

Beter management met automatische melksystemen

W. Rossing

Instituut voor Milieu en AGritechniek (IMAG-DLO)

Postbus 43, 6700 AA Wageningen

Telefoon 08370-76487 telefax 08370-25670

agro informatica 7(1) / februari 1994

Referaat

In de melkveehouderij is een voortgaande schaalvergroting waar te nemen. Zonder automatisering zou het voor de melkveehouderij moeilijk zijn haar sterke internationale positie te behouden.

Door gebruik te maken van sensoren is het mogelijk de nodige informatie voor het Management Informatie Systeem te verzamelen t.b.v. bronst- en ziektedetectie. Automatische melksystemen (AMS) kunnen de taak van de melkveehouder ontlasten en zowel de kwaliteit van het eindproduct als het welzijn van de dieren verbeteren.

Trefwoorden: melkveehouderij, dierherkenning, bronst- en ziektedetectie, melkrobot.

Inleiding

Een van de belangrijkste verbeteringen in de melkveehouderij was de invoering van het machinaal melken. Hulpmiddelen zoals automatische dierherkenningssystemen, melkmeters en het gebruik van sensoren voor het detecteren van bronst, mastitis en andere ziekten, bieden de melkveehouderij de mogelijkheid de bedrijfsvoering te verbeteren. De belasting van de veehouder is hoog en het tijdgebonden en tijdsintensieve melken is verre van ideaal. Ook zijn de lange melkintervallen voor het welzijn van het dier niet optimaal. Een hogere melkfrequentie verbetert het welzijn van het dier en verhoogt de melkproductie. Geheel automatisch melken biedt mogelijkheden hieraan tegemoet te komen. Nieuwe technieken maken het mogelijk systemen te bouwen die het melkstel automatisch aansluiten terwijl sensoren een deel van de controlerende taak overnemen.

Dierherkenning

In de melkveehouderij is de automatisering pas goed op gang gekomen na de ontwikkeling van het koeherkenningssysteem. Het eerste door IMAG-DLO in samenwerking met TFDL-DLO ontwikkelde systeem werd in het begin van de jaren '70 in de praktijk geïnstalleerd. Nu is er op tenminste 10.000 bedrijven een dierherkenningssysteem in gebruik, hoofdzakelijk voor het doseren van krachtvoer, maar ook voor het verzamelen van data en voor het besturen van het melkproces. Alle componenten van de transponder voor de dierher-

kenning kunnen op één enkele chip geïntegreerd worden. Hierdoor is het mogelijk deze transponders sterk te verkleinen en bij dieren te injecteren (Rossing, 1992). Het herkenningssysteem is hierdoor vast aan het dier verbonden. Het kan voor de Identificatie en Registratie (I&R) Regeling voor het traceren van dieren bij het uitbreken van besmettelijke ziekten of na het vaststellen van residuen in slachtdieren. Bij een grootschalige toepassing is het vereist dat de systemen uitwisselbaar zijn. Ook als dieren over de grens gaan, is het noodzakelijk dat ook daar de transponders kunnen worden uitgelezen.

De Internationale Standaardisatie Organisatie (ISO) heeft de code-structuur in de transponder en het technisch concept van elektronische identificatie in agrarische toepassingen vastgelegd.

De dierherkenningssystemen maken het mogelijk data van de dieren vast te leggen en processen zoals voeren en melken te sturen. In de toekomst zal het mogelijk zijn sensoren in de chip in de transponder te integreren.

De volgende stap zal zijn intelligentie aan de chip toe te voegen in de vorm van een microprocessor. De signalen die door de in de chip geïntegreerde sensoren verzameld zijn kunnen dan in de chip verwerkt worden. Zo kan de in het dier geïnjecteerde chip zelf de informatie interpreteren en een dialoog voeren met de buitenwereld.

Sensoren

Ziekte en bronst bij melkvee kunnen worden bepaald door het meten van fysiologische en fysische parameters. Parameters die nu automatisch kunnen worden gemeten zijn:

- melktemperatuur;
- elektrische geleidbaarheid melk;
- dier-activiteit;
- melkproductie.

