

# Wageningen UR Livestock Research

*Partner in livestock innovations*



Rapport 414

## Ontwikkeling beweidingsysteem bij mobiel robotmelken

December 2010



**LIVESTOCK RESEARCH**

**WAGENINGEN UR**

## Colofon

### Uitgever

Wageningen UR Livestock Research  
Postbus 65, 8200 AB Lelystad  
Telefoon 0320 - 238238  
Fax 0320 - 238050  
E-mail [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

### Redactie

Communication Services

### Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2010

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

### Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research en Central Veterinary Institute, beiden onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek vormen samen met het Departement Dierwetenschappen van Wageningen University de Animal Sciences Group van Wageningen UR (University & Research centre).

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

## Abstract

This report discussed which grazing system fits best to milking in the meadow with a robot. Free strip grazing gave good results. In a number of farm situations in which grazing is difficult, mobile robot milking in combination with grazing can be an economically attractive alternative.

## Keywords

Mobile milking robot, grazing system, grazing, economics, grassland management.

## Referaat

ISSN 1570 - 8616

## Auteur(s)

M.H.A. de Haan  
G. Holshof  
A.G. Evers  
A.P. Philipsen  
K.M. van Houwelingen

## Titel

Ontwikkeling beweidingssysteem bij mobiel robotmelken

Rapport 414

## Samenvatting

In dit rapport is gekeken welk beweidingssysteem het beste past bij melken met een mobiele melkrobot in de wei. Vrij stripgrazen leverde goede resultaten op. Bij een aantal bedrijfssituaties waar weiden moeilijk is, kan melken met een mobiele melkrobot in combinatie met weiden een economisch aantrekkelijk alternatief zijn.

## Trefwoorden

Mobiele melkrobot, beweidingssysteem, beweiding, economie, graslandmanagement.



LIVESTOCK RESEARCH

WAGENINGEN UR

Rapport 414

## Ontwikkeling beweidingsysteem bij mobiel robotmelken

### Development of grazing system with mobile milking robot

M.H.A. de Haan

G. Holshof

A.G. Evers

A.P. Philipsen

K.M. van Houwelingen

December 2010



## Voorwoord

In Nederland is het voor steeds meer melkveebedrijven moeilijk om de koeien voldoende weidegang aan te bieden. Schaalvergroting, een slechte verkaveling en de opmars van automatische melksystemen zijn hier debet aan. Om deze ontwikkelingen het hoofd te kunnen bieden heeft een particuliere ondernemer een mobiel automatisch melksysteem ontwikkeld, zodat weiden ook onder moeilijke omstandigheden mogelijk is. Het ontwikkelen van een nieuw systeem is een risicovolle onderneming en vergt doorzettingsvermogen. Onze dank gaat uit naar de initiatiefnemers van deze innovatie. Als Livestock Research graag hebben we dit innovatieve traject graag ondersteund.

In een eerder rapport van Van Houwelingen et al. (2009) bleek al dat mobiel melken in de wei technisch haalbaar was met een kleine veestapel van ongeveer 30 koeien. Toch was het robotbezoek niet bevredigend. Bij standweiden waren de loopafstanden naar de mobiele melkrobot te lang. Dit rapport beschrijft de zoektocht naar een beter passend beweidingssysteem met een praktische bedrijfsomvang van 60 koeien op het melkveeproefbedrijf Zegveld. Of dit gelukt is en of een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot en weidegang ook economisch perspectief biedt, laat dit rapport zien. Ik beveel het lezen van dit rapport daarom ook van harte aan.

Dank gaat verder uit naar de financiers van dit project. Vanaf 2008 tot en met 2010 heeft het Productschap Zuivel dit project financieel ondersteund. Bovendien heeft het BO-project 'Koe&Cultuur' in 2008 en 2009 ook een financiële bijdrage geleverd.

Kees de Koning

Clusterleider Bedrijf en Keten,

Livestock Research, Wageningen UR,

Lelystad



## Samenvatting

In Nederland is sprake van een afname van weidegang. Dit is het gevolg van een aantal autonome ontwikkelingen zoals schaalvergroting, slechte verkaveling en inzet van automatisch melksystemen (AMS). Om toch te kunnen weiden is gezocht naar een innovatieve combinatie van weiden en melken. Bijvoorbeeld een mobiele melkrobot, zodat de melkinrichting bij de koeien in de wei blijft. Een particuliere ondernemer heeft in samenwerking met de Animal Sciences Group een mobiele melkrobot ontwikkeld. Een rupsvoertuig dat een melkrobot en bijbehorende voorzieningen meedraagt. In 2008 is het onderzoek begonnen met de mobiele melkrobot op proefbedrijf Zegveld waarbij 30 tot 35 koeien zijn gemolken. Technisch functioneerde het systeem goed. Echter, de beweidingresultaten met standweiden waren nog onbevredigend. Door grote loopafstanden was de bezoekfrequentie van de robot te laag om een voldoende hoge melkproductie per koe te kunnen realiseren.

Dit rapport beschrijft het onderzoek naar een passend beweidingssysteem dat wel leidt tot een voldoende hoge bezoekfrequentie van de mobiele melkrobot, zodat de koeien ook bij een AMS in de wei voldoende melk blijven produceren (vergelijkbaar als op stal). Het doel van dit onderzoek is om een praktisch uitvoerbaar bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot voor een melkveebedrijf met een gemiddelde omvang (60-65 koeien) en een gemiddelde melkproductie van 8000 – 8500 kg melk per koe te realiseren.

De resultaten van het onderzoek in laten zien dat het mogelijk is om met een mobiele melkrobot 60 – 65 koeien te melken die gemiddeld 8000 kg melk per koe produceren bij volledige weidegang zonder bijvoeding in de weideperiode. Een succesvol beweidingssysteem om dit te realiseren is stripgrazen gecombineerd met vrij koeverkeer. Table laat zien dat 'vrij stripgrazen' (2010) het beste van de beproefde beweidingssystemen bleek. Het resultaat vertoont grote overeenkomsten met het resultaat op stal. Hoewel de variatie in melkproductie en –frequentie wel groter is. Dit betekent dat het resultaat in de weide nogal eens zal variëren. Mogelijk ongewenst voor een veehouder.

**Tabel 1** Samengevat resultaat van de gehele proefperiode. Het aantal koeien betreft het totaal aantal koeien dat bij de mobiele melkrobot liep. De overige kengetallen hebben alleen betrekking op de HF-koeien

Systeem weiden/opstallen	Aantal koeien	Melkproductie (kg/koe/dag)	Melkfrequentie (melkingen/koe/dag)
Standweiden, vrij koeverkeer, 2008	35	20,3	1,9
Stalperiode, 2008/2009 (volledig op stal)	58	22,1	2,4
Stripgrazen, juni 2009 (gecontroleerd koeverkeer)	62	19,4	2,1
Stripgrazen, sept 2009 (vrij koeverkeer, 2009)	46	17,2	2,3
Stalperiode, 2009/2010	44	25,0	2,5
Stripgrazen, 2010 (vrij koeverkeer, 3x vers gras)	51	24,9	2,4

Een gelijkmatige bezetting van de mobiele melkrobot over de dag en nacht is belangrijk om voldoende melkingen per koe te halen. Bij vrij stripgrazen lukte dit beter dan bij standweiden en gestuurd stripgrazen. Driemaal per dag een verse strip verstrekken helpt om de koeien in beweging te krijgen voor voldoende melkingen. Ervaringen in 2008 tot en met 2010 wijzen uit dat koeien wel moeten wennen aan een systeem met een mobiele melkrobot. Dit kan een aantal jaren duren.

Niet voor ieder bedrijf zal een mobiele melkrobot interessant zijn. Toch kan een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot in de weide in een aantal gevallen economisch concurreren met een ander bedrijfssysteem. Bijvoorbeeld ten opzichte van automatisch melken en jaarrond opstallen als:

- Weidegang ernstig belemmerd wordt en niet mogelijk is zonder mobiel te melken
- Het ruwvoeroverschot onverkoopbaar is
- De melkproductie per koe op een vergelijkbaar niveau blijft als op stal

Bij een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot zijn de kosten voor installaties, brandstof en voer hoger dan bij robotmelken en opstallen.. De kosten voor krachtvoer strooisel, loonwerk, gebouwen en energie zijn juist lager. Een systeem met een mobiele melkrobot hoeft niet meer arbeid te kosten dan permanent opstallen met een automatisch melksysteem. Hoewel weidegang aspecten meer arbeid vragen, is minder arbeid nodig rond voeren en ligboxen schoonmaken.





## Summary

In the Netherlands grazing is decreasing, which is a result of a number of autonomous developments such as increase in scale, bad division of land and using automatic milking systems (AMS). To keep grazing possible, an innovative combination of grazing and milking is looked for. For example, a mobile milking robot, so that the milking station remains with the cows in the meadow. A private entrepreneur has developed a mobile milking robot, in cooperation with the Animal Sciences Group of Wageningen UR. This is a caterpillar vehicle, which carries a milking robot and accompanying supplies. In 2008 the research was started with the mobile milking robot at the Applied Research Centre Zegveld, where 30 to 35 cows were milked. Technically the system worked well. However, the grazing results with continuous grazing were still unsatisfactory. Due to large walking distances, the frequency of visits to the robot was too low to realise a sufficiently high milk production per cow.

This report describes the research into a suitable grazing system which really leads to a sufficiently high frequency of visits to the robot, so that cows, also with an AMS in the meadow, remain producing sufficient milk (comparable to the barn production). The purpose of this research was to realise a practically feasible farm system with a mobile milking robot for a medium-sized dairy farm (60 – 65 cows) and an average milk production of 8,000 – 8,500 kg of milk per cow.

The results of the research show that milking 60 – 65 cows with an average milk production of 8,000 kg with a milking robot is possible with complete grazing without additional feeding during the grazing period. A successful grazing system to realise this is strip grazing combined with free cow traffic. Table 1 shows that 'free strip grazing' (2010) proved to be the best of the tested grazing systems. The result shows much agreement with the barn results, although the variance in milk production and – frequency – is higher. This means that the result in the meadow may sometimes vary, which may be undesirable for the farmer.

**Table 1** Summarised result of the entire test period. The number of cows concerns the total number of cows that was present with the mobile milking robot. The other parameters only concern HF-cows.

System grazing/barns	No of cows	Milk production (kg/cow/day)	Milking frequency (milking/cows/day)
Continuous grazing, free cow traffic, 2008	35	20.3	1.9
Barn period, 2008/2009 (completely in barn)	58	22.1	2.4
Strip grazing, June 2009 (controlled cow traffic)	62	19.4	2.1
Strip grazing, Sept 2009 (free cow traffic, 2009)	46	17.2	2.3
Barn period, 2009/2010	44	25.0	2.5
Strip grazing, 2010 (free cow traffic, 3x fresh grass)	51	24.9	2.4

A steady occupation of the mobile milking robot over day and night is important to realise sufficient milkings per cow. With free strip grazing this proved to be easier than with continuous grazing and controlled strip grazing. Providing a fresh strip three times a day helps to get the cows moving for sufficient milkings. Experiences in 2008 through 2010 indicated that cows have to familiarise themselves with a system with a mobile milking robot. This can take some years.

Not for each farm will a mobile milking robot be interesting. Yet a farm system with a mobile milking robot in the meadow can in a number of cases compete economically with another farm system. For example, with regard to automatic milking and in the barn year-round if:

- Grazing is seriously hampered and if it is not possible to milk without robot
- The roughage surplus cannot be sold
- Milk production per cow remains at a comparable level as barn production

With a farm system with a mobile milking robot the costs of equipment, fuel and feed are higher than with robot milking and cows in the barn. The costs of concentrates, litter, hired labour, buildings and energy are lower, however. A system with a mobile milking robot does not need to cost more labour than cows permanently in the barn with an automatic milking system. Although grazing aspects demand more labour, less labour is needed for feeding and cleaning cubicles.



# Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

<b>1</b>	<b>Inleiding</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Methode van onderzoek</b> .....	<b>2</b>
2.1	Kenmerken mobiele melkrobot .....	2
2.2	Kenmerken onderzoeksituatie .....	2
2.3	Onderzoeksmethodiek: zoektocht naar passend beweidingssysteem .....	3
2.4	Aanloopperiode .....	5
2.5	Registratie gegevens .....	5
2.6	Beleid van attentiekoeien ophalen .....	5
<b>3</b>	<b>Ervaringen en aanbevelingen 2008</b> .....	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Resultaten zoektocht: stripgrazen</b> .....	<b>8</b>
4.1	Onderzoek naar passend systeem van stripgrazen in 2009 .....	8
4.2	Resultaten 2010 .....	10
4.3	Discussie beweidingssystemen .....	14
4.4	Aanbevolen beweidingssysteem .....	17
<b>5</b>	<b>Economische verkenning</b> .....	<b>18</b>
5.1	Uitgangsbetrijf .....	18
5.2	Mobiel melken in de wei als alternatief .....	18
5.3	BBPR als rekenprogramma .....	20
5.4	Resultaten .....	22
5.5	Discussie economie .....	23
<b>6</b>	<b>Conclusies</b> .....	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>Praktijktoepassing</b> .....	<b>26</b>
<b>8</b>	<b>Literatuur</b> .....	<b>27</b>



# 1 Inleiding

## Aanleiding

In Nederland is sprake van een afname van weidegang. Dit is het gevolg van een aantal autonome ontwikkelingen zoals schaalvergroting, slechte verkaveling en inzet van automatisch melksystemen (AMS). Om toch te kunnen weiden is gezocht naar een innovatieve combinatie van weiden en melken. Een voorbeeld hiervan is een concept waarbij de melkinrichting naar het melkvee toegaat: mobiel melken. Een particuliere ondernemer heeft in samenwerking met de Animal Sciences Group een mobiele melkrobot ('De Natureluur') ontwikkeld. Een rupsvoertuig dat een melkrobot en bijbehorende voorzieningen meedraagt. In 2008 is een kleinschalig onderzoek verricht met de mobiele melkrobot op proefbedrijf Zegveld waarbij 30 tot 35 koeien zijn gemolken. Hierbij is de technische haalbaarheid verkend en zijn eerste ervaringen opgedaan in bedrijfsverband. Ook is gekeken naar de mogelijkheden voor verbetering van de techniek en het bedrijfssysteem.

