

De invloed van zesmaal daags melken op melkproductie, technische aspecten en het gedrag van koeien

*The influence of six times per day
milking on milk production,
technology and cow behaviour*

Ir. A.H. Ipema
Ir. C.C. Ketelaar-de Lauwere
Dr. J. Metz-Stefanowska



SIGN: R606-91/20
EX. NO:
MLV:

rapport 91-20
december 1991
prijs f 20,-

558908

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK DEN HAAG

Ipema, A.H.

De invloed van zesmaal daags melken op melkproductie, technische aspecten en het gedrag van koeien / A.H. Ipema, C.C. Ketelaar-de Lauwere, J. Metz-Stefanowska. – Wageningen : Dienst Landbouwkundig onderzoek, Instituut voor Mechanisatie, Arbeid en Gebouwen. – III.

Rapport 91-20 – Met lit. opg. – Met samenvatting in het Engels.

ISBN 90-5406-014-X

NUGI 849

Trefw.: melkproductie

© 1991

IMAG-DLO

Postbus 43 – 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76300

Telefax 08370-25670

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher.

Voorwoord

De technische realisatie van het automatisch aansluiten van de melkapparatuur is reeds in een vergevorderd stadium.

Alvorens geheel geautomatiseerde melksystemen echter op een verantwoorde wijze kunnen worden toegepast, zal nog het nodige onderzoek moeten worden uitgevoerd naar de effecten en consequenties van dergelijke systemen op de gezondheid en het gedrag van de dieren en op de melkproduktie en de melkqualiteit. Het in dit rapport beschreven kortlopende onderzoek levert daaraan een bijdrage en dient verder vooral als basis voor later uit te voeren onderzoek naar de langere termijn effecten.

Aan de voorbereiding, uitvoering en rapportage van het onderzoek werd door verschillende onderzoekafdelingen, dienstverlenende afdelingen en het proefbedrijf "De Vijf Roeden" welwillende medewerking verleend. Een woord van dank aan allen is hier zeker op z'n plaats. Tenslotte werd ook de goede samenwerking met de Vereniging voor Veehouderijbelangen te Doetinchem, de Provinciale Melkcontrole Dienst voor Gelderland te Arnhem en met het CMMB te Wageningen bij de verwerking van de vele melkmonsters gewaardeerd.

Ir. A.A. Jongebreur
directeur

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
2 Materiaal en methode, algemeen	8
3 Melktechnische aspecten	9
3.1 Methode	9
3.2 Resultaten	10
3.2.1 Melkproductie	10
3.2.2 Melkkwaliteit	11
3.2.3 Melkbaarheid	12
3.2.4 Melktemperatuur en geleidingsvermogen	13
3.3 Discussie	14
4 Gedragsaspecten	16
4.1 Methode	16
4.2 Resultaten	17
4.2.1 Algemene activiteit	17
4.2.2 Hoogproductieve en laagproductieve koeien	17
4.2.3 Ligperiodes	17
4.2.4 Verdeling van de activiteit over het etmaal	18
4.3 Discussie	18
5 Conclusies	21
Summary	21
Literatuur	23

Samenvatting

In een proef met twee groepen van 20 HFxFH koeien werden melkproductie, melksamenstelling, het vrije vetzuurgehalte, melktijd, melktemperatuur en -geleidingsvermogen en de eet-, lig- en statijden bij 2x daags (controlegroep) en 6x daags melken (behandelingsgroep) vergeleken. Aan de 18 dagen durende proefperiode ging een referentieperiode van 5 dagen vooraf, waarin de koeien uit beide groepen 2x daags gemolken werden.

De melkhoeveelheid lag voor de behandelingsgroep gedurende de proefperiode op 27,3 kg/koe.dag en was daarmee 2,4 kg/koe.dag hoger dan bij de controlegroep ($p > 0,05$). De totale machine-melktijd was met 30,5 min/koe.dag bij de behandelingsgroep en met 14,7 min/koe.dag bij de controlegroep ongeveer verdubbeld.

Bij lagere melkgiften, waarbij de maximale melksnelheid minder dan 1,5 kg/min bedroeg, bleek bij het meten van de melktemperatuur d.m.v. een in de melkklauw geplaatste sensor de melk te veel af te koelen, waardoor deze minder goed bruikbaar was voor het opsporen van zieke en tochtige dieren.

Een melkfrequentie van 6x daags had een sterke verhoging van het gehalte aan vrije vetzuren in de melk tot gevolg. De waarden voor de controlegroep en de behandelingsgroep waren resp. 0,221 en 0,731 meq./100 gram melkvet ($p < 0,001$).

Bij het onderzoek naar het gedrag kwam naar voren dat de koeien uit de behandelingsgroep in de proefperiode (6x melken) 46,5 % van de tijd in de ligbox lagen tegen 40,4 % in de referentieperiode (2x melken) ($p < 0,05$). Het staan in de ligbox of op het rooster nam daarentegen af van resp. 20,4 % naar 12,3 % ($p < 0,01$) en van 15,5 % naar 10,6 % ($p < 0,001$). Een dergelijke verandering tussen de referentie- en de proefperiode kwam bij de controlegroep niet naar voren. Bij de eettijden, het aantal lig- en eetperiodes en de gemiddelde duur hiervan bestonden geen verschillen.

1 Inleiding

De rundveehouderij wordt gekenmerkt door een steeds verdergaande automatisering. Op diverse plaatsen zowel in Nederland als daarbuiten wordt inmiddels gewerkt aan de technische realisatie van automatische melksystemen (Ordolf, 1988; Rossing, 1989). Het tweemaal per dag melken in de melkstal kan dan vervangen worden door meerdere malen in een daarvoor speciaal ontwikkelde melkunit, waar al of niet krachtvoer verstrekt kan worden.

Het is belangrijk dat onderzoek uitgevoerd wordt naar de effecten van deze, met een automatisch melksysteem te realiseren, verhoogde melkfrequentie. De resultaten moeten uiteindelijk leiden tot richtlijnen voor de optimale melkfrequentie bij verschillende produktieniveaus. De melkfrequentie is voor het gebruik van automatische melksystemen vooral van belang i.v.m. de capaciteit. Het aantal dieren dat per melkplaats met een bepaalde frequentie kan worden gemolken, bepaalt het aantal aansluitsystemen dat nodig is.

