dusdanige manier dat deze systemen aansluiten bij de behoeften van de koe.

## Inleiding

Bij de ontwikkeling van nieuwe technieken in de melkveehouderij, die leiden tot een verhoging van de arbeidsproductiviteit, werd tot nu toe de nadruk gelegd op technische en bedrijfs-economische aspecten. De laatste jaren wordt ook meer en meer het welzijn van het dier, in relatie tot nieuwe ontwikkelingen in de melkveehouderij, bij dit onderzoek betrokken. Het verbeteren van de huisvesting en verzorging van landbouwhuisdieren zelf is momenteel ook steeds vaker uitgangspunt bij het starten van nieuw onderzoek. Nieuwe technieken op het terrein van de agro-automatisering maken het mogelijk om aan de individuele behoefte van een dier tegemoet te komen. Een goed voorbeeld hiervan is de introductie van de krachtvoerbox en op wat langere termijn, het automatisch melksysteem. Om ook in de toekomst, bij het ontwikkelen van automatische voer- en melksystemen, de ontwikkeling hiervan af te kunnen stemmen op de behoeften van het dier, is het belangrijk om deze te kennen.

Uit onderzoek naar het gebruik van de krachtvoerbox (Folkerts & Wierenga, 1986; Van der Burg et al., 1987) is gebleken, dat de koeien naast bezoeken aan de krachtvoerbox waarbij ze inderdaad krachtvoer opnamen, de krachtvoerbox ook bezochten als er geen krachtvoer meer beschikbaar was. De verhouding tussen het aantal beloonde en het aantal onbeloonde bezoeken was afhankelijk van het gekozen krachtvoerprogramma. Eén van de oorzaken van deze onbeloonde bezoeken zou kunnen zijn, dat het voor de koe niet duidelijk is wanneer er voor haar krachtvoer beschikbaar is en wanneer niet. Om dat te ontdekken zal ze de krachtvoerbox vaak bezoeken. Daarnaast kan het relatief grote aantal onbeloonde bezoeken worden verklaard

uit het feit dat krachtvoer voor de koeien erg aantrekkelijk is (Hopster & Wierenga, 1988). Een derde mogelijke verklaring is, dat naast het melken en de opname van ruwvoer, het bezoeken van de krachtvoerbox de koeien, met name in de stalperiode, enige afleiding bezorgt. De meest waarschijnlijke verklaring voor het hoge aantal onbeloonde bezoeken zal een combinatie van bovengenoemde factoren zijn.

Onderzoek naar factoren die het krachtvoerboxgebruik beïnvloeden speelt zich af op het grensvlak van automatisering en gedrag en heeft een meer fundamenteel karakter. De omstandigheden tijdens dergelijk onderzoek moeten beheersbaar zijn en daarom is er gezocht naar een methode waarmee het mogelijk is om het krachtvoerboxgebruik van de koeien te manipuleren. Dit heeft geleid tot de ontwikkeling van een systeem waarmee geheel automatisch koeien individueel kunnen worden opgeroepen. Tijdens een trainingsperiode wordt iedere koe aangeleerd om, na de oproep, een aangeleerde actie uit te voeren, waarvoor ze dan wordt beloond.

Met het Koeien Oproep Systeem zijn, op de proefboerderij 'de Bunzing' van het Instituut voor Veeteeltkundig Onderzoek in Zeist, experimenten uitgevoerd. Er is nagegaan of de reactie van de koeien op het oproepsignaal afhankelijk was van de omstandigheden. Hierbij is het effect van het tijdstip waarop de koeien werden opgeroepen, de spreiding van de oproepen over het etmaal en de invloed van het gedrag op het moment van oproepen bestudeerd. In een tweede experiment is nagegaan of de afstand, die de koeien bij een bezoek aan de krachtvoerbox moesten afleggen, gevolgen had voor de reactie op het oproepsignaal. Na een beschrijving van het Koeien Oproep Systeem worden de resultaten van dit onderzoek besproken.

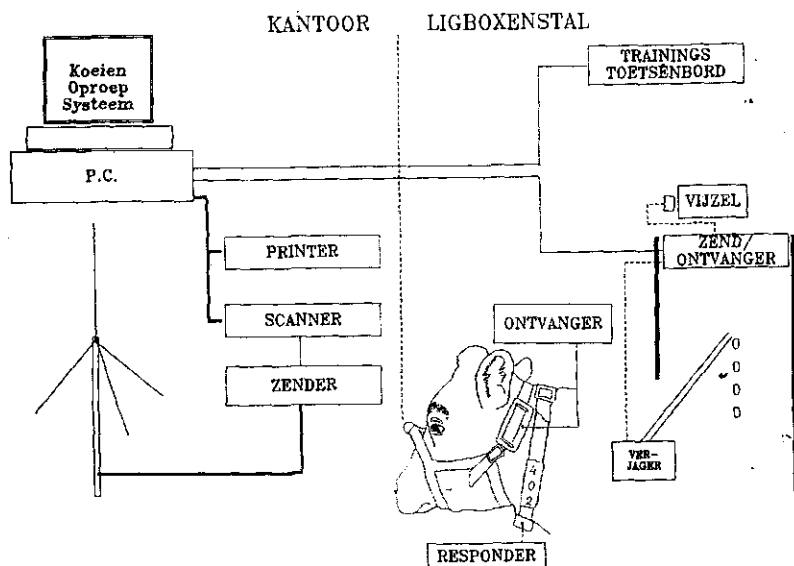
## Apparatuur

De ontwikkeling van het Koeien Oproep Systeem kan worden verdeeld in twee fasen. In het kort wordt het eerste ontwerp beschreven waarna de werking van het, op basis van de eerste ervaringen, gewijzigde ontwerp zal worden uitgelegd.

In de eerste fase werd een apparaatje ontwikkeld dat een pieptoon produceerde en bevestigd moest worden aan een oormerk in het oor van de koe. Met de keuze van deze bevestigingsplaats werd bereikt, dat het geluidssignaal vrijwel alleen door de koe die de 'pieper' droeg, werd gehoord. De 'pieper' liet, met een interval van 4 uur gedurende 30 seconden een onderbroken pieptoon horen. Het starttijdstip van de 4-uurs-intervalcyclus kon op de 'pieper' worden ingesteld. De koeien werden getraind om, als ze dit geluid hoorden, de krachtvoerbox te bezoeken waar ze dan krachtvoer konden opnemen. Gedurende geen van alle andere bezoeken kregen de koeien krachtvoer. Experimenten met deze apparatuur zijn beschreven door Wierenga & Hopster (1987).

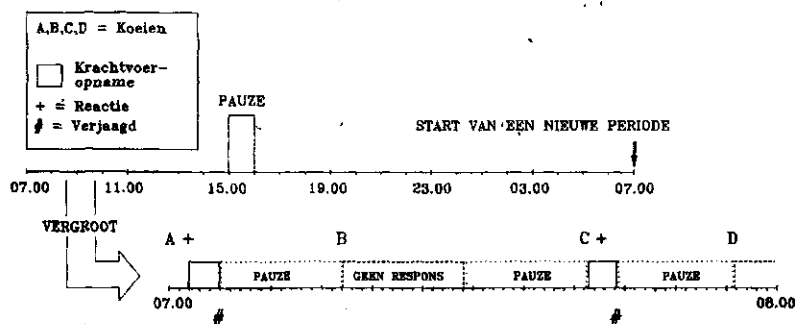
Na de eerste experimenten met deze 'stand-alone piepers' groeide de behoefte aan een systeem waarmee het tijdstip van de oproep en het aantal oproepen per koe gemakkelijker gevarieerd kon worden. Een aangepast personen oproep systeem voorzag in deze behoefte. Iedere koe droeg een apparaatje ter grootte van een responder, waarin een ontvanger en een luidsprekertje waren samengebouwd. Dit apparaat was vlak achter het oor aan het halster bevestigd. Een zender werd in dit systeem bestuurd door een PC (figuur 1). Zo kon op ieder moment iedere willekeurige koe worden opgeroepen. Bij iedere oproep kreeg de koe gedurende 6 seconden een onderbroken pieptoon te horen. Een zend/ontvanger, die diende voor de identificatie van de koeien in de krachtvoerbox, was direct gekoppeld aan de PC. Door de PC werd van iedere herkende koe bepaald of ze recht had op een hoeveelheid krachtvoer. Indien de koe kort tevoren was opgeroepen en dus recht had op krachtvoer, dan werd de doseervijzel door de PC bediend en werd de koe gevoerd. De krachtvoerbox was voorzien van een bodemklep die opende en sloot als de koe de krachtvoerbox verliet. Op deze manier werd voorkomen dat niet opgenomen krachtvoer door een volgende bezoeker kon worden opgenomen.