Technisch functioneerde het systeem goed. De rapportage over onderzoekjaar 2008 (Van Houwelingen et al., 2009) concludeert dat het systeem technisch goed functioneert, want het aantal storingen en kinderziekten is zo klein dat dit niet tot grote vertraging heeft geleid. Met circa 1 storing per week was het aantal niet hoger dan bij robotmelken op stal.

Echter de beweidingresultaten met standweiden waren nog onbevredigend (Van Houwelingen et al., 2009). Door lange looplijnen was de bezoekfrequentie naar de robot te laag om een voldoende hoge melkproductie per koe te kunnen realiseren.

Dit rapport beschrijft het onderzoek naar een passend beweidingssysteem dat wel leidt tot een voldoende hoge bezoekfrequentie en de mogelijkheid biedt dat de koeien ook bij een AMS in de wei voldoende melk blijven produceren. Het onderzoek is in 2009 en 2010 uitgevoerd bij een bedrijfsomvang die meer aansluit op de gangbare praktijk: een koppel van ongeveer 60 koeien is met het mobiele AMS-systeem in de wei gemolken.

Behalve de zoektocht naar een passend beweidingssysteem is in dit rapport ook gekeken naar het economisch perspectief van mobiel melken met een AMS in de wei. Er is gekeken of dit systeem concurrerend kan zijn met een systeem waarbij de koeien vanwege moeilijke weideomstandigheden het hele jaar op stal staan.

## Doel

Een praktisch uitvoerbaar bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot voor een melkveebedrijf met een gemiddelde omvang (60-65 koeien) en een gemiddelde melkproductie (8000 – 8500 kg melk per koe) is gerealiseerd.

## Doelgroep:

Professionele melkveehouders die zich niet enkel op natuurbeheer richten.

## Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de methode van onderzoek beschreven. In hoofdstuk 3 worden de belangrijkste ervaring van 2008 samengevat. Hoofdstuk 4 beschrijft het onderzoeksresultaat naar een goed werkend beweidingssysteem, waarna hoofdstuk 5 het economisch perspectief van het bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot beschrijft. In hoofdstuk 6, 7 en 8 volgen respectievelijk de discussie, de conclusies en de praktijktoepassing.

## 2 Methode van onderzoek

In dit hoofdstuk wordt beschreven waar het onderzoek naar een passend beweidingssysteem heeft plaatsgevonden en op welke manier dit is gebeurd. Bovendien beschrijven we eerst kort het 'materiaal' waar mee gewerkt wordt. De mobiele melkrobot en de onderzoeksituatie.

### 2.1 Kenmerken mobiele melkrobot

Van Houwelingen et al. (2009) hebben de techniek van de mobiele melkrobot uitvoerig beschreven. In deze alinea staat slechts een bondige samenvatting. Als basis voor de mobiele melkrobot is een tweedehands rupsdumper gebruikt. Deze Morooka MST 1500 uit 1996 en met 5.600 uur op de klok komt uit Duitsland. De machine was uitgerust met een kipbak en wordt voortbewogen door een zescilinder turbo Mitsubishi, een dieselmotor met een vermogen van 150 kW (200 pk). Op het onderstel met rubberen rupsen is een afneembare bovenbouw geplaatst waarin de melktechniek staat.

Het hart van de machine bestaat uit een 'standaard' vrijwillig automatisch melksysteem (VMS van Delaval). Gecombineerd met het beschreven rupsvoertuig is veelvuldig verplaatsen mogelijk, zodat het systeem met een kudde kan meetrekken. In het midden van de rupsdumper is een melktank gemonteerd met een volume van 3600 liter. Aan de voorkant hangen de volgende onderdelen: aggregaat, mengvoerbak, vacuümpomp en koelmachine. Achter de melktank bevinden zich twee watertanks, elk met een inhoud van 900 liter.

Verder bevinden zich aan de voorkant de warmteterugwinning, melkseparatie en luchtcompressor. Tussen de rupsenbanden is de opslagtank voor vuil water gemonteerd. Om de robot te liften en transporteren is een heftmast gemonteerd. De VMS schuift in transportstand naar de rupsdumper toe om het heffen makkelijker te maken. Het totaal gewicht bedraagt circa 18 ton vol (inclusief krachtvoer, schoon water en dieselolie en exclusief melk en vuil water). Dit gewicht wordt verdeeld over de twee rupsen. De totale contactoppervlakte hierbij is 43400 cm<sup>2</sup>. Het gewicht per cm<sup>2</sup> is dus ongeveer 0,41 cm<sup>2</sup>. Ter illustratie: de druk van een boer op klompen is ongeveer 0,30 kg/cm<sup>2</sup>, een tractor drukt met 0,64 kg/cm<sup>2</sup> op de bodem en een koe met circa 1,5 kg/cm<sup>2</sup>.

### 2.2 Kenmerken onderzoeksituatie

Het onderzoek naar een passend bedrijfssysteem met de mobiele melkrobot heeft op melkveeprroefbedrijf Zegveld plaatsgevonden. Het proefbedrijf op veengrond kenmerkt zich door de hoge slootwaterpeil en heeft daardoor veel percelen met een matige draagkracht. Bovendien liggen er veel greppels in de percelen en sloten tussen de percelen. Dat maakt bereikbaarheid en 'vergroten' van percelen lastig. Daarnaast is de graskwaliteit op veengrond vaak net wat matiger dan op zand- en kleigronden.

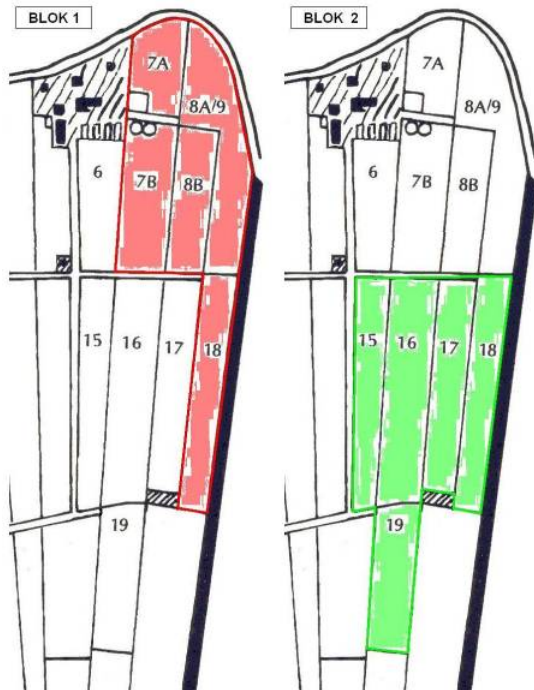
Tijdens het onderzoek met de mobiele melkrobot in de wei hebben de koeien dag en nacht geweid zonder bijvoeding van ruwvoer.

In 2008 is 18 ha gebruikt dat achter de stal ligt. Toen is vooral het systeem van standweiden onderzocht.

In 2009 is 20 ha gebruikt aan de overkant van de weg van het melkveeprroefbedrijf. Gedurende de weideperiode van mei tot en met september 2009 heeft een koppel van 60 koeien op deze oppervlakte geweid. Krachtvoer is verstrekt in de mobiele melkrobot. De perceelgrootte is kenmerkend voor het veenweidegebied.

In 2010 zijn alle percelen op de huiskavel beschikbaar gesteld voor het onderzoek met de mobiele melkrobot. Soms net na- of net voordat de koppel 'gangbaar' gehouden koeien een perceel beweidde.

**Figuur 1** De percelen achter de stal van Zegveld illustreren de situatie met greppels en sloten en de beperkte mogelijkheden om blokken te vergroten bij standweiden.



Het onderzoek op Zegveld is uitgevoerd met een veestapel die voor ongeveer driekwart bestond uit HF dieren met een iets lagere melkpotentie dan gemiddeld en voor ongeveer een kwart bestond de veestapel uit Blaarkoppen. Het (beoogde) melkproductieniveau van de HF-koeien bedraagt ongeveer 8000 kg melk per koe op jaarbasis. De koeien krijgen gemiddeld 2000 tot 2200 kg krachtvoer per koe per jaar bijgevoerd. In de stalperiode krijgen de dieren alleen graskuil als ruwvoer gevoerd. De studie in dit rapport kijkt vooral of de doelstellingen van melkproductie bij de groep HF-dieren is gehaald.

Gedurende de gehele weideperiode zijn de koeien gemolken met een mobiel AMS systeem. De afvoer van melk en de aanvoer van water, krachtvoer en diesel gebeurde eenmaal per twee dagen met de melkbus (zie ook hoofdstuk 3).

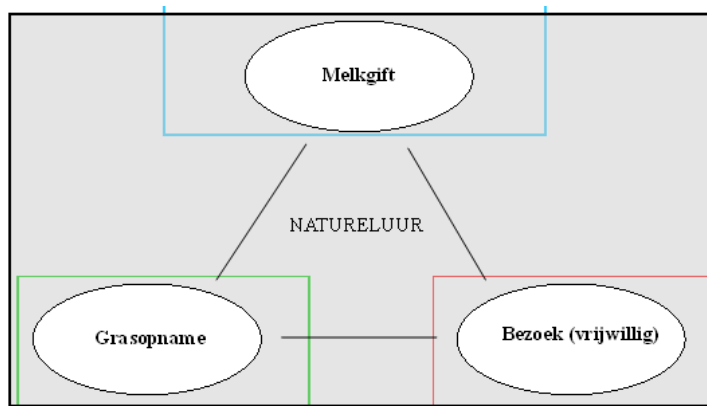
### 2.3 Onderzoeksmethodiek: zoektocht naar passend beweidingssysteem

In de zoektocht naar een passend beweidingssysteem is gekeken of het systeem aan de volgende randvoorwaarden kon voldoen:

- 60 koeien weiden en melken met 1 mobiele melkrobot;
- De gemiddelde jaarproductie van de koeien moet tenminste 8000 kg melk per HF koe zijn;
- Voor deze gewenste productie moet het aantal melkingen tenminste 2,5 per koe per dag zijn;
- De koeien moeten voldoende vers gras kunnen opgenomen bij onbeperkt weiden zonder bijvoeding;
- Het ophalen van niet gemolken attentiekoeien blijft beperkt.

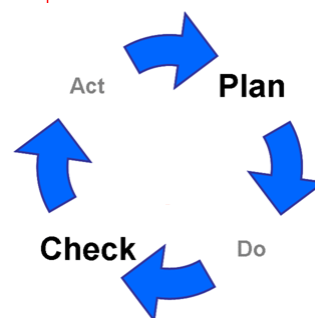
Figuur 2 laat schematisch zien welke factoren bepalend zijn voor een succesvol systeem met de mobiele melkrobot. Het systeem is succesvol als er 60 koeien gemolken worden met gemiddeld 8000 kg melk per jaar. Voldoende melkproductie is afhankelijk van voldoende opname van het verse gras. Vervolgens is de melkproductie afhankelijk van het aantal melkingen en de regelmaat van de melkingen. Maar het aantal melkingen is ook weer afhankelijk van de melkproductie per koe. Dieren met een hoge melkproductie worden vaker gemolken. Vervolgens moeten dieren met een hoge melkproductie ook weer meer vers gras opnemen. Zo hebben de genoemde factoren met elkaar en met het succes van het bedrijfssysteem te maken.

**Figuur 2** Schematische weergave van bepalende factoren die zorgen voor een succesvol beweidingssysteem met de mobiele melkrobot.



Door middel van de methodiek van plan-do-check-act is in onderzoek verricht naar een passend beweidingssysteem. Dit betekent dat de koeien een vaste periode (circa 4 weken) weiden en gemolken worden in een stabiel systeem. Vervolgens evalueert het projectteam de resultaten en ervaringen van het systeem. De zwakke punten en tekortkomingen worden onderkend, zodat verbeteringen doorgevoerd kunnen worden. Evaluatie leidt weer tot aanpassing van het systeem, net zo lang tot een systeem bereikt is waarbij de doelstelling gehaald wordt.

Dit heeft geresulteerd in de systemen, zoals weergegeven in tabel 2.



**Tabel 2** Resultaat van uitgevoerde beweidingssystemen door te werken volgens de methode van plan-do-check-act

Periode	Beweidingssysteem	Aantal koeien (circa)
juni - sept 2008	Standweiden	35
mei - juni 2009	Gestuurd stripgrazen. Koeien in ochtend achter draad.	60
jul 2009	Gestuurd stripgrazen. Experimenteren met krachtvoersoorten	60
aug 2009	Gestuurd stripgrazen. Koeien in avond achter draad.	60
sept 2009	Stripgrazen, volledig vrij koeverkeer	50
mei - juni 2010	Stripgrazen, volledig vrij koeverkeer	50



## 2.4 Aanlooperperiode

Om een nieuw bedrijfssysteem te toetsen is een voldoende lange periode nodig waarbij de dieren gewend zijn aan een systeem. Een groot verschil in systeem (bijvoorbeeld van stal naar weide) betekent dat de resultaten vlak na de overgang zeker beïnvloed worden door de wisseling. Dus enige tijd gewenning is noodzakelijk. Daarnaast is een goede aanlooperperiode gewenst om de tijd van gewenning zo kort mogelijk te houden.

In 2008 zijn de koeien samen met de mobiele melkrobot ineens naar buiten gegaan. Deze overgang was zo abrupt dat de dieren de eerste dagen helemaal van slag waren.

In 2009 hebben we hiervan geleerd en zijn de koeien eerst alleen een periode overdag naar buiten gegaan, terwijl de mobiele melkrobot nog binnen stond. Bovendien is toen dagelijks een strook vers gras verstrekt. Na een week ging de mobiele melkrobot mee naar buiten, direct naar de veldkavel aan de overkant van de weg.

In 2010 was de aanlooperperiode weer wat anders en nog meer geleidelijk. De aanlooperperiode duurde toen 2 weken. De koeien hebben in die periode geweid op kort gras. Op deze manier konden de koeien geleidelijk wennen aan mobiel melken met volledige weidegang.

## 2.5 Registratie gegevens

Gedurende het seizoen is de beweiding vastgelegd op een graslandkalender. Bij het melken is per koe bijgehouden wanneer de robot bezocht is, of er daadwerkelijk gemolken is, het tijdstip van de melking, de hoeveelheid melk en gegeven krachtvoer. Op basis van de individuele koegegevens is ook steeds de BSK berekend. Bij inscharen en bij uitscharen zijn op perceelniveau grashoogtemetingen uitgevoerd. Op enkele willekeurige momenten is ter controle een opbrengstmeting uitgevoerd, waarbij enkele grasstroken zijn gemaaid, gemeten, gewogen en bemonsterd.