Een verhoogde (meer dan tweemaal daags) melkfrequentie zal of kan o.a. invloed hebben op melktechnische aspecten, zoals de melkproduktie, de melkqualiteit en de (uier)gezondheid en op het gedrag i.c. de tijdsbesteding van de koeien. Eerder zijn onderzoeken uitgevoerd naar de invloed van meerdere malen per dag melken op produktieresultaten en diergedrag (Rossing e.a., 1985; Metz e.a., 1986; Rabold, 1986; Grimm en Rabold, 1987; Ipema e.a., 1987; Gravert, 1988; Ipema e.a., 1988). In een gecombineerde melk-krachtvoerbox werd daarbij door middel van menskracht een melkrobot gesimuleerd. Een koe die zich meldde voor krachtvoer kon dan gelijktijdig gemolken worden. De belangrijkste resultaten waren, dat de melkproduktie bij meerdere malen per dag melken steeg, dat de vet- en eiwitgehaltes daalden en dat met name de hoogproduktieve koeien minder tijd staand in de ligboxen doorbrachten en meer tijd liggend. Dit laatste werd verondersteld veroorzaakt te worden door een verminderde spanning in de uier.

Er bleven echter een aantal vragen onbeantwoord, zoals die over de wijze waarop met sensoren verkregen gegevens over de temperatuur en het geleidingsvermogen van de melk bij hogere melkfrequenties moeten worden geïnterpreteerd.

Om een beter beeld te verkrijgen over de effecten, die verwacht kunnen worden bij relatief hoge melkfrequenties, werd een kortlopende proef uitgevoerd. Op de IMAG-DLO-proefboerderij "De Vijf Roeden" te Duiven werd in dit experiment de invloed van 2x of 6x melken op genoemde aspecten onderzocht.

Het onderzoek viel uiteen in twee min of meer afzonderlijke onderdelen t.w. de melktechnische aspecten en de gedragsaspecten. Deze zullen in afzonderlijke hoofdstukken worden behandeld.

2 Materiaal en methode, algemeen

Voor het onderzoek waren 40 koeien beschikbaar van het ras FHxHF.

De dieren werden op grond van leeftijd en lactatiestadium ingedeeld in 20 paren. Door loting werd van ieder paar één dier aan de behandelingsgroep resp. de controlegroep toegedeeld. Op deze wijze ontstonden gelijkwaardige groepen van 20 koeien. Per groep waren 11 vaarzen en 9 oudere koeien aanwezig. Verder was er binnen de groepen een grote variatie in het lactatiestadium.

De koeien waren gehuisvest in een 2x eenrijige ligboxenstal, met een centrale voergang. Aan weerszijden van de voergang bevonden zich 20 ligboxen en een voerhek met 35 eetplaatsen. Tussen de ligboxenrij en het voerhek bevond zich een roostervloer.

Er werd een gemengd ruwvoerrantsoen op droge stof basis, voor 60 % bestaande uit graskuil en voor 40 % uit snijmaiskuil, verstrekt. Dit mengsel was ad libitum beschikbaar en werd per groep over ongeveer 25 eetplaatsen verdeeld. Om 9.00 uur werd gevoerd. Om 17.00 uur en 1.00 uur werd het ruwvoer nog eens aangeschoven.

Krachtvoer werd individueel verstrekt in krachtvoerboxen waarvan er in beide groepen één aanwezig was in het midden van de rij ligboxen. De grootte van de krachtvoergif was afhankelijk van de melkproductie. De totale dagportie werd gelijkelijk verdeeld over het hele etmaal.

Het melken geschiedde in een 2x4 doorloopmelkstal. De controlegroep werd gedurende de gehele proef tweemaal per dag gemolken, om 5.00 uur en om 17.00 uur. De behandelingsgroep werd gedurende 5 dagen van de eerste week van de proef (de referentieperiode) eveneens tweemaal gemolken, om 5.00 uur en om 17.00 uur. In de daarop volgende 18 dagen (de proefperiode) werden deze koeien zesmaal per dag gemolken, om 5.00 uur, 9.00 uur, 13.00 uur, 17.00 uur, 21.00 uur en 1.00 uur. Alle koeien werden voor elke melking opgehaald en in de wachtruimte opgesloten. In de melkstal werd geen krachtvoer verstrekt.

De verlichting was gedurende het hele etmaal aan, om het doen van gedragswaarnemingen mogelijk te maken. 's Nachts brandde een enkele rij TL-lampen en overdag een dubbele rij.

Door ziekte, tochtigheid e.d. konden niet alle dieren bij de verwerking van de gegevens worden betrokken.

3 Melktechnische aspecten

In dit gedeelte van het onderzoek lag de nadruk op de aspecten, die te maken hebben met het melken van de dieren. Daarbij werd nagegaan welke effecten een verhoging van de melkfrequentie van 2x naar 6x daags kan hebben op de melkproductie, het gehalte aan vrije vetzuren in de melk, de melkbaarheid, de melktemperatuur en het geleidingsvermogen van de melk.