Daarnaast was de krachtvoerbox voorzien van een installatie waarmee de koeien uit de krachtvoerbox konden worden verjaagd. Deze verjager bestond uit een aantal kettinkjes, ver-



Figuur 1. Schematische voorstelling van het Koeien Oproep Systeem.

bonden met een schrikdraadbatterij, die omlaag en omhoog konden worden bewogen. De verjager werd ook door de PC bediend. Koeien die de krachtvoerbox bezochten zonder eerst opgeroepen te zijn of hun krachtvoertegod inmiddels hadden opgenomen, werden met deze installatie uit de krachtvoerbox verjaagd. Gedurende de trainingsperiode kon een toetsenbord gebruikt worden waarmee de koeien door de onderzoeker konden worden opgeroepen, verjaagd en gevoerd.



Figuur 2. Oproeppatroon gedurende het etmaal en in detail, een voorbeeld van de wijze waarop vier verschillende koeien binnen een periode van 4 uur tijdens de periode van 'verspreid' oproepen werden opgeroepen.

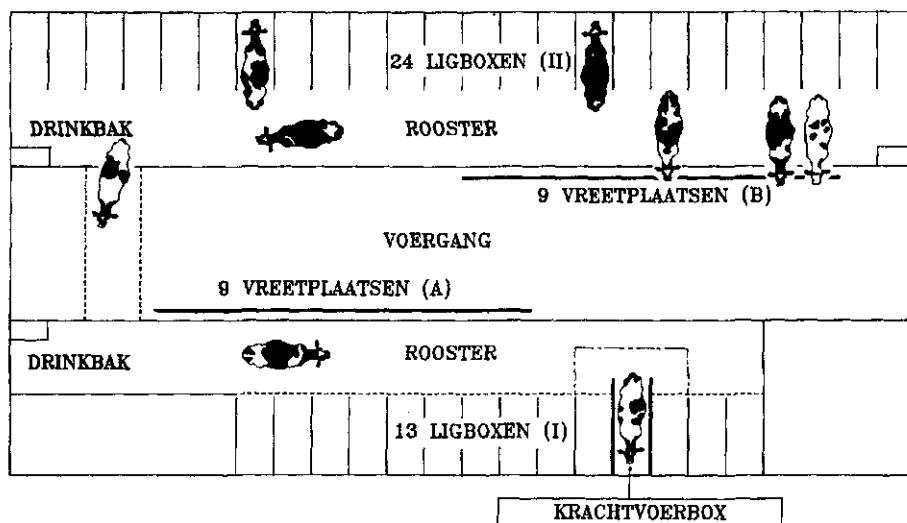


Het patroon van oproepen was als volgt. In beide experimenten werd om 07.00 uur de eerste koe (A) opgeroepen. Vanaf dat moment kreeg de koe 12 minuten de tijd om de krachtvoerbox te bezoeken en het krachtvoer op te nemen. In het voorbeeld (figuur 2) reageerde de koe (+) direct op het signaal, bezocht de krachtvoerbox en nam binnen drie minuten haar portie van 1,0 kg krachtvoer op. Daarna werd koe A met behulp van de verjager verjaagd. Vanaf het moment dat koe A de box verliet, duurde het bij 'opeenvolgend' en 'verspreid' oproepen respectievelijk 0 en 12 minuten voordat koe B werd opgeroepen. In dit voorbeeld reageerde koe B niet op de oproep waardoor het programma de volle 12 minuten op haar wachtte. Daarna werd direct ('opeenvolgend') of na een pauze van 12 minuten ('verspreid') koe C opgeroepen. Deze cyclus werd iedere 4 uur herhaald waardoor de bezoeken van de koeien over het etmaal werden gespreid. Gedurende het melken werd er van 15.00 uur tot 16.00 uur een pauze ingesteld. Hiermee werd voorkomen dat de koeien tijdens het melken werden opgeroepen. 's Ochtends vond het melken aan het eind van een vier-uurs periode plaats; een tijdstip waarop er geen koeien meer werden opgeroepen.

## Plaats en uitvoering van het onderzoek

### Proefdieren, huisvesting en voerrantsoen

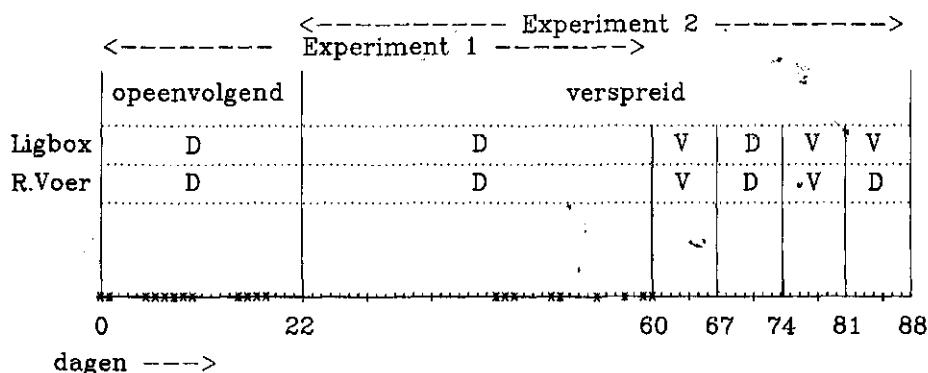
In het voorjaar van 1988 werd op de proefboerderij 'De Bunzing' van het Instituut voor Vee-tektnkundig Onderzoek in Zeist een groep van 9 op het oproepsignaal getrainde koeien samengesteld die op dat moment gemiddeld 5 maanden in lactatie waren. De koeien werden gehuisvest in een gedeelte van een tweerijige ligboxenstal, voorzien van een roostervloer waar ze de beschikking hadden over voldoende (in de experimenten 1 en 2 resp. 13 en 24) ligboxen en 9 vreetplaatsen (figuur 3). In één van de ligboxen werd de krachtvoerbox geplaatst welke was uitgerust voor bediening door het Koeien Oproep Systeem. Tweemaal per dag, om 06.00 uur en om 15.30 uur werden de koeien gemolken. Tijdens het melken werd 1,0 kg lokbrok per koe verstrekt. Na het melken konden de koeien naar behoefte voordroogkuil opnemen. Naast dit rantsoen werd via de krachtvoerbox 6 kg krachtvoer per koe per dag verstrekt. Gedurende de gehele proef bleef het rantsoen constant.



Figuur 3. Plattegrond van de proefstal.

## Proefopzet

Het krachtvoer in de krachtvoerbox werd gevoerd met behulp van het oproepsysteem. Iedere koe werd eens per vier uur opgeroepen en kon dan, als ze de krachtvoerbox bezocht, 1 kg krachtvoer opnemen. Eventuele resten krachtvoer werden niet doorgeschoven naar een volgende periode. De start van de dagelijkse procedure was om 07.00 uur. Het onderzoek kan worden verdeeld in twee experimenten (figuur 4). Experiment 1 bestond uit de ronden 1 en 2, experiment 2 bestond uit 5 ronden. De laatste ronde van experiment 1 was dezelfde als de eerste van experiment 2. In de eerste ronde van het eerste experiment werden de koeien eens per vier uur direct na elkaar opgeroepen, in het vervolg aangeduid met 'opeenvolgend'. Deze situatie werd vergeleken met een situatie waarbij de oproepen maximaal gespreid werden over iedere 4-uurs periode. Dit werd bereikt door tussen de oproepen van twee opeenvolgende koeien een extra pauze van 12 minuten in te lassen. De beide ronden duurden respectievelijk 22 en 38 dagen.



Figuur 4. Proefschema van de experimenten 1 en 2. Voor elke ronde is aangegeven op welke dagen video-waarnemingen werden uitgevoerd (\* op x-as). Ook is per ronde aangegeven waar ruwvoer werd verstrekt en welke ligboxen de koeien konden gebruiken (Veraf of Dichtbij). Zie ook figuur 1.