Verder is in 2009 het grasland gekarteerd, om het grasbestand te beoordelen.

## 2.6 Beleid van attentiekoeien ophalen

Het ophaalregime van de Natureluur is gedurende de zomer redelijk constant geweest.

Er is gekozen om de instellingen van de melktoestemming van het melksysteem in de weideperiode gelijk te houden aan de instellingen van de stalperiode. Dit betekent dat verse koeien (<150 dagen) 6 uur na de vorige melking weer gemolken mochten worden (vier melkingen per 24 uur) en dat koeien verder in lactatie pas na 8 uur weer toegang kregen (drie melkingen per 24 uur). Koeien met een verwachte melkgift hoger dan 9 kg (vaarzen 8 kg) kregen daarnaast toegang, dus eerder dan de genoemde melkintervallen.

Tweemaal per dag (om circa 7.00 uur en 17.00 uur) werden de attentiekoeien die meer dan 14 uur niet gemolken waren opgehaald (gedwongen melking). Hierdoor is geborgd dat alle koeien minimaal eenmaal per dag gemolken werden.

In de zomer van 2009 is kortstondig geëxperimenteerd met kortere melkintervallen, hierdoor nam het aantal melkingen per dag toe maar liep ook de zuurtegraad van de melk op. Of dit veroorzaakt werd door de lagere melkgiften per melkbeurt of de verhoogde melkfrequentie of een combinatie hiervan is onduidelijk.

### 3 Ervaringen en aanbevelingen 2008

Het onderzoek naar een passend beweidingssysteem is begonnen in 2008. Toen is standweiden uitgetest. Het resultaat van dat onderzoek is beschreven in Van Houwelingen et al. (2009). Naar aanleiding van de resultaten van 2008 zijn in 2009 en 2010 andere beweidingssystemen onderzocht. Om te begrijpen waarom andere beweidingssystemen onderzocht zijn, is het goed kennis te nemen van de resultaten van onderzoekjaar 2008. In dit hoofdstuk zijn de resultaten van 2008 samengevat, wordt gekeken welke aanbevelingen daar uit naar voren komen en hoe deze in de jaren daarna zijn toegepast.

#### Techniek

De eerste ervaringen met de Natureluur waren goed. De techniek werkte. Het is goed mogelijk om koeien volledig automatisch te melken in de wei. Ook het aantal storingen en kinderziektes viel erg mee. Eenmaal per 2 dagen ging het complete systeem naar het erf om melk te lossen en krachtvoer, water en diesel bij te vullen. Hier was ongeveer 2 uur voor nodig. Dat is vrij lang, omdat in die tijd niet gemolken kan worden.

#### Bezoekfrequentie

Een belangrijk deel van het onderzoek was de bezoekfrequentie. Willen de dieren wel voldoende vaak naar de mobiele melkrobot? De koeien zijn eind april in de wei gekomen en na ruim een week waren de dieren gewend. De dieren kregen dag en nacht weidegang. Het vrijwillig boxbezoek in de weide was lager dan op stal. Gemiddeld lag het boxbezoek in de weideperiode op 1,9 melkingen per koe per dag en in de stalperiode op 2,6. Het lage boxbezoek betekende dat niet alle beschikbare hoeveelheid krachtvoer werd opgenomen. De combinatie van het lage boxbezoek en de lage krachtvoergift betekent dat de (melk)productiecapaciteit van de koeien niet volledig is benut. De bezoekfrequentie wordt vooral beïnvloed door de loopafstand. Grote loopafstanden leiden tot een lager boxbezoek. Daarnaast hebben productie en lactatiestadium een significant verband met de melkfrequentie. Verder bezoeken koeien die activiteiten als liggen, staan en vreten vaak afwisselen, de robot vaker dan anderen. Dominantie, conditie en locomotie spelen een veel kleinere rol.

#### Beweiding

Uitgangspunt bij de introductie van het systeem was, dat de koeien dag en nacht weiden, zonder bijvoeren met ruwvoer. Bekend is dat een constante situatie belangrijk is voor veel melkingen met een vaste regelmaat. Een vast ritme waar koeien aan gewend zijn is dus belangrijk voor het slagen van het systeem. Daarom is mobiel automatisch melken in 2008 gecombineerd met standweiden: elke dag hetzelfde grasaanbod en dezelfde kwaliteit. Onbeperkt standweiden, zonder bijvoeding, bleek moeilijk te realiseren door grote wisseling in oppervlakte en wisselende bijgroei. Dit leidde tot zeer grote loopafstanden. Onbeperkt standweiden in combinatie met een mobiele melkrobot bleek niet het meest ideale beweidingssysteem. Want zowel de bezoekfrequentie als de melkgift bleken te laag. Voorwaarden die nodig zijn om het standweidesysteem in combinatie met de mobiele melkrobot wel succesvol toe te passen zijn:

- Grasaanbod van 900-1000 kg drogestof per hectare (grashoogte = 11-12 cm).
- Loopafstand tot de robot vanuit het aangeboden blok is maximaal 325 meter.
- Beide voorwaarden moeten resulteren in minimaal 1,8 melkingen per koe per dag over de hele koppel.

#### Schade aan grasland

Onbeperkte weidegang met een mobiele melkrobot heeft in de periode tot en met september 2008 niet tot overmatige vertrapingschade geleid, ook niet bij veel regenval. Daarnaast heeft het zware rupsvoertuig niet tot schade aan de grasmat geleid. Het voertuig zakte niet weg in de natte veengrond. De gemaakte 'afdruk' was na 1 dag vaak niet meer te zien.

### **Aanbevelingen 2008**

De volgende aanbevelingen kwamen uit het onderzoek van 2008 naar voren:

- Zorg voor en geleidelijke overgang van binnen naar buiten.
- Zorg voor tussentransport van melk, water, krachtvoer en diesel, zodat de Natureluur in het land kan blijven.
- Organiseer een efficiënte manier om koeien te insemineren of te behandelen voor ziekte.
- Probeer structuur(brok) bij te voeren, in of nabij de robot om activiteit van koeien te bevorderen.
- Test beweidingssystemen met korte loopafstanden tot de melkrobot.

### **Uitgewerkte aanbevelingen: stripgrazen en melkbus**

In 2009 zijn direct een aantal aanbevelingen uitgewerkt. De geleidelijke overgang van stal naar weide, en inseminatiemogelijkheid in de melkrobot en het beweidingstelsel is aangepast naar stripgrazen. Verder is een 'melkbus' ontwikkeld. De Melkbus is een pendelende wagen voor melk, water, voer en diesel. De mobiele melkbus moet er voor zorgen dat de Natureluur, de mobiele melkrobot die koeien in de weiden van proefbedrijf Zegveld melkt, een hogere capaciteit haalt dan in 2008. De Melkbus zorgt er voor dat de mobiele melkrobot niet meer naar huis hoeft te rijden om melk te lossen en voer en water te halen. Dat neemt al snel twee uur per keer in beslag. Tijd die beter te benutten is door koeien te melken.

De Melkbus kan 1.000 kg krachtvoer per keer meenemen. Met een hydraulische handpomp is de klep van de voorraadbak te openen, waarna de vijzel van de krachtvoersilo's de bak vult. Bij het lossen naar de melkrobot is met dezelfde handpomp de losvijzel boven de krachtvoerbak van de robot te brengen. De krachtvoerbak van de Melkbus staat namelijk op een draaikrans.

De achteras met 70 cm brede banden is hydraulisch bestuurbaar. Dit is handig omdat de wagen 6 meter lang is. Hydraulische cilinders zetten de Melkbus scheef, zodat de gecombineerde water- en melktank leeg kan lopen. Tegelijkertijd is de sturende achteras van de wagen hydraulisch te bedienen.

Een 5.100 liter grote Mueller melkkoeltank wordt voor de rit naar de melkrobot in de wei – iedere twee dagen – gevuld met 2 kubieke meter water, dat in de watertank van de robot wordt gepompt. Daarna pompt dezelfde pomp de melk uit de 3.500 liter grote melktank van de mobiele robot over in de tank van de mobiele Melkbus.

De tank heeft een eigen koelinstallatie en melkwacht, zodat hij op het melkveebedrijf geleegd kan worden door de RMO-chauffeur. Om te koelen moet de wagen wel van elektriciteit worden voorzien. In de wei zorgt de Natureluur melkrobot daarvoor. Die stroom drijft dan meteen de elektrische pompen aan. Staat de wagen op het erf, dan komt de elektriciteit van het net.

De IPC-dieseltank heeft een inhoud van 600 liter. Een aparte pomp met rolslang brengt de diesel in de robot.

## 4 Resultaten zoektocht: stripgrazen

Na de ervaringen met standweiden in 2008, is het graslandgebruikssysteem in 2009 aangepast. Omdat standweiden niet het gewenste resultaat gaf, was de aanbeveling om beweidingssystemen met een korte loopafstand te kiezen. Het gras moet als lokkertje dienen om de koeien door de robot te krijgen. Wel bleef het principe gelden om dagelijks dezelfde omstandigheden aan te bieden, zodat koeien gemakkelijk naar een constant ritme gaan. Dit leidt naar verwachting tot meer melkingen per koe. Vanwege korte loopafstanden gecombineerd met een constant grasaanbod is ervoor gekozen om stripgrazen te testen. Met dit systeem is het makkelijker om het grasaanbod constant te houden. Er zijn in 2009 verschillende manieren van stripgrazen uitgetest. Het meest perspectiefvolle systeem van 2009 is in 2010 verder getest en uitgediept. In dit hoofdstuk worden de resultaten van de zoektocht naar het juiste systeem van stripgrazen beschreven.

### 4.1 Onderzoek naar passend systeem van stripgrazen in 2009

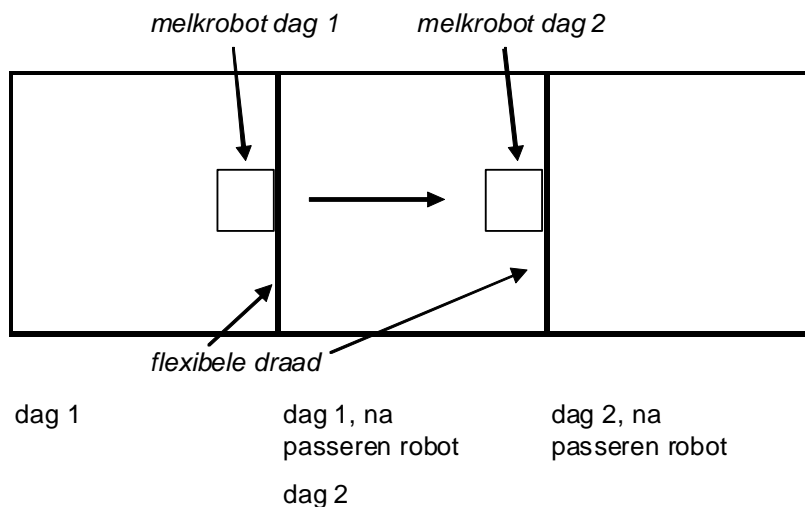
#### Korte beschrijving van het gebruikte systeem

In figuur 3 wordt de methode van stripgrazen schematisch weergegeven. Dag 1: De koeien starten in het blok links, waar 'dag 1' onder staat. Om op het volgende blok te komen (vers gras) moeten de koeien door de robot (rechthoek). Bij gestuurd stripgrazen wordt de tussendraad (de draad bij de robot) in de loop van de dag verwijderd.

Dag 2: De volgende dag wordt het blok van dag 1 helemaal afgesloten. De koeien beginnen dan op het tweede blok van dag 1 (dag 1, na passeren robot) en kunnen via de robot naar het derde blok waar 'dag 2, na passeren robot' onder staat.

Dag 3: Het tweede blok wordt afgesloten en de koeien beginnen in het derde blok waar 'dag 2, na passeren robot' onder staat enz.

**Figuur 3** Schematische weergave van 'gestuurd stripgrazen' in 2009



Er is in 2009 begonnen met het geven van een relatief kleine oppervlakte (strip), waarbij 2 maal daags een nieuwe strip is aangeboden, om teveel besmeuren en vertrappen van het lange gras tegen te gaan. In eerste instantie is gekozen om in te scharen bij een wat hogere snedezwaarte (2500-3500 kg ds/ha) om voldoende pensprikkeling te bevorderen. De robot is steeds gelijktijdig met de strip verplaatst.

Daarna is al snel overgegaan op het systeem zoals hier boven beschreven. In 2009 zijn verschillende systemen van stripgrazen uitgetest. Deze zijn gegroepeerd weergegeven in tabel 3.

**Tabel 3** Onderzochte beweidingssystemen in 2009

Systeem	Beschrijving
1. Gestuurd stripgrazen Koeien in ochtend achter draad	's Ochtends nieuw strip, 's middags alle koeien door de robot, draad weg
2. Gestuurd stripgrazen Experimenteren met krachtvoersoorten	Als systeem 1, andere krachtvoersoorten voeren: (1) Glucaflow en (2) grasbrok
3. Gestuurd stripgrazen Koeien in avond achter draad	Experimenteren met moment van nieuwe strip, tijdstippen tussen 15.00 en 22.00 uur
4. Stripgrazen, volledig vrij koeverkeer	Stripgrazen met volledig vrij koeverkeer, dus geen draad

Tabel 4 laat zien dat er in 2009 grofweg vier verschillende vormen van stripgrazen zijn onderzocht. Begonnen is om via het aanbieden van vers gras de koeien een stimulans te geven om de robot te bezoeken (systeem 1). Na het robotbezoek kregen de koeien toegang tot een stuk met vers gras. Aan het eind van de dag werden alle niet gemolken koeien door de robot 'gedreven' en werd de draad verwijderd. De volgende morgen werd de draad opnieuw geplaatst, na eerst 1 blok op te schuiven (zie beschrijving van het stripgraassysteem).

Omdat het robotbezoek toch onder de maat bleef, is geprobeerd de koeien extra te lokken met verschillende soorten krachtvoer (systeem 2). In 2 korte perioden is getest of het bezoek kon worden verhoogd met:

- krachtvoer met toegevoegd glucaflow
- voeren van grasbrok

Helaas bleek het effect van ander (smakelijker) krachtvoer steeds van korte duur. Als 'het nieuwtje' er af was zakte het bezoek al snel terug op het oude (te lage) niveau.

