

2. Tänniker Melktechniktagung

Tiergerechtes Melken – Menschengerechte Arbeit – Wirtschaftliche Milchproduktion



Matthias Schick und Pascal Savary (Redaktion)



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART

Impressum

| | |
|---------------|---|
| ISSN | 1661-7584 ART-Schriftenreihe |
| ISBN | 978-3-905733-11-2 |
| Herausgeberin | Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon, CH-8356 Ettenhausen Telefon +41 (0)52 368 31 31, Fax +41 (0)52 365 11 90 info@art.admin.ch, www.art.admin.ch |
| Grafik | Regina Häusler/Ursus Kaufmann, ART |
| Titelbild | Schwere Sammelstücke sind oft Ursache für schädliche Muskel-Skelett-Belastungen beim Meleken Helge Christiane Haufe Matthias Schick |
| Preis | CHF 40.00 € 30.00; inkl. MWSt |
| Copyright | 2009 ART |

Inhalt

| | |
|---|------------|
| Vorwort | III |
| Melken und Melktechnik – zukünftiger Forschungsbedarf | 1 |
| <i>Thomas Jungbluth und Hartmut Grimm, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, DE–70599 Stuttgart unter Mitarbeit von Wilfried Hartmann, KTBL Darmstadt</i> | |
| Physiologische Ansprüche an die Melkroutine | 9 |
| <i>Rupert M. Bruckmaier, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Abteilung Veterinär-Physiologie, CH–3001 Bern</i> | |
| Milcherzeugung aus Sicht der Fütterung | 15 |
| <i>Hubert Spiekers, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, DE–85586 Poing-Grub</i> | |
| Melkarbeit und Melktechnik in ausgewählten Schweizer Milchviehbetrieben | 25 |
| <i>Marc Kirchhofer, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Wiederkäuerklinik, CH-3001 Bern</i> | |
| Die Kuh beim Melken – Einfluss der Haltungsumwelt und des Menschen | 31 |
| <i>Josef Troxler, Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, AT–1210 Wien</i> | |
| «Cows and more – was die Kühe uns sagen» Bonitieren – Bewerten – Beraten mit System | 37 |
| <i>Andreas Pelzer, Katharina Bayer, Horst Cielejewski, Wolfgang Büscher, Otto Kaufmann, Landwirtschaftskammer NRW, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, DE–59505 Bad Sassendorf</i> | |
| Bodengestaltung in Melkständen | 41 |
| <i>Beat Steiner, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH–8356 Ettenhausen</i> | |
| Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren aus der Sicht der Arbeitswirtschaft | 49 |
| <i>Matthias Schick, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH–8356 Ettenhausen</i> | |

| | |
|---|------------|
| Arbeitsbelastung beim Melken | 59 |
| <i>Ulrike Hoehne-Hückstädt, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, DE-53757 Sankt Augustin</i> | |
| <i>Maren Kauke, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen</i> | |
| Die Schweizer Milchproduktion im Zeitalter der Globalisierung | 69 |
| <i>Stefan Mann und Gabriele Mack, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen</i> | |
| Anpassungsstrategien für Milchviehbetriebe: Investieren, spezialisieren oder kooperieren? | 75 |
| <i>Christian Gazzarin, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen</i> | |
| Optimierung von Zitzengummis | 83 |
| <i>Günter Schlaiss, DeLaval GmbH, DE-84529 Tittmoning</i> | |
| Bauliche Gestaltung von Melkständen – Berücksichtigungen in der Bauplanung | 89 |
| <i>Ludo Van Caenegem, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen</i> | |
| Einfluss der Haltung auf den somatischen Zellgehalt | 95 |
| <i>Kerstin Barth, Johann Heinrich von Thünen – Bundesforschungsinstitut für ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI), Institut für Ökologischen Landbau, DE-23847 Westerau</i> | |
| Einfluss der AMS auf die Milchqualität | 101 |
| <i>Ernst Jakob, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-1725 Posieux</i> | |
| Automatisches Melken – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen | 105 |
| <i>Jan Harms, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung, DE-85354 Freising</i> | |

Hinweis: Die fachliche und inhaltliche Verantwortung für die Vorträge liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Vorwort

Die zweite Tänniker Melktechniktagung befasst sich mit den Schwerpunkten «Tiergerechtes Melken», «Menschengerechte Arbeit» und «Wirtschaftliche Milchproduktion». Mit diesen Themenblöcken fokussiert die wissenschaftliche Fachtagung zentrale Aufgaben der künftigen Forschung im Bereich Melktechnik.

Das Wohlbefinden der Kuh ist eine wesentliche Vorgabe für einen vollständigen Milchentzug. Deshalb wird die tiergerechte Milchproduktion aus der Sicht der Physiologie, der Rindergesundheit, der Ethologie, der Fütterung und der Haltung betrachtet.

Die menschengerechte Arbeit ist die Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Milchviehhaltung. Effizientes und sorgfältiges Melken basiert auf einem optimal ausgestalteten Arbeitsplatz. Somit sind aktuelle Forschungsergebnisse in den Bereichen Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung von besonderem Interesse. Die menschliche Arbeit ist von hoher gesellschaftlicher und ökonomischer Relevanz, denn auf jedem Landwirtschaftsbetrieb ist sie der bedeutsamste und gleichzeitig meist auch knappste Produktionsfaktor. Das Melken bindet einen erheblichen Anteil an Arbeitsressourcen auf dem Milchviehbetrieb.

Eine wirtschaftliche Milchproduktion ist sowohl im nationalen als auch in einem internationalen Kontext zu sehen. Wie wirkt sich die zunehmende Globalisierung und insbesondere die weitergehende Marktöffnung gegenüber der EU auf die schweizerische Milchproduktion aus? Welche Anpassungsstrategien sind sinnvoll und notwendig? Daneben sind aber auch zunehmend Fragestellungen zur Qualitätssicherung zu bearbeiten.

Bauliche Massnahmen dienen in der Landwirtschaft der rationellen Tierhaltung und der Produktionssicherung. Gleichzeitig bestimmen sie aber auch das Landschaftsbild und tangieren damit wiederum gesellschaftliche Interessen. Die Bauplanung von Milchviehställen, Melkständen und automatischen Melksystemen ist deshalb ein weiteres zentrales Thema der Tagung.

Erst die Kenntnisse von verfahrenstechnischen Kenngrössen zur Tierhaltung und insbesondere zum Melken erlauben die Planung einer optimierten Haltung von Nutztieren bei tiergerechten Haltungsbedingungen und gesicherten Produktionsleistungen. Sie sind folglich zusammen mit den indirekten verfahrenstechnischen Kenngrössen, zum Beispiel Schadgasemissionen, Basis für einen ganzheitlichen Planungsprozess.

Durch die Kombination der drei genannten Bereiche Bauwesen, Tierhaltung und Arbeitswirtschaft kann die systemorientierte Optimierung beschleunigt und damit ein wichtiger Beitrag zur Erfüllung einer der Hauptaufgaben von Agroscope – die Förderung einer wettbewerbsfähigen aber insgesamt auch nachhaltigen Landwirtschaft – geleistet werden.



Paul Steffen, Direktor
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART

Melken und Melktechnik – zukünftiger Forschungsbedarf

*Thomas Jungbluth und Hartmut Grimm, Universität Hohenheim, Institut für Agrartechnik, DE-70599 Stuttgart
unter Mitarbeit von Wilfried Hartmann, KTBL Darmstadt*

Zusammenfassung

Forschung und Entwicklung zum Melken ist (wieder) aktuell. Gründe hierfür sind die nach wie vor hohe ökonomische Bedeutung des Betriebszweiges, die «Arbeitsfalle» vor allem in Familienbetrieben und neue Aspekte des Tierschutzes.

Die derzeitigen technischen Entwicklungen befassen sich im Wesentlichen mit neuen Melkzeugen, neuem Melkzeugdesign und technischen Details. Die Wechselwirkung zwischen Tier und Melktechnik im Sinne des Tierschutzes und der Milchabgabe wird zukünftig einen Schwerpunkt darstellen müssen. Der erweiterte Einsatz von Sensoren zur zusätzlichen Datengewinnung für die Prozessoptimierung und die Qualitätssicherung erfordert Auswertelgorithmen im Sinne von Expertensystemen, um aus der Vielzahl der nun gewinnbaren Daten auch die richtigen Schlussfolgerungen zu ziehen. Dies gilt sowohl für Melkstände als auch für automatische Melksysteme.

Die räumliche und organisatorische Einbindung des Melkbereiches in die Stallanlage und den Betrieb bedarf besonderer Beachtung. Damit einher geht die Optimierung des Arbeitsplatzes (Arbeitssicherheit, Arbeitsplatzqualität).

Neueste Forschungsergebnisse müssen wieder verstärkt in Ausbildung und Beratung einfließen.

Résumé

Traite et technique de traite – Besoins futurs de recherche

La recherche et le développement relatifs à la traite sont (de nouveau) d'actualité. Ce phénomène s'explique par plusieurs raisons: l'importance économique de la branche de production, qui demeure élevée, les contraintes du travail, notamment dans les exploitations familiales et les évolutions de la protection des animaux.

Les développements techniques actuels portent essentiellement sur les nouvelles unités trayeuses, le nouveau design de l'unité trayeuse et les détails techniques. L'interaction entre l'animal et la technique de traite au sens de la protection des animaux et de la production laitière devra faire partie des priorités à l'avenir. L'emploi accru de capteurs pour la saisie de données supplémentaires dans l'optique de l'optimisation des processus et de l'assurance qualité exige des algorithmes d'évaluation comme ceux des systèmes experts afin de tirer des conclusions fiables du grand nombre de données pouvant être relevées. Ceci est valable pour les salles de traite comme pour les systèmes de traite automatiques.

L'intégration de l'aire de traite dans les locaux et dans l'organisation de la stabulation et de l'exploitation doit être bien conçue. L'optimisation de la place de travail en dépend (sécurité du travail, qualité du poste de travail).

Les derniers résultats de recherche doivent être davantage transmis à la formation et au conseil.

Summary

Milking and milking technology – need for future research

Milking research and development is topical (again). This is because of the continuing great economic importance of this branch of farming, the «labour trap», especially in family farms, and new aspects of animal welfare.

Current technical developments relate essentially to new milking clusters, new milking cluster design and technical details. In future the emphasis will have to be on the interaction between animal and milking technology in the sense of animal welfare and milk output. The extended use of sensors for the acquisition of additional data for process optimisation and quality assurance requires scoring algorithms in terms of expert systems, in order to draw the correct conclusions from the multiplicity of data now obtainable. This applies to both milking parlours and automatic milking systems.

Special consideration needs to be given to the spatial and organisational incorporation of the milking area into animal housing and farm. This goes hand in hand with optimisation of the workplace (work safety, workplace quality).

The latest research results must once again increasingly feed into training and consultancy.

Einleitung

Die hinlänglich bekannten Ausführungen, dass das maschinelle Melken ein Kunststück bleibe, «... das man da und dort immer wieder einmal, aber immer vergebens probiert» (Fleischmann 1898), sollen hier nur kurz in Erinnerung gebracht werden. Weniger bekannt ist eine Studie von Mohn (1974), der versucht hat, mit Hilfe der Delphi Methode den zukünftigen mechanisch technischen Fortschritt in der Landwirtschaft zu prognostizieren. Die Einführung der automatischen Melksysteme wurde seinerzeit recht treffend vorhergesagt. Das von Mohn aber nach dem Jahr 2000 prognostizierte Szenario ist doch eher abenteuerlich (Tabelle 1). Es erschien damals als die logische Fortentwicklung der Technik hin zu einer Milchproduktion, in der die Kuh ohne Kontakt zum Menschen wirklich «vollautomatisch» gemolken werden und letztendlich auch auf die Kuh verzichtet werden kann.

Diese aufwändige Methodik konnte für diesen Vortrag nicht realisiert werden. Aufbauend auf vorhandener Literatur, Expertenbefragungen, den Forschungsthemen einzelner Institute sowie langjähriger Erfahrung und Einblick in zahlreiche Gremien und nicht zuletzt aufbauend auf dem Feedback der landwirtschaftlichen und industriellen Praxis, wurde eine Abschätzung versucht.

Es wird danach getrachtet, die technischen Neuerungen den Bereichen

- Melkzeug,
- Melkstand, beziehungsweise automatisches Melksystem (AMS),
- Qualitätssicherung durch Sensortechnik,

zuzuordnen.

Dabei sind den möglichen Massnahmen jeweils die Ziele vorangestellt. Da zu diesen Themen viele Autoren an unterschiedlichen Orten gearbeitet haben, wird nicht versucht, alle Wissenschaftler und die spezifischen Details der jeweiligen Untersuchung zu nennen, sondern es werden exemplarisch einzelne Forschungsarbeiten herausgegriffen.

Melkzeug

Erhalt der Euter- und Zitzenkondition

Ein wichtiges Ziel ist die Optimierung des Melkvakuums je nach Melkzeugtyp und -gewicht. Der andauernde Trend hin zu immer noch niedrigerem Melkvakuum muss kritisch gesehen werden. Der Ausmelkgrad des Euters steigt zwar, aber recht oft reicht bei hohem Milchfluss die Druckdifferenz in der Massagephase nicht mehr aus, um die Anforderungen

Tab. 1: Antworten von Experten zu Fragen über neue Verfahren zur Milchgewinnung (nach Mohn, 1974).

| | Verfahren | Runde 1 Antworten insgesamt / positive Urteile | Runde 2 Antworten insgesamt / positive Urteile | Runde 2 Realisierungswahrscheinlichkeit P | Zeitpunkt der erwarteten Verfügbarkeit |
|---|---|--|--|---|--|
| 1 | Verfügbarkeit von Melkverfahren - Bei denen nur noch das Ansetzen des Melkzeugs von Hand erfolgt | 79 / 79 | 76 / 76 | 1,00 | Vor 1980 |
| | - An- und Absetzen des Melkzeugs vollautomatisch erfolgt | 76 / 76 | 74 / 73 | 0,99 | Zw. 1990 und 2000 |
| 2 | a) Verfügbarkeit eines Verfahrens, bei dem das Melkgerät dauernd an der Kuh angesetzt bleiben kann. | 52 / 39 | 56 / 34 | 0,61 | Nach 2000 |
| | a1) Kontinuierlicher Milchentzug mit Reizphase und Milchabsaugung | Nur in Runde 2 enthalten | 46 / 26 | 0,56 | Nach 2000 |
| | a2) Milchentzug mittels Sonden oder Katheder | dito | 50 / 31 | 0,62 | Nach 2000 |
| | a3) Steuerung der Milchabgabe durch Elektroden im Gehirn der Tiere | dito | 46 / 27 | 0,59 | Nach 2000 |
| 3 | Realisierung einer Milchproduktion auf synthetischer Grundlage ohne Kühe | dito | 60 / 50 | 0,83 | Nach 2000 |

der DIN/ISO nach ausreichender Massagedauer zu erfüllen (Minstdauer 150 ms). Hier sind insbesondere die Arbeiten von Williams und Mein (1980) beziehungsweise Mein et al. (1987) hervor zu heben. Sie erachten es als besonders wichtig, dass bei allen Veränderungen am Sitzengummi und bei der Applikation der Melkparameter (Vakuum, Pulsierung) darauf geachtet wird, dass der Sitzengummi die Zitzenspitze ausreichend massiert.

Insbesondere bei zusätzlicher Absenkung des Melkvakuums in der Massagephase ist dies ein oft nicht beachteter Nebeneffekt, der die Eutergesundheit bei ungenügender Massage negativ beeinflussen kann. Das alleinige Messen der «Weichheit» der Zitzenspitze reicht hier als Qualitätsparameter nicht aus.