3.1 Methode

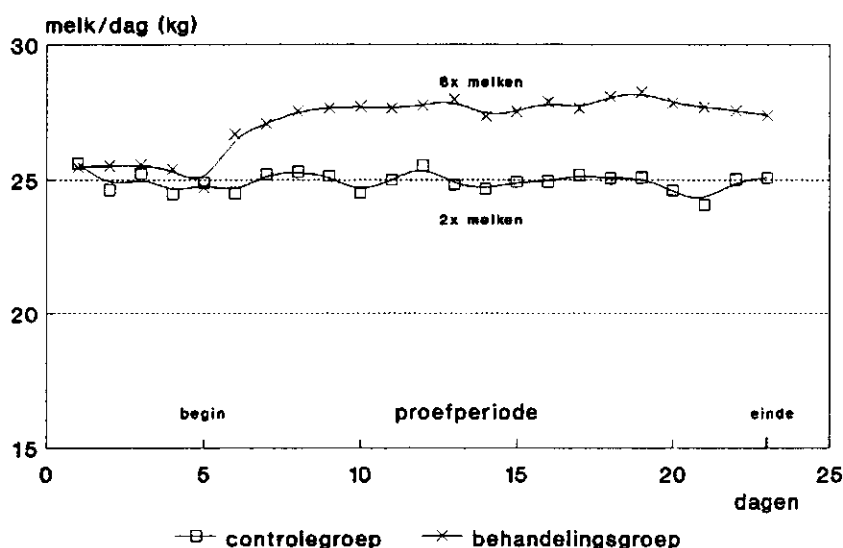
In de referentieperiode werden gedurende 5 dagen en in de proefperiode gedurende 18 dagen per koe per melking de volgende gegevens verzameld:

tijdstip van melken, melkgift, melktijd, maximale melksnelheid, melktemperatuur en het geleidingsvermogen van de melk. Tevens werd voor de bepaling van de melksamenstelling gedurende 6 etmalen, verdeeld over de proefperiode, van alle melkingen het vet-, eiwit- en lactosegehalte bepaald.

Verder werd in de referentieperiode van twee melkingen de zuurgraad van het melkvet bepaald; tijdens de proefperiode werd deze bepaling bij 12 melkingen uitgevoerd.

Bij de verwerking van de gegevens werden twee paren buiten beschouwing gelaten; van één paar waren beide dieren enige tijd ziek, van het andere paar kalfde één dier te laat af, waardoor te weinig bruikbare gegevens beschikbaar waren.

Voor vergelijking van de groepen werd een variantie-analyse uitgevoerd, waarbij ieder paar als een "blok" werd beschouwd.



Figuur 1 Het verloop van de melkproductie per groep in de referentie- en in de proefperiode.
The course of the milk production per group in the reference and in the test period.

Tabel 1 Vergelijking van de melkproductie en de melksamenstelling van de controlegroep en de behandelingsgroep tijdens de proefperiode.
Comparison of the milk production and composition of the control group and the test group during the test period.

	contr.groep (2x melken)	behand.groep (6x melken)	p-waarde
kg melk/dag	24,9	27,3	0,144
vet %	4,66	4,56	
g vet/dag	1159	1246	0,180
eiwit %	3,52	3,50	
g eiwit/dag	876	955	0,113
lactose %	4,71	4,60	
g lactose/dag	1171	1258	0,269

Verder zijn per groep m.b.v. variantie-analyses de verschillen in melkproductie, melksamenstelling, melktemperatuur en melkgeleidingsvermogen tussen de verschillende melktijdstippen getoetst. Hierbij werden de gegevens per koe op de verschillende melktijdstippen als een "blok" beschouwd.

3.2 Resultaten

3.2.1 Melkproductie

Uit fig. 1 blijkt dat in de referentieperiode de gemiddelde melkproductie bij beide groepen op ongeveer hetzelfde niveau lag. Na aanvang van de proefperiode nam de melkproductie van de behandelingsgroep duidelijk toe.

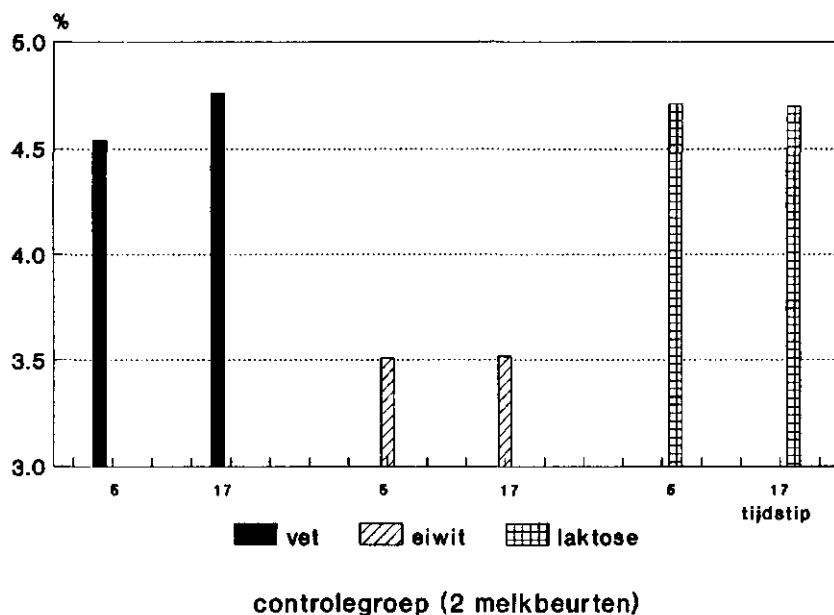
De productie uitgedrukt in kg melk per dag en grammen vet, eiwit en lactose per dag was gedurende de proefperiode voor de behandelingsgroep hoger; de verschillen waren echter niet significant (tabel 1). De gehalten aan vet, eiwit en lactose waren lager.

Tabel 2 Effecten van het melktijdstip op de melk-, vet-, eiwit- en lactoseproductie van de controlegroep en de behandelingsgroep tijdens de proefperiode.
Effects of the time of milking on the milk, fat, protein and lactose production of the control group and the test group during the test period.

melktijdstip (uur)	1.00	5.00	9.00	13.00	17.00	21.00
<i>controlegroep:</i>						
melk (kg/h)		1,03a			1,05b	
vet (g/h)		46,7a			49,9b	
eiwit (g/h)		36,1a			36,8b	
lactose (g/h)		48,4a			49,2b	
<i>behandelingsgroep:</i>						
melk (kg/h)	1,13	1,16	1,15	1,13	1,16	1,11
vet (g/h)	50,1ab	52,0ab	53,3ab	53,0ab	55,1a	48,4b
eiwit (g/h)	39,4ab	40,4ab	39,6ab	39,9ab	41,5a	38,6b
lactose (g/h)	51,8	53,6	52,9	51,8	53,9	51,0

a,b verschillende letters duiden op een significant verschil ($p < 0,05$).

a,b different letters mean a significant difference ($p < 0,05$).