In het eerste experiment werd de invloed van het spreiden van de oproepen op de reactie op het oproepsignaal onderzocht. Ook het gedrag van de koe op het moment dat ze werd opgeroepen is geanalyseerd. Hiervoor werden met behulp van video-apparatuur, etmaalwaarnemingen verricht (12 resp. 9 waarnemingen in ronde 1 en 2). Hierbij werd onderscheid gemaakt tussen liggen in de ligbox, staan in de ligbox, staan in de loopruimte, staan aan het voerhek en staan in de nabijheid van de krachtvoerbox. Koeien die in de loopruimte direct achter de krachtvoerbox of achter de beide ligboxen aan weerszijde van de krachtvoerboxen binnen een afstand van driekwart van de breedte van de loopruimte achter de boxen stonden, bevonden zich in de wachtruimte achter de krachtvoerbox (figuur 3).

Gedurende het tweede experiment werd de indeling van de stal gevarieerd. De invloed hiervan op de reactie op het oproepsignaal werd bestudeerd. In de eerste ronde van experiment 2 waren de ligboxen en de voerplaatsen dichtbij de krachtvoerbox. Gedurende de tweede ronde werden de ligboxen en de voerplaatsen in de nabijheid van de krachtvoerbox afgesloten. Aan de overzijde van de voergang waren ligboxen beschikbaar en werd het ruwvoer verstrekt. De afstand tussen de krachtvoerbox enerzijds en de ligboxen en voerplaatsen anderzijds werd dus

aanzienlijk vergroot. De situatie in ronde 1 en 2 van experiment 2 werd herhaald in respectievelijk ronde 3 en 4. In ronde 5 werd het ruwvoer verstrekt aan het voerhek vlakbij de krachtvoerbox terwijl de koeien om te liggen de voergang weer moesten oversteken. Ronde 1 duurde 38 dagen, de overige vier ronden duurden ieder 7 dagen. In dit tweede experiment werden alleen de bezoeken geregistreerd. Het gedrag op het moment van oproepen werd niet geanalyseerd.

### **Verzameling en verwerking van gegevens**

Gedurende de experimenten werd door een PC van ieder bezoek aan de krachtvoerbox het nummer van de desbetreffende koe, het tijdstip van aankomst en vertrek en de krachtvoeropname geregistreerd. Tijdens experiment 1 werd gedurende 12 dagen ('opeenvolgend') en 9 dagen ('verspreid') aan de hand van video-opnames bepaald wat het gedrag van de koe was op het moment dat ze werd opgeroepen. De invloed op de reactie op het oproepsignaal van (1) de wijze van oproepen (verspreid vs. opeenvolgend) en van (2) het gedrag van de koe op het moment van oproepen werd met een regressie-analyse berekend.

Voor experiment 2 is met een variantieanalyse de invloed van de grotere afstand tot de krachtvoerbox op het percentage reactie uitgerekend. Hierbij is tevens onderscheid gemaakt tussen actieve en niet-actieve perioden. Een actieve periode wordt gedefinieerd als een periode waarin de koeien zich veelal bevinden in de loopruimte en bezig zijn met de opname van ruwvoer. De voeropname vond grotendeels plaats tussen 07.00 en 11.00 uur en tussen 15.00 en 23.00 uur. Deze factor en ook de interactie met de behandeling is in het model opgenomen. Bij beide experimenten werden in de analyses de reacties van de afzonderlijke koeien als onafhankelijk beschouwd.

## **Resultaten**

### **Gedrag op het moment van oproepen**

Het doel van het eerste experiment was nagaan of de reactie op het oproepsignaal werd beïnvloed door het gedrag op het moment van oproepen en door de spreiding van de oproepen over het etmaal. In tabel 1 is zowel voor de situatie 'opeenvolgend' als voor 'verspreid' weergegeven wat de koeien deden op het moment dat ze werden opgeroepen. Voor het etmaal als geheel blijkt dat bij het opeenvolgend oproepen de koeien vaker (11,17) dan bij het verspreid oproepen (5,45) werden opgeroepen als ze al in de nabijheid van de krachtvoerbox stonden te wachten. Bij het verspreid oproepen stonden de koeien op het moment van de oproep vaker aan het voerhek (12,33).

Dit verschil tussen de beide behandelingen wordt voor 75 % verklaard door het verschil dat in de periode tussen 15.00 en 19.00 uur gevonden is (2,25 vs. 6,22 oproepen). Aan de verschillen in aantal oproepen vanuit de wachtruimte wordt door alle perioden een bijdrage geleverd. Bij de gedragscategorieën liggen en staan in de ligbox en staan rooster werden tussen de behandelingen 'opeenvolgend' en 'verspreid' geen verschillen aangetoond. Vooral het aantal oproepen waarbij de koeien aan het voerhek stonden of in de ligbox lagen fluctueerde nogal sterk gedurende de dag. Zoals mag worden verwacht kwam het vooral in de periode dat ruwvoer verstrekt werd (07.00-11.00 uur en 15.00 - 19.00 uur) regelmatig voor, dat koeien opgeroepen werden op het moment dat ze aan het voerhek stonden. Vooral in de laatste twee 4-uurs perioden van het etmaal werden de koeien vaak opgeroepen terwijl ze in een ligbox lagen.

Vervolgens is per 4-uurs periode en ook voor het gehele etmaal nagegaan hoe de koeien reageerden op het oproepsignaal. Voor ieder 'gedrag op het moment van oproepen' apart is nagegaan op hoeveel procent van de oproepen de koeien reageerden met een bezoek aan de krachtvoerbox.

*Tabel 1. Het gemiddeld aantal koeien, dat een bepaald gedrag vertoont op het moment van oproepen, per periode van 4 uur en per etmaal voor 'opeenvolgend' (O) en 'verspreid' (V) afzonderlijk.*

| Gedrag<br>Periode | Ruwvoer-<br>opname |       | Liggen<br>ligbox |       | Staan<br>ligbox |      | Staan<br>loopruijnte |      | Staan<br>wachtruijnte |      |
|-------------------|--------------------|-------|------------------|-------|-----------------|------|----------------------|------|-----------------------|------|
|                   | O                  | V     | O                | V     | O               | V    | O                    | V    | O                     | V    |
| 07.00-11.00       | 2,42               | 3,33  | 2,75             | 2,89  | 0,42            | 0,44 | 1,33                 | 1,00 | 2,08                  | 1,33 |
| 11.00-15.00       | 0,67               | 0,78  | 4,08             | 5,56  | 0,25            | 0,56 | 1,67                 | 1,11 | 2,33                  | 1,00 |
| 15.00-19.00       | 2,25               | 6,22  | 3,25             | 0,78  | 0,50            | 0,22 | 1,08                 | 1,11 | 1,92                  | 0,67 |
| 19.00-23.00       | 1,33               | 0,78  | 2,33             | 4,11  | 0,50            | 0,89 | 1,92                 | 1,56 | 2,92                  | 1,67 |
| 23.00-03.00       | 0,17               | 1,22  | 6,25             | 5,89  | 0,75            | 0,78 | 0,83                 | 1,00 | 1,00                  | 0,11 |
| 03.00-07.00       | 0,25               | 0,00  | 7,08             | 7,11  | 0,58            | 0,67 | 0,17                 | 0,56 | 0,92                  | 0,67 |
| Totaal etmaal     | 7,09               | 12,33 | 25,74            | 26,34 | 3,00            | 3,56 | 7,00                 | 6,34 | 11,17                 | 5,45 |

Uit een variantie-analyse met als hoofdeffecten de positie van de koe op het moment van oproepen, het meer ('verspreid') of minder ('opeenvolgend') verspreiden van de oproepen over het etmaal en de periode waarin de oproep plaats vond, bleek dat deze factoren samen 40,5 % van de variatie in reactie verklaarden. De belangrijkste bekende variatiebron was het gedrag van de koe op het moment van oproepen, deze verklaarde 30,4 % van de variatie in reactie op het oproepsignaal.