Optimaler Milchentzug: zügig, gleichmässig, vollständig

Die Weiterentwicklung von Sitzengummis geschieht auch heute noch «empirisch», wie Mayntz schon 1981 feststellte. Er wies zwar nach umfangreichen Untersuchungen mit systematisch verändertem Sitzengummi-Design darauf hin, dass flache und gleichzeitig breite Sitzengummi-Köpfe die Euterentleerung verbessern und den Milchfluss leicht erhöhen können. Konsequenzen aus seinen Ergebnissen wurden allerdings kaum gezogen, da vordergründig produktionstechnische Schwierigkeiten einer Anwendung im Wege standen. Auch die Hinweise, dass unvollständiges Öffnen (Schlaiss 1994) beziehungsweise dass verringerte Öffnungsgeschwindigkeit des Sitzengummis (Grimm 1991) die Euterentleerung verbessern kann, fanden zwar kurzfristig Anerkennung, entsprechende Patente wurden von der Industrie aber nicht umgesetzt. Zu den heute verwendeten Sitzengummis liegen leider immer noch wenige, unzureichend beschriebene Untersuchungen vor, so dass kaum verlässliche Aussagen zur Wirkung einzelner Komponenten beziehungsweise Funktionsteile (Sitzengummischicht bzw. -kopf) getroffen werden können. So ist es besonders positiv hervorzuheben, dass zu den aktuell viel diskutierten dreieckigen Sitzengummis von neu-

traler Seite Untersuchungen durchgeführt werden, die in Halbeutertechnik auf das Ausmelkverhalten und die Zitzenbehandlung (Hyperkeratosen) eingehen. Diese Untersuchungen sind allerdings noch nicht abgeschlossen.

Hyperkeratosen können zwar Hinweise auf zu hohes zitzenendiges Melkvakuum geben oder auf fehlerhafte Melktechnik hinweisen, sie sind aber nach dem Ergebnis intensiver Untersuchungen an verschiedenen Instituten nicht direkt an der Entstehung von Mastitiden beteiligt (Alekish und Kenyon 2006, Shearn und Hillerton 1996, Ebendorff und Ziesack 1991). Ausserdem scheinen sie bei Vorliegen von Mastitiden, insbesondere *Streptococcus agalactiae*, gehäuft vorzukommen, so dass Ursache und Wirkung nur schwer objektiv geklärt werden können. Andererseits gibt es Hinweise darauf, dass bei sehr niedrigem Melkvakuum Liner-Slips, also Luftpneumien in einem Zitzengummi während des Melkens, häufiger vorkommen. Diese Liner-Slips können dann wieder mit höherer Mastitisrate assoziiert sein. «Niedriges Vakuum» beginnt bei manchen Untersuchungen oder Untersuchenden bereits unter 40 kPa! Aktuelle Trends zu Melkvakuumschichten unter 37 kPa sollten also kritisch in Langzeitstudien begleitet werden. Die Obergrenze für «schädliches» Melkvakuum (> 50 kPa) liegt inzwischen deutlich über den Werten, die in modernen Melkanlagen eingestellt werden.

Damit bleiben als verlässliche Merkmale zur Beurteilung der Qualität des Milchentzugs die Merkmale der Milchflusskurve und in Langzeitversuchen die Neuinfektionsrate. Beide Merkmalsgruppen sind nur in relativ aufwändigen Untersuchungen genau erfassbar.

Das wieder entdeckte Merkmal Zitzentemperatur sollte aktuell sehr vorsichtig interpretiert werden. Finkbeiner hat bereits 1988 auf die Temperaturerhöhung einer Kunstzitze wegen der Walkarbeit des Zitzengummis hingewiesen. Er fand Temperaturerhöhungen zwischen 3 und 6 Kelvin nach 10 Minuten Pulsierung. Messungen der Oberflächentemperatur der gemolkenen Zitze und darauf aufbauende Interpretationen sollten also diese Zusammenhänge berücksichtigen.

Vermeidung von Infektionen

Infektionen können nur auftreten, wenn ein infektiöser Keim in die Zitze eingedrungen ist. Ein «sauberer» Zitzengummi kann also per se keine Infektionen verursachen, selbst wenn die aktuellen Melkparameter einmal nicht mit den Sollwerten übereinstimmen. Wenn jedoch Keime auf dem Zitzengummi vorhanden sind, meist von der Zitze der vorher gemolkenen Kuh, dann können diese Keime sehr wohl eine Infektion verursachen. Die technische Entwicklung zeigt, dass Möglichkeiten zur Zwischendesinfektion des Melkzeugs vorhanden sind, diese aber noch nicht immer zufriedenstellend funktionieren beziehungsweise einen hohen Ressourcenverbrauch zur Folge haben. Bei von Umwelt assoziierten Keimen hervorgerufenen Mastitiden kann die Melkzeug-Zwischendesinfektion kein Allheilmittel sein, da diese Keime mit hoher Wahrscheinlichkeit in der Zwischenmelkzeit übertragen werden. Sie kann jedoch helfen, die Übertragung von Kuh-assoziierten Keimen (*Staphylococcus aureus*; *Streptococcus agalactiae*) zu verhindern oder zu reduzieren. Schwerpunkt der Mastitisprophylaxe muss aber die Melk- und Stallhygiene bleiben.

Am Melkzeug selbst kann eine Viertelableitung der Milch die Übertragung von Erregern von einem Viertel auf ein anderes unterbinden. Je nach Melkzeugkonfiguration (Pulsierung; Form und Bewegungscharakteristik des Zitzengummis; Vakuumhöhe; Interaktion mit der Zitze) liegen diese Wahrscheinlichkeiten aber deutlich unter der Wahrscheinlichkeit eines Transfers von Keimen von der Zitzenhaut an den Strichkanal derselben Zitze! Bei Viertelableitung treten im Vergleich zu Melkzeugen mit Sammelstück teilweise höhere Vakuumschwankungen auf, die von geringeren Volumina unter der Zitzenspitze hervorgerufen werden. Da wir wissen, dass ein ausreichend grosses Volumen unter der Zitze die Amplitude von Vakuumschwankungen reduziert und insbesondere während der Öffnungsphase des Zitzengummis eine Vakuumerrhöhung über das Anlagenvakuum hinaus vermeidet, müs-

sen mit der Einführung der Viertelableitung auch Optimierungen der Volumina unter der Zitze einhergehen. Betrachtet man solche Melkzeuge, insbesondere bei automatischen Melksystemen, so scheinen diese Arbeiten noch vor der Forschung beziehungsweise den Herstellern zu liegen. Hier muss auch die Länge der Milchschräume angesprochen werden, die im Anbindestall nicht länger als 240 bis 250 cm sein sollten, damit keine übermässigen Vakuumschwankungen auftreten. Es kann bisher nicht begründet werden, warum diese Bauteile in AMS ohne negative Nebenwirkungen auch 400 cm lang sein können!

Forschungsbedarf und offene Fragen:

- Klärung der Ursachen- oder Wirkungsbeziehung von Hyperkeratosen und Mastitiden (Langzeitstudien?).
- Zusammenhänge von Niedrigvakuum, Liner-Slips und Mastitiden.
- Optimierung von Sitzgummikomponenten für guten Ausmelkgrad.
- «Zitzentemperatur» als Merkmal für gute Zitzenkondition.
- Erarbeitung von Merkmalen der Milchflusskurve für die Steuerung kuhindividueller Melkens.
- Optimierung selbstjustierender Positionierhilfen.
- Optimierung der Milchtransportwege zur Reduzierung von Vakuumschwankungen.

Melkstand

Arbeitsorganisation

Das Melken einer grösseren Gruppe von Kühen im Gruppenmelkstand bedeutet recht viel Organisationsaufwand beziehungsweise -vermögen. Die richtige oder falsche Entscheidung, eine Kuh «normal» oder separat zu melken, das Einstellen bestimmter Melkparameter oder das ausreichende Stimulieren von Hand kann den Melkablauf stören oder beschleunigen. Viele Handgriffe, die eigentlich zum optimalen Melken notwendig sind, werden unterlassen, um die Melkerleistung zu erhöhen. Hier öffnet sich noch ein weites Feld für Informationen und Arbeitshilfen, die der melkenden Person ermöglichen, ihren Arbeitsablauf zu optimieren. Hintergrund für diese weitreichenden Entscheidung(shilf)en können Merkmale sein, die aus der Milchflusskurve der letzten Melkungen gewonnen werden (Grimm 1991)

Aus diesen Merkmalen können bisher vernachlässigte Informationen gewonnen werden, die nicht nur die Kuh (individuelle Stimulationsdauer, Melkvakuum, Pulsierung, Einsatz der Nachmelkhilfe) sondern auch die Melktechnik betreffen. So hat Appel (2005) gezeigt, dass eine Errechnung der Abweichungen individueller Standplätze vom Gruppenmittel im Melkstand frühzeitig Informationen über die (Nicht-)Funktion einzelner technischer Komponenten gibt.

Noch fehlen Untersuchungen, in denen geklärt wird, ob ein Melker in einem korrekt bemessenen Melkstand höhere Leistungen (gemolkene Kühe/h) erbringen kann als zwei Melkende in einem doppelt so grossen Melkstand. Auch die Kosten dieser Systeme sind bisher noch nicht verglichen worden, so dass uns Informationen über das «optimale» Melksystem fehlen (Beispiel: zwei Melkende in je einem 2 x 8 (10) Fischgeräten Melkstand verglichen mit zwei Melkenden in einem 2 x 16 (20) Fischgeräten Melkstand). Hier sollten zusätzliche mögliche Vorteile der einfacheren Bauart, zum Beispiel kein Frontauslass bis ungefähr acht Kühe je Gruppe nötig, berücksichtigt werden!

Auch könnte die Anzeige der einen oder zwei langsamsten Kühe, zum Beispiel über die längste Melkzeug-Haftzeit (machine-on-time, «mot»), einer Melkgruppe eine deutliche Verringerung der Rastzeiten des Melkers und damit eine Erhöhung der Zahl gemolkener Kühe je Stunde bringen. Wenn an diese Kühe die Melkzeuge zuerst angehängt werden, ist die Melkgruppe einheitlicher fertig und kann den Melkstand früher verlassen. Daraus folgen direkt höhere Melkerleistungen.

Arbeitserleichterung und -entlastung

Leichte Melkzeuge tragen zur Arbeitserleichterung bei, verursachen aber auch erhöhte Nachgemelke. Hier sind die Hersteller gefordert, Positionierhilfen so zu konstruieren, dass sie sich an unterschiedliche Euter anpassen. Dann werden sie auch richtig eingesetzt und die (optimalen höheren) Melkzeuggewichte sind nicht mehr für die Handhabung entscheidend. Als Konsequenz werden die Euter besser ausgemolken. Wenn die Displays an den einzelnen Melkplätzen in Augenhöhe angebracht werden oder je nach Körpergrösse des Melkers justierbar sind und das Klima am Arbeitsplatz auch im Sommer stimmt, sollte die verbesserte Qualität des Arbeitsplatzes höhere Leistungen ermöglichen.

Eine deutliche Zeitersparnis beim Melken bringen funktionierende Nachmelkautomaten. In Verbindung mit optimaler automatischer Stimulation, die auf die einzelne Kuh eingestellt wird – je nach Milchflusskurve – ist eine deutliche Erhöhung der Melkerleistung ohne negative Nebenwirkungen (Minderleistung der Kuh oder Probleme mit der Eutergesundheit wegen schlechter Euterentleerung) möglich. Hier ist noch genügend Optimierungspotential vorhanden.

Forschungsbedarf und offene Fragen:

- Optimierung von Nachmelkautomaten.
- Gestaltung der optimalen Arbeitsumgebung (Ausstattung, Grösse) in einem Melkstand.
- Erarbeitung von Merkmalen der Milchflusskurve
 - für die Beurteilung der Milchabgabe der Kuh,
 - für die Suche nach technischen Fehlern am Melkplatz,
 - für die Arbeitsorganisation in einer Melkgruppe.

Automatische Melksysteme

Automatische Melksysteme (AMS) funktionieren heutzutage zufriedenstellend. Hier werden an einem Melkplatz bis zu 70 Kühe rund um die Uhr gemolken. Dies bedeutet relativ zu Melkständen in Familienbetrieben eine deutlich höhere Ausnutzung der Technik, die dann auch entsprechend mehr Funktionen/Komponenten am Melkplatz enthalten kann. Damit sind die AMS auf dem Gebiet der Sensorik zur Überwachung von Eutergesundheit, Melkzeugfunktion und Zitzenkondition zwar einerseits Vorreiter, andererseits wird es aber auch wegen der Tatsache, dass üblicherweise nur ein Melkzeug für alle Kühe zur Verfügung steht, zunehmend schwieriger den Einfluss einzelner Komponenten am Melkzeug methodisch sauber abzuschätzen oder zu überwachen.

Forschungsbedarf und offene Fragen:

- Suche nach und Interpretation von physikalischen oder chemischen oder technischen Parametern der Milch oder der Milchabgabe als Warnhinweis für Veränderungen der Eutergesundheit.

Qualitätssicherung durch Sensortechnik

An alle Sensoren zum Einsatz in Melkanlagen werden ähnliche Anforderungen gestellt: sie müssen den widrigen Umweltbedingungen im Tierbereich (Temperatur, Luftfeuchte, Schadgase, Staub) und den direkten mechanischen Einwirkungen von Tieren und Bedienenden standhalten. Weiterhin müssen sie sich leicht «in situ» reinigen lassen und auch den bei der Reinigung auftretenden hohen Temperaturen, Turbulenzen und pH-Schwankungen widerstehen.

Sensoren werden in einer Melkanlage zu sehr unterschiedlichen Zwecken eingesetzt. Dabei ist die Herangehensweise meist ähnlich: Nach dem Prinzip «management by exception» werden Abweichungen von einer Norm erkannt und bewertet. Die Möglichkeiten dieser «Fehlererkennung» – sowohl bei der Kuh als auch der Technik – lassen sich mit einem

ganzen Bündel von Sensoren beziehungsweise aus deren Messwerten über abgeleitete Merkmale beschreiben.

Hierher gehören Merkmale, die die Gesundheit des Euters beschreiben (veränderte Milchmenge; Melkdauer; Temperatur; Leitfähigkeit; Zellzahl; K⁺-, Na⁺- oder Cl⁻-Gehalte der Milch) und in noch teuren Untersuchungen verschiedene Enzyme, die zum Beispiel bei Entzündungen freigesetzt werden. Kostengünstig und entsprechend auch bereits im Einsatz sind weitere physikalische Parameter, so zum Beispiel die Farbe der Milch zur Erkennung von Blutbeimischungen.

Fehler der Melktechnik lassen sich mit den oben bereits erwähnten Merkmalen zur Steuerung des Melkablaufs (Milchmenge, Milchfluss) erkennen. Der Milchfluss (Parameter zur Steuerung von Abnahme- oder Nachmelkautomaten) kann ersetzt oder ergänzt werden durch Mikrofone zur Überwachung der spezifischen Akustik in milchführenden Leitungen. Sie können Hinweise geben auf Pfropfenbildung oder das Ende des Milchflusses. Allerdings sind die Grenzen zur Anwendung von Druckaufnehmern sehr fließend und eigentlich nicht wirklich «neu». Diese Parameter, deren Verwendung in der Anlagensteuerung bewährt ist, lassen sich entsprechend auch in der Fehlererkennung der Anlage einsetzen, ergänzt durch Zeit- und Druckparameter, die aus dem Melkverhalten der Kuh an verschiedenen Standplätzen abgeleitet werden. Damit stehen für jede der grossen Komponenten einer Melkanlage (Vakuumerzeugung; Reinigung; Milchlagerung; Melkstand) verschiedene Sensoren zur Kontrolle der ordnungsgemässen Funktion zur Verfügung. Dabei können diese Sensoren im zeitlichen Verlauf der Funktion einer Melkanlage ganz unterschiedlichen Steuerungs- oder Überwachungsfunktionen dienen.