Figuur 2 Het verband tussen het tijdstip van melken en de melksamenstelling van de controlegroep tijdens de proefperiode.
Relation between the time of milking and the milk composition of the control group during the test period.

Voor een analyse van de melkingen op de verschillende tijden van het etmaal is de productie uitgedrukt in kg (melk) of grammen (vet, eiwit en lactose) per uur sinds de voorgaande melking (dit is de productie gedeeld door het voorafgaande interval in uren) (tabel 2).

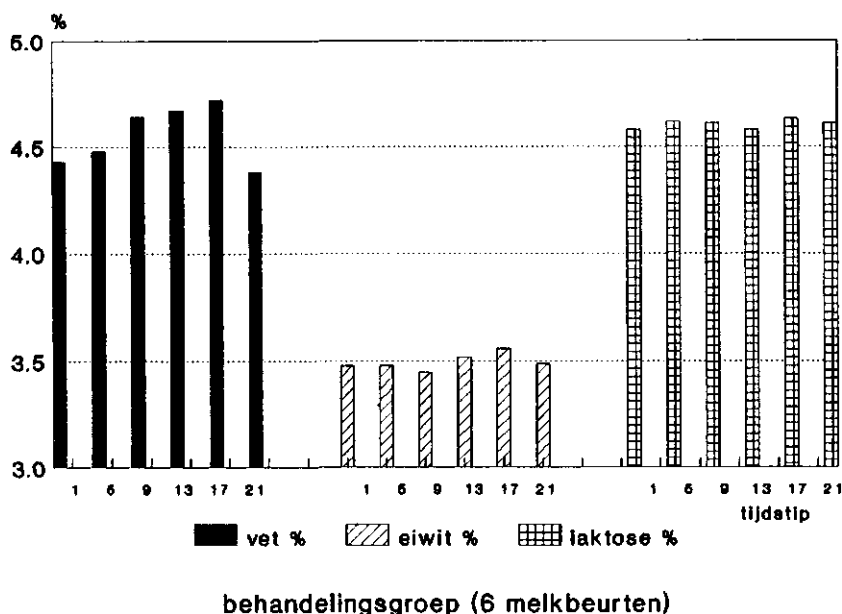
Bij de controlegroep bleken de produktieresultaten 's ochtends en 's avonds significant te verschillen. Ook de behandelingsgroep liet verschillen in productie zien op de verschillende melktijdstippen. Alleen de vet- en eiwitproducties op 17.00 en 21.00 uur verschilden echter significant ($p < 0,05$).

De vet-, eiwit- en lactosegehaltes zijn per groep voor de verschillende melktijdstippen weergegeven in de figuren 2 en 3.

Zowel bij de controlegroep (fig. 2) als bij de behandelingsgroep (fig. 3) waren de verschillen in vetgehalte op de verschillende melktijdstippen opvallend. Het bleek dat 's avonds (21.00 uur) en 's nachts (1.00 en 5.00 uur) melk gewonnen werd met een lager vetgehalte.

3.2.2 Zuurgraad van het melkvet

In de referentieperiode lag de gemiddelde zuurgraad van het melkvet voor de controlegroep en de behandelingsgroep met resp. 0,238 en 0,237 meq./100 gram melkvet op vrijwel hetzelfde niveau ($p = 0,95$). Bij de koeien uit de behandelingsgroep trad tijdens de proefperiode een verhoogd gehalte aan vrije vetzuren in de melk op. De waarden voor de controlegroep en de behandelingsgroep waren hier met resp. 0,221 en 0,731 meq./100 gram melkvet duidelijk significant ($p < 0,001$) verschillend.



Figuur 3 Het verband tussen het tijdstip van melken en de melksamenstelling van de behandelingsgroep tijdens de proefperiode.
Relation between the time of milking and the milk composition of the test group during the test period.

3.2.3 Melkbaarheid

Ondanks een hogere dagproductie was de melkhoeveelheid die per melking bij de behandelingsgroep (6x melken) werd verkregen uiteraard kleiner dan bij de controlegroep (2x melken).

Uit tabel 3 blijkt dat de machine-melktijd per melking bij 6x melken wel korter was dan bij 2x melken. Het verschil was echter veel kleiner dan op grond van de melkhoeveelheid verwacht kon worden. Wanneer de machine-melktijd per etmaal wordt berekend, was deze bij 6x melken meer dan verdubbeld t.o.v. 2x melken (resp. 14,7 en 30,5 min).

Tabel 3 Vergelijking van de melktijd en de melksnelheid van de controlegroep en de behandelingsgroep tijdens de proefperiode.
Comparison of the milking time and milk flow rate of the control group and the test group during the test period.

	contr.groep (2x melken)	behand.groep (6x melken)	p-waarde
kg melk/melking	12,4	4,5	< 0,001
gem. melksnelh. (kg/min)	1,8	0,9	< 0,001
max. melksnelh. (kg/min)	3,1	2,1	< 0,001
machine-melktijd (min/melking)	7,4	5,1	0,001
idem (min/etmaal)	14,7	30,5	< 0,001
wachttijd ¹⁾ (s)	17,3	26,6	0,005

¹⁾ tijd die verloopt tussen begin aansluiten melkstel en op gang komen van de melkstroom.

¹⁾ time that elapsed between starting to connect the cluster and the start of the milk flow.