In tabel 2 staat per 4-uurs periode en per etmaal het percentage reacties bij een bepaald gedrag op het moment van oproepen weergegeven. Totaal gezien was de reactie van de koeien bij het verspreid oproepen altijd beter dan bij het opeenvolgend oproepen. Het verschil was, hoewel significant, echter erg klein (4 %). Een groter verschil bestond bij het oproepen van de koeien als deze zich in de loopruijnte bevonden. In dat geval was de reactie bij het verspreid oproepen ruim 25 % hoger dan bij het opeenvolgend oproepen van de koeien. Met name

*Tabel 2. Percentage reactie op het oproepsignaal per periode van vier uur en per etmaal bij een bepaald gedrag op het moment van oproepen voor 'opeenvolgend' (O) en 'verspreid' (V) afzonderlijk.*

| Gedrag<br>Periode | Ruwvoer-<br>opname |      | Liggen<br>ligbox |      | Staan<br>ligbox |       | Staan<br>loopruijnte |       | Staan<br>wachtruijnte |       |
|-------------------|--------------------|------|------------------|------|-----------------|-------|----------------------|-------|-----------------------|-------|
|                   | O                  | V    | O                | V    | O               | V     | O                    | V     | O                     | V     |
| 07.00-11.00       | 82,0               | 91,9 | 44,8             | 44,4 | 100,0           | 50,0  | 46,7                 | 95,0  | 100,0                 | 100,0 |
| 11.00-15.00       | 100,0              | 91,7 | 59,0             | 69,2 | 66,7            | 100,0 | 90,7                 | 79,2  | 100,0                 | 100,0 |
| 15.00-19.00       | 91,1               | 80,3 | 32,1             | 40,0 | 62,5            | 50,0  | 54,2                 | 90,0  | 100,0                 | 100,0 |
| 19.00-23.00       | 75,0               | 83,3 | 50,2             | 56,0 | 50,0            | 87,5  | 62,5                 | 100,0 | 95,8                  | 100,0 |
| 23.00-03.00       | 50,0               | 90,0 | 46,8             | 39,0 | 66,7            | 73,3  | 78,6                 | 91,7  | 100,0                 | 100,0 |
| 03.00-07.00       | 0,0                | -    | 40,5             | 50,6 | 75,0            | 70,0  | 100,0                | 100,0 | 100,0                 | 100,0 |
| Totaal etmaal     | 78,8               | 86,7 | 45,5             | 50,7 | 71,4            | 73,6  | 67,2                 | 92,7  | 99,2                  | 100,0 |

in de perioden waarin ook ruwvoer werd opgenomen, van 07.00 tot 11.00 uur (gemiddeld + 48,3 %) en van 15.00 tot 23.00 uur (gemiddeld + 36,7 %), reageerden ze bij 'verspreid' oproepen beter. In alle situaties werd er door liggende koeien duidelijk slechter (respectievelijk 45,5 % en 50,7 %) op het signaal gereageerd dan bij ieder ander gedrag op het moment van oproepen. Als koeien die in de 'wachtruimte' vlakbij de krachtvoerbox stonden werden opgeroepen, werd bijna altijd de krachtvoerbox bezocht.

### Reactie op het oproepsignaal bij een gewijzigde stalindeling

In experiment 2 werd de plaats waar de koeien konden liggen en ruwvoer konden opnemen ten opzichte van de plaats van de krachtvoerbox gevarieerd. De reactie van de koeien op het geluidssignaal in de drie verschillende situaties is weergegeven in tabel 3. Als koeien werden opgeroepen in een situatie waarin de ligboxen en het voerhek zich op grotere afstand van de krachtvoerbox bevonden (V), reageerden de koeien minder (11,4 %) dan in de situatie waarin de krachtvoerbox in de lig- en eetruimte was geplaatst (D) (67,2 %). Dit verschil is significant. Bij het verstrekken van ruwvoer in de buurt van de krachtvoerbox (R) reageerden de

*Tabel 3. Reactie op het oproepsignaal \* per 4-uurs periode en per etmaal, als percentage van het totaal aantal oproepen voor de drie behandelingen 'Dichtbij' (D), 'Verweg' (V) en 'Ruwvoer dichtbij' (R) afzonderlijk. Per behandeling is ook het aantal oproepen gegeven.*

| Periode         | D                 | V                 | R                 |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 07.00-11.00     | 73,8 <sup>a</sup> | 12,0 <sup>b</sup> | 53,7 <sup>c</sup> |
| 11.00-15.00     | 63,7 <sup>a</sup> | 11,9 <sup>b</sup> | 22,2 <sup>b</sup> |
| 15.00-19.00     | 77,8 <sup>a</sup> | 18,3 <sup>b</sup> | 39,7 <sup>c</sup> |
| 19.00-23.00     | 72,6 <sup>a</sup> | 14,3 <sup>b</sup> | 34,9 <sup>b</sup> |
| 23.00-03.00     | 57,9 <sup>a</sup> | 7,1 <sup>b</sup>  | 9,5 <sup>b</sup>  |
| 03.00-07.00     | 56,4 <sup>a</sup> | 4,8 <sup>b</sup>  | 11,1 <sup>b</sup> |
| Totaal etmaal   | 67,2 <sup>a</sup> | 11,4 <sup>b</sup> | 27,9 <sup>c</sup> |
| Aantal oproepen | 783               | 738               | 369               |

\* Daar waar binnen een experiment significante verschillen tussen voersystemen werden gevonden ( $p < 0,05$ ), zijn de getallen met verschillende letters gemerkt (a, b of c).

koeien op 27,9 % van de oproepsignalen. Een significante toename van 16,5 % ten opzichte van de situatie waarin zowel het verstrekken van ruwvoer als het gebruik van de ligboxen op grotere afstand van de krachtvoerbox plaats vond.

De verschillen tussen V en R ontstonden met name in de eerste en de derde en in mindere mate in de vierde 4-uurs periode en zijn ook alleen in periode 1 en 3 significant. Het verschil in reactie is in deze perioden gemiddeld 31,6 %. Het verschil tussen D enerzijds en V en R anderzijds is in alle 4-uurs perioden significant. In alle situaties is de reactie in de laatste twee 4-uurs perioden - de nacht - lager dan de gemiddelde reactie over het etmaal. Ook tussen 11.00 en 15.00 uur is er over het algemeen een lagere reactie.

Bij de huisvesting van melkkoeien in een ligboxenstal waarbij het ruwvoer voornamelijk 's morgens en 's avonds na het melken wordt verstrekt is het aannemelijk dat koeien een uitgesproken dag- en nachtritme laten zien. Tabel 1 heeft laten zien dat het gedrag op het moment van oproepen onder andere afhangt van het tijdstip van de dag. In de 4-uurs perioden di-

rect na het melken blijken de koeien vaak aan het voerhek te staan als ze worden opgeroepen, tussen 23.00 en 07.00 uur liggen de koeien meestal in de ligbox als ze worden opgeroepen. Globaal kan het etmaal dus worden ingedeeld in actieve perioden, waarin koeien bezig zijn met ruwvoeropname, en niet-actieve perioden waarin de meeste koeien in de ligbox liggen. Actief zijn de koeien tussen 07.00 en 11.00 uur en tussen 15.00 en 23.00 uur. Met behulp van een variantieanalyse is getoetst welke bijdrage het behandelingseffect en de factor activiteit leverden aan de variatie in reactie. Daarbij is uitgegaan van gemiddelden over actieve en niet-actieve perioden. De resultaten zijn vermeld in tabel 4. Binnen elk van de drie behandelingen werd een significant verschil in reactie gevonden tussen de actieve en niet-actieve perioden. Behandeling en activiteit hadden een significante invloed op de reactie. Samen verklaarden ze 76,8 % van de variatie, waaraan de factor activiteit slechts 5,7 % bijdroeg.

*Tabel 4. Reactie op het geluidssignaal gedurende de behandelingen (D, V en R) voor de actieve en niet actieve perioden afzonderlijk.*

| Periode     | D      | V      | R      |
|-------------|--------|--------|--------|
| actief      | 74,8 % | 15,0 % | 42,2 % |
| niet-actief | 59,4 % | 7,9 %  | 14,3 % |

## Discussie

In twee experimenten met het Koeien Oproep Systeem bezochten de koeien de krachtvoerbox gemiddeld in 65,6 % (experiment 1) en 67,2 % (experiment 2) van het aantal keren dat ze werden opgeroepen. Ook uit de literatuur is bekend dat landbouwhuisdieren geleerd kan worden om op geluidssignalen te reageren (Kiley-Worthington & Savage; 1978; Albright et al., 1966; Hammell & Hurnik, 1987). In de beschreven experimenten met koeien ging het echter altijd om een geluidssignaal waarmee de gehele groep koeien werd geconditioneerd. Het onderhavige onderzoek bevestigt de resultaten van experimenten die werden uitgevoerd met achtereenvolgens vijf koeien en vijf pinken (Wierenga & Hopster, 1987). Ook demonstreert het de mogelijkheden voor individuele conditionering tijdens groepshuisvesting onder praktijkomstandigheden. Het percentage reactie gevonden onder vergelijkbare omstandigheden, in eerdere experimenten (Wierenga en Hopster, 1987) was voor 5 koeien en 5 pinken respectievelijk 86,9 % en 95,9 %. Vooral gedurende de periode dat de koeien in het hier beschreven experiment werden getraind, traden er veel technische problemen met de verjager op. Hierbij kwam het soms voor dat koeien, nadat ze werden opgeroepen en de krachtvoerbox bezochten, direct werden verjaagd. Het lijkt dan ook aannemelijk dat de hierdoor veroorzaakte onduidelijkheid leidde tot een lagere reactie in dit onderzoek.