Die Datengewinnung ist nur der erste Schritt hin zur Eingliederung in ein Managementsystem. Genauso wichtig ist die saubere Datenkontrolle und -verarbeitung. Darauf folgt die automatische Interpretation der Daten, die letztlich erst zu verwertbaren Informationen für den Anwender der Managementsoftware führt. Hier kann noch viel Entwicklungsarbeit geleistet werden. Insbesondere fehlen gute Algorithmen, die mehrere Merkmale verknüpfen, beziehungsweise aus deren Abfolge in der Zeit (bezogen auf ein Tier oder eine Komponente) oder als Vergleich zu den Daten anderer Tiere oder Komponenten gute Hinweise auf relevante Abweichungen von einer wie auch immer gearteten Norm geben. Eines der wenigen Beispiele für Entwicklungen auf diesem Gebiet ist die «Rechnergestützte Östrusüberwachung bei Milchkühen unter Anwendung der Fuzzy-Logic-Methode» (Yong Yang 1998). Hier wäre auch an Arbeiten zu denken, die sich der «Verschlankung» von Anwendungen widmen, zum Beispiel Multifaktorielle Varianzanalysen oder Varianzkomponentenschätzungen für ganz spezifische Einsatzzwecke.

Forschungsbedarf und offene Fragen:

- bei der Suche nach Parametern zur Kontrolle der Steuerhardware im Melkstand
- bei der Verwendung bereits bekannter Sensorik zur Überwachung von «anderen» Komponenten in der Melkanlage
- Entwicklung fehlertoleranter Software zur Interpretation der sehr variablen technischen oder biologischen Parameter
- Verknüpfung von Informationen aus anderen Bereichen der Tierhaltung zu einem wirklichen Expertensystem

Literatur

- Alekish M.O. & Kenyon S.H., 2006. A review of milking machine-induced teat-end lesions and susceptibility to mastitis. *Bovine Practitioner* 40(1) Stillwater: American Assoc. of Bovine Pract. 2006, 18–24.
- Appel, 2004. Erkennung technischer Fehler im Melkstand: Eignung von Milchabgabeparametern von Kühen. Dipl. Arb. Hohenheim.

- Ebendorff W. & Ziesack J., 1991. Untersuchungen zum Einfluss eines verminderten Melkvakuums (45 kPa) auf Zitzenbelastung und Eutergesundheit sowie Milchertrags- und Milchentzugsparameter. *Monatsh. für Vet.Med.*, 46(24) 827–831.
- Finkbeiner H.P., 1988. Wärmeentwicklung als Folge der Zitzengummi-Bewegung bei unterschiedlichen Melkbedingungen. *Dipl. Arb. Univ. Hohenheim.*
- Fleischmann W., 1898. *Handbuch der Milchwirtschaft*, 2. Auflage.
- Grimm H., 1991. Konzepte zur Melkmaschinensteuerung und Realisierung in einem computergestützten Melkstand – Ansätze zum individuellen Melken. *Habilitationsschrift Univ. Hohenheim.*
- Mayntz M., 1981. Über den Einfluss ausgewählter Masse des Zitzengummikopfes auf Merkmale der Melkbarkeit, der Gemelksstruktur und auf das Gesamtgemelk. *Diss. Univ. Hohenheim.*
- Mein G.A., Williams D.M., Thiel C.C., 1987. Compressive load applied by the teatcup liner to the bovine teat. *J. of Dairy Res.* 54; 327–337.
- Mohn R., 1974. Zukünftige mechanisch technische Fortschritte in der Landwirtschaft – eine Prognose mit Hilfe der Delphi Methode – *Agrarwirtschaft Sonderheft 58.*
- Schlaiss G., 1994. Einfluss von modifizierter Zitzengummibewegung auf Milchabgabeparameter und zyklische Vakuumschwankungen. *Diss. Univ. Hohenheim. Forschungsbericht Agrartechnik der Max-Eyth-Gesellschaft (255).*
- Shearn M.F.H. & Hillerton J.E., 1996. Hyperkeratosis of the teat duct orifice in the dairy cow. *J. of Dairy Res.* 63 (4) 525–532.
- Williams D.M. & Mein G.A., 1980. The bovine teat canal: Information from measurement of velocity of milk flow from the teat. *J. of Dairy Res.* 53; 179–185.
- Yang Y., 1998. Rechnergestützte Östrusüberwachung bei Milchkühen unter Anwendung der Fuzzy-Logic-Methode. *Diss. Techn. Univ. München.*

Physiologische Ansprüche an die Melkroutine

Rupert M. Bruckmaier, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Abteilung Veterinär-Physiologie, CH-3001 Bern

Zusammenfassung

Die grundlegenden physiologischen Regelmechanismen der Milchabgabe sind kaum beeinflussbar. Deshalb müssen sich Melktechnik und Melkroutine den physiologischen Ansprüchen anpassen. Bei der Kuh ist der grösste Teil der im Euter gespeicherten Milch nur nach der Milchejektion verfügbar. Deshalb muss diese am Melkbeginn rechtzeitig in Gang gesetzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die benötigte Zeit vom Beginn einer Euterstimulation bis zur Milchejektion mit vom Füllungsstatus des Euters abhängt und mit abnehmender Euterfüllung zunimmt. Bei Intervallen zwischen den Melkungen und am Ende der Laktation dauert es also besonders lang, bis die Milchejektion erfolgt. Während der Faktor Zeit für die Ejektion von grosser Bedeutung ist, spielt die Intensität der Stimulation des Euters für die Auslösung der Milchejektion kaum eine Rolle. Die Milchejektion läuft parallel zum Milchfluss während der Melkung bis zum Melkende weiter; Milch wird permanent in die Zisternenhöhlräume transferiert. Die Zitzengummibewegung hält die Ejektion aufrecht. Darüber hinaus ist die Ejektionsrate aber nicht durch Massnahmen der Melktechnik oder Melkroutine beeinflussbar. Wenn aufgrund der anatomischen Gegebenheiten der Milchfluss höher ist als die Ejektionsrate, entleert sich die Zisterne und die Ejektionsrate wird zum limitierenden Faktor für den Milchfluss. Ein hoher maximaler Milchfluss ist daher nicht unbedingt von Vorteil.

Résumé

Exigences physiologiques et routine de traite

Les mécanismes physiologiques régulant la production de lait sont difficilement influençables. C'est pourquoi la technique et la routine de traite doivent s'adapter aux exigences physiologiques. Chez la vache, la majeure partie du lait accumulé dans la mamelle n'est disponible qu'après l'éjection de lait. Celle-ci doit donc être initiée à temps au début de la traite. Il faut savoir que le temps qui s'écoule entre le début de la stimulation du pis et l'éjection de lait dépend du niveau d'engorgement de la mamelle et augmente donc lorsque la mamelle est moins remplie. En cas d'intervalles réduits entre les traites et à la fin de la lactation, il faut donc plus longtemps avant que l'éjection de lait ne se produise. Tandis que le facteur « temps » joue un grand rôle pour l'éjection, l'intensité de la stimulation de la mamelle n'a pratiquement aucune incidence sur son déclenchement. L'éjection de lait continue durant toute la traite; le lait est transféré en permanence dans les cavités des trayons. Le mouvement du manchon trayeur assure alors l'extraction. Hormis ce point, il n'est pas possible d'influencer le taux d'éjection par des mesures de technique ou de routine de traite. Si pour des questions d'ordre anatomique, le flux de lait est supérieur au taux d'éjection, le bassinot se vide et le taux d'éjection devient un facteur qui limite le débit de lait. Un débit maximal élevé n'est donc pas forcément un avantage.

Summary

Physiological requirements of the milking routine

It is virtually impossible to influence the fundamental physiological mechanisms governing milk output. Milking technology and milking routine must therefore adjust to physiological requirements. The bulk of the milk stored in a cow's udder only becomes availa-

ble following milk ejection, so this must duly be set in motion when milking begins. At the same time it should be borne in mind that the time needed from start of udder stimulation to milk ejection also depends on the udder filling condition, and increases as udder filling decreases. At intervals between milkings and at the end of lactation it therefore takes a particularly long time for milk ejection to come about. Whereas the "time" factor is of great importance for ejection, the intensity of udder stimulation plays hardly any role in triggering milk ejection. During milking milk ejection continues to run parallel to milk removal until milking is complete; milk is continually being transferred to the cisternal cavities. The movement of the rubber teat maintains ejection. Apart from that, the ejection rate cannot be influenced by measures of milking technology or milking routine. When anatomical conditions are such that the milk flow is higher than the ejection rate, the cisterna empties and the ejection rate becomes the limiting factor for milk flow. A high maximum milk flow is therefore not necessarily advantageous.

Einleitung

Die Melkroutine muss neben arbeitswirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkten vor allem den physiologischen Bedürfnissen der Kuh gerecht werden. Die physiologischen Regelmechanismen der Laktation haben sich in der Evolution entwickelt und sind ausschliesslich auf die Ernährung des Kalbes ausgerichtet. Die Milchgewinnung durch den Menschen geschieht in der Regel durch maschinellen Milchentzug. Anpassungen der Melktechnik und der Melkarbeit zur teilweisen Simulation des Saugaktes des Kalbes sind von Vorteil, um eine Optimierung des maschinellen Milchentzugs zu erreichen. Es ist notwendig, die physiologischen Ansprüche der Kuh zu kennen, und auf dieser Basis sowohl Technik wie auch Melkroutine anzupassen.

Speicherung und Verfügbarkeit der Milch im unvorbereiteten Euter

Ein Anteil von bis zu 20 Prozent der gespeicherten Milch (Zisternenmilch) liegt in den grösseren Hohlräumen der Euters, das heisst in den Hohlräumen der Zitzen- und Drüsenzisterne sowie in den grösseren Milchgängen vor. Diese Zisternenmilch wird nur durch den Verschluss des Strichkanals zurückgehalten. Sie kann beim Ansetzen des Melkzeugs unmittelbar gewonnen werden. Bei einer geringen Füllung des Euters, das heisst in den ersten Stunden nach dem vorhergehenden Melken und am Ende der Laktation, kann der Anteil der Zisternenmilch sehr gering sein oder sogar völlig fehlen. Der Hauptteil der Milch (Alveolarmilch) wird erst durch taktile Stimulation des Euters und die dadurch ausgelöste Milchejektion verfügbar.

Manche Kühe lassen unter bestimmten Umständen spontan Milch laufen (incontinentia lactis). Es handelt sich hierbei um Zisternenmilch. Da das Laufenlassen von Milch vom Tonus der Zitzenmuskulatur abhängt, die unter der Kontrolle des sympathischen Nervensystems steht, können optische oder akustische Reize im Zusammenhang mit der bevorstehenden Melkung das Phänomen verstärken oder auslösen. Das Abfliessen von Milch vor dem Melken bedeutet aber keineswegs, dass die Kuh melkbereit ist im Sinne einer Verfügbarkeit von Alveolarmilch. Trotz des Abfliessens von Milch ist eine adäquate Eutervorbereitung notwendig, um die Milchejektion in Gang zu setzen.

Freisetzung von Oxytocin und Auslösung der Milchejektion

Bei der Kuh kann die Freisetzung von Oxytocin und damit der Milchejektion ausschliesslich durch mechanische Stimulation entweder der Milchdrüse oder des Genitaltraktes ausgelöst werden. Beim Routinemelken wird das Euter manuell oder maschinell stimuliert, was den sogenannten neuro-endokrinen Milchejektionsreflex auslöst. Ein bedingter Reflex zur Auslösung der Milchejektion, gekoppelt an visuelle oder akustische Reize im Zusammen-

hang mit dem Melkakt beim Rind wurde oft beschrieben, aber nie wissenschaftlich nachgewiesen.

Durch die Stimulation wird das Neuropeptidhormon Oxytocin aus dem Hypophysenhinterlappen freigesetzt. Wie auch andere Neuropeptide wird Oxytocin nicht durch eine Hormondrüse gebildet, sondern durch Nervenzellen im Hypothalamus. Seine Konzentration im Blut im Bereich von pg/ml ($= 10^{-12}$ g/ml) ist 1000 bis 10 000 mal geringer (basal 1–5; während des Melkens 10–100 pg/ml) als die Konzentration der meisten Hormone, die in Hormondrüsen gebildet werden. Ein verlässlicher Nachweis durch immunologische Testverfahren (RIA) ist deshalb besonders aufwändig und erst seit zirka 1980 möglich.

Bedeutung der Stimulationsintensität für Oxytocinfreisetzung und Milchejektion

Für die Auslösung der Milchejektion reicht bereits ein geringer Anstieg der Oxytocinkonzentration über einen Schwellenwert von zirka 10 pg/ml aus, wie er bereits durch ein pulsationslos am Euter hängendes Melkzeug induziert wird (Abbildung 1). Die Ansprüche an die Intensität des Stimulus zur Auslösung einer Milchejektion sind dementsprechend sehr gering. Die Stimulation von Hand oder durch den normalen Takt der Melkmaschine induziert ausreichende Oxytocinfreisetzen – in der Regel deutlich über dem Schwellenwert. Unabhängig von der Art der Stimulation unterliegt die Freisetzung von Oxytocin bei verschiedenen Melkungen auch hinsichtlich des Einzeltieres einer sehr grossen Variation. In verschiedenen Untersuchungen wurde gezeigt, dass die Oxytocinfreisetzung bei einer Stimulation des Euters durch das Saugen des Kalbes in der Regel die höchste Amplitude erreicht; beim Handmelken wird mehr Oxytocin freigesetzt als beim Maschinenmelken. Die Wirkung der unterschiedlichen Freisetzen von Oxytocin über dem Schwellenwert ist hinsichtlich ihrer Wirkung, das heisst der Auslösung der Milchejektion (Intramammärdruck, Milchfluss) nicht unterscheidbar. Lediglich die exogene Verabreichung hoher Dosierungen von Oxytocin führt zu Konzentrationen von Oxytocin weit über der physiologischen Konzentration. Dadurch wird eine Ejektion über das normale Mass hinaus ausgelöst und zusätzliche Milch (Residualmilch) in der Grössenordnung von 10 Prozent des Gemelks kann gewonnen werden, die aufgrund einer normalen endogenen Freisetzung von Oxytocin nicht verfügbar wäre.

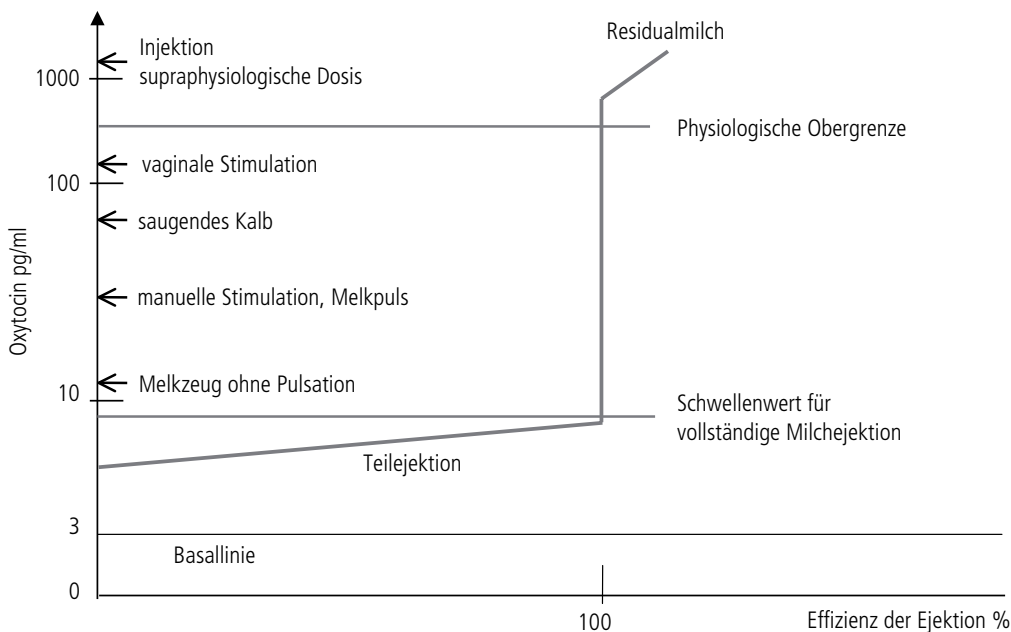


Abb. 1. Grössenordnungen der Oxytocinkonzentrationen im Blutplasma nach verschiedenen Arten von Stimulation und durch Injektion supraphysiologischer Mengen von Oxytocin. Für die Auslösung einer vollständigen Milchejektion genügt das Überschreiten des Schwellenwertes für Oxytocin. Dieser wird bereits durch minimale Stimulationsintensität erreicht. Durch Injektion hoher Dosen von Oxytocin wird die Residualmilch gewonnen (etwa 10 %).