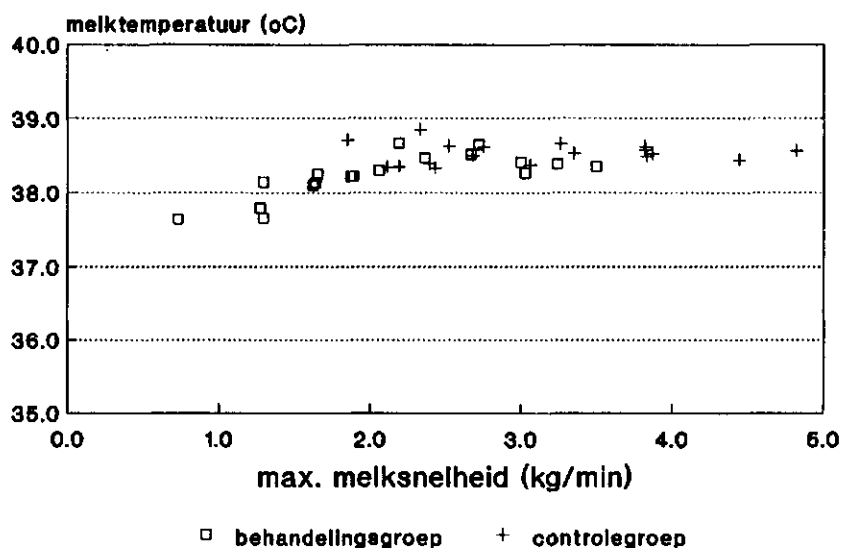
Verder blijkt er een duidelijk verschil te zijn in de wachttijd die verliep tussen het moment waarop met het aansluiten van het melkstel werd begonnen en het moment waarop de melksnelheid groter dan 0,3 kg/min werd. Bij de behandelingsgroep was deze tijd gemiddeld 26,6 s en bij de controlegroep 17,3 s. Dit verschil was, evenals de verschillen in de gemiddelde en maximale melksnelheid, significant ($p < 0,01$; tabel 3).

3.2.4 Melktemperatuur en -geleidingsvermogen

Een belangrijk aspect bij het automatisch melken is het gebruik van sensoren die informatie leveren over het dier.

Zo is in de melkklauw een sensor opgenomen die de temperatuur van de melk meet. Er is een goede relatie tussen de melktemperatuur en de lichaamstemperatuur. Informatie over de temperatuur biedt mogelijkheden om vast te stellen of een dier tochtig of ziek is (Maatje en Rossing, 1976). Uit figuur 4 blijkt dat, wanneer de maximale melksnelheid daalt beneden 1,5 kg/min, de gemeten melktemperatuur lager is. Deze lage maximale melksnelheden bleken vooral voor te komen bij koeien in de behandelingsgroep. Uit een verdere analyse bleek dat de koeien in de behandelingsgroep met een maximale melksnelheid lager dan 1,5 kg min per melking steeds minder dan 4 kg melk gaven.

De gemiddelde temperaturen van de melkingen, die op dezelfde tijdstippen van dag plaatsvonden, waren bij de behandelingsgroep significant lager dan bij de controlegroep ($p < 0,005$; tabel 4).



Figuur 4 Het verband tussen de maximale melksnelheid en de melktemperatuur bij de controlegroep en de behandelingsgroep tijdens de proefperiode.

The relation between the maximum milk flow and the milk temperature of the control group and the test group during the test period.

Tabel 4 Vergelijking van de melktemperatuur en -geleidingsvermogen van de controlegroep en de behandelingsgroep op dezelfde melktijdstippen tijdens de proefperiode.
Comparison of the milk temperature and conductivity of the control group and the test group at the same times of milking during the test period.

melktijdstip (uur)	5.00			17.00		
	contr. groep	beh. groep	p-waarde	contr. groep	beh. groep	p-waarde
melktemperatuur (°C)	38,45	38,15	< 0,001	38,61	38,35	0,003
geleidingsvermogen (mS)	422	426	0,375	422	427	0,361

De gemiddelde temperatuur op de verschillende melktijdstippen (tabel 5) verschilde niet veel, maar liet wel een bepaald patroon zien: 's ochtends lager en 's avonds hoger. Dit was voor beide groepen het geval. Bij de controlegroep waren de verschillen in melktemperatuur tussen de beide melkingen significant.

Naast de temperatuursensor is in de melkklauw voor ieder kwartier een sensor ingebouwd voor het meten van het geleidingsvermogen van de melk. Uit ander onderzoek is gebleken dat er een duidelijk verband bestaat tussen het geleidingsvermogen van de melk en het celgetal (Maatje e.a., 1983). Het meten van het geleidingsvermogen biedt daarmee een mogelijkheid om de uiergezondheid te bewaken. Uit tabel 4 blijkt dat het gemiddelde geleidingsvermogen bij beide groepen vrijwel gelijk was. Ook werd het geleidingsvermogen niet significant beïnvloed door het tijdstip van melken (tabel 5).

Tabel 5 Effect van het melktijdstip op melktemperatuur en -geleidingsvermogen bij de controlegroep en de behandelingsgroep tijdens de proefperiode.
Effect of the time of milking on milk temperature and conductivity of the control group and the test group during the test period.

melktijdstip (uur)	1.00	5.00	9.00	13.00	17.00	21.00
– melktemperatuur contr. groep (°C)		38,45a			38,61b	
– melktemperatuur behand. groep (°C)	38,18a	38,15a	38,20ac	38,23ac	38,35b	38,27bc
– geleidingsvermogen contr. groep (mS)		422			422	
– geleidingsvermogen behand. groep (mS)	429	426	428	424	427	426

a,b,c verschillende letters duiden op een significant verschil ($p < 0,05$).

a,b,c different letters mean a significant difference ($p < 0,05$.)

3.3 Discussie

De toename in productie van de behandelingsgroep ten opzichte van de controlegroep was in dit onderzoek kleiner dan 10 % (niet significant). Deze toename was kleiner dan op grond van eerder onderzoek, waarbij melkfrequenties van 2 en 4x daags werden vergeleken (Rossing e.a., 1985; Ipema e.a., 1987), werd verwacht.

Zowel bij de controlegroep als de behandelingsgroep bleek met name het vetgehalte van de melk bij de melkingen, die gedurende de dagperiode (9.00, 13.00 en 17.00 uur) plaatsvonden hoger te zijn dan bij de melkingen gedurende de nachtperiode (21.00, 1.00 en 5.00 uur). Een soortgelijk verloop van het vetgehalte over het etmaal werd ook in eerder onderzoek vastgesteld (Rossing e.a., 1985).