Verder valt te denken aan:

- bloeddruk;
- bloedsamenstelling;
- hartslagfrequentie;
- pH;
- hormoonspiegel.

Deze informatie moet worden vertaald of geïnterpreteerd in termen van ziekten en bronst.

Mastitisdetectie

Mastitis (uierontsteking) vormt nog steeds een probleem op veel melkveebedrijven. De verliezen die ontstaan door productievermindering, behandeling, extra kosten dierenarts en vervroegde uitstoot worden geschat op fl. 136,- per koe per jaar (Schaenraad & Dijkhuizen, 1990).

De EG stelt de normen voor melkkwaliteit steeds scherper. Bij overschrijding van deze normen wordt er op de melkprijs gekort.

Door uierontsteking verandert de samenstelling van de melk. Door deze chemische verandering van de melk verandert ook de geleidbaarheid van de melk. Gedurende het melken kan de geleidbaarheid van de melk van elk uierkwartier wordt gemeten en vastgelegd.

Uit onderzoek van het IMAG-DLO en IVO-DLO bleek dat met deze data er goed inzicht is in de uiergezondheid van de vee-stapel. Daardoor wordt de kwaliteit van het produkt bewaakt en verbeterd (Maatje et al., 1992).

Temperatuur

Gebleken is dat de lichaamstemperatuur gemiddeld 38.6 °C bedraagt. Ook bleek dat de melktemperatuur in de melkklaauw nagenoeg overéénkomt met de lichaamstemperatuur. Tijdens bronst stijgt de lichaamstemperatuur gemiddeld 0.6 °C.

Door het meten van de melktemperatuur wordt ca. 75% van de bronsten gesignaleerd. In de sensor voor het meten van de geleidbaarheid van de melk is ook een temperatuursensor gebouwd.

Activiteit

Koelen zijn tijdens de bronst actiever dan normaal. Met een activiteitenmeter aan de poot wordt het aantal bewegingen geregistreerd. Als het dier in de melkstal komt wordt de tellerstand tezamen met het koe-nummer uitgelezen. Zo wordt 75% van de bronsten gesignaleerd (Eradus et al, 1992).

Een combinatie van parameters, zoals melktemperatuur, melkproductie, activiteit, restvoer en geleidbaarheid van de melk zal naar verwachting de detectiemogelijkheden aanzienlijk verbeteren.

Automatisch melken

In verschillende landen wordt gewerkt aan de ontwikkeling van een systeem om de tepelbikers automatisch aan te sluiten.

Hoewel met al deze systemen hetzelfde doel wordt beoogd zijn de technieken sterk verschillend. Voor het aanbrengen van de melkbekers wordt gebruik gemaakt van een robotarm die de bekertjes van opzij of van achteren aansluit. De aansluitarm kan hierbij de bekertjes één voor één ophalen en aansluiten of een rek met de vier melkbekers onder het uier brengen en dan de bekertjes één voor één of gelijktijdig aansluiten. De bekertjes worden meestal door een apart systeem afgenomen.

Voordat de bekertjes worden aangesloten moet de plaats van de spenen redelijk nauwkeurig worden bepaald. Er is een grote variatie in uiervormen en speenafstanden. Daarnaast is de speenafstand afhankelijk van de hoeveelheid melk in het uier en

omdat met verschillende intervallen wordt gemolken, is dit van keer tot keer verschillend.

De meeste systemen hebben sensoren om de plaats van de spenen te bepalen. Bij andere systemen worden de speencoördinaten in een database opgeslagen en worden de bekertjes voor het aansluiten op de posities die in de database staan ingesteld en vervolgens aangesloten.

Voor het bepalen van de plaats van de spenen m.b.v. sensoren worden verschillende principes gebruikt.

Bij diverse systemen worden de koeien in de box sterk in hun bewegingsvrijheid beperkt. Om bewegingen van de spenen te voorkomen zijn in deze melkbox voorzieningen getroffen om de bereikbaarheid van het uier te vergroten en te voorkomen dat de dieren hun poten tijdens het aansluiten verplaatsen.