Bedeutung des Faktors Zeit für den Verlauf der Milchejektion

Während die Intensität der taktilen Euterstimulation kaum einen Einfluss auf die Auslösung der Milchejektion hat, ist die Zeitspanne zwischen Stimulationsbeginn und einsetzender Milchejektion stark variabel. Es konnte gezeigt werden, dass die Freisetzung von Oxytocin kaum variiert und in der Regel 20 bis 30 Sekunden nach Stimulationsbeginn erfolgt. Das Oxytocin wird innerhalb weniger Sekunden mit dem Blut zum Euter transportiert. Die Reaktionszeit des Euters gegenüber dem freigesetzten Oxytocin hängt allerdings stark vom Füllungszustand des Euters ab; sie verlängert sich mit abnehmendem Füllungsgrad des Euters. Der Füllungsgrad hängt kurzfristig vom aktuellen Intervall seit der vorhergehenden Melkung ab; er reduziert sich aber auch im Laktationsverlauf vor allem in späten Laktationsstadien. Die erste Alveolarmilch gelangt gegen Ende der Laktation und bei kurzen Intervallen nach dem vorhergehenden Melken besonders spät, das heisst erst zwei bis drei Minuten nach Stimulationsbeginn in die Zisterne. Bei gut gefülltem Euter beginnt die Milchejektion schon nach 40 bis 50 Sekunden.

Ob die Kontraktion der alveolaren Myoepithelzellen sofort zum Auspressen von Milch in Milchgänge und Zisterne führt, hängt davon ab, ob diese Kontraktion bei prall gefüllten Alveolen sofort auf einen Widerstand stösst und deshalb die Milch aus den Alveolen gepresst wird oder ob bei gering gefüllten Alveolen diese Kontraktion erst nach einer gewissen Kontraktion der Alveolen zum Auspressen von Milch führt. Beim Maschinenmelken ist zu berücksichtigen, dass genau in den Situationen mit besonders langer Latenzzeit bis zum Beginn der Milchejektion auch besonders wenig Zisternenmilch zur Verfügung steht, um diese Zeit zu überbrücken.

Der Milchflussverlauf während der ersten Melkminuten wird wesentlich von der Dauer einer vorangehenden Eutervorbereitung beziehungsweise Vorstimulation bestimmt, nicht von dessen Intensität. Entscheidend ist hierbei, ob beim Ansetzen des Melkzeugs die erste Alveolarmilch bereits ejiziert ist oder ob die Ejektion erst durch die Stimulation des Zitzen-gummis im normalen Melktakt ausgelöst wird. Eine Vorstimulation kann manuell unter Einbeziehung der Vormelk- und Reinigungsmassnahmen oder maschinell durch geeignete Einstellung der Pulsation ohne gleichzeitiges Abmelken grösserer Mengen Milch erfolgen. Unterbleibt diese Vorstimulation, erfolgt die verspätete Milchejektion häufig erst, nachdem die sofort verfügbare Zisternenmilch – sofern vorhanden – schon fast oder vollständig abgemolken wurde. Die Konsequenz sind Blindmelkphasen bereits in diesem frühen Stadium des Melkens, die sich negativ auf die weitere Milchejektion auswirken können. Der hieraus resultierende Milchfluss verläuft also in der Regel zweiphasig oder auch bimodal. Für den Fall, dass keine Zisternenmilch vorhanden ist wie zum Beispiel nach einem kurzen Intervall seit dem vorhergehenden Melken, ist die verspätete Milchejektion nicht durch eine bimodale Milchflusskurve, sondern durch ein völliges Blindmelken bis zur Milchejektion gekennzeichnet.

Während der Vorstimulation muss nicht zwingend durchgehend eine taktile Stimulation auf die Zitze ausgeübt werden. Auch eine Kombination aus einer kurzen Stimulation von mindestens 15 Sekunden und einer nachfolgenden Wartezeit von 45 bis 60 Sekunden ist möglich. Die Wartezeit zwischen dem Ende der taktilen Stimulation und dem Ansetzen des Melkzeugs darf aber zwei Minuten nicht überschreiten, da sonst die Oxytocinkonzentration abfällt und ein erneutes Auslösen der Milchejektion durch die Stimulation des Melkzeugs zu einer stark verspäteten Verfügbarkeit der verbleibenden Alveolarmilchfraktionen führt.

Es muss betont werden, dass die Stimulationswirkung des normalen Melktaktes hinsichtlich Freisetzung von Oxytocin und Milchejektion mit einer spezifischen Vorstimulation vergleichbar ist. Der Anspruch einer Vorstimulation besteht im Wesentlichen in einer Vermeidung des Abmelkens von Milch, während die Zitzen stimuliert werden. Eine Alterna-

tive zur gezielten Vorstimulation kann aber auch ein sofortiger Melkbeginn bei gleichzeitiger Absenkung des Saugvakuums und Verkürzung der Saugphase im Zeitraum vor der Milchejektion sein. Auch dadurch wird ein vorzeitiges Klettern des Melkzeuges vor der Milchejektion vermieden.

Da die Latenzzeit von Beginn einer taktilen Stimulation bis zur Milchejektion mit abnehmender Euterfüllung zunimmt, ist der Zeitbedarf für eine optimale Vorstimulation am Ende der Laktation beziehungsweise bei kurzen Intervallen nach dem vorhergehenden Melken länger als in frühen Laktationsstadien oder nach langen Melkintervallen. Kurze Melkintervalle können in automatischen Melksystemen und bei mehr als zweimaligem Melken pro Tag auftreten. Die optimale Vorstimulationsdauer kann somit zwischen 20 und 90 Sekunden variieren. Verschiedene Untersuchungen konnten zeigen, dass die gängigen Systeme zur Euterreinigung in automatischen Melksystemen (Bürsten, Wasser etc.) eine hervorragende Stimulationswirkung auf die Freisetzung von Oxytocin ausüben. Somit sind die Kühe in automatischen Melksystemen vor dem Ansetzen der Melkbecher optimal vorstimuliert.

Kontinuierliche Milchejektion während des Milchentzugs

Mit der Milchejektion zu Melkbeginn kann in der Regel nur höchstens die Hälfte der Alveolarmilch in die Zisterne verlagert werden. Erst wenn gleichzeitig Milch abgemolken wird, findet weitere Milch in den Hohlräumen der Zisterne Platz. Daher ist es notwendig, dass die Ejektion der Alveolarmilch parallel zum Milchentzug während des gesamten Melkvorgangs weitergeht. Unabhängig von der Dauer des Melkaktes sorgt die kontinuierliche Stimulationswirkung des Melkzeugs für die Aufrechterhaltung der Oxytocinfreisetzung. Oxytocin muss ständig freigesetzt werden, da seine Konzentration ansonsten wegen seiner kurzen Halbwertszeit (zwei bis drei Minuten) schnell auf das Basalniveau absinken würde. Für die Praxis bedeutet das zunächst, dass mit einer guten Eutervorbereitung keineswegs alle physiologischen Bedürfnisse der Kuh für eine erfolgreiche Melkung erfüllt sind. Der gesamte Melkprozess muss für die Kuh unter möglichst stressfreien Bedingungen verlaufen, um ein vorzeitiges Ende einer durch die Eutervorbereitung initiierten Milchejektion zu vermeiden.

Durch die kontinuierliche Milchejektion wird ständig Milch aus dem Drüsengewebe in die Zisternen Hohlräume transferiert. Die Geschwindigkeit des Milchtransportes, die Ejektionsrate, kann weder durch die Melktechnik noch durch die Melkroutine beeinflusst werden. Insbesondere bei Kühen, die aufgrund der Zitzenanatomie (z. B. kurze und weite Strichkanäle) sehr hohe Milchflussraten aufweisen, kann in den ersten Minuten des Melkens die bereits in der Zisterne gespeicherte Milch eine Pufferfunktion übernehmen, wenn die Ejektionsrate niedriger als die Milchflussrate ist. Sobald aufgrund der Diskrepanz zwischen Ejektions- und Milchflussrate die Zisterne leer ist, bestimmt die Ejektionsrate den Milchfluss und kann damit zum limitierenden Faktor für die Melkbarkeit werden. Melktechnische Besonderheiten, die während der Phase hohen Milchflusses durch Anpassungen der Pulsation oder des Vakuums eine weitere Steigerung des Milchflusses erlauben, führen deshalb primär zu einer Steigerung des Milchflussmaximums. Da gegen Melkende die Ejektionsrate den Milchfluss bestimmt, fallen Erhöhungen des durchschnittlichen Milchflusses durch solche technischen Massnahmen eher bescheiden aus.

Milcherzeugung aus Sicht der Fütterung

Hubert Spiekers, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, DE-85586 Poing-Grub

Zusammenfassung

Die Ausrichtung der Fütterung hat sich im Hinblick auf ein tiergerechtes Melken an den Anforderungen der Kühe, der Umwelt und des Milchviehhalters zu orientieren. Unbedingt zu beachten sind dabei die aktuellen Entwicklungen im Bereich Klimawandel, Marktgeschehen, Ressourcenverknappung, Technikentwicklung und Tierschutz. Im Vordergrund steht zunächst die Kuh mit ihren besonderen physiologischen Herausforderungen in den verschiedenen Phasen der Produktion. Die Ausgestaltung der Fütterung hat sich daher an den Grundsätzen wiederkäuergerecht, ressourceneffizient und fördernd für Gesundheit und Fruchtbarkeit auszurichten.

Im Einzelbetrieb sind ausgehend von diesen Grundsätzen, den Voraussetzungen des Betriebs und den Vorstellungen des Betriebsleiters Ziele abzuleiten, die über eine passende Fütterungsstrategie und die erforderlichen Schritte mit System umgesetzt werden. Dieses Vorgehen macht klar, dass sehr unterschiedliche Strategien bestehen und zum Erfolg führen können. Alle Strategien erfordern jedoch die Beachtung folgender Grundsätze in der Milchkuhfütterung:

- hohe Konstanz in der Fütterung,
- gleitende Futterumstellungen gewährleisten,
- bedarfs- und wiederkäuergerechte Fütterung,
- Fütterung auf Kondition.

Die Grundsätze ergeben sich aus den Anforderungen der Physiologie der Tiere und den Erfordernissen des Fütterungsmanagements. Eine hohe Konstanz in der Fütterung ist zum Beispiel Voraussetzung für ein aussagefähiges Fütterungscontrolling. Bedarfs- und wiederkäuergerecht impliziert eine an den Ansprüchen der Kühe ausgerichtete Haltung und Fütterung in den Phasen Altmelkend, Trockenstehend, Vorbereitungs fütterung, Kalbung und Anfütterung.

Das Wissen zum Bedarf der Tiere und zur Möglichkeit der Umsetzung in der praktischen Rationsgestaltung ist in der Regel nicht mehr der beschränkende Faktor für eine tiergerechte Milchviehfütterung. Die konsequente Umsetzung und die gezielte Steuerung der Produktion sind die zunächst wichtigeren Punkte. Im Hinblick auf den Bedarf sind Fragen zur Versorgung mit Aminosäuren und zur Strukturwirkung der Ration im Bereich der grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung als vordringlich zu erachten.

In der Praxis geht die Bandbreite der Fütterungsstrategien und -systeme von der Vollweide mit Winterkalbung über den Hochleistungsbetrieb ohne Weide bis zum Hightech-Betrieb mit Melkautomat und automatischem Controlling. Alle diese Verfahren können die Anforderungen eines tiergerechten Melkens erfüllen, wenn sie auf den Einzelbetrieb ausgerichtet sind und mit System Anwendung finden. Dies erfordert eine an den Erfordernissen der Praxis orientierte fächerübergreifende Forschung, eine entsprechende Aufarbeitung des Wissens und ein geeignetes Beratungsangebot. An Beispielen aus der aktuellen Versuchs- und Beratungsarbeit wie Vollweide mit Winterkalbung, Body Condition Score (BCS) und Rückenfettdicke (RFD) bei Fleckvieh sowie Fütterungssystem bei Einsatz von Melkautomaten wird das Vorgehen verdeutlicht.

Résumé

Traite respectueuse des animaux – Production laitière vue sous l'angle de l'affouragement

Si l'on entend que la traite soit respectueuse des besoins des animaux, l'affouragement doit être mieux adapté aux exigences des vaches, de l'environnement et des éleveurs de bétail laitier. Il est indispensable de tenir compte des développements actuels relatifs au changement climatique, à l'évolution des marchés, à la raréfaction des ressources, au développement technique et à la protection des animaux. La vache se situe au premier plan avec ses exigences physiologiques particulières aux différentes phases de la production. L'affouragement doit donc être adapté aux besoins des ruminants, économiser les ressources et enfin, favoriser la santé et la fertilité.

L'exploitation doit tenir compte de ces principes, des conditions qui lui sont propres et des convictions de son responsable afin d'établir des objectifs et de les mettre en pratique à l'aide d'une stratégie d'affouragement adaptée, en appliquant les mesures nécessaires de manière systématique. Ceci montre que des stratégies très différentes peuvent conduire à la réussite. Toutes les stratégies doivent néanmoins respecter les principes clés de l'affouragement de vaches laitières:

- Haute régularité dans l'affouragement,
- Changements progressifs de ration,
- Affouragement adapté aux besoins et à la physiologie des ruminants,
- Affouragement selon l'état corporel de la vache.

Ces principes découlent des exigences inhérentes à la physiologie des animaux et au management de l'affouragement. Une haute régularité de l'affouragement est p. ex. nécessaire pour pouvoir contrôler efficacement l'affouragement. Un affouragement adapté aux besoins des animaux et à la physiologie des ruminants implique un mode de garde et un affouragement respectueux des vaches dans les différentes phases de production: fin de lactation, tarissement, préparation au vêlage, vêlage et départ de la lactation.

Connaître les besoins des animaux et savoir appliquer ces données pour calculer la ration ne constituent généralement plus le point qui pose problème lorsqu'il s'agit d'offrir un affouragement adapté aux besoins des vaches laitières. La mise en pratique systématique de ces principes et la gestion ciblée de la production sont les deux éléments essentiels. En ce qui concerne les besoins, les questions relatives à l'apport en acides aminés et à l'effet structurel de la ration doivent être considérées comme prioritaires dans le cadre de la recherche fondamentale et appliquée.

Dans la pratique, les stratégies et les systèmes d'affouragement vont de la pâture intégrale avec vêlage hivernal à l'exploitation hightech avec robot de traite et controlling automatique en passant par l'exploitation à haute productivité sans pâture. Tous ces procédés sont en mesure de satisfaire les exigences d'une traite adaptée aux besoins des animaux, s'ils sont adaptés à l'exploitation qui les met en oeuvre et s'ils sont appliqués de manière conséquente. Pour y parvenir, il faut une recherche qui fournisse des résultats interdisciplinaires adaptés aux exigences pratiques, une large diffusion des connaissances et un encadrement adapté. Le procédé sera expliqué à l'aide d'exemples tirés des travaux de recherche et de conseil actuels comme la pâture intégrale avec vêlage hivernal, la note de l'état corporel (NEC) et l'épaisseur de lard dorsal chez les vaches de la race tachetées rouges ainsi que des systèmes d'affouragement en cas d'utilisation de robots de traite.

Summary

Animal-friendly milking – Milk production from a feed viewpoint

With a view to animal-friendly milking, cattle feeding must be guided by the requirements of the cows, the environment and the dairy farmer. Here it is vital to be mindful of current developments in the fields of climate change, market process, finite resources, tech-

nical development and animal welfare. Priority is initially given to the cows with their special physiological challenges in different phases of production. Feeding must therefore be geared to principles which are ruminant-friendly, resource-efficient and which promote health and fertility.