Het gehalte aan vrije vetzuren was bij de behandelingsgroep significant hoger. Dit moet toegeschreven worden aan een verhoogde activiteit van het enzym melklipase (N.N., 1986). Jellema (1986) constateerde reeds eerder dat bij melkingen volgend op een kort interval de gevoeligheid voor deze zogenaamde vetsplitsing toeneemt. Als gevolg van vetsplitsing kan de melk een afwijkende smaak (rans) krijgen.

De machine-melktijd per etmaal bleek tijdens de proefperiode bij de behandelingsgroep meer dan tweemaal zo lang te zijn als bij de controlegroep ondanks een toename van de melkproduktie met slechts ca. 10 %. Een hogere machine-melktijd betekent een grotere belasting voor de spenen. Dit kan van invloed zijn op de kwaliteit van de slotgaten en mede daardoor de kans op het optreden van uierontsteking verhogen. Hierbij dient opgemerkt te worden dat door het extreem hoge aantal melkingen niet alle koeien bij alle melkingen de melk onmiddellijk lieten schieten. Dit bleek ook uit het verschil in de wachttijd die verliep tussen het moment waarop met het aansluiten van het melkstel werd begonnen en het moment waarop de melksnelheid groter dan 0,3 kg/min werd. De verschillen in melktemperatuur die werden geconstateerd tussen de groepen kunnen worden verklaard uit de lagere melkgiften per melking die in de behandelingsgroep voorkwamen. Bij lagere melkgiften komen ook lagere maximale melksnelheden voor. Bij deze lagere maximale melksnelheden werd een gemiddeld lagere melktemperatuur gemeten. De verklaring hiervoor is dat bij een lagere melksnelheid de melk meer is afgekoeld alvorens de plaats van de sensor (in de melkklauw) is bereikt. Bij de avondmelkingen werden in beide groepen hogere temperaturen gevonden. Dit komt, althans voor wat betreft de controlegroep (2x daags melken), overeen met ander onderzoek (Maatje en Rossing, 1976).

4 Gedragsaspecten

In dit deel van het onderzoek ging het om de vraag wat de invloed was van 2x of 6x melken op de algemene activiteit van de koeien. Hieronder vielen de lig-, sta- en eettijden van de koeien, het gemiddeld aantal ligperiodes en de gemiddelde tijdsduur hiervan en het ligpatroon van de koeien over het etmaal.

4.1 Methode

Gedragswaarnemingen geschieden gedurende 2 etmalen in de referentieperiode en in de laatste week van de proefperiode. Door een waarnemer die op de voergang liep werd van elke koe eenmaal per 10 minuten opgeschreven waar ze was en wat ze deed. De volgende gedragingen werden genoteerd:

- liggen in de ligbox;
- staan in de ligbox;
- staan/lopen op het rooster;
- (al of niet etend) staan aan het voerhek;
- (al of niet etend) staan in de krachtvoerbox;
- in de wachtruimte/melkstal zijn.

De gedragingen 'staan aan het voerhek' en 'staan in de krachtvoerbox' werden later samengevoegd en 'eten totaal' genoemd.

Per koe werd het totaal aantal malen dat de verschillende gedragingen in 48 uur voorkwamen in de referentieperiode en de proefperiode geteld. Tevens werd het gemiddeld percentage van voorkomen van elk gedrag berekend per groep en per waarnemingsperiode. Met de scores per dier werden de volgende statistische toetsen uitgevoerd (Siegel, 1956):

- Mann-Whitney-U test: Hierin worden binnen een periode de scores per dier voor de verschillende gedragingen vergeleken tussen de controlegroep en de behandelingsgroep. De nulhypothese is dat de scores voor beide groepen gelijk zijn;
- toets van Wilcoxon: Voor de verschillende gedragingen worden hierin binnen een groep de scores per dier in de referentieperiode en de proefperiode vergeleken. De nulhypothese is dat de scores in beide periodes gelijk zijn.

Om na te gaan of eventueel optredende verschillen aan het produktieniveau van de koeien toegeschreven kon worden, werd elke groep verdeeld in een groep hoogproductieve koeien en een groep laagproductieve koeien. De grens werd daarbij gelegd bij gemiddeld 25 kg melk per dag. Dit leidde tot vier subgroepen van verschillende grootte. In de controlegroep waren 6 hoogproductieve en 14 laagproductieve koeien. In de behandelingsgroep waren 8 hoogproductieve en 11 laagproductieve koeien. Tevens bevond zich één hoogdrachtige vaars in deze groep. Binnen elke subgroep werd de toets van Wilcoxon toegepast voor een vergelijking tussen referentieperiode en proefperiode. De Mann-Whitney-U test werd toegepast voor de vergelijking van de twee subgroepen binnen elke groep.

Koeien die na de waarnemingen in de referentieperiode en vóór die in de proefperiode afkaldden, en dus van status veranderden, en koeien die tijdens een deel van de waarne-

mingen afwezig waren om af te kalven of wegens ziekte werden bij de uiteindelijke verwerking van de gegevens niet meegenomen. Om deze redenen vervielen binnen de controlegroep 4 koeien (1 laagproductieve wegens ziekte, 1 laagproductieve en 1 hoogproductieve door tijdelijke afwezigheid en 1 laagproductieve door een verandering van status) en binnen de behandelingsgroep 2 koeien (1 laagproductieve door ziekte en 1 hoogproductieve door een verandering in status)

4.2 Resultaten

4.2.1 Algemene activiteit

Uit de resultaten van de Mann-Whitney-U test bleek dat er in de referentieperiode belangrijke verschillen in gedrag optraden tussen de twee groepen koeien, ondanks het feit dat de dieren alle dezelfde behandeling kregen (tabel 6). De koeien in de controlegroep lagen significant meer dan die in de behandelingsgroep ($p < 0,05$). De gedragingen 'ligbox staan' en 'staan op het rooster' kwamen significant meer voor in de behandelingsgroep. Alleen bij het gedrag 'eten totaal' werden geen verschillen tussen groepen gevonden.