Het achterste gedeelte is meestal zo gemaakt dat de dieren hun achterpoten gespreid plaatsen. Soms worden de poten zelfs vastgezet. Ook is het voorste gedeelte van de box soms iets hoger waardoor het uier beter bereikbaar is. Om de capaciteit van het systeem te vergroten is het mogelijk in een selectiebox te beslissen of een dier wel of niet moet worden gemolken.

De Nederlandse systemen

In Nederland wordt door een drietal firma's gewerkt aan systemen voor automatisch melken, te weten, Gascoigne-Melotte, Lely Industries en Prolion.

Gascoigne-Melotte

Gascoigne-Melotte heeft een systeem waarbij het melkstel m.b.v. een elektrisch/pneumatisch bestuurd robotarm, tussen de achterpoten door wordt aangesloten. Als de koe de box betreedt wordt haar bewegingsruimte beperkt. Omhoog komende vloerplaten maken dat de koe steeds op dezelfde manier in de box staat en de achterpoten niet te dicht bijelkaar zet. Daarna gaan twee metalen armen tussen de achterpoten en het uier. Het dier

staat dan gefixeerd in de melkbox. Een borstel reinigt de spenen en behandelt voor. De coördinaten van de spenen staan in het geheugen van de computer. De bekera worden nu op de coördinaten voor dat dier ingesteld. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de gegevens uit de computer en het melkinterval. Als het melkstel onder de koe is worden alle vier bekera gelijktijdig aangesloten. Voor kleine variaties in speencoördinaten zijn de tepelbekera uitgerust met een speciale blaasbalgconstructie waardoor de opening van de tepelbekera op het moment van aansluiten vergroot is. Als de beker eenmaal is aangesloten wordt de blaasbalg opgeblazen en heeft de opening een normale doorsnede. Voor het afnemen worden nogmaals de coördinaten gemeten voor het herberekenen van de coördinaten. Het melkstel wordt door dezelfde arm afgenomen als de melksnelheid beneden een minimum waarde komt.

De afgelopen jaren zijn met dit systeem proeven uitgevoerd op Waiboerhoeve in Lelystad. Verder wordt het systeem getest in de Verenigde Staten.

Lely Industries

Lely Industries heeft een melkrobotsysteem genaamd "Astronaut". Deze bestaat uit een melkbox met één robotarm. De vier tepelbekera zijn op één rek gemonteerd en worden door de robotarm van opzij onder de koe gebracht. Door middel van een borstelsysteem worden de spenen gereinigd. Een laser sensor bepaalt de plaats van de spenen en de bekera worden één voor één aangesloten. De bekera kunnen na het aansluiten beperkt bewegen. De bekera worden individueel afgenomen nadat de melkstream van dat betreffende kwartier beneden een bepaalde waarde daalt. Dit systeem is op enkele praktijkbedrijven geïnstalleerd.

Prolion

Prolion heeft een container gebouwd, die standaard is uitgerust met twee melkapparaten. Nadat de leidingen zijn aangesloten is het systeem bedrijfsklaar. De vloer achter in de box is zo gevormd dat het dier zijn poten gespreid neerzet. De vloer aan de voorzijde van de box is enig-

zins verhoogd waardoor het uier beter bereikbaar is voor de robotarm. De boxlengte wordt aan de lengte van het dier aangepast met een verplaatsbare voerbak. Verder staat het dier redelijk vrij in de box. Een verrijdbare elektrisch aangedreven robotarm kan twee, eventueel drie melkstandaarden bedienen. Het melkstel wordt van opzij aangesloten.

Als het dier is herkend wordt de arm onder het dier bewogen en zoekt een (ultrasone) referentie sensor de rechter voorspeen. Als deze is gevonden blijft, als het dier zich beweegt, de arm deze "referentiespeen" volgen. Een tweede ultrasone sensor bepaalt nu de plaats van de andere drie spenen ten opzichte van de referentiespeen. Daarna worden de bekera één voor één aangesloten. Een sensor bepaalt of de speen zich inderdaad in de beker bevindt. Het gehele proces vraagt 30 seconden. Na het aansluiten kunnen de spenen worden gereinigd door water aan de bovenzijde van de melkbeker toe te voeren. Dit water en een klein beetje melk worden opgevangen in een aparte tank.