Na het krachtvoerexperiment is begonnen met het op verschillende tijden aanbieden van de verse strook gras (samengevat als systeem 3), waarbij de koeien steeds aan het eind van de dag werden opgesloten en alleen via de robot toegang kregen tot een vers stuk gras. Met het tijdstip van gras aanbieden is wat geëxperimenteerd (strip aanbieden om 15.00 uur, 17.00 uur, 22.00 uur en verschillende momenten van draad geheel verwijderen). Geen van deze aanpassingen heeft geleid tot een duidelijke verbetering in robotbezoek en melkproductie. Dit lag vooral aan de bezoekdip in de nachtelijke uren. Wel traden er lichte verschuivingen op in het aantal bezoeken verdeeld over de dagdelen, maar in de periode 0-3 en 3-6 uur bleef het robotbezoek te laag.

Aan het eind van het weideseizoen is overgegaan op volledig vrij stripgrazen (systeem 4), later aangevuld met een korter ingesteld melkinterval. Bij deze aanpassing nam het robotbezoek toe en werd de verdeling over 24 uur anders. De nachtelijke dip in bezoekfrequentie (tussen 0.00 en 3.00 uur) nam af.

In tabel 4 staan de belangrijkste resultaten per onderzocht beweidingssysteem in vergelijking met de stalperiode. In de kolom krachtvoergift staat de ingestelde krachtvoergift. Tussen haakjes staat de werkelijke opname. De gegevens hebben alleen betrekking op de HF-dieren uit de koppel. In de kolom 'aantal dieren' staan wel alle dieren (HF en Blaarkoppen).

**Tabel 4** Resultaat van onderzoek met beweidingssystemen in 2009 (Behalve totaal aantal dieren gelden de resultaten voor de groep HF)

Systeem	Aantal Melkingen	BSK	Kg melk per dag	Krachtvoer per koe per dag <sup>1</sup>	Aantal dieren	Proef-dagen
Koeien op stal (0)	2,4	37	22,1	7,7	48	177
Aanlooperperiode (0)	2,2	37	22,3	6,9 (6,5)	62	17
Gestuurd stripgrazen. Koeien in ochtend achter draad. (1)	2,1	33	19,9	5,5 (5,1)	63	70
Gestuurd stripgrazen. Experimenteren met krachtvoersoorten (2).	2,1	31	19,0	5,3 (4,9)	61	20
Gestuurd stripgrazen. Koeien in avond achter draad. (3)	2,1	29	19,2	5,6 (5,2)	60	35
Stripgrazen, volledig vrij koeverkeer (4)	2,3	26	17,2	5,9 (5,5)	46	66
<b>Gemiddeld</b>	<b>2,2</b>	<b>32</b>	<b>20,0</b>	<b>6,3 (5,9)</b>	<b>58</b>	<b>64</b>

<sup>1</sup> De ingestelde krachtvoergift is weergegeven, tussen haakjes staat de gerealiseerde krachtvoergift

Tabel 4 laat zien dat zowel de melkgift als de BSK gedurende het seizoen daalt. Dit is een natuurlijk verloop en wordt niet beïnvloed door de getoetste beweidingssystemen. In vergelijking met de stalperiode ligt het aantal melkingen bij 'gestuurd stripgrazen met de koeien in de ochtend achter de draad' (systeem 1) met 2,1 duidelijk onder het niveau van de stal. Dit systeem is verhoudingsgewijs wat langer toegepast, ook om een goede gewenning te verkrijgen.

Omdat 2,1 melkingen te laag is, is overgegaan op een systeem waarbij de koeien gelokt zijn met aangepaste krachtvoersoorten (systeem 2), met als doel de bezoekfrequentie te verhogen. Hoewel er tijdelijk enig effect was, bleef het aantal melkingen over de proefperiode toch steken op 2,1.

Om de verdeling van de bezoekfrequentie in de nachtelijke uren te verbeteren is de draad op verschillende momenten in de middag en vroege avond verzet (systeem 3). Het verzetten van de draad op een ander tijdstip van de dag gaf echter ook geen verhoging van het aantal melkingen te zien.

Aan het eind van het weideseizoen is volledig vrij stripgrazen (4) toegepast. Dit bleek een succesvolle wijziging omdat het aantal melkingen steeg naar 2,3. Ook verbeterde het robotbezoek in de nachtelijke uren. Deze ontwikkeling was hoopvol en is daarom in 2010 vanaf de start van het weideseizoen toegepast (zie resultaten 2010).

Ondanks de lagere melkfrequentie ten opzichte van de stalperiode, lag het aantal melkingen bij stripgrazen met gemiddeld 2,2 toch een stuk hoger dan de 1,9 bij standweiden. Hieruit blijkt sturen met vers gras het robotbezoek verbeterd. De kortere loopafstanden spelen hierbij ook een rol.

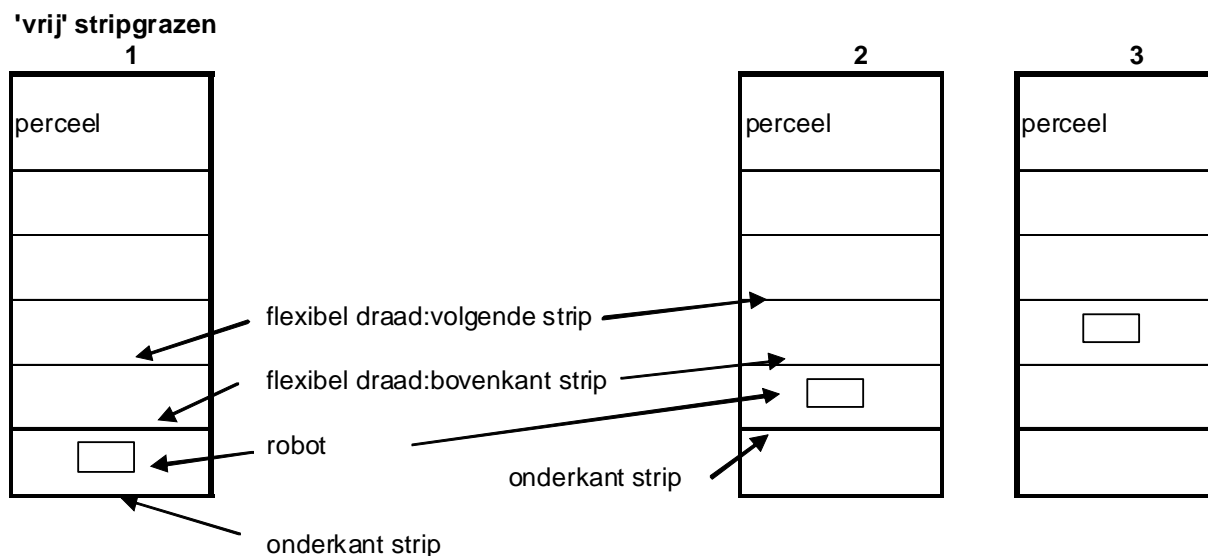
## 4.2 Resultaten 2010

In 2009 is gebleken dat ruim 60 koeien met 1 mobiele melkrobot in de wei te melken zijn. Echter, de melkproductie per koe bereikte niet het gewenste niveau. Mogelijk bleef het aantal melkingen te laag en was de opname van kwalitatief goed gras te laag. Wel bleek dat het aantal melkingen het hoogst was bij vrij stripgrazen. Bovendien is gebleken dat vers gras verstrekken voor beweging zorgt bij de koeien. Daarom was de eerste stap in 2010 om vrij stripgrazen verder uit te werken, met kwalitatief goed gras en driemaal daags zorgen voor een verse strip gras.

### Beschrijving systeem vrij stripgrazen

In figuur 4 is schematisch weergegeven hoe 'vrij stripgrazen' is uitgevoerd.

**Figuur 4** Schematische weergave van 'vrij' stripgrazen met de mobiele melkrobot



- o Een complete 'strip' heeft voldoende gras voor minimaal 8 uur. 60 - 65 koeien zullen bij het systeem grazen. Na 8 uur wordt een nieuwe strip aangeboden.
- o Koeien worden ingeschaard bij een normale weidesnede, streefwaarde is circa 1500 kg ds/ha.
- o De mobiele melkrobot wordt in het midden van de strip geplaatst, niet per definitie aan de zijkant.
- o Koeien hebben vrij toegang tot de robot.
- o Koeien die binnen de kritieke periode nog niet gemolken zijn, worden naar de robot gebracht (of opgesloten achter een flexibel draadje). Na 8 uur wordt het complete systeem verzet naar een nieuwe strip (of wordt de bovenste draad verplaatst). Op deze manier krijgen de koeien driemaal per dag vers gras aangeboden. Dit stimuleert beweging van de koeien.

### Resultaat bij vrij stripgrazen in 2010

In tabel 5 zijn de resultaten van het in 2010 toegepaste systeem van vrij stripgrazen per periode weergegeven.

**Tabel 5** Resultaten van de HF-koeien die weiden volgens het systeem van vrij stripgrazen in 2010 (NB een BSK 37 staat gelijk aan een jaarproductie van 8000 kg melk per koe)

Periode / week (2010)		Aantal melkingen (# /koe/dag)	Krachtvoer-opname (kg/koe/dag)	BSK	Aantal uren weidegang	Grasaanbod (kg ds/ha)
Van	Tot					
1-jan	11-apr	2,6	8,7	37,0	op stal	nvt
12-apr	18-apr	2,3	7,9	40,8	2	ca. 1200
19-apr	25-apr	2,4	7,2	42,2	3	ca. 1400
26-apr	2-mei	2,2	5,9	40,6	24	ca. 2000
3-mei	9-mei	2,3	6,3	41,1	24	ca. 2000
10-mei	16-mei	2,3	6,2	41,0	24	ca. 1500
17-mei	23-mei	2,2	6,0	42,1	24	ca. 2500
24-mei	30-mei	2,5	6,1	42,0	24	ca. 2500
31-mei	6-jun	2,5	5,7	40,5	24	ca. 1800
7-jun	13-jun	2,5	5,7	37,4	24	ca. 2000
14-jun	20-jun	2,5	5,6	37,3	24	ca. 2000

Tabel 5 laat zien dat gedurende de stalperiode het robotbezoek met gemiddeld 2,6 bezoeken per etmaal iets hoger was dan in het voorgaande stalseizoen (2,4 bezoeken per koe). Uit tabel 5 blijkt dat met vrij koeverkeer een hoog robotbezoek goed gehaald kan worden. Tijdens de gewenningsperiode lag het bezoek met 2,3 keer per etmaal gelijk aan de frequentie die eind 2009 werd behaald met het vrij koeverkeer. Blijkbaar is bezoekfrequentie tot 2,3 beperkt gebleven vanwege de gewenningsperiode. In 2010 liep de bezoekfrequentie na de overgang snel op naar de gewenste 2,5 bezoeken per etmaal. Hoewel de krachtvoergift met ongeveer 6 kg per koe per dag redelijk hoog is, was deze in 2010 vergelijkbaar met 2009. (Extra) krachtvoer is dus niet de oorzaak van de hogere bezoekfrequentie.

De onderzoeksperiode in 2010 was veel korter dan in 2009 en duurde ook niet het gehele weideseizoen. Toch kan geconcludeerd worden dat de BSK ook goed op peil is gebleven met tenminste 37 en uitschieters naar meer dan 42 in het begin van het voorjaar. In de overgang is ingeschaard in wat lichtere weidesneden, waardoor het goed mogelijk was om de beweiding in deze startperiode goed rond te zetten, zonder in de zware sneden terecht te komen. Alleen eind mei is in een wat zwaardere snede geweid, maar lang niet zo extreem als in 2009. Toch lijkt het er op dat frequent aanbod van vers gras in combinatie met niet al te zware sneden het beste (bezoek)resultaat oplevert.

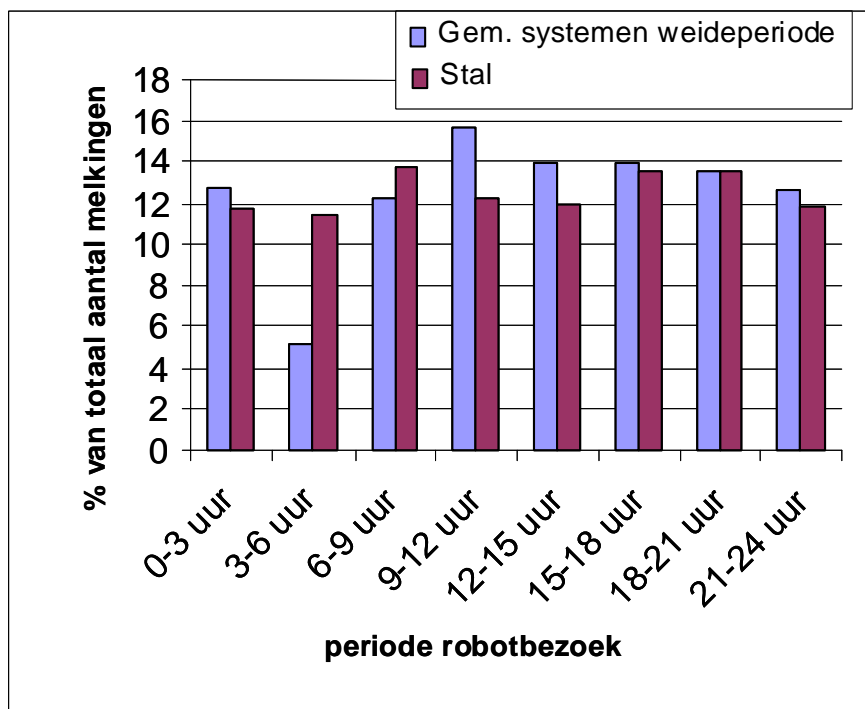
Tabel 5 laat verder zien dat gedurende het eerste deel van het weideseizoen het aantal melkingen per koe tussen 2,2 en 2,5. Omdat de weersomstandigheden in de wei nogal eens sterk wisselend kunnen zijn, is in de onderzoeken op Zegveld gebleken dat de variatie in aantal melkingen in de wei wat groter is dan op stal. Op stal kunnen wat stabielere omstandigheden worden aangeboden wat leidt tot een regelmatigere bezoekfrequentie.