Working on the basis of these principles, the requirements of the farm and the farm manager's ideas, each individual farm should formulate goals which are systematically implemented using a suitable feed strategy and the requisite action. It is clear from this that there are many different strategies which can lead to success, but every strategy requires that the following principles of dairy cattle feeding be observed:

- high feeding constancy,
- flexible feed readjustments,
- feeding tailored to requirements and ruminant needs,
- feeding according to body condition.

The principles are derived from the requirements of animal physiology and feeding management. High feeding constancy, for example, is a prerequisite for meaningful feed controlling. Tailoring to requirements and ruminant needs implies husbandry and feeding geared to the cows' requirements in the phases of end of lactation, dry period, preparatory feeding to calving, calving and initial feeding.

Knowledge of animal requirements and the possibility of implementation in practical ration design is as a rule no longer the limiting factor for animal-friendly dairy cattle feeding. Consistent implementation and selective control of production are initially the more important points. As regards requirements, questions relating to amino acid supply and the structural effect of the ration should be considered a priority in the field of basic and applied research.

In practice the range of feeding strategies and feeding systems extends from permanent access to pasture with winter calving through high-efficiency farms with no grazing to high-tech farms with AMS and automatic controlling. All these methods can meet the requirements of animal-friendly milking if they are geared to an individual farm and applied systematically. This calls for cross-disciplinary research geared to practical requirements, the corresponding reappraisal of knowledge and an appropriate source of advice. The procedure is explained using examples from current trials and advisory service work such as permanent pasture with winter calving, body condition score (BCS), backfat thickness in brindled cattle, and feeding systems with the use of milking machines.

1. Einführung

Dem Futter und der Ausgestaltung der Fütterung kommt in der Milcherzeugung eine herausragende Bedeutung zu. Das Futter ist der grösste Kostenfaktor und hat entscheidenden Einfluss auf die Leistung und das Wohlbefinden der Tiere sowie auf die Umweltwirkung der Milchviehhaltung. In der Futtererzeugung und der Ausgestaltung der Fütterung ist daher ein strategisches Vorgehen unverzichtbar.

Dies gilt insbesondere unter den aktuellen Bedingungen mit schlechten Milcherlösen, steigenden Leistungen, zunehmenden Problemen in der Erhaltung von Gesundheit und Fruchtbarkeit sowie verstärkten Umweltproblemen. Auf der anderen Seite gibt es eine Reihe neuer Möglichkeiten durch technische Innovationen im Maschinen- und Anlagenbereich und vor allem in der Mess- und Datenverarbeitungstechnik. Alle Punkte haben darüber hinaus erhebliche Sozialwirkungen. Im Weiteren sollen vor diesen Hintergründen die aktuellen Entwicklungen aus Sicht der Fütterung aufgezeigt werden.

2. Ziele und Ansatzpunkte

Zur Ableitung der Fütterungsstrategie für den Einzelbetrieb sind konkret die Ziele festzulegen und die Ansatzpunkte zur Zielerreichung im Bereich der Fütterung zu diskutieren.

Aus der Tabelle 1 sind die wesentlichen Ziele und Ansatzpunkte ersichtlich. Bezüglich der Milchleistung wird die Milchmenge weiter im Vordergrund stehen. Die Inhaltstoffe sollen auf den Verwertungszweck abgestimmt sein. Milcheiweiss wird hier eher noch an Bedeutung gewinnen, da die Verwertung über Käseprodukte eher im Vorteil ist.

| Tabelle 1: Ziele und Ansatzpunkte zur Ausrichtung der Fütterungsstrategie in Milchviehbetrieben | |
|--|------------------------------|
| Ziele | Ansatzpunkte |
| Milchleistung: | Futterbau |
| Hohe Milchmenge | Weideführung |
| Günstige Inhaltstoffe | Futterwerbung/-konservierung |
| Langlebige und gesunde Kühe | Futterhygiene |
| Passende Futterkosten | Fütterungssystem |
| Wenig und angenehme Arbeit | Fütterungstechnik |
| Umwelt-/Verbraucherschutz | Rationsplanung |
| Ressourceneffizienz | Rationskontrolle |

Darüber hinaus werden möglichst langlebige und gesunde Kühe angestrebt. Alles soll mit geringen Kosten erreicht werden. Es kann dabei aber nicht mehr um eine Minimierung sondern nur um eine Optimierung der Futterkosten gehen. Investitionen ins Futter sind bei entsprechender Mehrleistung sehr wohl anzustreben. Aus sozialer Sicht zunehmend von Bedeutung ist wenig und angenehme Arbeit mit dem Futter und den Kühen. Darüber hinaus sind je nach Standort und betrieblichen Voraussetzungen Aspekte des Umwelt- und Verbraucherschutzes zu beachten. Neben dem Nährstoffmanagement sind Ammoniak- und Methanausgasung sowie die gesamte Klimawirkung über CO₂-Äquivalente (Flachowsky und Brade 2007) von Relevanz.

Im Betrieb gibt es eine Reihe von Ansatzpunkten, die bei der Ableitung der Ziele und der Umsetzung zu beachten sind. Dies beginnt beim Futterbau und dem System der Futternutzung. Weide ist ein Aspekt, der aus Sicht des tiergerechten Melkens besondere Beachtung verdient. Je nach betrieblichen Verhältnissen kommt hierbei auch die Vollweide wieder in Betracht. Bei Stallfütterung stehen Fütterungssystem und Fütterungstechnik in einem engen Wechselspiel. Aus Sicht der Fütterung hat die Mischration klar Vorteile. Hier ist jedoch bezüglich Gruppenbildung und Kosten für den Einzelbetrieb das Optimum zu suchen (Spiekers 2007c). Für Laufstallbetriebe unter 100 Milchkühen ist die Kombination von Futtermischwagen und Abruffütterung das System der Wahl.

Ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt ist die Futterqualität und die Futterhygiene. Die Anforderungen an Grob-, Saft- und Kraftfutter sind bekannt. Von entscheidender Bedeutung für die Ausfütterung der Kühe und die Futtermittelsicherheit ist das betriebseigene Grobfutter. Vorgaben und Ansatzpunkte zur Erreichung der Ziele sind dem Praxishandbuch Futtermittelsicherung zu entnehmen (DLG 2006). Im Bereich der Silage kommt der Vermeidung der Nacherwärmung zunehmende Bedeutung zu. Hierzu empfiehlt sich ein gezieltes Controlling am Silo.

In der konkreten Fütterung ist die Rationsplanung der entscheidende Ansatzpunkt. Hierbei gibt es eine Reihe von Bewertungssystemen, die zum Erfolg führen können. Wichtig ist ein in der Praxis bewährtes System, das möglichst von allen Wirtschaftsbeteiligten genutzt wird. In Deutschland ist hier die DLG mit dem Ausschuss für Bedarfsnormen und dem Arbeitskreis Futter und Fütterung die koordinierende Stelle. Abgerundet wird das Angebot durch Online-Dienste wie die Futtermitteldokumentation (siehe www.futtermittel.net). Das Gegenstück zur Rationsplanung ist die Rationskontrolle. Hier gilt es die vorliegenden Daten möglichst effektiv zur Steuerung zu nutzen.

Aus den Planungen sollte ein konkreter Fahrplan zur Zielerreichung resultieren. Ein Beispiel mit dem Ziel der Leistungssteigerung ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Wichtig ist zunächst die Ist-Analyse. Die im Betrieb verfügbaren Daten einschliesslich der Betriebszweigungsauswertung liefern hier die Basis. Ausgehend von der Ist-Situation und den Gegebenheiten im Betrieb werden Ziele für die nächsten Jahre formuliert. Im nächsten Schritt werden die erforderlichen Massnahmen zur Zielerreichung festgelegt. Diese sollten neben der Fütterung auch andere relevante Bereiche umfassen.

Tabelle 2: Beispielhafter Fahrplan zur Leistungssteigerung im Betrieb Meyer

| Jahr | Ist | Ziel | |
|---|------|------|------|
| | 2008 | 2010 | 2012 |
| Milchmenge, kg/Kuh/Jahr | 8000 | 8500 | 9000 |
| Fett, % | 4,2 | 4,1 | 4,1 |
| Eiweiss, % | 3,4 | 3,5 | 3,5 |
| Erstkalbealter, Monate | 29 | 27 | 25 |
| Nutzungsdauer, Monate | 31 | 32 | 33 |
| Futterkosten (einschliesslich Nachzucht), Cent/kg ECM | 19 | 18,5 | 18 |
| Massnahmen: | | | |
| Neuorganisation der Jungrinderaufzucht | | | |
| Umbau der Lüftung in 2009 | | | |
| Einrichtung Vorbereitungsstall und -fütterung in 2010 | | | |
| Neuorganisation der Silagegewinnung | | | |
| Nutzung der Beratung (Fütterung, Fruchtbarkeit etc.) | | | |

Quelle: in Anlehnung an Spiekers (2007a)

Wichtige Bereiche sind Kuhkomfort und die Situation rund ums Kalben. Gerade in der Optimierung des Laktationsstarts sind die wesentlichen Ansatzpunkte Gesundheit, Fruchtbarkeit, Leistung und Ökonomie zu verbinden (Spiekers 2007b). Zur Umsetzung kann systematische Beratung wichtige Impulse liefern.

3. Grundsätze in der Milchkuhfütterung

Die Umsetzung der Ziele im Einzelbetrieb ist mit verschiedenen Fütterungsstrategien möglich. Alle erfordern jedoch die Beachtung folgender Grundsätze:

- hohe Konstanz in der Fütterung,
- gleitende Futterumstellungen gewährleisten,
- bedarfs- und wiederkäuergerechte Fütterung,
- Fütterung auf Kondition.

Die Grundsätze resultieren aus den Anforderungen der Milchkuh und deren Umsetzung im Fütterungsmanagement. Aus physiologischer Sicht sind beim Wiederkäuer eine hohe Konstanz und gleitende Futterumstellungen erforderlich, da sich Mikroben und Wirt gut aufeinander einstellen müssen. Eine hohe Konstanz in der Fütterung ist aber auch erforderlich, um Fütterungsmassnahmen im Rahmen des Fütterungscontrollings überhaupt beurteilen zu können. Die grosse Herausforderung ist, die Tiere auf Basis der im Betrieb verfügbaren Futter bedarfs- und wiederkäuergerecht zu versorgen. Bedarfs- und wiederkäuergerecht impliziert eine an den Ansprüchen der Tiere ausgerichtete Haltung und Fütterung in den Phasen Altmelkend, Trockenstehend, Vorbereitungs- fütterung, Kalbung und Anfüterung. Insgesamt sind die Kühe auf Kondition zu füttern (Spiekers und Potthast 2004).

Voraussetzung für ein tiergerechtes Melken ist, wie bereits angesprochen, ein optimaler Start in die Laktation (Spiekers 2007b). Hierzu sind Haltung, Fütterung und Management entsprechend der Erfordernisse auszurichten. Das Ziel ist möglichst wenig Stress rund

um die Kalbung und eine hohe Futteraufnahme in der Früh lactation. Ist dies gewährleistet, so sind die wichtigsten Voraussetzungen für Gesundheit, Fruchtbarkeit, Leistung und damit auch Wirtschaftlichkeit im Verlauf der Laktation gegeben.

4. Empfehlungen zur Fütterung

Basis der Rationsplanung sind die Empfehlungen zur Versorgung. Aus der Tabelle 3 sind die aktuell in Deutschland in Anwendung befindlichen Empfehlungen ersichtlich. Die Futteraufnahmen sind an den Vorgaben der DLG-Information 1/2006 angelehnt. Die Versorgung mit Protein wird über das nutzbare Rohprotein (nXP) abgedeckt. Um eine ausreichende mikrobielle Aktivität zu gewährleisten, sollte die ruminale N-Bilanz der Ration (RNB) möglichst ausgeglichen sein. Bei hohen Leistungen und einseitiger Rationsgestaltung sollten

Tabelle 3: Empfohlene Versorgung von Milchkühen mit Energie, nutzbarem Rohprotein und Mineralstoffen (650 kg Lebendmasse, 4,0 % Fett, 3,4 % Eiweiss)¹⁾

| Leistung (kg Milch) | TM- Aufnahme (kg/Tag) | Energie MJ NEL | nXP g | Ca g | P g | Na g | Mg g |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------------------|----------|---------|--------|---------|---------|
| 1. Angaben je Kuh und Tag | | | | | | | |
| Trockenstehend (ca. 5 kg Milch) | 11–12 | 55 | 1135 | 46 | 29 | 12 | 16 |
| Vorbereitungs- fütterung | 10–11 | 65 | 1400 | 46 | 29 | 12 | 16 |
| 10 | 12–13 | 71 | 1300 | 50 | 32 | 14 | 18 |
| 15 | 14–15 | 87 | 1725 | 67 | 42 | 18 | 22 |
| 20 | 16–17 | 103 | 2150 | 84 | 53 | 21 | 25 |
| 25 | 17,5–18,5 | 120 | 2575 | 99 | 62 | 25 | 29 |
| 30 | 19–20 | 136 | 3000 | 115 | 71 | 28 | 32 |
| 35 | 21–22 | 153 | 3425 | 131 | 82 | 32 | 33 |
| 40 | 23–24 | 169 | 3850 | 148 | 91 | 35 | 34 |
| 45 | 24,5–25,5 | 185 | 4275 | 163 | 100 | 38 | 36 |
| 50 | 26–27 | 202 | 4700 | 178 | 109 | 41 | 37 |
| 2. Angaben je kg Trockenmasse | | | | | | | |
| Trockenstehend (ca. 5 kg Milch) | 11–12 | 5,1 | 102 | 4,0 | 2,5 | 1,2 | 1,5 |
| Vorbereitungs- fütterung | 10–11 | 6,6 | 140 | 4,5 | 3,0 | 1,5 | 2,0 |
| 10 | 12–13 | 5,7 | 107 | 4,1 | 2,6 | 1,3 | 1,6 |
| 15 | 14–15 | 6,1 | 123 | 4,7 | 2,9 | 1,3 | 1,6 |
| 20 | 16–17 | 6,4 | 137 | 5,2 | 3,3 | 1,3 | 1,6 |
| 25 | 17,5–18,5 | 6,6 | 146 | 5,5 | 3,5 | 1,4 | 1,6 |
| 30 | 19–20 | 6,8 | 155 | 5,9 | 3,6 | 1,4 | 1,6 |
| 35 | 21–22 | 7,0 | 162 | 6,1 | 3,8 | 1,4 | 1,6 |
| 40 | 23–24 | 7,1 | 167 | 6,3 | 3,9 | 1,4 | 1,6 |
| 45 | 24,5–25,5 | 7,2 | 174 | 6,5 | 4,0 | 1,5 | 1,6 |
| 50 | 26–27 | 7,3 | 177 | 6,7 | 4,1 | 1,5 | 1,6 |

Je Kuh und Tag mindestens 300 mg Carotin und 70 000 IE Vitamin A, bei Hochleistungskühen 100.000 IE Vitamin A

- ¹⁾ - Je 50 kg Gewichts Differenz sind 20 g nXP und 2,2 MJ NEL zu- bzw. abzurechnen
 - Je 0,5 % Differenz im Milchfettgehalt sind 0,2 MJ NEL je kg Milch zu- bzw. abzurechnen
 - Je 0,1 % Differenz im Milcheiweißgehalt sind 2 g nXP je kg Milch zu- bzw. abzurechnen

auch die Aminosäuren Lysin und Methionin im unabbaubaren Rohprotein (UDP) Beachtung finden.