Zodra de vier bekera zijn aangesloten trekt de robotarm zich terug en kan in een tweede box het melkstel aansluiten. Het melkstel blijft aan een arm hangen die het melkstel afneemt als de melkstream beneden de ingestelde waarde komt.

Het systeem wordt nu in Nederland op een drietal proefbedrijven getest en is verder op zeven praktijkbedrijven geïnstalleerd. Daarnaast wordt het getest in Frankrijk, Canada en Japan.

Buitenland

In Engeland heeft het Silsoe Research Institute een systeem met een pneumatische robot. De koe wordt door de zijkanten van de box opgesloten en staat met de voorpoten op een verhoging voor meer ruimte onder het dier. De lengte van de box wordt aan het dier aangepast door het verschuiven van de voerbak. Sensoren in de box bepalen de plaats waar de koe staat. In het geheugen van de computer zijn de plaats van de spenen t.o.v. dit punt opgeslagen. De robot pakt de melkbekera, die in een rek han-

gen één voor één en brengt die onder het uier. Op de grijper die de beker oppakt zit een tweede sensor die m.b.v. een matrix van lampjes en lichtgevoelige diodes de juiste plaats bepaalt. Hij zorgt er voor dat bij beweging van de koe de robotarm volgt. Als het melken is beëindigd worden de bekera via de lange melkslangen afgetrokken. Op het proefbedrijf van het Engelse instituut zijn in de afgelopen jaren enkele proeven uitgevoerd.

Door het Franse instituut CEMAGREF is een systeem gebouwd met vier elektrisch gestuurde armen die elk één melkbeker aansluiten. In de melkbox heeft de koe zo weinig mogelijk bewegingsvrijheid. De armen die de beide achterste bekera aansluiten zijn in de vloer weggewerkt. Zodra het dier de box betreedt openen de deksels in de bodem van de box en dwingen het dier gespreid te gaan staan. De beide armen voor de twee voorste bekera komen van de zijkant. Een grofsensor met een laser en een CCD camera bepaalt de positie van de spenen. De bekera worden door de vier armen naar deze posities bewogen. Een fijnsensor (matrix van lampjes en lichtgevoelige diodes) boven elke beker geleidt tijdens het omhoogbrengen de speen in de melkbeker. Aan het eind van het melken nemen de armen de bekera weer individueel af.

In Duitsland heeft de firma DÜVELSDORF een elektrisch aangedreven robot die zich verplaatst langs drie assen (Dück, 1992). Als het dier de box betreedt wordt deze zoveel mogelijk opgesloten en wordt de plaats in de box door sensoren bepaald. De plaats van de spenen t.o.v. de plaats in de box is in het geheugen van de computer opgeslagen en is nagenoeg bekend. De robotarm haalt één voor één de bekera. Op de grijper bevindt zich een ultrasone sensor en een sensor met een matrix van lampjes en lichtgevoelige diodes. Via deze sensoren worden de bekera één voor één aangesloten.

Het systeem van Düvelsdorf is het afgelopen jaar getest op het proefbedrijf van het Institut für Milchforschung te Kiel. Het is de bedoeling het systeem een praktijkbedrijf verder te testen.

Het Forschungsanstalt für Landtechnik (FAL) te Braunschweig heeft nagenoeg een zelfde robotarm als die van Düvelsdorf gebouwd. Ook hier worden de bekere één voor één aangesloten. Er zijn twee systemen voor het vinden van de spenen getest. Een laser straal met CCD-camera en ultrasone sensoren.

Op een proefbedrijf van het Duitse Instituut zijn een aantal dieren met het systeem gemolken. Plannen om het systeem praktijkrijp te maken zijn er niet.

In een EUREKA-project wordt door een aantal Nederlandse en Franse partners bestudeerd in hoeverre de technische ontwikkelingen van CEMAGREF en Prolion kunnen worden gecombineerd voor een hoog kwalitatieve melkrobot.