**Verdeling aantal melkingen over de dag**

Zoals eerder in dit hoofdstuk aangegeven bepaalt het aantal melkingen per koe per dag voor een belangrijk deel het succes van het beweidingssysteem. Bij robotmelken is het van belang dat de melkrobot gedurende 24 uur goed wordt gebruikt. In

Figuur 5 is voor 2009 een vergelijking tussen de verdeling van het aantal melkingen over 24 uur in de wei en in de stal weergegeven.

**Figuur 5** Vergelijking verdeling aantal melkingen over de dag tussen stalperiode en weideperiode in 2009

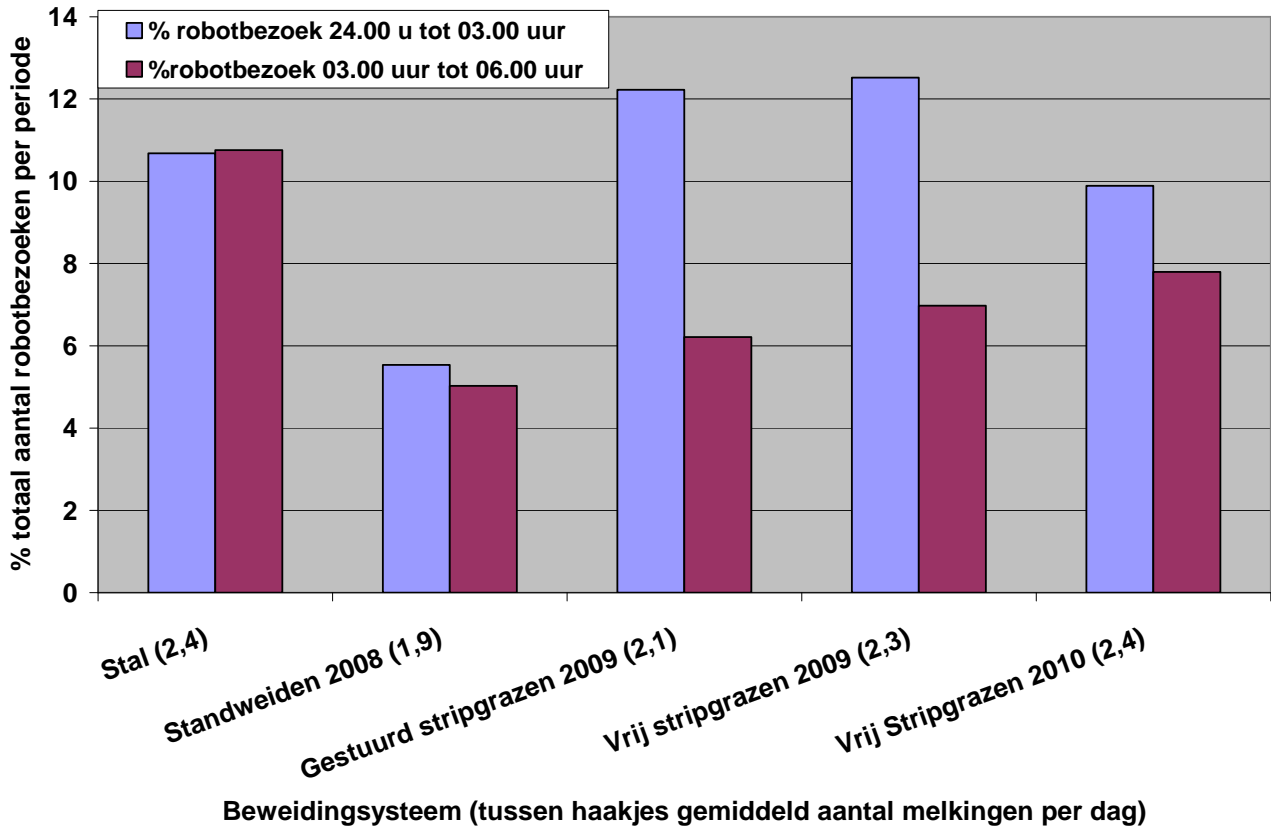




Figuur 5 laat zien dat de verdeling in het boxbezoek in de wei veel onregelmatiger is verlopen dan op stal. Op stal vindt iedere periode van 3 uur tenminste 10% van het aantal melkingen plaats. In de wei vindt tussen 3 en 6 uur 's nachts slechts 5% van het aantal melkingen plaats en tussen 9 en 12 uur 's ochtends is dit meer dan 15%. Er zijn in de wei dus meer pieken en dalen. Dit suggereert dat vooral 's ochtends koeien moeten wachten voor de robot en dat deze 's nachts niet goed wordt benut. De tussentijdse aanpassingen zijn dan ook vooral gericht geweest op het verhogen van het robotbezoek in die nachtelijke uren. Vooral systeem 3, waarbij vooral 's avonds geëxperimenteerd is met het tijdstip van draad verzetten is met dit doel toegepast. Helaas bleek dit juist niet het gewenste effect te geven. In sommige gevallen werd het nachtelijk bezoek in één van de perioden 0-3 of 3-6 uur wel verbeterd, maar zakte het in een andere periode (of over het geheel) weer terug.

In figuur 6 is het nachtelijk bezoek voor de perioden 24.00 tot 03.00 uur en 03.00 uur tot 06.00 uur weergegeven voor de stalperiode, het standweiden in 2008, het gestuurd stripgrazen in 2009, het vrije stripgrazen in 2009 en het vrije stripgrazen in 2010. De kolommen geven per systeem het percentage bezoeken weer van het totale aantal bezoeken. Als voorbeeld is bij gestuurd stripgrazen het totaal aantal bezoeken 2,1 geweest, waarvan 12% in de periode 24.00 tot 03.00 uur en 6% in de periode van 03.00 uur tot 06.00 uur.

**Figuur 6** Percentage van totaal robotbezoek in de nachtelijke uren (0-3 en 3-6 uur) per systeem



Figuur 6 laat zien dat het robotbezoek in de nachtelijke uren op stal vrij constant ligt op een niveau van iets boven de 10%. Bij standweiden ligt de bezoekfrequentie in de nacht een stuk lager. Waarschijnlijk een reden waarom er geen 2,4 bezoeken per koe worden gehaald, maar slechts 1,9 bezoeken. Gestuurd stripgrazen levert al een forse verbetering op in nachtelijke bezoeken, maar de verdeling in de nacht is nog onregelmatig met een forse dip tussen 3 uur 's nachts en 6 uur 's ochtends. Bij vrij stripgrazen in de herfst van 2009 is behalve een hoger aantal boxbezoeken per koe (2,3) een lichte verbetering te zien in de verdeling van het nachtelijk boxbezoek. Vrij stripgrazen in het voorjaar van 2010 laat een verdere verbetering zien in aantal boxbezoeken per koe (2,4) en in (de verdeling van) het nachtelijk boxbezoek. De resultaten van vrij stripgrazen benaderen daarmee de resultaten op stal het meest.

### 4.3 Discussie beweidingssystemen

#### Veemanagement

Gedurende de beweiding is het redelijk mogelijk gebleken om zaken rondom 'veemanagement' aan te pakken. De tijd rondom het legen/vullen van de robot (water, diesel, krachtvoer, melk) kan prima gebruikt worden om het vee op tochtigheidsverschijnselen te controleren. Daarnaast komt de veehouder later op de dag nogmaals langs om draden te verwijderen. De robotbox geeft de mogelijkheid om een koe op te sluiten voor bijvoorbeeld een inseminatie, maar dit blijkt in de praktijk toch een lastig punt. Voor de start van het weideseizoen zijn alle koeien bekapt. Omdat de dieren steeds in de weide blijven (niet over een kavelpad lopen) treden veel minder hoefbeschadigingen op door steentjes en is extra bekappen van klauwen bij de meeste koeien niet nodig. In de proef zijn gedurende de weideperiode koeien toegevoegd en verwijderd uit de veestapel, zonder noemenswaardige problemen. Er is echter geen ervaring opgedaan met toevoegen van nieuw melkte vaarzen.

#### Lactatiestadium

Omdat oudmelkte koeien minder melk produceren neemt het boxbezoek af. Tabel 6 illustreert dit aan de hand van de resultaten uit 2009. Dieren die 1 keer per dag gemolken worden zijn gemiddeld 275 dagen in lactatie en dieren die meer dan 4 keer per dag gemolken worden zijn 124 dagen in lactatie.

**Tabel 6** Gemiddeld aantal lactatiedagen (HF dieren) opgesplitst naar aantal melkingen per dag. Resultaten op basis van mobiel melken met AMS op proefbedrijf Zegveld in 2009.

Aantal melkingen	1	2	3	4+
Gemiddeld aantal dagen in lactatie	275	242	193	124

Om de resultaten van de verschillende systemen uit 2009 goed met elkaar te kunnen vergelijken, mag het gemiddeld aantal lactatiedagen tussen de systemen dus niet te veel afwijken. Anders worden de verschillen niet bepaald door een ander systeem, maar omdat de dieren langer of korter in lactatie zijn. In tabel 7 is het gemiddeld aantal dagen wat de koeien in lactatie waren per systeem van stripgrazen weergegeven. Tabel 7 laat zien dat bij alle systemen de dieren ongeveer 240 tot 260 dagen in lactatie waren. Naar verwachting heeft het lactatiestadium daarom geen grote invloed gehad op de vergelijkbaarheid van de resultaten van verschillende stripgraassystemen.

**Tabel 7** Aantal dagen dat koeien gemiddeld in lactatie waren per systeem van stripgrazen in 2009.

Systeem	Gemiddeld aantal dagen in lactatie
Gestuurd stripgrazen. Koeien in ochtend achter draad	259
Gestuurd stripgrazen. Experimenteren met krachtvoersoorten	248
Gestuurd stripgrazen. Koeien in avond achter draad	233
Stripgrazen, volledig vrij koeverkeer	238

#### Graskwaliteit en grasaanbod

Een belangrijke factor bij het goed functioneren van een beweidingssysteem is een voldoende en goed grasaanbod. In deze paragraaf kijken we of in 2009 de kwaliteit en het grasaanbod van invloed is geweest op de resultaten van de verschillende beweidingssystemen.

De veestapel heeft gedurende het weideseizoen gebruik kunnen maken van een zestal percelen. De percelen waren botanisch redelijk gelijk, alleen in perceel ST06 stond beduidend minder Engels raaigras. De botanische samenstelling van de individuele percelen is weergegeven in tabel 8.

**Tabel 8** Botanische samenstelling gebruikte percelen in 2009

Perceel	ST01	ST02 V	ST02 A	ST03	ST04	ST05	ST06
Totale bezetting	92	92	90	92	92	92	88
Engels raaigras	60	66	63	66	60	62	42
Ruw beemdgras	18	15	18	15	20	18	24
Timotheegras	+	+	+	+	+	+	+
Witte klaver	+	+	+	+	+	+	+
Kweek	3	2	3	4	4	3	8
Fioringras	4	3	4	4	3	4	5
Gestreepte witbol	1	+	+	+	+	+	+
Kropaar						+	+
Mannagrass	+	+	+	+	+	+	+
Straatgras	10	12	10	10	8	10	14
Grote vossestaart	2	1	1	+	+	+	2
Paardebloem	+	+	+		3	2	3
Kr boterbloem	2	1	1	1	2	1	2
Ridder- en krulzuring	+	+	+	+	+	+	
Biggekruid	+			+			+
Vogelmuur	+	+	+	+	+	+	+
Brede weegbree	+						
Madeliefje	+	+			+		+
Grote weegbree	+					+	+
Speenkruid	+		+	+			+
Varkensgras	+		+	+		+	+
Herderstasje	+		+			+	+
Totaal kruiden	2	1	1	1	5	3	5

+ soort is wel aangetroffen, maar met < 1 %

Daarnaast is in de eerste helft van het weideseizoen in 2009 beweid bij een hoge opbrengst bij inscharen en in de tweede helft bij 1200-1500 kg ds/ha bij inscharen.

Om te zien of de verschillende percelen en de opbrengst bij inscharen van grote invloed zijn geweest op het aantal melkingen en de dagelijkse melkproductie is een overzicht per perceel gemaakt. Dit overzicht is weergegeven in tabel 9.

**Tabel 9** Opbrengsten, aantal melkingen en gemiddelde melkproductie per dag (alle dieren: HF en Blaarkop), weergegeven per perceel 2009

Perceel	Kg melk/koe/dag	N melkingen	ds/ha inscharen
ST01a	17,6	2,0	2109
ST01b	17,0	1,9	1981
ST02	17,2	2,2	1616
ST02a	19,3	2,2	2887
ST02b	18,8	2,1	1213
ST03a	17,9	2,3	2048
ST03la	18,9	2,0	
ST03ra	17,7	1,9	
ST03v	19,1	2,2	4442
ST04	16,7	2,2	1956
ST04a	19,5	2,0	2212
ST04b	19,8	2,0	4123
ST05	18,6	2,1	2355
ST06a	18,5	2,1	1926
ST06b	17,4	2,1	
Gemiddeld	18,1	2,1	2363

Uit tabel 9 blijkt dat de verschillende percelen geen grote invloed hebben gehad op het aantal melkingen en de dagproductie. Het hoogst aantal melkingen (2,3) is gehaald toen de koeien in perceel STO3a liepen, maar toen dat perceel later in 2 delen is gebruikt (la en ra) was het aantal melkingen in overeenstemming met de andere percelen. Zelfs de in negatieve zin afwijkende botanische samenstelling op STO6 heeft niet geleid tot andere (lagere) melkproductiecijfers, of een slechter robotbezoek. Ook blijkt geen invloed te zijn geweest van de opbrengst bij inscharen op het robotbezoek en de melkproductie.

### Bijvoeding

In dit onderzoek zijn de koeien die door de mobiele melkrobot in de wei gemolken worden, niet bijgevoerd. In de nazomer en de herfst blijkt het melkproductieniveau in de wei te dalen. Wellicht is de melkproductiedaling vanaf deze periode te beperken door de koeien wel bij te voeren. Ook in de overgangperiode van stal naar wei is geen ruwvoer in de wei bijgevoerd.

Onduidelijk is welke gevolgen bijvoeding in de weideperiode heeft op de resultaten als boxbezoek, melkgift en economie.