In Tabelle 3 sind die Vorgaben zur Rationsplanung je Kuh und Tag und je kg Trockenmasse aufgeführt. Hieraus lassen sich dann auch Empfehlungen für bestimmte Rationen ableiten. Da neben den Milchkühen auch die Vorgaben für die Jungrinder abzudecken sind, sind in Tabelle 4 die Zielgrößen für die im Milchviehbetrieb unbedingt erforderlichen Rationen aufgeführt. Bei den Jungrindern und den Trockenstehern sind dies jeweils zwei. Für die zu melkenden Kühe empfiehlt sich für die meisten Betriebe die Kombination aus Mischration plus tierindividueller Kraftfuttergabe, da bei kleinen Herden die Einteilung in zwei Leistungsgruppen Probleme bereitet. In der Praxis lassen sich die Rationen kombinieren. Dies gilt zum Beispiel für Trockensteher und ältere Jungrinder ab 150 kg Lebendmasse. Die Unterschiede zum Beispiel beim Calcium sind jedoch gesondert zu beachten.

Tabelle 4: Anforderungen an die Energie- und Nährstoffkonzentration von Rationen im Milchviehbetrieb

| Gruppe | NEL [MJ/kg TM] | nXP [g/kg TM] | Calcium [g/kg TM] |
|--|----------------|---------------|-------------------|
| Jungrind ab 150 kg LM | 6,5* | 135 | 7,5 |
| Jungrind ab 350/400 kg LM | 5,8* | 115 | 4,8 |
| Trockensteher | 5,5 | 110 | 4,0 |
| Vorbereitungsgruppe | 6,5–6,7 | 140 | 4,5 |
| Melkend; je nach Leistungshöhe und Laktationsstand | 5,8–7,3 | 110–175 | 4,5–6,5 |

* entspricht 10,8 MJ ME ab 150 kg LM und 9,7 MJ ME/kg TM ab 350/400 kg LM

5. Abschätzung der Futteraufnahme

Für die Rationsplanung ist die Einschätzung der Futteraufnahme der zentrale Punkt. Der gegenwärtige Wissensstand ist in der DLG-Information 1/2006 dargestellt. Entscheidend ist die grosse Bedeutung des Laktationsstands. Zu Beginn der Laktation ist das Futteraufnahmevermögen generell eingeschränkt und die Tiere fressen nur wenig nach Leistung. Allerdings kann über die Gabe von Kraftfutter und Tiere mit hoher Futteraufnahmekapazität hier gegengesteuert werden. Die Faktoren Rasse, Laktationsnummer und Grobfutterqualität wirken über die gesamte Ration etwa ähnlich. Aus der Tabelle 5 sind die einzelnen Faktoren ersichtlich.

Für die Rationsplanung empfiehlt sich die Nutzung der Schätzgleichungen zur Futteraufnahme der DLG. Als Konsequenz ist eine getrennte Rationsplanung für Jung- und Altkühe erforderlich.

Tabelle 5: Wirkung wichtiger Faktoren auf die Futteraufnahme (kg TM/Tag) in Abhängigkeit vom Stand der Laktation

| Faktoren | Laktationsstand | | |
|---|------------------------------------|-------|------|
| | Anfang | Mitte | Ende |
| Laktationsstand | –3 | –1 | 0 |
| Lebendmasse, je 100 kg | 1,3 | 1,0 | 0,8 |
| Milchleistung, je kg Milch | 0,1 | 0,15 | 0,2 |
| Kraftfutter, kg TM je Tag | 0,6 | 0,45 | 0,4 |
| Weitgehend unabhängig vom Stand der Laktation sind die Effekte der folgenden Faktoren: | | | |
| Rasse | • konstanter Effekt | | |
| Laktationsnummer | • 0,9 kg Abzug bei der Kalbin | | |
| NEL im Grobfutter | • ca. 1 kg TM mehr je MJ NEL/kg TM | | |

6. Fütterungssysteme

In der Praxis ist zunehmend eine stärkere Differenz in den Fütterungssystemen und den Fütterungsstrategien ersichtlich. Der grösste Teil der Betriebe geht in Richtung hoher Milchleistung je Einzeltier. Dies ist bei gras- und maisbetonter Fütterung möglich (Spiekers 2007a). Daneben etablieren sich die Biomilchproduktion und die Vollweide mit Winterkalbung als mehr Low-Input Strategien. Bei der Biomilch sind jedoch auch High- und Low-Input Strategien etabliert.

In Bayern haben sich die Pilotbetriebe «Vollweide mit Winterhaltung» relativ gut eingeführt (Steinberger et al. 2008). Voraussetzungen sind arrondierte Weideflächen, Interesse und Verständnis für Weide sowie ein passendes Beratungsangebot in der Umstellungsphase. Die angewandte Forschung und die angeschlossene Beratung sollten sich um alle zukunftssträchtigen Formen der Milchviehhaltung in gleicher Weise bemühen. Wichtig erscheint die fächerübergreifende Sichtweise, um den Milchviehbetrieb als Ganzes zu unterstützen.

Ein aktuelles Beispiel ist die Einführung des automatischen Melkens. Hier sind auch die Fütterungsstrategien auf das neue System anzupassen. Es sind die Besuche im Melkautomat über Lockkraftfutter und die Anforderungen der leistungs- und wiederkäuergerechten Ration zu gewährleisten. Dies erfordert ein passendes Beratungsangebot für die Landwirte in der Planungsphase und nach der Inbetriebnahme des AMS.

7. Rationskontrolle

Wie bereits angesprochen ist für eine erfolgreiche Milchviehfütterung eine effektive Rationskontrolle unverzichtbar. Es gilt die verfügbaren Daten möglichst sinnvoll zu nutzen. Eine Übersicht der Massnahmen ist aus der Tabelle 6 ersichtlich. Weitere Erläuterungen finden sich bei Spiekers (2007c).

| Tabelle 6: Massnahmen zur Rationskontrolle bei der Milchkuh | |
|--|--|
| Wasserversorgung: | <ul style="list-style-type: none"> • Angebot, Qualität und Verbrauch • Tränkeflächen, -fluss, Zusammensetzung etc. |
| Futterverzehr: | <ul style="list-style-type: none"> • Verbrauch an Kraftfutter (g/kg ECM) • Kraftfutter-Abwurf, Portionsgewichte etc. • Probewägungen beim Grobfutter, Verbrauch an Mischration • Rationsabgleich: Analyse der Mischration, Teilchengrösse etc. |
| Leistungsdaten: | <ul style="list-style-type: none"> • <u>Herdenmilch</u>: Kilogramm je gemolkener Kuh und Tag, Inhaltsstoffe • <u>Milchkontrolle</u>: Fett, Eiweiss, Harnstoff etc. |
| Tierbeobachtung: | <ul style="list-style-type: none"> • Körperkondition (Fettauflage) • Fressverhalten • Haarkleid etc. • Kotbeschaffenheit • Pansen- und Wiederkautätigkeit |
| Blut- und Speichelproben: | <ul style="list-style-type: none"> • bei Vorlage akuter Probleme |

Offene Fragen bestehen hinsichtlich der Interpretation der Milchinhaltstoffe und der Beurteilung der Körperkondition. Bei den Milchinhaltstoffen ist eine Weiterentwicklung des Fütterungscontrollings geboten. Ein Ansatz auf Basis der Eiweissmenge bezogen auf die Energie in der Milch wurde von Spiekers (2005) vorgestellt. Das System erlaubt die direkte Einschätzung der nXP- und der RNB-Versorgung. Eine abschliessende Validierung der angegebenen Einordnungswerte steht jedoch noch aus.

Zur Beurteilung der Körperkondition findet allgemein der Body-Condition-Score (BCS) Anwendung. Hierbei werden unterschiedliche Zielwerte für Holstein und Fleckvieh angesetzt. Bei Fleckvieh wird eine um 0,5 höhere BCS angestrebt. Dies ist grundsätzlich zu hinterfragen. Die Rückenfettdicken sind bei Fleckvieh und Holstein bei gleicher BCS etwa gleich (Spiekers et al. 2008). Aus der Abbildung 1 sind BCS- und RFD-Werte im Laktationsverlauf für die Milchviehherde in Grub ersichtlich. Auf Grund der vorliegenden Informationen ist eine Absenkung der Zielgrößen für die BCS bei Fleckvieh auf das Niveau von Holsteintieren zu diskutieren.

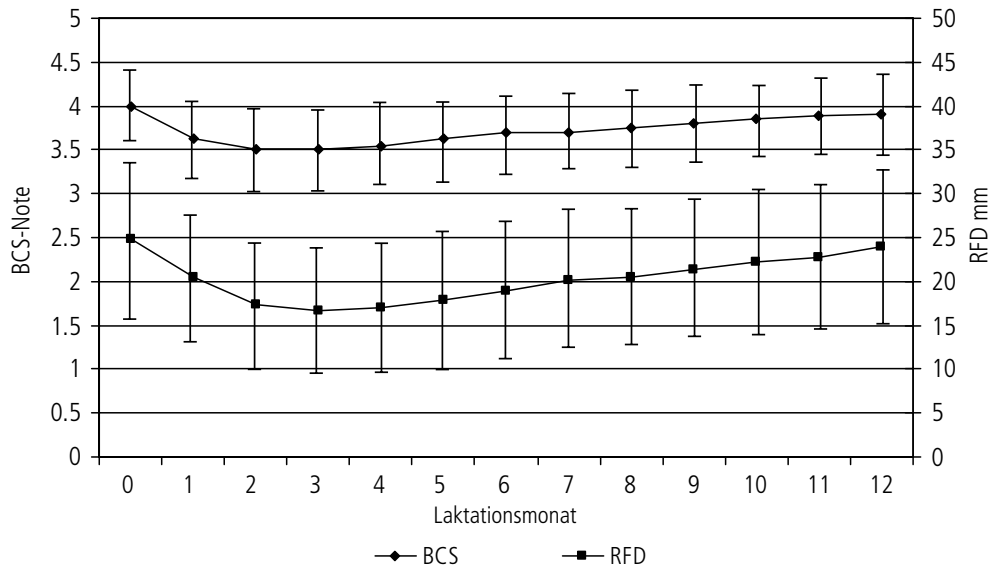


Abb. 1: Veränderung der BCS-Note und der RFD im Verlauf der Laktation, Fleckviehherde Grub von 10/04–02/08.

Aus den Ausführungen zur Rationskontrolle geht hervor, dass ein qualifiziertes Controlling unbedingt zu empfehlen ist. Neben der Erfassung der erforderlichen Daten geht es um eine konsequente Nutzung der vorliegenden Information zur Herden- und Betriebsführung. Folgende Größen sind unbedingt zu empfehlen:

| | |
|------------|--|
| Täglich: | <ul style="list-style-type: none"> • Milchmenge je gemolkener Kuh • vorgelegte Futtermenge • Einschätzung Futterrest • Fress- und Wiederkauverhalten • Kotkonsistenz |
| Monatlich: | <ul style="list-style-type: none"> • Milchleistung • Milchinhaltsstoffe • BCS der zum Trockenstellen und zur Besamung anstehenden Tiere • Kraftfutterverbrauch <p style="text-align: right;">} Aufarbeitung nach Laktationsstand</p> |
| Jährlich: | <ul style="list-style-type: none"> • Betriebszweigauswertung, LKV-Abschluss |

Einzelbetrieblich ist zu entscheiden, ob darüber hinaus noch weitere Daten genutzt werden.

8. Fazit

Die gemachten Ausführungen zeigen, dass das Wissen zum Bedarf und zur Möglichkeit der Umsetzung in der praktischen Rationsgestaltung in der Regel nicht der beschränkende Faktor für eine tiergerechte Fütterung ist. Die konsequente Umsetzung und die gezielte Steuerung der Produktion sind die zunächst wichtigeren Punkte.

In der Praxis geht die Bandbreite der Fütterungsstrategien und Fütterungssysteme von der Vollweide mit Winterkalbung über den Hochleistungsbetrieb ohne Weide bis zum High-tech-Betrieb mit Melkautomat und automatischem Controlling. All diese Systeme können

die Anforderungen eines tiergerechten Melkens erfüllen. Voraussetzung ist die Ausrichtung auf den Einzelbetrieb und die systematische Umsetzung. Als Basis muss entsprechendes an der Anwendung orientiertes Wissen vorliegen. Dies erfordert eine an den Erfordernissen der Praxis orientierte fachübergreifende Forschung, eine entsprechende Aufarbeitung des Wissens und ein geeignetes Beratungsangebot.

9. Literatur

- Arbeiten der DLG (DLG-Informationen des Arbeitskreises Futter und Fütterung):
1/2001: Empfehlungen zum Einsatz von Mischrationen bei Milchkühen,
2/2001: Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh,
1/2006: Schätzung der Futteraufnahme bei der Milchkuh.
- DLG, 2004. Trendreport Spitzenbetriebe; Milch rentabel produzieren, Band 1, DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- DLG, 2006. Praxishandbuch Futterkonservierung 7. Auflage; DLG-Verlag, Frankfurt a.M.
- Flachowsky G. & Brade W. (2007): Potenziale zur Reduzierung der Methan-Emissionen bei Wiederkäuern; Züchtungskunde, 79, (6), 417–465.
- Spiekers H., 2005. Fütterung besser kontrollieren. DLG Mitteilungen, Oktober/05, Futtermittel-Magazin, 8–11.
- Spiekers H., 2007a. Erfolgreiche Fütterungsstrategien für das Jahr 2020, in: Strategien zur Stärkung einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Landwirtschaft in Bayern – Landwirtschaft 2020 – Teil 1: Milcherzeugung, LfL Schriftenreihe 5/2007, 77–90.
- Spiekers H., 2007b. Fütterung der Milchkühe zur Optimierung des Laktationsstarts, in: 34. Viehwirtschaftliche Fachtagung 19.–20. April 2007, Gumpenstein, 9–13.
- Spiekers H., 2007c. Rationsplanung und Rationskontrolle; in: Precision Dairy Farming, Elektronikeinsatz in der Milchviehhaltung; KLTBL-Schrift 457, Darmstadt, 39–52.
- Spiekers H. & Potthast V., 2004. Erfolgreiche Milchviehfütterung, 4. völlig neubearbeitete Auflage; DLG-Verlag, Frankfurt a. M.
- Spiekers H., Steinke K., Steyer M., Obermaier A. & Ettle T., 2008. Beurteilung der Körperkondition bei Fleckviehkühen; 120. VDLUFA-Kongress Jena 2008; Kongressband, VDLUFA-Schriftenreihe 64, im Druck.
- Steinberger S., Rauch P. & Spiekers H., 2008. Vollweide mit Winterkalbung – Erfahrungen aus Bayern; in: 4. Bio Fachtagung 12.–13. November 2008, Gumpenstein, 105–107.

Melkarbeit und Melktechnik in ausgewählten Schweizer Milchviehbetrieben

Marc Kirchhofer, Universität Bern, Vetsuisse-Fakultät, Wiederkäuerklinik, CH-3001 Bern

Zusammenfassung

Die Qualität der Ablieferungsmilch von Schweizer Bauernhöfen ist im Vergleich zum Ausland grundsätzlich gut. Obwohl hier höhere Anforderungen an das Lebensmittel Milch gestellt werden, kommt es relativ selten zu Beanstandungen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass die Menge der Milch, welche die Qualitätsanforderungen nicht erfüllt, je nach Betrieb recht hoch ist.

Immer wieder gibt es Betriebe, die mit der Qualität der Ablieferungsmilch an der Beanstandungsgrenze kämpfen. Der Rindergesundheitsdienst (RGD) bietet zusammen mit der Wiederkäuerklinik der Vetsuisse-Fakultät Universität Bern die Dienstleistung an, diese Problembetriebe aufzuarbeiten und Konzepte zur Lösung des Problems zu erarbeiten. In einer retrospektiven Studie des RGD wurden die Resultate dieser Dienstleistung über fünf Jahre hinweg zusammengefasst und ausgewertet. Die Resultate dieser Studie widerspiegeln den Strukturwandel in der Landwirtschaft mit der Tendenz zu immer grösseren Betrieben. Die Studie zeigte aber auch auf, dass die Melkanlagen auf diesen Betrieben häufig Funktionsmängel aufwiesen, die mit einfachen Kontrollen hätten erkannt werden können. Zudem wurde vielerorts nicht nach den Standards der korrekten Melkarbeit gemolken. Ausgehend von den Resultaten dieser Studie muss analog zum Ausland daran gedacht werden, die Ausbildung der Milchproduzenten zu verbessern. Ein Melkender sollte mit einfachen Kontrollen die Funktionstüchtigkeit seiner Melktechnik selber überprüfen und die Gerätschaften korrekt anwenden können.