De reactie op het geluidssignaal in experiment 1 was tijdens het liggen in de ligbox met 45,5 % en 50,7 % duidelijk lager dan in de gevallen waarin de koeien stonden. Hiermee, en doordat koeien 's nachts vaker in de ligbox lagen, kan in experiment 2 tevens de lagere reactie gedurende de niet-actieve perioden (tabel 4) worden verklaard. Koeien die opgeroepen werden terwijl ze vlakbij de krachtvoerbox stonden reageerden voor bijna 100 %. Ook koeien die aan het voerhek werden opgeroepen reageerden erg goed. Een verklaring voor de verschillen in reactie afhankelijk van het gedrag van de koe op het moment van oproepen, zou als volgt kunnen luiden. Na een periode waarin een koe voldoende ruwvoer heeft kunnen opnemen volgt in het algemeen een periode van rust. De koe is verzadigd en gaat in een ligbox liggen. Een geluidssignaal, dat op dat moment (kracht)voer aankondigt, zal een andere reactie teweeg

brengen dan een oproep op een moment dat de koe juist geïnteresseerd is in voer. Ook Kiley-Worthington & Savage (1978) vond dat koeien die bij het horen van een geluidssignaal vanuit de weide naar de melkstal konden gaan, minder goed reageerden als het een verse weide betrof. In een ander experiment waarin koeien werd geleerd om een hefboom te bedienen waarna een beloning volgde (Moore et al., 1975) werd een krap voerregiem aanbevolen, waarmee de motivatie van de koe om (kracht)voer op te nemen werd gewaarborgd, waardoor de trainingstijd werd beperkt. De lagere reactie bij het oproepen van liggende koeien kan dus heel goed worden verklaard uit het feit dat de koeien op dat moment minder in voer waren geïnteresseerd.

Er werd tussen de behandelingen 'opeenvolgend' en 'verspreid' slechts een klein verschil in het percentage reactie gevonden, waarmee bevindingen in eerder onderzoek worden bevestigd (Wierenga & Hopster, 1987). Het gedrag op het moment van oproepen was bij beide behandelingen verschillend (tabel 1). Bij 'verspreid' kwam het minder vaak voor dat de koe vanuit de wachtruimte werd opgeroepen. In tegenstelling tot bij 'opeenvolgend' werden de koeien meer vanaf het voerhek opgeroepen. Het verschil tussen de beide behandelingen bij staan aan het voerhek op het moment van oproepen ontstaat voornamelijk in de eerste en derde 4-uurs periode terwijl het verschil met staan in de wachtruimte op het moment van oproepen verspreid over het etmaal tot stand komt. Deze verschillen zijn daardoor niet complementair en een verklaring hiervoor is dan ook moeilijk te geven.

Met het veranderen van de indeling van de stal, waardoor de afstand tussen de koeien en de krachtvoerbox toenam, daalde de reactie significant. Als echter het ruwvoer weer in de nabijheid van de krachtvoerbox werd verstrekt steeg de reactie met name in die perioden waarin ook ruwvoer werd opgenomen (tabel 3). Koeien die bij de opname van ruwvoer toch al in de buurt van de krachtvoerbox zijn, en daardoor na een oproep slechts een kleine afstand hoeven af te leggen om de krachtvoerbox te bezoeken zullen hiertoe eerder besluiten dan koeien die een grotere afstand moeten overbruggen.

Enerzijds heeft het gedrag van de koe op het moment van oproepen invloed op de reactie (experiment 1). Anderzijds is er een duidelijk effect van de afstand die de koe moet afleggen om de krachtvoerbox te bezoeken op de reactie. Koeien lijken dus een afweging te maken tussen opbrengsten (krachtvoer) en kosten (naar de krachtvoerbox gaan), waarbij de behoefte aan voer op het moment van oproepen bij de afweging wordt betrokken.

In het algemeen is gebleken dat een systeem waarmee koeien individueel kunnen worden opgeroepen, de gedragsonderzoeker een goed instrument in handen geeft, om meer inzicht te krijgen in de wijze waarop factoren in de bedrijfsvoering, invloed hebben op het gedrag van koeien. Met behulp van de resultaten van dergelijk onderzoek kan worden aangegeven hoe systemen voor automatisch melken en voeren kunnen worden ontwikkeld zodanig, dat deze aansluiten bij de behoeften van de koe.

## Literatuur

- Albright, J.L., W.P. Gordon, W.C. Black, J.P. Dietrich, W.W. Snijder & C.E. Meadows, 1966. Behavioural responses of cows to auditory training. *Journal of Dairy Science*, 4: 104-106.
- Burg, A. van der, Y.S.T. Zeinstra & T.E.M. Hettinga, 1987. Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking: spaar- en periodensysteem. *Veeteelt*, 5: 547-551.
- Folkerts, H. & H.K. Wierenga, 1986. Voercomputers: perioden- of spaarsysteem? *Landbouw-mechanisatie*, 37-3: 269-272.
- Hammell, K.L. & J.F. Hurnik, 1987. Fixed-interval conditioned feed intake in swine and cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 67: 319-325.
- Hopster, H. & H.K. Wierenga, 1988. Krachtvoeropname heeft voor de koe hoge prioriteit. *Veeteelt*, 1: 50-52.
- Kiley-Worthington, M. & P. Savage, 1978. Learning in dairy cattle using a device for economical management of behaviour. *Appl. Anim. Behav.*, 4: 119-124.

- Moore, C.L., W.G. Whittlestone, M. Mullord, P.N. Priest, R. Kilgour & J.L. Albright., 1975.* Behavior responses of dairy cows to activate a feeding device. *Journal of Dairy Science*, 58: 1531-1535.
- Wierenga, H.K. & H. Hopster, 1987.* Behavioural research for the further development of systems for automatic concentrate feeding. In: *Proceedings of the third symposium Automation in Dairying*, Wageningen, The Netherlands, September 9-11, 1987. IMAG, Wageningen, 52-61.



## 4 Vooruitzicht

# Krachtvoerverstrekking en bedrijfsmanagement

A. Hengeveld

*Stichting Takorganisatie Automatisering Uniformering Rundveehouderij Sector*  
Postbus 1076, 8200 BB Lelystad

## Samenvatting

Volgens een aantal studies zal het aantal melkveehouderijbedrijven in het jaar 2000 zijn afgenomen tot ca. 30.000. De automatiseringsgraad van die bedrijven zal dan zijn toegenomen. De prognoses over het aantal voercomputers in het jaar 2000 lopen uiteen van 13.000 tot 20.000. In dat jaar zal de voercomputer meer en meer een onderdeel vormen van een integraal systeem: sensoren, procesautomatisering, bedrijfsmanagementsystemen en externe datacommunicatie met dienstverlenende instanties.

Op dit moment lopen de investeringen voor een voercomputer uiteen van ca. 300 tot 400 gulden per koe en de jaarlijkse kosten van ca. 80 tot 100 gulden per koe. Door een hogere opbrengst (hoger vet- en/of eiwitgehalte, grotere melkplas) zijn de investeringen nauwelijks terug te verdienen als de huidige quotumregeling gehandhaafd blijft. Op de totale hoeveelheid krachtvoer kan met behulp van de voercomputer worden bespaard. Arbeidsbesparing en -verlichting, en uitbreiding van de voercomputer met een aantal administratieve functies zullen ongetwijfeld bijdragen aan de verlaging van de veekosten maar zijn moeilijk concreet in cijfers uit te drukken.