### Aantal keren strip verzetten

Bij het vrij koeverkeer is uitgegaan van het 3 maal daags verzetten van de strip. Dit leidde tot goede resultaten. Koeien komen hierdoor waarschijnlijk vaker in beweging en pakken dan weer een patroon op om te gaan lopen, eten, melken, liggen. Om arbeidstechnische redenen, kan het wenselijk zijn om de stip minder vaak te verzetten. Voor het aantal melkingen lijkt dit minder wenselijk. Toch kan dit tot goede resultaten leiden als de koeien goed gewend zijn aan het systeem. In juli 2010 is hier enige ervaring opgedaan, toen de koeien goed gewend waren aan het systeem.

### Rasverschillen

In dit onderzoek is gebruik gemaakt van 2 verschillende rassen. De meeste dieren waren Holstein Frisian en ongeveer een kwart van de dieren bestond uit Blaarkop koeien. Blaarkop koeien hebben over het algemeen een wat lager productieniveau dan Holsteins (zie tabel 10).

**Tabel 10** BSK, melkproductie per dag en aantal melkingen per ras/kruisingsgroep

Ras	BSK	Dagproductie (kg/koe)	Melkingen per koe per dag
80-100% HF	30	18,9	2,1
50% HF - 50% Blaarkop	25	16,4	2,0
80-100% Blaarkop	21	13,7	2,0
Gemiddeld	28	18,1	2,1

Melken van de Blaarkop dieren met een mobiel melksysteem in de wei verliep in eerste instantie moeizamer dan het melken van Holsteins. Maar later toen ze gewend waren, was de bezoekfrequentie zeker zo hoog als bij de Holsteins. Het lijkt erop dat Blaarkop koeien een wat langere gewenningsperiode hebben dan Holsteins.

### Synchroon gedrag

Mogelijk kan het koegedrag (vooral het tijdstip van melken) beïnvloed zijn door 'historisch' ritme of gewenning. Het kost dieren tijd om aan een nieuw ritme te wennen. Daarnaast kan er ook invloed zijn van een deel van de kudde op de proefboerderij die niet aan de proef meedoet als gevolg van natuurlijke synchronisatie. Uit onderzoek van Remy DeLagarde (INRA), blijkt dat koppels (zelfs op zichtbare afstand) elkaars ritme en gedrag kunnen beïnvloeden. Dit kan verklaren waarom het aantal vrijwillige melkingen toeneemt in de loop van het project en in de loop van de zomer. Er ontstaat ontwenning en opbouw van een nieuw eigen ritme.

### Methodiek

Het onderzoek in deze studie is geen traditioneel onderzoek, waarbij behandelingen worden vergeleken. Dat was niet mogelijk omdat dan veel meer materiaal, vee en land beschikbaar zou moeten zijn. Bovendien is innovatie gebaat bij dit type onderzoek, waarbij snel geleerd wordt van 'fouten' om echte systeemontwikkeling te bereiken.

### **Kwetsbaarheid systeem en verstoring ritme**

Bij het systeem van mobiel melken in de wei is het belangrijk dat de koeien in een bepaald ritme zitten en beschikken over voldoende voer. Het systeem en het ritme kunnen buiten gemakkelijker verstoord worden dan binnen. Weersomstandigheden hebben hier een grote invloed op. Bij veel regen en wind kan het voorkomen dat de koeien in een hoek gaan staan en minder snel naar de melkrobot aan. Dit kan leiden tot een dip in het robotbezoek en tot een lagere melkproductie. Bij het werken met een melkrobot kan het vervolgens enkele dagen duren voordat de koeien weer in hun normale ritme zitten. Dit in tegenstelling tot "normaal" melken waarbij het ritme sneller wordt hervonden door de koeien twee maal per dag op te halen voor het melken in de melkstal. Daarnaast zal een dergelijke dip bij robotmelken in de stal minder snel optreden omdat de omstandigheden daar beter te beheersen zijn dan buiten.

### **Alternatief beweidingssysteem**

In het onderzoek is via de methodiek van plan-do-check-act gewerkt. Dit heeft geleid tot een werkend systeem met vrij stripgrazen. Dit sluit echter niet uit dat een ander beweidingssysteem niet tot goede resultaten zou kunnen leiden. Vanaf juli 2010 is daarom geprobeerd via om sterk gestuurd stripgrazen ook het gewenste resultaat te bereiken. Bij sterk gestuurd stripgrazen zit er aan de robot een drieweghek. De koeien kunnen er in en op 2 verschillende manieren uit. Als een koe in de robot gaat en gemolken mag worden, krijgt ze toegang tot het verse gras. Mag ze niet gemolken worden, dan opent het hek op een andere manier, zodat de koe weer terug gaat naar de 'oude' strip. Helaas was er niet genoeg tijd beschikbaar om dit onderzoek deugdelijk te doen. De eerste, voorzichtige ervaringen lieten echter zien dat het vrijwillige robotbezoek flink daalde. Een belangrijke reden hiervoor was onder andere dat de koeien nog niet gewend waren.

## **4.4 Aanbevolen beweidingssysteem**

Na analyse van de onderzoeksgegevens van 2008, 2009 en 2010 samen met beschouwing van de beschreven discussiepunten, lijkt een systeem van stripgrazen met vrij koeverkeer de beste resultaten te halen. Met dit systeem blijkt het in de praktijk goed mogelijk om 60 koeien te weiden en een melkproductie van ongeveer 8000 kg melk per koe op jaarbasis te halen. Dit zonder bijvoeding van ruwvoer in de wei. Het is erg goed mogelijk om de koeien in een vrij systeem toch te sturen met gras, door regelmatig een verse strook aan te bieden. Hoeveelheid en kwaliteit gras moeten eigenlijk zo constant mogelijk zijn, om de koeien in een bepaald ritme te houden. Gewoonte/gewenning is in dit systeem erg belangrijk en schommelingen die het ritme verstoren, werken nadelig op het robotbezoek. Over het algemeen kan worden gezegd dat een goed werkend systeem voor mobiel melken aan de volgende randvoorwaarden moet voldoen:

- Stripgrazen voor korte loopafstanden
- Drie keer per dag verse strip verstrekken, voor voldoende beweging bij de koeien.
- Inscharen in een lichte/normale weidesnede, voor kwalitatief goed gras:
  - Tot juli kort afgrazen
  - Vanaf juli meer weideresten accepteren
- Minimaal 2 kg krachtvoer per dag
- Voorkom afwijkingen in grasaanbod en graslandmanagement, zodat de koeien een dagelijks terugkerend ritme hebben.
- Zorg dat de koeien goed gewend zijn aan weiden en robotmelken. Gewenning is belangrijk voor goede resultaten. Dit kost soms een aantal jaren.

## 5 Economische verkenning

In dit hoofdstuk verkennen we of een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot in de wei economisch perspectief biedt. Voor een voorbeeldbedrijf dat de koeien onder normale omstandigheden moeilijk of niet kan beweiden zijn berekeningen uitgevoerd voor een systeem met de mobiele melkrobot in de wei. Hiervoor is gebruik gemaakt van met het bedrijfsbegrotingsprogramma BBPR.

### 5.1 Uitgangsbetrijf

De berekeningen in deze studie zijn uitgevoerd voor een bedrijf dat de koeien noodgedwongen niet of moeilijk kan weiden omdat de meeste percelen aan de overkant van een drukke weg liggen. In tabel 11 zijn de uitgangspunten van dit bedrijf samengevat. Het bedrijf houdt zijn koeien dus permanent op stal, ook in de zomer.

**Tabel 11** Kenmerken uitgangsbetrijf

	Uitgangsbetrijf
Aantal koeien (stuks)	60
Quotum (kg)	500000
Melk per koe (kg)	8333
Oppervlakte grasland (ha)	40
Intensiteit (kg melk/ha)	12500
Beweidingsstelsel	S
Melksstelsel	AMS op stal
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer (%)	119
Aankoop ruwvoer (ton ds)	0
Overschot ruwvoer (ton ds)	78
Aankoop krachtvoer (kg per koe incl. jongvee)	2350
Stikstofjaargift (kg N/ha)	250

Tabel 11 laat zien dat het uitgangsbetrijf 60 koeien het hele jaar op stal houdt en ook in de zomer geconserveerd ruwvoer voert (summerfeeding). Ook het jongvee blijft het hele jaar op stal. Het bedrijf in het veenweidegebied heeft alleen maar grasland, dit wordt 5 keer per jaar gemaaid. Door alleen te maaien brengt het land in vergelijking met weiden meer droge stof op. Hierdoor heeft het bedrijf ruwvoer over. De zelfvoorzieningsgraad voor ruwvoer is 119%. Er wordt 78 ton ds graskuil 'verkoch' voor een prijs van 5 cent per kVEM (prijs op stam). De koeien worden met een melkrobot op stal gemolken en krijgen naast graskuil 2350 kg krachtvoer (incl. krachtvoer voor jongvee). Met dit rantsoen produceren de koeien ruim 8300 kg per koe en wordt een quotum van 500.000 kg melk volgemolken. De werkzaamheden worden zoveel mogelijk in loonwerk uitgevoerd, dus ook het maaien, harken, schudden, inkuilen en mest uitrijden.

### 5.2 Mobiel melken in de wei als alternatief

Om te kijken of weiden op het bedrijf uit de vorige paragraaf toch mogelijk is, is een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot doorgerekend. Bij een dergelijk bedrijfssysteem kan op moeilijk toegankelijke percelen toch geweid worden. Zowel de koeien als het jongvee worden in dit bedrijfssysteem. Gebruik van een mobiele melkrobot heeft zeker gevolgen voor de bedrijfsvoering en vergt extra investeringen. In tabel 12 zijn een aantal belangrijke technische en economische verschillen tussen robotmelken op stal en het bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot in de weide op een rij gezet. Uitgangspunt bij de berekeningen is dat belangrijke structuurkenmerken (aantal koeien en hectares) en productiekenngetallen (melkproductie) gelijk zijn aan die van het referentiebedrijf.

**Tabel 12** Gevolgen van een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot op investeringen, loonwerktarieven en technische uitgangspunten

	Melkrobot op stal	Mobiele melkrobot in wei	Vershil
<b>Investerings (€)</b>			
Melksysteem	118500	180500	+62000
Overige installaties	6890	6890	+0
Vaste melktank	20000	0	-20000
Mobiele melktank	0	40000	+40000
Aggregaat	0	11000	+11000
Machines en werktuigen	82900	82900	+0
Gebouwen	307850	287850	-20000
Voeropslag	81800	52400	-29400
Externe mestopslag	75500	51900	-23600
<b>Loonwerktarieven</b>			
Maaien (€/ha)	23	27	+4
Harken (€/ha)	17	20	+3
Schudden (€/ha)	17	20	+3
Inkuilen (€/ha)	60	70	+10
Extra inkuilen op afstand (€/ha)	30	30	+0
Mest uitrijden (€/m <sup>3</sup> )	3	3	+0
<b>Technisch</b>			
Gewerkte uren/dag in zomer (uur)	5.7	5.2	-0.5
Brandstofverbruik aggregaat (kg)	0	8100	+8100
Electriciteitsverbruik melken (kWh)	23800	11900	-11900

Tabel 12 laat de volgende verschillen in uitgangspunten zien tussen melken met de melkrobot op stal en melken met de mobiele melkrobot in de wei:

- De investering van de mobiele melkrobot is ruim €60.000,- hoger dan van een melkrobot in de stal.
- De investering voor een mobiele melktank is € 20.000,- hoger ingeschat dan van een vaste melktank. Ook in de winter wordt bij het bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot de melk opgeslagen in de mobiele melktank. Een vaste melktank is daardoor niet meer nodig
- Om energie op te wekken in de wei wordt een aggregaat gebruikt. De investering hiervoor is ingeschat op € 11.000,-. Het brandstofverbruik is ingeschat op 45 kg diesel per dag, dit komt neer op ruim 8000 kg bij 180 dagen weiden. Door te melken met energie van een aggregaat in de wei wordt wel bijna 12.000 kWh stroom bespaard.
- De melk wordt zowel in de zomer als in de winter opgeslagen in de mobiele melktank. Omdat de vaste melktank niet meer nodig is, is ook geen melktanklokaal meer nodig. De besparing op investeringsbedrag gebouwen is daarom ingeschat op € 20.000,-.
- Bij weiden wordt veel minder ruwvoer geproduceerd en is ook een kleinere voeropslag nodig. Het investeringsbedrag voor voeropslag komt daardoor ruim € 29.000,- lager uit.
- Bij weiden komt er minder mest in de put. De benodigde mestopslagcapaciteit is daardoor lager. De investering in externe mestopslag, die naast de mestopslag onder de stal aanwezig is, kan bijna € 24.000,- goedkoper bij mobiel melken in de wei.
- Een nadeel van weiden is dat niet meer al het land tegelijk kan worden bewerkt door de loonwerker bij voederwinning. De loonwerktarieven voor maaien, schudden, harken en inkuilen bij alles tegelijk maaien (summerfeeding) zijn 15% lager ingeschat dan de loonwerktarieven bij een systeem met weidegang (inschatting op basis van rapport "Weiden onder moeilijke omstandigheden", Evers et al., 2008). Bij de tarieven voor transport bij inkuilen van land op afstand en van mest uitrijden zijn geen verschillen aangebracht.
- De benodigde arbeid van mobiel melken in de wei is 0,5 uur per weidedag lager ingeschat dan bij melken met een melkrobot op stal. In tabel 13 is aangegeven hoe dit verschil tot stand is gekomen. De gewerkte uren zijn mede ingeschat met behulp van gegevens van het High-techbedrijf (op basis van achtergrondcijfers Evers en Blanken, 2005) en praktijkervaringen op het proefbedrijf Zegveld. Het High-techbedrijf paste ook summerfeeding toe en molk de dieren ook met een melkrobot op stal.