Es gilt einen Qualitätsvorsprung der Schweizer Milch zu wahren!

Résumé

Traite et technique de traite d'un échantillon d'exploitations laitières suisses

Par rapport à l'étranger, la qualité du lait fourni par les fermes suisses est généralement bonne. Bien que la réglementation sur les denrées alimentaires soit plus exigeante en Suisse pour le lait, les contestations sont relativement rares. Il y a cependant lieu de supposer que la quantité de lait qui ne répond pas aux exigences de qualité est relativement élevée suivant les exploitations.

Il y a néanmoins toujours des exploitations dont la qualité du lait livré se situe à la limite de la contestation. Le Service sanitaire bovin SSB, en collaboration avec la Clinique des ruminants de la Faculté Vetsuisse de l'Université de Berne propose de remettre ces exploitations problématiques à flot et de développer un concept pour résoudre le problème. Une étude rétrospective du SSB résume et interprète les résultats de cette prestation sur cinq ans. Les résultats de cette étude reflètent le bouleversement structurel de l'agriculture et la tendance à aller vers des exploitations de plus en plus grandes. Mais l'étude montre également que les installations de traite de ces exploitations présentent souvent des dysfonctionnements qui auraient pu être détectés par de simples contrôles. En outre, on a constaté que de nombreuses exploitations ne respectaient pas les recommandations pour une traite correcte. A partir des résultats de cette étude, on constate que comme à l'étranger, il faudrait en Suisse aussi, penser à améliorer la formation des producteurs laitiers. Un trayeur devrait

pouvoir, par de simples contrôles, vérifier lui-même le bon fonctionnement de sa technique de traite et utiliser correctement le matériel.

Il s'agit de préserver la qualité supérieure du lait suisse!

Summary

Milking and milking technology on selected Swiss dairy farms

The quality of milk supplied by Swiss farms is basically good compared with that outside the country. Although higher food standards are applied to milk here, non-compliance is rarely an issue. It can be assumed, however, that the quantity of milk which fails to meet quality standards is relatively high on particular farms.

Despite this there are always farms struggling at the limit of non-compliance with the quality of the milk they supply. The Bovine Health Service [RGD] and the Ruminant Clinic of the Vetsuisse Faculty at Berne University provide a joint service in which these problem farms are reviewed and problem-solving concepts are formulated. A retrospective study was carried out by the RGD to review and evaluate the results from 5 years of this service. The results of this study reflected structural change in agriculture with the trend towards ever bigger farms. But the study also revealed that the milking systems on these farms often had functional defects which could have been detected by simple checks. In many places, moreover, milking did not meet the standards of correct milking practice. Taking the results of this study as a starting point, thought must be given to improving the training of milk producers in a way similar to other countries. A milker should carry out simple checks to ensure that his/her milking technology is functioning properly and should be able to use the equipment correctly.

The important thing is to safeguard the Swiss lead in milk quality!

Einleitung

Mit dem Melkakt wird in den Milchviehbetrieben ein hochwertiges Lebensmittel gewonnen. Die Verordnung des eidgenössischen Volkswirtschaftsdepartementes über die Hygiene bei der Milchproduktion (VHyMP) regelt die Anforderungen an die Qualität bei der Primärproduktion in der Schweiz (Anonymus 2005). Neben seiner Bedeutung für die Lebensmittelqualität widerspiegelt der Zellgehalt (SCC = Somatic Cell Count) der Milch auch die Eutergesundheit. Infektionen des Euters mit diversen Erregern sowie melktechnische Probleme können zu einem Anstieg der SCC führen. Während klinische Euterentzündungen meist einfach zu erkennen sind und in der Regel behandelt werden, wobei die Milch nicht abgeliefert wird, können subklinische Euterentzündungen über längere Zeit unerkannt bleiben und sich zu einem Bestandesproblem entwickeln (Kleinschroth 1991). Dadurch wird qualitativ minderwertige Milch über längere Zeit in Verkehr gebracht. Als Alarmwert auf Herdenbasis wird in der Schweiz ein Zellgehalt in der Ablieferungsmilch von über 150 000 SCC/ml betrachtet. Dieser sollte nicht wiederholt überschritten werden. Die Wiederkäuerklinik der Vetsuisse-Fakultät Universität Bern bietet zusammen mit dem Rindergesundheitsdienst (RGD) der Schweiz die Aufarbeitung von Bestandesproblemen als Dienstleistung an. Die Analyse von Bestandesproblemen mit der Eutergesundheit erfolgt mittels Auswertung vorhandener Daten und einem anschliessenden Betriebsbesuch (Brand et al. 1996, De Kruif et al. 1998, Ruegg 2003). Neben der Erfassung allgemeiner Haltungsbedingungen und der Hygiene werden während des Betriebsbesuchs speziell die Melktechnik und die Melkarbeit beurteilt. Das Ziel bei der Kontrolle der Melktechnik ist es, offensichtliche technische Defekte und Mängel zu erkennen.

Material und Methode

Das Datenmaterial von 57 besuchten und gut dokumentierten Betrieben mit Eutergesundheitsproblemen wurde für eine Studie ausgewertet.

Die Melktechnik wurde aufgrund der bei der Inspektion erhobenen offensichtlichen Mängel sowie anhand der Ergebnisse der einfachen Praxistests für die Evakuierungszeit, die Vakuumstabilität, die Reaktionszeit und bezüglich des Restwassers beurteilt (Spohr et al. 1996). Bei der Beanstandung einzelner Komponenten wurde auf folgende Punkte geachtet: Die Leistung der Pumpe musste dem Bedarf der gesamten Anlage gemäss den Tabellenwerten der Hersteller entsprechen. Die Leitungen mussten korrekt verlegt sein und das nötige Gefälle aufweisen. Alle Gummioberflächen mussten glatt und die Gummitteile dicht sein. Die Zitzengummis mussten einwandfrei in den Zitzenbechern sitzen und durften keine Risse aufweisen. Alle Melkeinheiten der Anlage mussten mit identischen Zitzengummis ausgerüstet sein, abgesehen von solchen Aggregaten, die für bestimmte Kühe reserviert waren. Während des Melkens durften keine starken Vakuumschwankungen am Betriebsmanometer erkennbar oder am Regelventil hörbar sein. In Rohrmelkanlagen musste die Milch ohne Schwallbildung kontinuierlich fließen und die Pulsatoren durften keine hörbaren Rhythmusstörungen aufweisen. Die Melkarbeit wurde aufgrund der Anforderungen der VHyMP und den Empfehlungen zur Melkarbeit des National Mastitis Council (NMC), der globalen Organisation zur Mastitiskontrolle und Milchqualität, beurteilt (Anonymus 2005, NMC 2006). Dabei wurde auf folgende sechs Kriterien geachtet: Melkreihenfolge entsprechend der Eutergesundheit der Tiere, Vormelken, Verwendung eines speziellen Bechers zur optischen Kontrolle des Vorgemelkes, Vorreinigung der Zitzen, Verwendung von Einwegmaterial zur Vorreinigung und Ansetzen des Melkzeuges mit möglichst wenig Luft einbruch.

Resultate

Die Auswertung der Strukturdaten widerspiegelten den Strukturwandel in der Landwirtschaft mit der Tendenz zu immer grösseren Betrieben.

Durchschnittlich bestand das Eutergesundheitsproblem in diesen Betrieben seit 15 Monaten (14 M; 2–36 M), die Tankzellzahl betrug bei der letzten Kontrolle vor dem Besuch 285 000 SCC/ml (244 000 SCC/ml; 48 000–910 000 SCC/ml). Eine Tankzellzahl über 350 000 SCC/ml (gesetzlicher Grenzwert) wurde bei 30 Prozent der Betriebe gemessen. Von den 57 kontrollierten Melkanlagen wiesen 42 (74 %) auch für Nichttechniker erkennbare Mängel auf. Bei 37 Anlagen (65 %) mussten offensichtliche Material- und Einbaufehler bemängelt werden. Bei 34 Anlagen wurden die praxistauglichen Kurztests durchgeführt. Davon erfüllten 25 Anlagen (74 % der getesteten, 44 % aller Anlagen) die Anforderungen nicht.

Nur fünf der 57 beurteilten Melkenden (9 %) arbeiteten gemäss den Vorgaben der VHyMP respektive nach dem Protokoll des NMC (Anonymus 2005, NMC 2006) (Tab. 1). Bei 16 Melkenden (28 %) musste nur einer der oben erwähnten Arbeitsfehler bemängelt werden. Mehrere Arbeitsfehler wurden auf 36 (63 %) Betrieben registriert.

Diskussion

Dass vor allem grössere Milchviehbetriebe Probleme mit der Milchqualität haben, konnten bereits andere Autoren zeigen (Ruegg 2003, Skrzypek et al. 2004). Erklärt werden kann dies mit der schlechteren Übersicht des Betriebsleiters über seine Herde und mit einem nicht adäquaten Ausbildungsstand des Melkpersonals. Von 30 Prozent der Betriebe wurde vor dem Besuch untaugliche Milch mit über 350 000 SCC/ml temporär in Verkehr gebracht. Dies ist aus lebensmittelhygienischer Sicht bedenklich. Die Ablieferungsmilch von 23 Betrieben wies einen Zellgehalt über dem für die Schweiz definierten Alarmwert von 150 000 SCC/ml auf. Solche Tankzellzahlwerte können nur zu Stande kommen, wenn die Milch von mehreren Kühen in den Ablieferungstank gelangt, deren Milch nicht in Verkehr gebracht werden dürfte. Dies zeigt, dass sich diese Milchproduzenten ihrer Verantwortung bei der Produktion eines Grundnahrungsmittels nicht bewusst waren. In unserer Studie wurden

| Tabelle 1: Befunde zur Melkarbeit anlässlich der Betriebsbesuche | | |
|---|----------------------------|-----------------------------|
| Parameter | Betriebe Anzahl | Betriebe Prozent |
| Total | 57 | 100 |
| Keine Melkreihenfolge | 17 | 30 |
| Kein Vormelken | 17 | 30 |
| Kein Vormelkbecher | 34 | 60 |
| Keine Zitzenreinigung | 4 | 7 |
| Kein Einwegmaterial für Zitzenreinigung | 22 | 39 |
| Starker Lufteinlass beim Ansetzen | 35 | 61 |
| Korrekte Melkarbeit | 5 | 9 |
| 1 Fehler in Melkarbeit | 16 | 28 |
| 2 Fehler in Melkarbeit | 12 | 21 |
| 3 Fehler in Melkarbeit | 15 | 26 |
| 4 Fehler in Melkarbeit | 4 | 7 |
| 5 Fehler in Melkarbeit | 4 | 7 |
| 6 Fehler in Melkarbeit | 1 | 2 |

nur Mängel der Melkanlagen berücksichtigt, die ohne technische Ausrüstung und mit minimalen Kenntnissen der Anlagen, wie sie alle Melkenden haben müssten, erkannt werden können. Bereits bei der Inspektion wiesen 37 Anlagen (65 %) offensichtliche Mängel auf. Die einfachen Praxistests für Rohrmelkanlagen waren problemlos durchführbar (Spohr et al. 1996). Von den 34 getesteten Anlagen erfüllten 25 (74 %) die Anforderungen nicht. Somit wiesen insgesamt 42 der 57 untersuchten Anlagen (74 %) auch für einen Betriebsleiter erkennbare Mängel auf. Diese Zahlen liegen über den vom Bayerischen Tiergesundheitsdienst publizierten Werten. Dieser beanstandete in Problembetrieben 47 Prozent der untersuchten Anlagen wegen schwerwiegender Mängel im konstruktiven, technischen oder funktionellen Bereich (Fehlings 2006). Ernüchternd sind aber auch Resultate aus Baden-Württemberg und Niedersachsen. Umfassende technische Tests bei neumontierten Anlagen zeigten, dass im Jahre 2004 gut 50 Prozent der Melkanlagen beanstandet werden mussten (Spohr et al. 2004). Aber gerade das Funktionieren aller Bestandteile einer Melkanlage ist für einen schonenden Milchentzug und die Eutergesundheit der Milchkühe offenkundig wichtig (Brand et al. 1996, De Kruif et al. 1998, Jones 1999, Rasmussen u. Madsent 2000, Mein et al. 2004, Trilk et al. 2005). Wir fordern deshalb, dass eine unabhängige Stelle neu installierte Melkanlagen vor Inbetriebnahme überprüft und ältere Anlagen einer periodischen Kontrolle unterzieht.

Unsere Auswertungen zeigen, dass über 90 Prozent der beurteilten Melkenden ihre Arbeit nicht korrekt durchführten und 61 Prozent den Umgang mit den Gerätschaften nicht beherrschten. Sie schienen sich weder der Bedeutung ihres Handelns für die Eutergesundheit ihrer Herde noch für die Qualität ihrer Ablieferungsmilch bewusst zu sein. Die in der Studie herangezogenen sechs Beurteilungskriterien (Tab. 1) für eine korrekte Melkarbeit werden vom NMC zur Gesunderhaltung der Herde empfohlen (NMC 2006). Sowohl die Einhaltung einer Melkreihenfolge als auch die hygienischen Massnahmen an den Kühen (Vormelken in einen Becher, Zitzenreinigung mit Einwegmaterial) sollen Infektionen mit Mastitiserregern und deren Übertragung während des Melkens verringern. Lufteinlass beim Ansetzen oder Abnehmen der Aggregate führt zu Vakuumschwankungen in den Leitungen und bei bereits oder noch angehängten Vierteln zu einem Rückschlag der Milch in die Zitzen- oder sogar in die Euterzisternen (NMC 2006, Jones 1999, Mein et al. 2004). Ein falscher

Umgang mit den Melkaggregaten kann also vorangegangene Fehler bei der Melkreihenfolge und Vorbereitung der Zitze potenzieren und die Eutergesundheit der Kühe stark gefährden. Deshalb ist es als sehr gravierend zu werten, dass bei 63 Prozent der Melkenden zwei oder sogar noch mehr Melkfehler festgestellt wurden. Die Vorgaben für die optimale Milchgewinnung beinhalten die Vorbereitung des Euters respektive der Zitzen vor dem Melken (Anonymus 2005). Nur eine gute Hygiene bei der Vorbereitung der Kühe mit Verwerfen der ersten, stark kontaminierten Zisternenmilch garantiert eine optimale Qualität des Lebensmittels Milch. Diese Vorgaben wurden jedoch schlecht eingehalten und der Befund, dass vier Melkende die Zitzen nicht vorreinigten, ist als grobe Unterlassung zu werten. Sowohl eine Studie in Österreich als auch Resultate aus Deutschland zeigen, dass die Melkarbeit und die Hygiene beim Melken verbessert werden müssen (Hauser et. al. 2005, Felmann et al. 2006, Köster et al. 2006). Somit wird die Forderung laut, dass die Melkenden besser ausgebildet werden sollten. Sie sollten nicht nur die von ihnen verwendete Melkanlage und deren Funktionstüchtigkeit überprüfen können, sondern auch die eigentliche Melkarbeit muss verbessert werden. Dass Massnahmen zur besseren Information der Betriebsleiter die Qualität der Ablieferungsmilch verbessern, zeigt eine Studie aus dem Land Brandenburg (Trilk et al. 2005). Darin wird nicht nur gezeigt, dass die Eutergesundheit der Tiere von einer fachgerechten Melkarbeit abhängt, sondern dass auch Schulungen der Melkenden sowie Beratung und Betreuung der Betriebe eine nachhaltige Milchqualitätsverbesserung bringen.