Uit de resultaten van de toets van Wilcoxon bleek dat er bij de controlegroep geen verschillen in de frequentie van voorkomen van de gedragingen 'ligbox liggen', 'ligbox staan', 'rooster staan' en 'eten totaal' voorkwamen tussen de referentieperiode en de proefperiode (tabel 6). Bij de behandelingsgroep bleek uit de resultaten van de toets van Wilcoxon dat de koeien in de proefperiode, waarin ze 6x per etmaal werden gemolken, significant meer lagen dan in de referentieperiode, waarin ze 2x per etmaal werden gemolken. De dieren stonden in de proefperiode significant minder in de ligboxen en op het rooster. De frequentie van voorkomen van het gedrag 'eten totaal' verschilde niet in de referentieperiode en de proefperiode (tabel 6).

Tabel 6. De gemiddelde relatieve frequentie (in %) van de verschillende gedragingen voor de controlegroep en de behandelingsgroep in de referentieperiode (ref.) en de proefperiode (proef).
The average frequency (in %) of the different behaviours of the control group and the test group in the reference period (ref.) and the test period (proef).

	controlegroep			behandelingsgroep			
	ref.	proef	W-toets p	ref.	proef	W-toets p	U-test (ref.) p
libox liggen	50,3	49,7	0,877	40,4	46,5	0,016	0,022
ligbox staan	13,0	13,0	0,932	20,4	12,3	0,003	0,028
rooster staan	12,0	13,8	0,179	15,5	10,6	0,001	0,029
eten totaal	19,4	18,6	0,410	19,5	20,5	0,421	0,890

4.2.2 Hoogproductieve en laagproductieve koeien

De resultaten van de toets van Wilcoxon leverden binnen de controlegroep noch bij de hoogproductieve koeien noch bij de laagproductieve koeien significante p-waardes op bij de vergelijking van de frequentie van voorkomen van de verschillende gedragingen in de referentieperiode en in de proefperiode (tabel 7).

vonden dat koeien bij meerdere malen per etmaal melken meer in de ligbox lagen en minder in de ligbox stonden dan bij tweemaal melken. Dit betrof echter vooral de hoogproductieve koeien. In het hier beschreven onderzoek was dit bij de laagproductieve koeien ook eniger mate het geval. De gedragingen 'ligbox staan' en 'rooster staan' werden in de behandelingsgroep zowel bij de hoogproductieve koeien als bij de laagproductieve koeien vaker gezien in de referentieperiode dan in de proefperiode.

Bij bovenstaande interpretatie moeten de volgende feiten worden vermeld:

a) Uit de resultaten kwam naar voren dat er in de referentieperiode al significante verschillen in gedrag tussen de twee groepen bestonden, ondanks het feit dat beide groepen 2x per etmaal gemolken werden en wat betreft leeftijd en lactatiestadium gelijk samengesteld waren.

De koeien van de behandelingsgroep lagen in de referentieperiode slechts 40,4 % van de totale waarnemingstijd, terwijl de koeien van de controlegroep 50,3 % van deze tijd lagen. Dit laatstgenoemde percentage komt meer overeen met eerder gevonden ligpercentages in dezelfde stal dan het eerstgenoemde percentage (Metz e.a. (1986): 49,7 %). Ook elders in de literatuur wordt gesproken van ligtijden die ongeveer 50 % van het etmaal in beslag nemen (Porzig e.a., 1969). Het kan dus zijn dat de koeien uit de behandelingsgroep om bepaalde redenen onrustiger waren in de referentieperiode (bijv. niet voldoende aan de nieuwe situatie gewend, waarnemer in de stal, nieuwe groep dieren bij elkaar). Sambraus (1978) beschrijft echter ligpercentages van 41,7, en Bockisch e.a. van 42,9. Het is dus duidelijk dat er een grote variatie wordt gevonden in ligtijden, hetgeen de interpretatie van de gegevens niet eenvoudiger maakt.

b) De koeien uit de behandelingsgroep lagen in de proefperiode, ondanks het feit dat ze meer lagen dan in de referentieperiode, toch nog steeds minder dan de koeien uit de controlegroep in de proefperiode (46,5 % vs. 49,7 %). Dit is logisch om dat de dieren uit de behandelingsgroep in de proefperiode ook in een onrustiger situatie leefden omdat ze 6x per etmaal uit de stal gehaald werden. Een schijnbaar 'gunstig' resultaat dat koeien meer liggen als ze vaker gemolken worden, is dan verstrengeld met de effecten van een onrustige leefsituatie, waardoor de dieren meer liggen om voldoende uit te rusten. Wellicht kan de hypothese dat koeien meer gaan liggen als ze vaker gemolken worden (minder spanning in de uier) pas echt bevestigd worden, als de koeien uit de controlegroep ook 6x per etmaal uit de stal gehaald waren en niet alleen 2x als ze gemolken moesten worden. De dieren waren dan immers aan dezelfde 'onrustige leefsituatie' blootgesteld geweest als de dieren uit de behandelingsgroep. Dit biedt misschien een nieuw punt van onderzoek.

c) De gevonden verschillen in gedrag tussen referentieperiode en proefperiode bij de behandelingsgroep kunnen ook aan de factor tijd toegeschreven worden. Wellicht hangt dit samen met de eerder onder a) genoemde gewenning.

Om nog wat extra inzicht te krijgen in de invloed van 6x per etmaal met vaste intervallen melken op het gedrag werd tevens gekeken naar het gemiddeld aantal ligperiodes per groep en per waarnemingsperiode, naar de gemiddelde tijdsduur hiervan en naar de verdeling van de activiteit over de dag. Het gemiddeld aantal ligperiodes en de gemiddelde tijdsduur hiervan werden echter niet significant beïnvloed door het vaker melken. In het ligpatroon van de koeien uit de behandelingsgroep waren in de proefperiode echter wel hogere pieken na het melken te zien dan in de andere gevallen. Wellicht haalden de koeien de 'extra' tijd die ze door het 6 x melken 'verloren' hadden direct na het melken in. Metz e.a. (1983) vonden dat koeien het liggen, na enkele uren gedwongen

staan, vrijwel volledig inhaalden. Dit veranderde niet als de koeien hongerig waren en nieuw voedsel aangeboden kregen. Hieruit werd geconcludeerd dat ligtijdbeperking zeer nadelig is voor het welzijn van koeien.