Factoren die van invloed zijn op de toename van het aantal voercomputers in de nabije toekomst zijn: kostenbesparing door een betere bewaking van de krachtvoergift, een betere kwaliteitsbewaking en factoren vanuit milieutechnische en voedingstechnische overwegingen.

## Inleiding

Geprogrammeerde krachtvoerverstrekking aan melkvee kan niet los worden gezien van andere (huidige of komende) ontwikkelingen in de automatisering binnen de melkveehouderijsector. In dit artikel over krachtvoerverstrekking in het kader van bedrijfsmanagement zullen zowel de ontwikkelingen in de automatisering op het melkveehouderijbedrijf alsmede een kosten/baten analyse van geprogrammeerde krachtvoersystemen aan de orde komen.

## Ontwikkelingen

### Aantal bedrijven

De ontwikkeling van het aantal bedrijven en koeien wordt de komende jaren sterk bepaald door beleidsmaatregelen met betrekking tot de superheffing en het milieu en de wijze waarop na 1992 inhoud wordt gegeven aan de Europese markt. Door het LEI is een prognose opgesteld voor het jaar 2000 (Douw et al., 1987). Hierbij is uitgegaan van een blijvende superheffing en geen verdere quotumkorting. In de prognose is een jaarlijkse afvloeiing van 3,5 % aangehouden. Dit resulteert in ca. 33.000 bedrijven (in 1987: 52.800). De melkproductie is dan gestegen tot ca. 6.900 kg per koe en het aantal melkkoeien per bedrijf tot ruim 48. In tabel 1 is een verdere uitsplitsing van deze gegevens gemaakt naar aantal melkkoeien per bedrijf. Hieruit blijkt dat het aantal bedrijven met meer dan 50 melkkoeien toe zal nemen van 31 % naar 41 %; het aantal koeien dat op deze bedrijven rondloopt zal toenemen van 56 % naar 63 %.

Tabel 1. Aantal bedrijven in het jaar 2000; indeling naar bedrijfsgrootte (Douw et al., 1987).

|                      | Percentage bedrijven |               | Percentage melkkoeien |                  |
|----------------------|----------------------|---------------|-----------------------|------------------|
|                      | 1987                 | 2000          | 1987                  | 2000             |
| <b>Melkkoeien</b>    |                      |               |                       |                  |
| 1 - 9                | 12                   | 5             | 1                     | 0                |
| 10 - 19              | 12                   | 6             | 4                     | 2                |
| 20 - 29              | 16                   | 15            | 10                    | 8                |
| 30 - 49              | 29                   | 33            | 29                    | 27               |
| 50 - 69              | 18                   | 24            | 26                    | 30               |
| 70 - 99              | 10                   | 12            | 19                    | 21               |
| 100                  | 3                    | 5             | 11                    | 12               |
| <b>Totaal aantal</b> | <b>52.800</b>        | <b>33.000</b> | <b>2.100.000</b>      | <b>1.600.000</b> |

### Automatisering

Onlangs is een studie gepubliceerd, die in opdracht van het NAJK (Nederlands Agrarisch Jongeren Kontakt) is uitgevoerd door de Landbouw Universiteit (Overbeek & Munters, 1988). Deze studie bevat onder andere een vrij uitgebreide prognose van de automatisering in het jaar 2000 (tabel 2). De verkregen uitkomst geeft op een realistische wijze de automatiseringstrend voor de komende jaren weer. Doel van deze studie was op basis van een te verwachten ontwikkeling, huidige knelpunten in de automatisering aan te geven en daarmee tot een aantal beleidsaanbevelingen te komen. Deze zijn inmiddels aangeboden aan o.a. de takorganisaties. Ook in deze studie is de ontwikkeling van het aantal bedrijven, de gemiddelde melkproduktie

Tabel 2. Prognose voor de automatisering op melkveehouderijbedrijven volgens Taurus en de studie van het NAJK (voor verdere toelichting: zie tekst).

|                                       | 1987   | 2000<br>NAJK | 2000<br>TAURUS |
|---------------------------------------|--------|--------------|----------------|
| <b>Bedrijven met procesapparatuur</b> |        |              |                |
| Krachtvoerdosering                    | 6.000  | 20.000       | 13.000         |
| Melkrobot                             | -      | 5.000        |                |
| <b>Bedrijven met sensoren</b>         |        |              |                |
| Melkmeting                            | 100    | } 10.000     |                |
| Geleidbaarheid                        | -      |              |                |
| Temperatuur                           | -      |              |                |
| Dieractiviteit                        | -      | 7.000        |                |
| Overig                                | -      | 5.000        |                |
| <b>Bedrijven met:</b>                 |        |              |                |
| Bedrijfscomputer                      | 300    | 8.000        | 7.000          |
| Externe verwerking                    | 10.000 | 15.000       | 16.000         |
| <b>Communicatie:</b>                  |        |              |                |
| Met externe org. (2-richting)         |        | 10.000       |                |

tie en het gemiddeld aantal melkkoeien per bedrijf vastgesteld. Dit resulteert in 31.500 bedrijven met een gemiddelde produktie van ca. 7.500 kg/melkkoe en gemiddeld 49 melkkoeien per bedrijf. De melkproduktie stijgt in deze prognose dus sterker dan in de LEI-prognose.

Opvallend in dit rapport is het verwachte aantal van 5000 melkrobots (tabel 2) en de sterke groei (tot 20.000) van het aantal bedrijven met een krachtvoercomputer (ca. 60 % van de bedrijven). De Taurus-prognose (Taurus, 1988) komt beduidend lager uit (13.000). Het aantal bedrijven met sensoren in de melkstal wordt geschat op 10.000. De verwachting ten aanzien van bedrijfscomputers en externe verwerking komt redelijk overeen met de verwachting van Taurus. De geënquêteerden hebben enkele redenen aangegeven waarom de automatisering tot dit niveau zal uitgroeien. In volgorde van belangrijkheid is o.a. opgegeven: een verlaging van de kostprijs, het sneller beschikbaar komen van (meer) informatie en een arbeidsbesparing bij het uitvoerende werk. Bij de jongere veehouder lag het accent meer op het kostprijsaspect en snellere informatievoorziening dan op arbeidsbesparing. Bij de oudere veehouders was dit juist andersom.

## Kosten en baten van de krachtvoercomputer

Het rendement van een krachtvoercomputer is niet concreet aan te geven. Dit zal per bedrijf verschillen en hangt bovendien af van ontwikkelingen op, en in de omgeving van, het bedrijf. Daarom zal worden volstaan met aan te geven wat bedrijfseconomisch de jaarlijkse kosten zijn en op welke wijze deze kosten minimaal gecompenseerd kunnen worden.

### Jaarlijkse kosten

Er wordt uitgegaan van een zelfvoorzienend bedrijf (geen ruwvoeraankoop) met 40 melkkoeien en een intensiever bedrijf (ruwvoeraankoop) met 80 melkkoeien. De investering is berekend op gemiddelde catalogusprijzen en bedraagt f 415,- en f 303,- per melkkoe voor respectievelijk 40 en 80 melkkoeien (tabel 3). De jaarlijkse kosten voor rente, afschrijving (15 %) en onderhoud zijn vastgesteld op ruim 25 %. Dit is respectievelijk f 107,- en f 78,- per koe per jaar.

*Tabel 3. De jaarlijkse kosten van de voercomputer in guldens.*

| Melkkoeien                  | 40            | 80            |
|-----------------------------|---------------|---------------|
| Zenders (à f 90,-)          | 3.600         | 7.200         |
| Voerstations (à f 4000,-)   | 8.000         | 12.000        |
| Procesapparatuur            | 5.000         | 5.000         |
| <b>Totaal</b>               | <b>16.600</b> | <b>24.200</b> |
| Per melkkoe                 | 415           | 303           |
| Jaarlijkse kosten (25,85 %) | 107           | 78            |

### Compensatie door hogere opbrengst, lagere voerkosten en overige factoren

Voor een compensatie door middel van een hogere opbrengst zijn er drie mogelijkheden (zie ook: Boeren met Quotum, 1988):

- hoger vetgehalte;
- hoger eiwitgehalte;
- hogere produktie per koe.

Deze mogelijkheden worden achtereenvolgens besproken.