Om controlerende taken van de melker over te nemen moeten een aantal sensoren voor afwijkingen van melktemperatuur, melkgeleidbaarheid, dieractiviteit en melkproductie binnen het systeem worden geïntegreerd.

Een Management Informatie Systeem moet de gemeten waarden combineren en aan de veehouder presenteren. Hij kan op basis van deze gegevens beslissingen nemen. De combinatie van geleidbaarheid van melk, melktemperatuur en melkpro-

duktie leveren tezamen meer informatie op over uierontsteking.

De combinatie van melktemperatuur, dieractiviteit, restvoer en status van het dier geven tezamen betrouwbaarder informatie omtrent bronst en ziekte dan één van de parameters alleen. Aan de hand van alle verkregen informatie kan de veehouder beslissen welke dieren gecontroleerd c.q. afgezonderd moeten worden.

Achtergronden voor het automatisch melken

Automatisch melken is meer dan alleen een melkrobot. Ook het ontwerp van de melkplaats en de "routing" van de koeien naar de melkplaats, de selectieboxen, de detectie van ziekten en bronst en het managementsysteem behoren bij een automatisch melksysteem.

Een AMS kan de koeien twee of drie keer per dag met vaste intervallen melken. De dieren worden dan naar een wachruimte gestuurd. Voor het hoogste profijt moet het AMS 24 uur per dag worden gebruikt en moet de melkfrequentie per dier geregeld worden.

Sinds 1990 onderzoekt het IMAG-DLO de mogelijkheden van een compleet automa-

tisch melksysteem. Hiervoor is op de proefboerderij te Duiven een AMS van Prolion geïnstalleerd.

De techniek

Een automatisch melksysteem moet geschikt zijn om tenminste 85% van een bestaande veestapel met een betrouwbaarheid van 98% aan te sluiten. Tijdens het onderzoek bleek, dat bij dieren die drie maal per dag werden gemolken, bij 89% van de dieren het melkstel geheel automatisch wordt aangesloten.

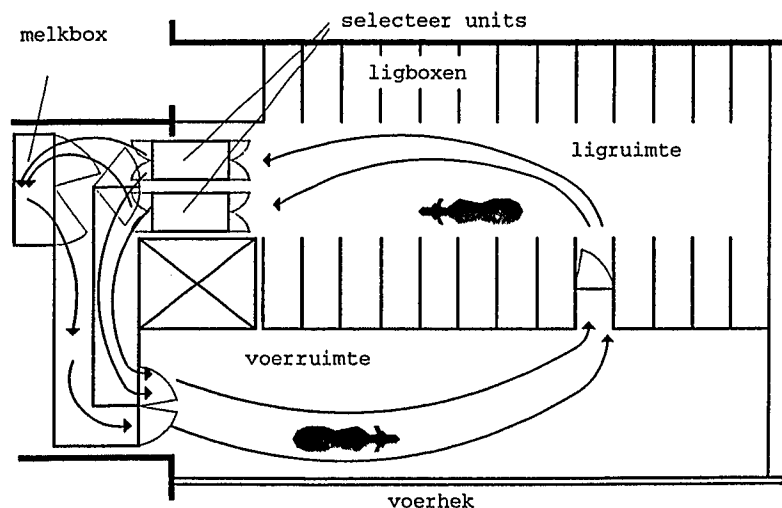
Een automatisch melksysteem is gecompliceerd en preventief onderhoud is nodig. Hiervoor moet een service-abonnement worden afgesloten.

Bij systemen zonder toezicht van de veehouder moet een alarmsysteem eventuele calamiteiten signaleren.

Koeverkeer

Voor optimaal gebruik moeten de melkkoeien zich voldoende vaak melden bij het melksysteem. Uit onderzoek blijkt dat de dieren zich niet zonder meer melden om de gewenste melkfrequentie te bereiken. Een min of meer geforceerde routing door de stal helpt de gewenste frequentie te bereiken. In een experiment werden twee selec-

Figuur 1 - Routing koeverkeer



tieboxen gebruikt om de dieren voor het melken te selecteren (zie figuur 1). Een dier betreedt vanuit de ligruimte een selectiebox, wordt m.b.v. het dierherkennings-systeem herkend en er wordt beslist of de dieren wel of niet moeten worden gemolken. Afhankelijk van deze beslissing worden ze naar het voerhek of naar de melkbox gestuurd.