5 Conclusies

Melktechnische aspecten

Een verhoging van de melkfrequentie van 2 naar 6x daags levert een in verhouding tegenvallende verhoging van de melkproduktie op. Ongewenste effecten van de hogere melkfrequentie traden op in de vorm van een sterke toename in het gehalte aan vrije vetzuren en van een verdubbeling in de machine-melktijd per etmaal, wat een hogere belasting van de spenen tot gevolg heeft.

Met betrekking tot de sensormetingen blijkt dat de melktemperatuurregistratie vooral bij lage maximale melksnelheden (door kleinere melkgiften per melking bij de hogere melkfrequentie) minder nauwkeurig is.

Gedragsaspecten

Geconcludeerd kan worden dat koeien meer gaan liggen en minder in de ligbox of op het rooster gaan staan als ze vaker gemolken worden. Een verminderde spanning in de uier t.g.v. het vaker melken zou hieraan ten grondslag kunnen liggen. Dit moet echter niet zonder meer leiden tot de veronderstelling dat vaker melken 'gunstig' is voor het welzijn van de koeien. Misschien hadden de dieren meer rusttijd nodig, omdat ze 6x daags werden opgedreven naar de melkstal.

Summary

In a trial with two groups of 20 HFxDF dairy cows the milk yield and composition, the content of free fatty acids, the machine milking time, the temperature and conductivity of milk and time spent eating, lying and standing were compared. The control group was milked twice daily and the test group was milked six times daily. The test period, which lasted 18 days, was preceded by a 5-day reference period in which both groups of cows were milked twice daily.

The mean daily individual milk yield of the test group was 27.3 kg per cow per day during the test period. This was 2.4 kg more than the mean daily yield of the control group ($p > 0.05$). The daily duration of machine milking was 30.5 minutes per cow for the test group and 14.7 minutes for the control group.

When the maximum milk flow was less than 1.5 kg per minute, the readings from a sensor in the claw indicated that the milk cooled down so much that it was less useful for detecting sick animals and cows on heat.

The milking frequency of six times daily appeared to cause a large increase in the free fatty acid content of the milk. The values for the control group and the test group were respectively 0.221 and 0.731 meq. per 100 grams of milkfat ($p < 0.001$).

The behavioural studies showed that the cows in the test group spent more time lying in the cubicles (46.5 v. 40.4 %; $p < 0.05$) and less time standing in the cubicles (20.4 v. 21.3 %; $P < 0.01$) and in the walking area (15.5 v. 10.6 %; $p < 0.001$), when they were milked six times daily (test period) instead of twice (reference period). No such change between the reference period and the test period was observed in the control group.

No significant differences were found in eating times, the number of lying and eating periods and the average duration of these periods.

Literatuur

- Bockisch, F.J., A. Zips und J. Boxberger, 1981. Gibt es die "Norm"-Kuh im Liegeboxenlaufstall? KTBL-Schrift 281, Darmstadt. p. 61-78.
- Gravert, H.O., 1988. Automation in milk production. In: Automation of feeding and milking; production, health, behaviour, breeding. EAAP Publication no. 40, p. 3-10.
- Grimm, H. and K. Rabold, 1987. Studies on automation of machine milking. Proceedings of Third Symposium Automation in Dairying. IMAG, Wageningen, p. 277-282.
- Ipema, A.H., E. Benders and W. Rossing, 1987. Effects of more frequent daily milking on milk production and health of dairy cattle. Proceedings of Third Symposium Automation in Dairying. IMAG, Wageningen, p. 283-293.
- Ipema, A.H., H.K. Wierenga, J. Metz, A.C. Smits and W. Rossing, 1988. The effects of automated milking and feeding on the production and behaviour of dairy cows. In: Automation of feeding and milking: production, health, behaviour, breeding. EAAP Publication no. 40, p. 11-24.
- Jellema, A., 1986. Some factors affecting the susceptibility of raw cow milk to lipolysis. Milchwissenschaft 41, p. 553-558.
- Maatje, K., and W. Rossing, 1976. Detecting oestrus by measuring milk temperatures of dairy cows during milking. Livestock Production Science 3, p. 85-89.
- Maatje, K., W. Rossing, G.J. Garssen and H.G. Pluijgers, 1983. Automation of electrical conductivity measurements during milking. Proceedings of Symposium Automation in Dairying. IMAG, Wageningen, p. 89-100.
- Metz, J.H.M., D.B.J.M. Lubbers en H.K. Wierenga, 1983. Gevolgen van ligtijdbeperking bij koeien. Bedrijfsontwikkeling 14 (3), p. 193-196.
- Metz, J., H.K. Wierenga und A.H. Ipema, 1986. Verhalten von Kühen beim automatischen Füttern und Melken. KTBL-Schrift 319, Darmstadt. p. 138-154.
- N.N., 1986. Melkwinning. Consulentschap in algemene dienst voor melkwinning, melkhygiëne en boerenkaasbereiding Wageningen, 365 pp.
- Ordolf, D., 1986. Vollautomatisches Melken. Landtechnik 5 (41), p. 227-229.
- Porzig, E., 1969. Das Rind. In: Das Verhalten Landwirtschaftlicher Nutztiere. 2nd. ed. (E. Porzig, G. Tembrock, C. Engelmann, J.P. Signoret, J. Czako, eds). Deutscher Landwirtschaftlicher Verlag, Berlin. p. 121-235.
- Rabold, K., 1986. Vollautomatisches Melken: Erste Ergebnisse aus Tierverhaltens- und physiologischen Untersuchungen. Landtechnik 5 (41), p. 224-226.
- Rossing, W., A.H. Ipema and P.F. Veltman, 1985. The feasibility of milking in a feeding box. IMAG, Wageningen, Research Report 85-2.
- Rossing, W., 1989. De melkrobot - Ontwikkelingen in Europa. Landbouwmechanisatie 40, p. 54-55.
- Sambras, H.H., 1978. Nutztierethologie. Verlag Paul Parey. Berlin-Hamburg.
- Siegel, S., 1956. Non parametric statistics for the behavioural sciences. Mc. Graw-Hill, New York.