In principe is de mogelijkheid voor een hoger vetgehalte aanwezig door een betere spreiding van de voergift. Bij het huidige quotumsysteem met een koppeling van melkplas en vetgehalte, betekent vetstijging minder melkkoeien en dus minder melk en minder eiwit. Bij het zelfvoorzienende bedrijf komt dan in principe grond vrij. Als hier geen goed alternatief voor is, daalt het saldo/koe. Voor het intensieve bedrijf verandert het saldo nauwelijks. Conclusie: door vetgehaltestijging is de voercomputer niet rendabel te rekenen.

Behoort een verhoging van het vetgehalte nog wel tot de reële mogelijkheden bij het gebruik van geprogrammeerde krachtvoersystemen; de mogelijkheden voor een verhoging van het eiwitgehalte lijken nauwelijks aanwezig. Wanneer dit toch het geval zou zijn, dan blijkt dat een stijging van 0,1 % eiwit, een saldoverhoging per koe betekent van f 60,-. Conclusie: 0,1 % - 0,15 % extra eiwit compenseert de jaarlijkse kosten.

Een hogere productie per koe betekent minder melkkoeien en bij de zelfvoorzienende situatie vrijkomende grond. Is het saldo van deze grond laag, dan blijkt een produktiestijging nodig te zijn van ca. 1000 kg per koe om de jaarlijkse kosten te compenseren. Voor het intensieve bedrijf is minimaal een stijging nodig van ca. 500 kg. Conclusie: de noodzakelijke produktiestijging is te groot om daadwerkelijk de jaarlijkse kosten te kunnen compenseren.

Door gebruik van computervoeding en daarmee een efficiënter krachtvoerconsumptie zou het mogelijk moeten zijn om dezelfde productie met minder krachtvoer te realiseren. Bij een produktieniveau van 6000 kg per koe bedraagt het krachtvoerconsumptie voor de 40 en 80 melkkoeien resp. 1830 kg en 1950 kg per koe. Bij een krachtvoerprijs van f 41,- per 100 kg moet bij de bedrijven met 40 en 80 melkkoeien respectievelijk 0,86 kg en 0,62 kg per koe per lactatiedag worden bespaard om de jaarlijkse kosten te compenseren. Conclusie: een rendabele exploitatie door besparing van krachtvoer lijkt zeer goed mogelijk. Hierbij wordt dan wel verondersteld dat een nauwkeurige krachtvoertoediening per koe zonder krachtvoercomputer niet mogelijk is. De praktijk leert, dat dit inderdaad op veel bedrijven niet mogelijk is.

Afhankelijk van de uitvoering bevat de procescomputer een aantal administratieve functies (koekalender, coderingen voor vruchtbaarheid en gezondheid tot zelfs krachtvoerberekening). De waarde hiervan zal per bedrijf verschillen en hangt sterk af van het gebruik van de informatie. Dit aspect is dus van belang bij de beoordeling. Bij goed gebruik zal dit ongetwijfeld bijdragen tot verlaging van de veekosten.

Arbeidsbesparing, arbeidsverlichting en gemakkelijker inzet van vervanging zijn eveneens belangrijke aspecten, die niet in geld zijn uit te drukken, maar toch doorslaggevend kunnen zijn bij beslissingen over investeringen.

## Factoren van invloed op de toename van krachtvoerapparatuur

### Kostenbesparing en kwaliteitsbewaking

I De druk op de handelsprijsen in de EG zal op korte termijn toenemen. Daarnaast zullen ook de lasten voor de veehouders als gevolg van strengere milieu- en kwaliteitseisen toenemen. Er is dan ook eenduidigheid over de opvatting dat op korte termijn het verschil tussen opbrengsten en kosten eerder kleiner dan groter wordt. Het verschil tussen mengvoer- en ruwvoerprijsen zal groter worden. Bewaking van de voerkosten wordt door deze ontwikkelingen steeds belangrijker. Daarmee zal de behoefte aan een goede sturing van de krachtvoergift toenemen. Dit zal de aanschaf van computervoeding bevorderen.

II De komende jaren worden hogere eisen aan de kwaliteit van de geleverde rundveeproducten (melk, vlees) gesteld. Bij de verwerking kan hierdoor meer aandacht besteed worden aan kwaliteit, produktvernieuwing en marketing. Dit betekent dat de komende jaren steeds meer het accent komt te liggen op ketenbewaking. De rol van de consument moet hierbij niet worden onderschat. Kwaliteit ontstaat tijdens het proces en niet erna. Op het bedrijf betekent dit dus hogere eisen aan kwaliteit en samenstelling van het voer. Zo zijn op regionaal niveau reeds

afspraken gemaakt tussen mengvoerleveranciers en zuivelindustrie. Kwaliteitsgaranties voor krachtvoer (bijv. met betrekking tot aflatoxine) zullen naar verwachting de prijs wat doen stijgen. Dit dwingt tot een betere afstemming van de krachtvoergift per individuele koe. Deze ontwikkelingen zullen in het algemeen de procesbewaking en een snelle informatie-uitwisseling stimuleren.

### Milieutechnische en voedingstechnische aspecten

De milieuproblematiek zal zich binnen de rundveehouderij vooral ook toespitsen op afstemming van de stikstof in- en output. Hiermee komt ook een extra accent te liggen op een juiste afstemming van de voeding per individuele koe.

In de voer-melk keten zal over het algemeen een controle op en een garantie over voerkwaliteit gemakkelijker en beter stuurbaar zijn in mengvoerders dan in enkelvoudige krachtvoerders. Een sterke verschuiving hierin lijkt niet aannemelijk, omdat op energiebasis de prijzen elkaar zullen volgen. De voermengwagen zal de komende jaren gebruikt blijven worden, maar zal om reden van investering en mogelijkheden van produktiegroepen beperkt blijven tot grotere bedrijven. Beide ontwikkelingen staan uitbreiding van krachtvoerapparatuur niet in de weg. Op het bedrijf wordt de veehouder geconfronteerd met een sterke produktiestijging per koe (erfelijke mogelijkheden, biotechnologie, ET-techniek). Vooral voedingstechnisch gezien zullen veel bedrijven meer aandacht gaan geven aan individuele afstemming per koe, een goede rantsoenopbouw en spreiding van de voergift.

Het zal bij de hogere produktie-niveaus steeds meer aandacht vragen de dieren snel op de top van de lactatie te krijgen en vervolgens de produktie op peil te houden. De eisen ten aanzien van dosering en bewaking van de opname zullen in sterke mate toenemen. Dit zal het gebruik van de voercomputer bevorderen. Zowel uit oogpunt van voerefficiëntie als milieu krijgt een goede afstemming van de krachtvoerhoeveelheid per koe extra zin, als ook de individuele ruwvoeropname bekend is. Met een verdere vermindering van het aantal melkkoeien komt op de meeste bedrijven ook meer ruwvoer beschikbaar. Uit oogpunt van voerkosten is inzicht in de opnamecapaciteit per koe van belang. Onderzoek naar automatisering van ruwvoerverstrekking (bijvoorbeeld gecombineerde krachtvoer-ruwvoerbox) blijft van belang.

### Diergezondheid en vruchtbaarheid

In combinatie met metingen door andere sensoren, zoals melkmeting, geleidbaarheid, melktemperatuur en dieractiviteit kunnen afwijkingen in de krachtvoeropname bijdragen tot het eerder signaleren van gezondheidsproblemen en tochtigheid per individuele koe. Uit de prognose blijkt dat deze sensoren op steeds meer bedrijven voor zullen komen. Hiermee kan dus extra waarde worden toegevoegd aan de informatie, die nu al bij de krachtvoerverstrekking wordt vastgelegd. Voor het vaststellen van de onderlinge relaties lijkt meer onderzoek noodzakelijk.

### Naar integrale systemen

De veehouder kan de komende jaren bij de bedrijfsvoering gebruik maken van drie soorten computerapparatuur:

- procescomputer voor besturing en bewaking;
- bedrijfscomputer (PC) voor opslag en verwerking van bedrijfsinformatie;
- externe computers.

Voor de veehouder is een goede onderlinge afstemming van belang. Een integraal systeem is dan voorwaarde.

## Vershil in automatiseringsgraad

Momenteel wordt het meest geïnvesteerd in apparatuur voor krachtvoerdosering. De vraag naar melkgiftregistratie en bedrijfscomputers neemt weliswaar toe, maar in een duidelijk lager tempo. Naast de melkmeter is het bedrijfsleven nu ook voorzichtig gestart met sensoren voor het meten van de activiteit en geleidbaarheid van de melk. Met het VeeNET-proefproject is nu ook de gegevensuitwisseling tussen veehouder en agrarische organisaties tot stand gekomen.