**Tabel 13** Inschatting arbeid bij systeem melken met de melkrobot op stal en systeem melken met de mobiele melkrobot in de wei. Gewerkte uren per zomerdag (naar Evers en Blanken, 2005 en praktijkervaringen Zegveld, 2009)

	Melkrobot op stal	Mobiele melkrobot in wei	Vershil
Inkuilen kuilvoer zomer	0.1	0.0	-0.1
Opruimen kuilplastic, banden en reinigen kuilplaat	0.2	0.0	-0.2
Voeren	1.0	0.0	-1.0
Koeien halen + voor en nawerk melken	0.6	0.8	+0.2
Draad verzetten (dagelijks)	0.0	0.3	+0.3
Dieren in een nieuwe wei (omgerekend per dag)	0.0	0.2	+0.2
Mobiele melktank legen (omgerekend per dag)	0.0	0.6	+0.6
Ligboxen schoonmaken	0.6	0.0	-0.6
Werk rond mest (o.a. mixen en overpompen)	0.1	0.0	-0.1
Veegezondheid en verzorging (KI, mastitis)	0.5	0.5	+0.0
Beheer (o.a. boekhouding, management)	1.2	1.2	+0.0
Jongvee	1.0	1.0	+0.0
Gebouwen onderhouden	0.2	0.2	+0.0
Graslandmanagement	0.2	0.4	+0.2
<b>Totaal per dag</b>	<b>5.7</b>	<b>5.2</b>	<b>-0.5</b>

Tabel 13 laat zien dat door de dieren onbeperkt te weiden een aantal werkzaamheden in de zomer komt te vervallen. De werkzaamheden rond de kuil, het voeren, ligboxen schoonmaken en de mestverwerking komen te vervallen. Dit bespaart 2 uur werk per dag.

Het melken in de wei leidt op andere punten wel tot extra werk. Omdat de koeien verder van huis lopen, kost het halen van attentiekoeien meer tijd. Ook dagelijks verzetten van de draad (10 tot 20 minuten per dag) en het dieren omweiden (50 minuten per 5 dagen) kost extra tijd. Samen kosten de werkzaamheden rondom melken en weiden 0,7 uur extra per dag ten opzichte van het melken van de dieren op stal.

Naast het melken moet ook de mobiele melktank eens per 2 dagen worden geleegd. Dit kost 1 tot anderhalf uur per 2 dagen, ongeveer 0,6 uur per dag. Voor de post veegezondheid en veeverzorging is per saldo geen extra arbeid ingerekend. Toch zullen er waarschijnlijk wel wat onderlinge verschuivingen optreden. Door meer weiden zullen de dieren wellicht gezonder zijn en zal gezondheidszorg minder tijd kosten. Aan de andere kant zorgt de afstand met thuis ervoor dat er meer tijd nodig is voor insemineren, en ook worden koeien waarschijnlijk wat minder makkelijk tochtig gezien.

Het omweiden van de koeien vraagt ook meer tijd om het graslandgebruik te plannen. Gerekend is met 0,2 uur per dag extra ten opzichte van summerfeeding waar het land 5 keer per jaar tegelijk kan worden gemaaid.

Per saldo levert het weiden van de koeien en melken met de mobiele melkrobot een besparing van 0,5 uur per weidedag op ten opzicht van het melken van de koeien op stal met een melkrobot.

### 5.3 BBPR als rekenprogramma

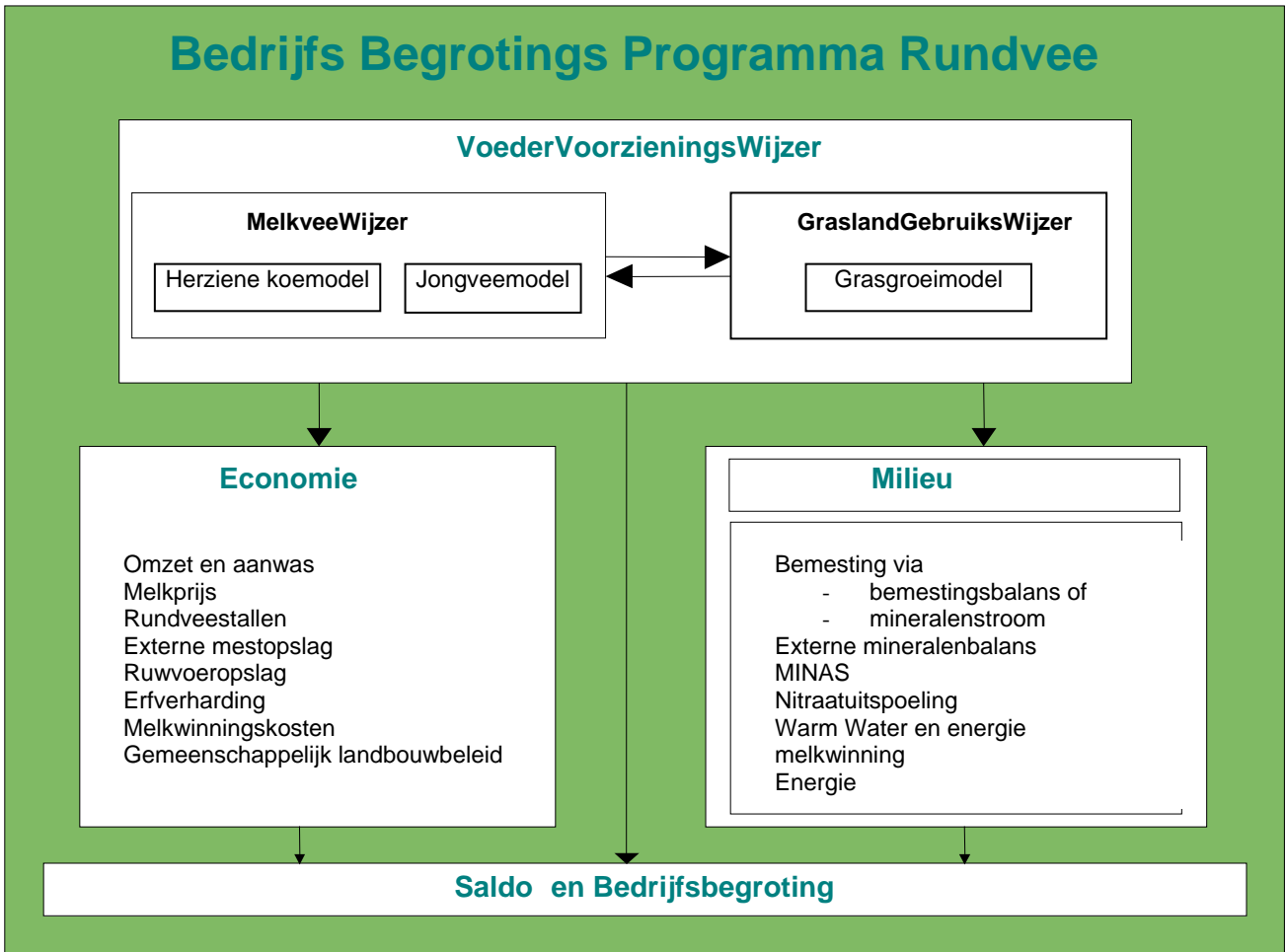
De berekeningen in deze studie zijn uitgevoerd met BBPR, ontwikkeld door WUR LR. Rekening houdend met specifieke bedrijfsomstandigheden, berekent BBPR technische, milieutechnische en bedrijfseconomische kengetallen (Van Alem & Van Scheppingen, 1993; Schils et al., 2007).

Uitgangspunt bij berekeningen met BBPR is steeds de huidige landbouwkundige advisering bij onder meer de voeding en bemesting. Door alternatieven voor de bedrijfsvoering door te rekenen, is het mogelijk de gevolgen van een verandering in het bedrijf in te schatten. BBPR is opgebouwd uit verschillende modules. De opzet van BBPR is in Figuur 7 weergegeven. De voeropname en melkproductie zijn berekend met het herziene koemodel (Zom, 2002). Dit koemodel bestaat uit twee afzonderlijke delen (zie Figuur 8). Het eerste deel voorspelt de voeropname op basis van voerfactoren (zoals chemische samenstelling en verteerbaarheid) en koefactoren (zoals lactatiestadium, leeftijd en dracht). Als de voeropname bekend is, kan ook de opname van energie (VEM) en eiwit (DVE) worden berekend. Het tweede deel voorspelt hoe de opgenomen energie wordt verdeeld over onderhoud, dracht, gewichtsonwikkeling, melkproductie en de aanzet of mobilisatie van lichaamsreserves.

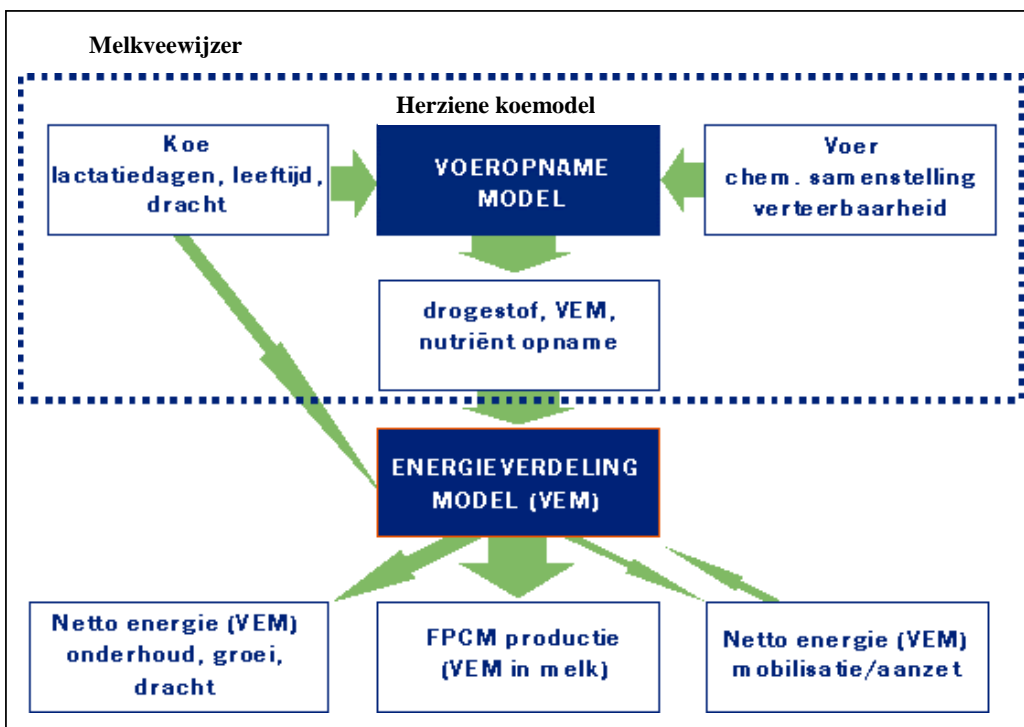


Dit is schematisch weergegeven in Figuur 8. Aan de hand van de voeding berekent het model ook de mest Samenstelling. De prijzen zijn gebaseerd op de KWIN (KWIN-Veehouderij, 2009-2010).

**Figuur 7** Overzicht opbouw BBPR en onderlinge samenhang met andere onderdelen



**Figuur 8** Schematische weergave van de melkveewijzer met het herziene koemodel



## 5.4 Resultaten

Met behulp van de uitgangspunten uit paragraaf 5.1 en paragraaf 5.2 is berekend wat mobiel melken in de wei voor gevolgen heeft op het netto bedrijfsresultaat. Tabel 14 laat het resultaat van de berekening zien.

**Tabel 14** Economische gevolgen van een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot (in de weide) vergeleken met het systeem van jaarrond opstallen met robotmelken

	Melkrobot op stal	Mobiele melkrobot in wei	Verskil
<b>Algemeen</b>			
Aantal koeien (stuks)	60	60	+0
Quotum (kg)	500000	500000	+0
Melk per koe (kg)	8333	8333	+0
Oppervlakte grasland (ha)	40	40	+0
Intensiteit (kg melk/ha)	12500	12500	+0
Beweidingsstelsel	S	O+0.0	-
Melksysteem	AMS op stal	mobiele AMS in wei	-
Zelfvoorzieningsgraad ruwvoer (%)	119	81	-38
Aankoop ruwvoer (ton ds maïs)	0	46	+46
Overschot ruwvoer (ton ds)	78	0	-78
Aankoop krachtvoer (kg per koe incl. jongvee)	2350	2000	-350
Stikstofjaargift (kg N/ha)	250	215	-35
Aanvoer stikstofkunstmest (kg N/ha)	105	145	+40
<b>Economie</b>			
<b>Opbrengsten</b>	<b>196600</b>	<b>193200</b>	<b>-3400</b>
Melk	159900	159900	+0
Omzet en aanwas	14500	14500	+0
Premies	18800	18800	+0
Verkoop ruwvoer	3400	0	-3400
<b>Toegerekende kosten</b>	<b>49700</b>	<b>51600</b>	<b>+2000</b>
Voer	24800	26200	+1300
w.v. krachtvoer	23100	20200	-2900
w.v. ruwvoer en overig voer	1700	6000	+4200
Veekosten	19400	18300	-1100
w.v. strooisel	3100	2000	-1100
Gewaskosten	5400	7100	+1700
w.v. kunstmest	4700	6400	+1700
<b>Niet toegerekende kosten</b>	<b>228800</b>	<b>221500</b>	<b>-7400</b>
Arbeid	50100	47900	-2300
Loonwerk	38100	19400	-18700
Werktuigen en installaties	42200	65300	+23200
w.v. brandstof	1300	6300	+5000
w.v. afrastering	0	200	+200
Grond en gebouwen	77700	70300	-7400
Algemeen	20700	18500	-2200
w.v. energie	5200	2900	-2200
<b>Netto bedrijfsresultaat</b>	<b>-81900</b>	<b>-79900</b>	<b>+2100</b>

Tabel 14 laat zien dat een bedrijfssysteem met mobiel melken in de wei leidt tot een €2100,- hoger netto bedrijfsresultaat in vergelijking met robotmelken op stal. Hieronder worden kort de opvallende verschillen toegelicht:

- Weidegang leidt tot minder grasopbrengst. De kwaliteit van het opgenomen voer (vers gras heeft betere kwaliteit dan graskuil) is wel beter, maar de hoeveelheid opgenomen voer neemt af. Dit komt onder andere omdat bij weiden het gras minder lang doorgroeit (bij een lage snedezwaarte is de groei per dag lager: aan het begin van een groeiperiode is de bijgroei in kg ds per dag lager dan aan het einde van de groeiperiode). Hierdoor heeft het bedrijf met een mobiele melkrobot geen ruwvoer meer over, maar moet het 46 ton ds snijmaïs aankopen. Dit kost € 4200,-.
- Omdat de koeien gemiddeld beter ruwvoer krijgen (vers gras en wat aangekochte maïskuil) is 350 kg krachtvoer per koe minder nodig om de melkproductie van ruim 8300 kg te halen. De krachtvoerkosten dalen hierdoor met € 2900,-.
- Door te weiden komt minder mest in de put terecht. Hierdoor is minder mest efficiënt te benutten en daalt de stikstofjaargift binnen de gebruiksnormen. Wel wordt meer kunstmest gebruikt, dat nog binnen de gebruiksnormen beschikbaar is. De kosten voor deze extra kunstmest zijn € 1700,-.
- De hele zomer de koeien in de wei leidt tot € 1100,- lagere veekosten. Dit komt omdat er in de zomer geen strooisel nodig is. De overige veekosten (gezondheid en inseminatie) zijn in deze berekening gelijk gehouden. Door de dieren te weiden zijn er waarschijnlijk wel minder klauwproblemen en misschien minder mastitis, maar het lijkt erop dat de tochtigheid wat minder makkelijk wordt waargenomen. Per saldo is verondersteld dat beide economische effecten elkaar opheffen.
- Zoals in paragraaf 5.3 weergegeven is 0,5 uur werk per dag minder nodig bij mobiel melken omdat werkzaamheden zoals voeren en ligboxen schoonmaken komen te vervallen. Dit levert bij € 25,-/uur ongeveer € 2300 lagere arbeidskosten op.
- Ondanks hogere loonwervarieven bij weiden, leidt minder voederwinning en minder drijfmest uitrijden bij weiden tot ruim € 18.000 lagere loonwerkkosten. Het maaipercantage daalt van 500% bij summerfeeden naar 165% bij weiden. Verder hoeft bij weiden bijna 1290 m<sup>3</sup> minder drijfmest worden uitgereden.
- De mobiele melkinstallatie, mobiele melkbus en het aggregaat (zowel rente, afschrijving en onderhoud als brandstof) leiden samen tot ruim € 23.000,- hogere kosten voor werktuigen en installaties. Voor de extra installaties en werktuigen is met grofweg 12% afschrijving, 5% onderhoud en 5% rente gerekend.
- Omdat het melklokaal niet meer nodig is, de voeropslag en de mestopslag kleiner kan zijn, zijn de kosten voor gebouwen bij mobiel melken € 7400,- lager dan bij jaarrond opstallen en robotmelken. Uitgangspunt is verder dat de ruimte waar de mobiele robot in staat gelijk is als de ruimte die een vast automatisch melksysteem vergt.
- In de zomer melken met een aggregaat dat op diesel loopt, leidt tot ruim € 2000,- lagere kosten voor elektriciteit.

## 5.5 Discussie economie

### Kasstroom geeft nog meer voordeel

Het systeem van mobiel melken met een melkrobot in de wei leidt tot een €2100,- hoger netto bedrijfsresultaat in vergelijking met robotmelken op stal. Kijken we naar de werkelijk gedane uitgaven en ontvangen inkomsten en rekenen we berekende kosten niet mee, dan komt het systeem van mobiel melken in de wei met een melkrobot € 5600,- gunstiger uit. De uitgaven voor werktuigen en installaties zijn veel lager dan de berekende kosten, omdat berekende rente en afschrijving niet meetellen. Omdat echter bij mobiel melken in de wei de investeringsbehoefte wel ongeveer € 20.000,- hoger is, stijgen de uitgaven voor rente en aflossing wel met € 2000 ten opzichte van robotmelken op stal en toepassen van jaarrond opstallen.

### Ook meer voordeel bij zelfde loonwervarieven

Bij de berekeningen in deze studie is rekening gehouden met een ruim 15% lager loonwervarieven van het systeem met summerfeeden. Dit omdat is verondersteld dat een groot oppervlakte tegelijk maaien goedkoper is dan steeds kleinere stukken. Wordt echter bij stalvoederen met dezelfde loonwervarieven gerekend als bij weiden, dan komt het resultaat van het systeem met mobiel melken met een melkrobot in de wei € 6700,- beter uit dan alleen op stal melken.

### **Uitgangsbetrijf zelfvoorzienend**

In de economische berekeningen is het uitgangspunt dat het basisbetrijf met summerfeeding een ruwvoeroverschot heeft, wat na beweiding beter benut zal worden. Wanneer er in de uitgangssituatie geen ruwvoeroverschot is, zal mobiel melken en weidegang leiden tot een ruwvoertekort. Omdat het ruwvoertekort zal leiden tot extra aankoop van ruwvoer of krachtvoer, zal het economisch voordeel waarschijnlijk kleiner zijn dan in de berekeningen weergegeven. Bij hoge voerprijzen zal weiden minder aantrekkelijk zijn dan bij lagere voerprijzen.

### **Onverkoopbaar voer bij de referentie**

In de berekeningen is uitgegaan van verkoop van het ruwvoeroverschot in de uitgangssituatie met alleen opstallen van 5 cent per kVEM. Wanneer het ruwvoeroverschot op het referentiebetrijf niet verkoopbaar is, leidt het systeem van mobiel melken met een melkrobot tot een € 5400 beter resultaat dan het systeem met alleen opstallen en robotmelken.

### **Geen voordeel bij gebouwen**

Bij het systeem van mobiel melken met een melkrobot in de wei is gerekend met een kleinere voeropslag omdat minder gras hoeft worden ingekuild en met een kleinere mestopslag omdat bij weiden minder mest in de put terecht komt. Ook is een besparing ingerekend omdat het melklokaal niet meer nodig is. Er is immers een complete mobiele melktank. Worden deze voordelen niet meegerekend, dan leidt het systeem van mobiel melken met een melkrobot in de wei tot een € 5300,- lager resultaat dan het systeem van de koeien het hele jaar opstallen en melken met een melkrobot.

### **Geen arbeidsbesparing**

In de berekeningen is gerekend met een arbeidsbesparing van een half uur per dag bij het systeem van mobiel melken met de melkrobot in de wei, omdat er o.a. minder tijd nodig is voor voeren en het schoonmaken van de ligboxen. Vindt deze arbeidsbesparing niet plaats, dan is het resultaat van mobiel melken in de wei met een melkrobot € 200,- lager dan bij het jaarrond opstallen en melken met een melkrobot.

### **Melkproductieniveau**

In deze studie is geen onderscheid aangebracht tussen melkproductie bij melken met een robot in de wei en bij melken met een melkrobot op stal. Door een ander rantsoen is het wellicht wel mogelijk dat er een verschil optreedt. Meer vers gras van goede kwaliteit in de wei en een betere veegezondheid zouden tot meer melk kunnen leiden, maar aan de andere kant hebben koeien op stal vaker een constant rantsoen en geen last van weersinvloeden, dus ook stalmelken zou tot een hogere melkproductie kunnen leiden.

Bij 5% meer melk (ruim 400 kg per koe) zijn drie koeien minder nodig om het quotum vol te melken. Dit leidt tot een besparing in veekosten, voerkosten, arbeid en gebouwenkosten omdat er minder stalruimte nodig is. Wel is er wat minder omzet en aanwas en zal bij weiden iets meer loonwerk voor gras maaien nodig zijn omdat er minder koeien vers gras eten. Naar verwachting zal een 5% hogere melkproductie per koe een voordeel opleveren van maximaal € 5000,-. Bij een hogere productie van koeien met een systeem van mobiel melken met een melkrobot in de wei kan het resultaat daarom ongeveer € 7000,- beter uitkomen dan bij stalmelken.

Bij een negatief van weiden op de melkproductie kan het resultaat van mobiel melken ongeveer € 3000 lager uitkomen dan van jaarrond melken op stal.

## 6 Conclusies

60 – 65 koeien melken die gemiddeld 8000 kg melk per koe produceren, is mogelijk met een mobiele melkrobot en volledige weidegang.

Een succesvol beweidingssysteem om 60 – 65 koeien te melken die 8000 kg melk produceren met een mobiele melkrobot, is stripgrazen gecombineerd met vrij koeverkeer.

Een gelijkmatige benutting van de mobiele melkrobot over de dag en nacht is belangrijk om voldoende melkingen per koe te halen. Bij vrij stripgrazen lukte dit beter dan bij standweiden en gestuurd stripgrazen.

Driemaal per dag een verse strip verstrekken helpt om de koeien in beweging te krijgen voor voldoende melkingen.

Koeien moeten wennen aan een systeem met een mobiele melkrobot. Dit kan een aantal jaren duren.

Een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot in de weide kan economisch concurreren met een automatisch melksysteem en jaarrond opstallen als:

- Weidegang ernstig belemmerd wordt en niet mogelijk is zonder mobiel te melken
- Het ruwvoeroverschot onverkoopbaar is
- De melkproductie per koe op een vergelijkbaar niveau blijft

De kosten voor installaties, brandstof en ruwvoer zijn hoger voor een bedrijfssysteem met een mobiele melkrobot. De kosten voor krachtvoer strooisel, loonwerk, gebouwen en energie zijn juist lager.

Een systeem met een mobiele melkrobot hoeft niet meer arbeid te kosten dan permanent opstallen met een automatisch melksysteem. Hoewel weidegang aspecten meer arbeid vragen, is minder arbeid nodig rond voeren en ligboxen schoonmaken.

## 7 Praktijktoepassing

Wanneer beweiden onder normale omstandigheden erg moeilijk is vanwege een slechte verkaveling (of bijvoorbeeld door al het land aan de overkant van een drukke weg) kan mobiel melken een oplossing zijn. Uitgangspunt in de systemen van het onderzoek was volledige weidegang van het voorjaar tot het late najaar zonder bijvoeding in de vorm van aanvullend ruwvoer. Dit betekent minder correctiemogelijkheden en een wat lagere melkproductie in de loop van de zomer. Bedrijfseconomisch hoeft dit geen probleem te zijn, belangrijk is wel dat de veehouder zijn verwachtingspatroon daarop in stelt. Waar in het verleden gewerkt werd met een mobiele doorloopmelkwagen kan een mobiel AMS-systeem ook een alternatief zijn. Technisch gezien is dit uitvoerbaar. Belangrijk is dat de machine constant kan melken en dat aan en afvoer van melk, krachtvoer, water, diesel, etc. goed georganiseerd is.

Omdat in het weiland geen voerhek en rijen ligboxen staan, is geen sprake van een vaste regelmaat in koeverkeer wat het aantal melkingen stimuleert. In de wei kan enkel gestuurd worden met krachtvoer(aandeel), het wel of niet aanbieden van vers gras en gebruik maken van (stroom) draadjes om koeverkeer te sturen. Verschillende vormen van beweiding zijn toegepast, steeds met het uitgangspunt dat er een constant en dagelijks terugkerend koeritme en koeverkeer kon ontstaan. Dit kan bereikt worden met bijvoorbeeld standweiden en stripgrazen.

Wanneer een veehouder kiest voor mobiel melken met een melkrobot in de wei lijkt stripgrazen met vrij koeverkeer het beste beweidingssysteem daarbij te zijn. Tabel 15 laat dit ook zien. Het resultaat vertoont grote overeenkomsten met het resultaat op stal. Hoewel de variatie in melkproductie en melkfrequentie wel groter is. Dit betekent dat het resultaat in de weide nogal eens zal variëren. Voor een veehouder is het van belang om te zorgen voor een constant ritme voor de koeien. Dit kan door regelmatig en op gezette tijden de draad te verzetten.

**Tabel 15** Samengevat resultaat van de gehele proefperiode. Het aantal koeien betreft het totaal aantal koeien dat bij de mobiele melkrobot liep. De overige kengetallen hebben alleen betrekking op de HF-koeien.

systeem weiden/opstallen	aantal koeien	melkproductie (kg/koe/dag)	Melkfrequentie (melkingen/koe/dag)
Standweiden vrij koeverkeer, 2008	35	20.3	1.9
Stalperiode, 2008/2009 (volledig op stal)	58	22.1	2.4
Stripgrazen, juni 2009 (gecontroleerd koeverkeer)	62	19.4	2.1
Stripgrazen, sept 2009 vrij koeverkeer, 2009	50	17.1	2.4
Stalperiode, 2009/2010	44	25.0	2.5
Stripgrazen, 2010 vrij koeverkeer, 3x vers gras	51	24.9	2.4

Het is aan te bevelen om koeien langzaam maar consequent te wennen aan een eenmaal gekozen systeem. Wordt gekozen voor standweiden, dan is het belangrijk de grasgroei te kunnen sturen en dat de verkaveling zo is ingericht (grote vierkante blokken) dat de loopafstanden beperkt zijn. Stripgrazen heeft het voordeel dat loopafstanden al beperkt zijn.

Voor een brede praktijktoepassing is optimalisatie van koemanagement en koebehandelingen nodig in de vorm van een behandelbox/separatieruimte die mobiel of virtueel uitgevoerd kan worden. Daarnaast zijn alternatieve energie bronnen wenselijk om het diesilverbruik te verlagen.

## 8 Literatuur

Alem, van G.A.A. en A.T.J. van Scheppingen, 1993. The development of a farm budgeting program for dairy farm. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR v congress, P. 326-331. PR Lelystad.

Evers, Aart en Klaas Blanken, 2005. Lage kosten- en hightechbedrijf vergen weinig arbeid. Artikel V-focus juni 2005.

Handboek Melkveehouderij, maart 2006. Uitgeverij Roodbont, Zutphen.

Houwelingen, K.M. van, M.H.A. de Haan, F. Lenssinck, A.P. Philipsen en R.N. Baars, maart 2009. Eerste ervaringen met de mobiele melkrobot. Ervaringen op melkproefbedrijf Zegveld. Rapport 196. Animal Sciences Group, Wageningen UR, Lelystad.

KWIN 2009-2010 (Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2009-2010). Izak Vermeij, Bert Bosma, Aart Evers, Wilma Harlaar en Ina Vink, augustus 2009. Handboek 11. Livestock Research, Wageningen UR, Lelystad.

Mandersloot, F., A.T.J. van Scheppingen en J.M.A. Nijssen, 1991. Modellen rundveehouderij: Overzicht en onderlinge samenhang modellen voor simulatie van melkveebedrijven. PR, Lelystad, PR-publicatie nr 72.

Schils, R.L.M., M.H.A. de Haan, J.G.A. Hemmer, A. van den Pol-van Dasselaar, J.A. de Boer, A.G. Evers, G. Holshof, J.C. van Middelkoop, & R.L.G. Zom, 2007. Dairy Wise, a whole farm model. . J. Dairy Sci. 90:5334–5346.

Zom, R.L.G., september 2002, Voorspelling voeropname met Koemodel 2002, PraktijkRapportRundvee 11, Praktijkonderzoek Veehouderij



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl) | [www.livestockresearch.wur.nl](http://www.livestockresearch.wur.nl)