De beslissing wel of niet melken hangt af van een aantal factoren zoals, melkproductie, lactatiestadium en de gewenste melkfrequentie.

Het aantal melkingen is afhankelijk van deze factoren en van de looptijd tussen sorteerbox en melkplaats en de tijd die nodig is om de melkbox te verlaten. Per melkplaats kunnen rond 120 melkingen per dag plaatsvinden.

Procesbesturing en management

De dieren krijgen in de selectieboxen en in de melkbox krachtvoer. De hoeveelheid per keer hangt af van de verwachte verblijftijd in de selectieboxen en in de melkbox.

Voor een goede besturing van het proces en om op tijd beslissingen te nemen moet de besturing van de selectieboxen, de melkbox, de krachtvoerdosering en de robot geheel on-line gebeuren.

Melkproductie

Er is veel onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen melkfrequentie en melkpro-

duktie (Ipema & Benders 1992). Uit IMAG-DLO onderzoek blijkt dat als de melkfrequentie van twee naar drie of vier maal wordt verhoogd, de produktie tussen 10 en 20% stijgt. Bij hoge produkties loopt het vetgehalte meestal iets terug. Bij een hogere melkfrequentie neemt de totale melktijd per dag toe. Als in plaats van twee maal vier maal per dag wordt gemolken neemt de melktijd met 50% toe en bij zes maal per dag melken verdubbelt de melktijd. In hetzelfde onderzoek werd gevonden dat bij zes maal per dag melken de belasting van de speenpunten was toegenomen. Bij enkele dieren was beschadiging van de speenpunten opgetreden.

Economische aspecten

De investeringen voor een automatisch melksysteem zijn aanzienlijk. Op dit moment is de prijs van Prolion voor een installatie met twee standen f 325.000.-. Lely Industries vraagt f 295.000.- voor een installatie met één stand. Een bedrijf van tachtig melkkoeien bespaart ongeveer 1000 uur arbeid per jaar.

Ook bij een automatisch melksysteem is het echter niet zo dat de veehouder van achter zijn computer zijn bedrijf kan besturen. Hij zal een gedeelte van de tijd die vrijkomt, moeten gebruiken om zijn dieren in de stal te observeren. Alleen hierdoor komt het management op een hoger niveau. Het management informatie systeem is een hulpmiddel om de veehouder de juiste beslissingen op het juiste tijdstip te laten nemen.

Literatuur

Eradus, W.J., W. Rossing, P.H. Hogewerf & E. Benders, 1992.

Signal processing of activity data for oestrus detection in dairy cattle. In: A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz & W. Rossing (Eds.): Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, EAAP publication No. 65, Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands, p. 360-390.

Ipema, A.H., & E. Benders, 1992.

Production, duration of machine-milking and teat quality of dairy cows milked 2, 3 or 5 times daily with variable intervals. In: A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz & W. Rossing (Eds.): Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, EAAP publication No. 65, Pudoc Scientific Publisher, Wageningen, The Netherlands, p. 244-253.

Maatje, K., P.H. Hogewerf, W. Rossing & R.T. van Zonneveld, 1992.

Measuring quarter milk electrical conductivity, milk yield and milk temperature for detecting mastitis. In: A.H. Ipema, A.C. Lippus, J.H.M. Metz & W. Rossing (Eds.): Proceedings of the International Symposium on Prospects for Automatic Milking, EAAP publication No. 65, Pudoc Scientific Publishers, Wageningen, The Netherlands, p. 119-125.

Rossing W., 1992.

Injectaten als alternatief voor het oormerk. Landbouwmecanisatie, 43(1992)11, november 1992.

Schakenraad, M.H.W. & A.A. Dijkhuizen, 1990

Economic losses due to bovine mastitis in Dutch dairy herds. Netherlands Journal Agricultural Science 38, p. 89-92.