Voor de komende jaren zal deze uitbreiding van mogelijkheden met zich meebrengen, dat de verschillen in automatiseringsgraad op de bedrijven toenemen. In de eerder genoemde NAIK-studie (Overbeek & Munsters, 1988) is de geënquêteerden hierover ook een mening gevraagd. De resultaten zijn vermeld in tabel 4. Er zijn een aantal combinaties van automatiseringsmogelijkheden gedefinieerd.

*Tabel 4. Indeling naar automatiseringsgraad van melkveehouderijbedrijven in het jaar 2000 volgens de NAIK studie (Overbeek & Munsters, 1988).*

| Automatisering                                         | Percentage v.d bedrijven |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Met melkrobot</b>                                   |                          |
| Volledig                                               | 5                        |
| + deel overige procesautomatisering + bedrijfscomputer | 10                       |
| <b>Zonder melkrobot</b>                                |                          |
| Deel overige procesautomatisering + bedrijfscomputer   | 20                       |
| Managementautomatisering op bedrijfscomp. of extern    | 20                       |
| Alleen voercomputer en/of melkmeting                   | 25                       |
| Niet geautomatiseerd                                   | 20                       |

Verder is een benadering gegeven van het aantal bedrijven dat in 2000 hiermee zal gaan werken. In vergelijking met de prognose in tabel 2 is er veel overeenstemming. Alleen het totaal aantal bedrijven met o.a. een bedrijfscomputer komt vanuit deze vraagstelling nogal hoger uit (40 - 50 %). Deze inventarisatie benadrukt dat er tussen de bedrijven een grote verscheidenheid blijft bestaan in het gebruik van automatiseringsmogelijkheden.

## Meer standaardisatie en gegevensuitwisseling

Bij de ontwikkeling van systemen op een vrij kleine en bovendien versnipperde markt is standaardisatie en samenwerking in het belang van veehouder en leverancier. Het verlaagt de ontwikkelkosten en maakt een efficiënte uitwisseling en verwerking van informatie mogelijk. De verschillen in gebruik van automatiseringsmogelijkheden betekent dat informatie-uitwisseling op verschillende niveaus plaats moet kunnen vinden, dus tussen:

- sensor en procescomputer;
- procescomputer en bedrijfscomputer;
- procescomputer en externe computer;
- bedrijfscomputer en externe computer.

Een tweede voorwaarde is dat deze uitwisseling gebeurt op basis van uniformiteit. Dit betekent samenwerking om tot onderlinge afspraken te komen over de aard en definiëring van uit te wisselen gegevens, over de technische koppeling en over communicatiemethodiek.

De mogelijkheden worden mede bepaald door aspecten als onderhoud en produktverant-

woordelijkheid. Wanneer op deze niveaus een uniforme gegevensuitwisseling gerealiseerd is, wordt de gebruiker wat betreft sensor, procescomputer, bedrijfscomputer en externe computer meer merk/organisatie-onafhankelijk. Dit is niet alleen in het belang van de veehouder. Voor de leverancier betekent dit een grotere acceptatiegraad door de veehouder en daarmee een grotere markt. Voor de krachtvoercomputer betekent deze ontwikkeling o.a. het rechtstreeks invoeren van het krachtvoeradvies (of extern berekend of op een eigen computer) zonder afhankelijkheid van merkapparatuur, programmatuur of organisatie en een betere benutting van opnamegegevens ingeval van gecombineerde berekening met andere meetgegevens.

Het is daarom ook toe te juichen dat op het gebied van uniforme gegevensuitwisseling met een standaardkoppeling een eerste, maar heel duidelijke stap tot samenwerking gezet is. Dit zal zeker kunnen leiden tot verdere samenwerking.

### **Meer modulaire afstemming**

Procescomputers en bedrijfscomputers onderscheiden zich duidelijk in functionaliteit en kunnen daardoor elkaar aanvullen en ondersteunen. Op bedrijven met bedrijfscomputer en procesapparatuur zal de PC steeds meer een multifunctionele rol gaan spelen.

Vooraf bij het geïntegreerd verwerken en analyseren van metingen door sensoren in combinatie met basisinformatie biedt de PC veel mogelijkheden. In een dergelijke situatie gaat de voorkeur uit naar weinig administratieve functies in de procescomputer. De verwachting is echter dat niet alle bedrijven met procesapparatuur over een bedrijfscomputer zullen beschikken, maar wel belang hebben bij een integrale verwerking van gegevens verkregen bij procesbesturing (bijv. aantal niet opgenomen porties krachtvoer) en door meting van sensoren (geleidbaarheid, temperatuur melk). Een procescomputer moet ook deze functies in de toekomst kunnen vervullen. Het is hierbij wel van belang aan te geven tot hoe ver administratieve functies ook in verband met aanpassing van rekenregels verantwoord door een procescomputer zijn uit te voeren. Voor veel veehouders is de krachtvoercomputer een eerste stap met een lage drempel naar verder automatisering. Voor de veehouder zou er meer duidelijkheid ontstaan als vanuit een basisprocescomputer (bijv. basisfunctie krachtvoeding), modulair een aantal functies zijn toe te voegen zoals gegevensuitwisseling, het besturen van extra processen en extra administratieve functies. Dit biedt de veehouder ook meer inzicht in de benodigde investeringen ingeval van uitbreiding en voorkomt dat te snel moet worden ingeruild. Op deze wijze wordt een groeipad voor de gebruiker gecreëerd en is beter en efficiënter in te spelen op een verschillende automatiseringsaanpak tussen veehouderijbedrijven.

### **Het belang van de veehouder bij uniforme informatie**

In samenwerking met bedrijfsleven, onderzoek en Taurus wordt een Informatiemodel Melkveehouderij opgesteld. Wanneer nieuwe onderzoeksgegevens zijn verwerkt tot praktisch bruikbare rekenregels, worden deze opgenomen in het informatiemodel. Het is voor de veehouder van belang te weten welke berekeningen als standaard zijn aangewezen en in hoeverre deze standaards in programma's gebruikt worden. Het maakt dan in principe geen verschil waar deze standaards worden gebruikt. Door IMAG en IVO is de laatste jaren veel onderzoek verricht om relaties tussen meetgegevens van o.a. sensoren en gezondheids- en tochtigheidswaarnemingen vast te leggen. Wellicht dat ook informatie van de krachtvoercomputer hierin nog kan ondersteunen. Het is van belang de resultaten van dit onderzoek vast te leggen in het informatiemodel. Dit kan bijdragen tot een goede vertaling van onderzoeksresultaten in de computerprogrammatuur.



## Conclusies

Op basis van het voorgaande kunnen enkele conclusies worden getrokken.

- In het jaar 2000 hebben ca. 20.000 bedrijven (ruim 60 %) een voercomputer. Er zijn duidelijk ontwikkelingen, die deze uitbreiding stimuleren zoals hogere eisen bij de voeding en ruimere gebruiksmogelijkheden. De systemen worden daardoor eerder rendabel.
- Er is meer inzicht nodig in de relatie tussen afwijkingen in krachtvoeropname, bezoekpatroon aan de krachtvoerbox en gezondheid en vruchtbaarheid.
- Er is meer aandacht nodig voor de diverse automatiseringsmogelijkheden. Een integrale opzet biedt de veehouder keuzemogelijkheid en maakt een stap voor stap automatisering mogelijk.
- Snelle realisatie van een uniforme gegevensuitwisseling tussen computerapparatuur op het bedrijf en met externe computers is zowel in het belang van de veehouder als het bedrijfsleven.

## Literatuurlijst

- Boeren met Quotum, 1988. Verslag van een werkgroep. Proefstation voor de Rundveehouderij, Schapenhouderij en Paardenhouderij, in samenwerking met CAD-RSP. PR publicatie nr. 55, 1-73. Lelystad.
- Douw, L., L.B. van der Giessen & J.H. Post, 1987. De Nederlandse Landbouw na 2000: een verkenning. LEI rapport nr. 379, 1-87. Den Haag.
- Overbeek, G. & P. Munters, 1988. De Komputer gestuurd: onderzoek naar toepassingen van automatisering in de land- en tuinbouw. Landbouw Universiteit Wageningen, 1-194.
- Taurus, 1988. Visie/Werkplan Taurus 1989-1992, september 1988. Lelystad.