Schlussfolgerungen

Der Strukturwandel zu grösseren und moderneren Betrieben wird in der Schweizer Milchviehwirtschaft umgesetzt. Die Anfälligkeit dieser Betriebe für Managementfehler ist aber gross. Ihre Betriebsleitenden und Melkenden müssen für die Bedeutung der Eutergesundheit und die milchhygienischen Aspekte ihrer Arbeit besser sensibilisiert werden. Am besten erfolgt dies durch eine bessere Ausbildung in den Bereichen Melktechnik, Melkhygiene und Melkarbeit und eine spezialisierte Betreuung. Dieser Aufwand lohnt sich, denn es gilt einen Qualitätsvorsprung der Schweizer Milch zu wahren!

Literatur

- Anonymus, 2005. Verordnung des EVD über die Hygiene bei der Milchproduktion (VHyMP) vom 23. November 2005. Das Eidgenössische Volkswirtschaftsdepartement.
- Brand A., Noordhuizen J.P.T.M., Schukken Y.H., 1996. Herd health and production management in dairy practice. CIP-data Koninklijke Bibliotheek, Den Haag, Wageningen Prers, Wageningen.
- De Kruif A., Mansfeld R., Hoedemaker M., 1998. Tierärztliche Bestandesbetreuung beim Milchrind. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- Fehlings K., 2006. Hohe Zellzahlen durch mangelhafte Melktechnik. Top agrar, 1, 18–20.
- Hauser S., Fuchs K., Wwinter P., 2005. Evaluation of management practices in Austrian high somatic cell count dairy herds. Proc. Buiatissima, Swiss Buiatrics Congress, 1, 19.–20. October, Bern, 76.
- Jones G. M., 1999. The role of milking equipment on mastitis. Virginia Cooperative Extension.
- Kleinschroth E., 1991. Tierärztliches Vorgehen in Mastitisproblembeständen. Prakt. Tierarzt, 72 , 1063–1077.
- Köster G., Tenhagen B.-A., Scheibe N., Heuwieser W., 2006. Factors associated with high milk test day somatic cell counts in large dairy herds in Brandenburg. II: Milking Practices. J. Vet. Med. A 53, 209–214.
- Mein G., Reinemann D., Schuring N., Ohnstad I., 2004. Milking machines and mastitis risk, a storm in a teatcup. Proc. annual meeting of National Mastitis Council. 43, February 1–4, Charlotte, North Carolina, 176–188.
- NMC, 2006. Recommended milking procedures. <http://www.nmconline.org/milkprd.htm>.
- Rasmussen M.D., Madsen N.P., 2000. Effects of milkline vacuum, pulsator airline vacuum and cluster weight on milk yield, teat condition and udder health. J. Dairy Science 83, 87–84.
- Ruegg P.L., 2003. Investigation of mastitis problems on farm. Vet Clin Food Anim, 19, 47–73.

- Skrzypek R., Wojtowski J., Fahr R.-D., 2004. Factors affecting somatic cell count in cow bulk tank milk – A case study from Poland. *J. Vet. Med. A*, 51, 127–131.
- Spohr M., Wolf K., Hesslinger A., 1996. Beurteilung der Melktechnik durch den praktischen Tierarzt. *Prakt. Tierarzt*, 77, 635–638.
- Spohr M., Wolf K., 2004. Fehlerhäufigkeiten in neu montierten Melkanlagen. *Milchpraxis*, 4, 164–167.
- Trilk J., Münch K., Siebert R., 2005. Untersuchungen zu Einfluss- und Managementfaktoren auf die Eutergesundheit, Zellzahlen und die Milchqualität in Milchviehbeständen Brandenburgs. Schriftenreihe des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung, Reihe Landwirtschaft, Band 6, Heft VI.

Die Kuh beim Melken – Einfluss der Haltungsumwelt und des Menschen

Josef Troxler, Veterinärmedizinische Universität Wien, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, AT-1210 Wien

Zusammenfassung

Melken ist ein komplexer Vorgang, der sich im Laufe der Domestikation herausgebildet hat. Auch bei heutiger modernster Technologie ist auf die ethologischen und physiologischen Mechanismen Rücksicht zu nehmen, um das Wohlbefinden der Tiere und eine optimale Milchleistung zu erreichen. Die Art und Weise wie Kühe Umweltreize wahrnehmen, bildet die Grundlage der Gestaltung der Haltung und des Umgangs mit dem Vieh. Indikatoren wie Umtreten, Schlagen gegen das Melkzeug, Unruhe, verzögertes Betreten des Melkstands sowie Erhöhung von Stresshormonen und der Herzfrequenz sind geeignete Indikatoren, um den Melkvorgang beurteilen zu können. Melken darf aber nicht losgelöst vom eigentlichen Melkvorgang gesehen werden. Aufstallung, Herdenmanagement, Tiergesundheit und die Mensch-Tier-Beziehung sind entscheidende Faktoren rund ums Melken.

Résumé

La vache pendant la traite – Influence de l'homme et du contexte de détention

La traite est un processus complexe qui s'est développé au cours de la domestication. Même si l'on utilise aujourd'hui une technologie de traite très moderne, il faut tenir compte des mécanismes éthologiques et physiologiques afin de garantir le bien-être des animaux et d'assurer une production laitière optimale. Le système de détention et la manière dont on traite les vaches se basent sur la façon dont les vaches perçoivent les stimuli de l'environnement. Les comportements tels que le fait de piétiner fréquemment, de taper contre les faisceaux trayeurs, l'agitation, le fait de retarder l'entrée dans le box de traite ainsi que l'augmentation des hormones de stress et de la fréquence cardiaque sont des indicateurs bien adaptés pour évaluer le procédé de la traite. Malgré tout, la traite ne doit pas être considérée de façon isolée par rapport au processus de traite lui-même. Le système de stabulation, la gestion du troupeau, la santé des animaux et la relation entre l'homme et l'animal sont des facteurs déterminants pour la traite.

Summary

The Cow during Milking – Influence of the Housing Environment and Humans

Milking is a complex process that has evolved over the course of domestication. Even with today's cutting-edge technology, ethological and physiological mechanisms must be borne in mind in order to ensure the wellbeing of the animals and achieve optimum milk yield. The manner in which cows perceive environmental stimuli forms the basis for the design of the housing and the way in which livestock is handled. Indicators such as kicking, striking at the milking cluster, restlessness, delayed entry in the milking parlour as well as increased stress hormones and heart rate are suitable indicators for assessing the milking process. Despite this, milking must not be seen in isolation from the actual milking process. Housing, herd management, animal health and the human-animal relationship are decisive factors in milking.

1. Einleitung

Das Melken der Kühe ist ein während der Domestikation des Rindes langsam entstandener Prozess, der über Jahrhunderte sich kaum änderte und erst mit der Entwicklung der Melkmaschine Ende des 19. Jahrhunderts eine wesentliche Änderung erfahren hat. Der letzte Entwicklungsschritt brachte dann Ende des 20. Jahrhunderts die Einführung des Roboters (Automatisches Melksystem AMS).

Die neolithischen ersten Haustiere Rind, Schwein, Ziege und Schaf lieferten vorwiegend Fleisch und Fett zur Ernährung und Rohstoffe zur Verarbeitung zu Gebrauchsgegenständen. In dieser als Primärnutzung bezeichneten frühen Domestikationsform nutzte der Mensch die Tiere als Schlachttiere ähnlich wie die entsprechenden Wildformen als Jagdtiere. Im späteren Verlauf der Domestikation wurden Tiere in der so genannten Sekundärnutzung zur Milch- und Wollgewinnung herangezüchtet, aber auch als Zug-, Trag- und Reittier genutzt, was eine Selektion der Tiere durch gezielte Züchtung auf die gewünschten Eigenschaften und Leistungen bedingte (Benecke 1994).

Die Entwicklung der Technik des Melkens in vor- und frühgeschichtlicher Zeit setzte eine gute Tierbeobachtung und Kenntnisse im Erreichen des Milchflusses voraus. Einerseits musste durch Reizung der Hautrezeptoren im Drüsengewebe eine neurohormonale Steuerung zur Oxytocin-Ausschüttung ausgelöst und andererseits der Mensch als Melkperson von der Kuh akzeptiert werden. Dies gelang durch verschiedene Arten der Mensch-Tier-Beziehung, die man heute zum Teil noch bei Nomadenstämmen antreffen kann (Benecke, 1994).

Gezielte Zucht auf geeignete Tiere mit hoher Milchleistung und für die Milchgewinnung mit günstigen Eigenschaften wie gutem Milchfluss, angepasster Euterform, Toleranz gegenüber dem Melken sowie die Entwicklung der Melktechnik erlauben heute die intensive Produktion von Milch. Ob dabei die urtümlichen biologischen Eigenschaften und Besonderheiten der Kuh nach wie vor eine Rolle spielen, gilt zu überlegen. Welche Faktoren sind in der Haltung und im Umgang mit Kühen von Bedeutung, um so stressfrei wie möglich die Milch gewinnen zu können? Welche Indikatoren können helfen, Stress und vermindertes Wohlbefinden festzustellen?

2. Wie nehmen Kühe die Umwelt wahr?

Das Verhalten der Tiere ist eine Reaktion auf Reize, die innerlich (interne Stimuli) wie von aussen (externe Stimuli) durch entsprechende Rezeptoren oder Sinnesorgane wahrgenommen werden. Gerade beim Melken ist es von Vorteil, Kenntnisse darüber zu haben, wie Kühe Umweltreize wahrnehmen und wie sie darauf reagieren.

Sehen

Das, was Kühe sehen, ist nicht das, was wir sehen. Das monokulare Sehen ist vorherrschend. Nur ein kleiner Winkel nach vorne, bedingt durch die anatomische Position des Auges im Schädel, erlaubt binokulares Scharfsehen. Somit sind das Tiefensehen und das räumliche Sehen eingeschränkt. Kühe sind kurzsichtig. Das Gesichtsfeld beträgt etwa 300 Grad, wobei ein blinder Fleck nach hinten über den Rücken des Tieres entsteht. Das links- und rechtsseitige monokulare Sehfeld erlaubt kein Fokussieren, ist aber entscheidend im Wahrnehmen von plötzlichen Änderungen wie Schatten, gleissendem Sonnenlicht, plötzlich auftauchenden oder unerwarteten Bewegungen durch Mensch, Tier oder Gegenstände.

In der Retina finden sich Zäpfchen und Stäbchen, deren Anordnung auf ein dichromatisches Sehen schliessen lassen. Kühe können verschiedene Farben insbesondere langwellige Farben wie Gelb, Orange und Rot besser unterscheiden als kurzwellige wie Blau, Grau und Grün (Phillips 2002).

Hören

Hören dient vorwiegend der intraspezifischen Kommunikation und der ersten Wahrnehmung bei Feindbedrohung. Rinder können tiefere und höhere Töne wahrnehmen als der Mensch. Die optimale Hörfrequenz (wahrnehmbare Töne bei geringster Amplitude) beträgt beim Rind etwa 8000 Herz, beim Menschen 1000 bis 3000 Herz. Die tiefsten noch hörbaren Frequenzen sind bei Mensch und Rind etwa gleich (20–25 Hz), während die maximalen beim Rind auf 35 kHz im Gegensatz zum Menschen auf etwa 20 kHz gehen können. Laute Geräusche und plötzlich auftretender Lärm oder Knall lösen andauernden Stress oder Schreckreaktionen aus.

Hochfrequente Töne von zum Beispiel Melkmaschinen können Kühe wahrnehmen, nicht aber der Mensch, und störend wirken (Phillips 2002).

Riechen

Geruchswahrnehmung spielt primär in der intraspezifischen Kommunikation eine grosse Rolle sowohl in der Mutter-Kalb-Beziehung wie im Sexual- und Sozialverhalten.

Pheromone spielen im Sexualverhalten und bei Furcht eine Rolle. Bei Angst auslösenden Situationen reagieren Rinder mit der Ausschüttung bestimmter Pheromone, die von den Artgenossen wahrgenommen werden und bei ihnen eine Erhöhung der Kortisol-Ausschüttung bewirken (Stimmungsübertragung bei Stress; Phillips 2002).

Geschmacksinn

Die vier Geschmacksinne sind wie beim Menschen süss, sauer, salzig und bitter beim Rind gut ausgeprägt.

Wahrnehmung von elektromagnetischen Feldern

Rinder können schwache elektrische Ströme, wie etwa in Melkständen üblich, wahrnehmen. Schon Strom von drei Milliampère kann das Verhalten beeinflussen und die Herzfrequenz steigern (Phillips 2002).

3. Indikatoren des Wohlbefindens der Kühe beim Melken

Säugetiere sind in der Lage, Milch für die Ernährung der Nachkommen zu produzieren. Dabei hat sich in der Evolution ein enges, je nach Tierart unterschiedliches Gefüge zwischen Mutter und Neugeborenem ergeben, das erlaubt, die Säuglinge zu schützen und zu ernähren. Kühe saugen ihre Kälber etwa sechs bis acht Mal pro Tag. Dabei ist nicht eindeutig nachgewiesen, ob die Kuh aktiv nach dem Kalb sucht oder das Kalb Auslöser für einen Saugakt ist (Porzig und Sambras 1991). Ob und welche Rolle dabei der Euterdruck spielt, ist nicht bekannt. Dass es möglich ist, Kühe zu melken und die Milch für andere Zwecke als für die mutterbezogene Aufzucht der Jungtiere zu verwenden, ist ein Resultat der Domestikation. Basale Verhaltensmechanismen und physiologische Prozesse, die der Milchabgabe zu Grunde liegen, sind aber noch gleich geblieben. Sie zu kennen und bei Problemen entsprechend zu bewerten, ist Voraussetzung für ein stressfreies und tiergerechtes Melken.

Die Umwelt einer Kuh ist sehr komplex und besteht grundsätzlich aus der Haltung und der Herde mit ihren Individuen und dem Menschen, die bei der Beurteilung eines tiergerechten Melkens oder des Wohlbefindens der Kühe beim Melken zu berücksichtigen sind.

Zwischen einem Tier und der Umwelt, in der es sich aufhält, bestehen Wechselwirkungen, die sich im Verhalten, in physiologischen und immunologischen Reaktionen sowie im gesundheitlichen Zustand äussern. Dabei versucht der Organismus einen Zustand des Gleichgewichts (Homöostase) zwischen der Innen- und Aussenwelt anzustreben. Dazu muss das Tier Ressourcen der Umwelt nutzen und auf Umweltreize adäquat reagieren kön-

nen. Gemäss seinen Erbeigenschaften hat jedes Tier an seine Umwelt ganz bestimmte Anforderungen, die sich zu verschiedenen Tages- und Jahreszeiten und in den einzelnen Altersabschnitten ändern können. Bei Produktionsformen, die diesen Zusammenhängen zu wenig oder keine Rechnung tragen, treten Störungen auf, die sich in abnormalem Verhalten, gehäuften Erkrankungen, haltungsbedingten Schäden oder verminderter Leistungsfähigkeit der Tiere ausdrücken. In solchen Fällen ist davon auszugehen, dass die Anpassungsfähigkeit der betroffenen Tiere überfordert ist und die Haltung oder Teile davon als nicht tiergerecht bezeichnet werden müssen. Abweichungen von der Norm im Verhalten, in physiologischen Reaktionen und bei der Leistung und Gesundheit können daher geeignete Indikatoren ergeben, um Störungen der Tier-Umwelt-Interaktionen festzustellen. Somit kann auf mangelndes Wohlbefinden geschlossen werden. In Bezug auf das Melken lassen sich direkte und indirekte Faktoren der Umwelt beschreiben, die den Melkvorgang und somit auch das Wohlbefinden der Tiere beeinflussen können.

Direkte Faktoren der Umwelt

Direkte Faktoren verursachen unmittelbar Stress oder Schmerz, sie wirken unmittelbar auf das Euter während des Melkens und führen zu Schäden oder Infektionen:

- Melktechnik,
- Melkmaschine und deren Einzelteile,
- Automatisches Melksystem (AMS).

Indikatoren für solche Mängel sind während und nach dem Melken feststellbar:

a) im Verhalten:

- Umtreten,
- Schlagen gegen das Melkzeug,
- Ausschlagen,
- heftiges Schwanzschlagen,
- Vor- und Zurücktreten,
- Seitliches Ausweichen,
- Nachlassen des Milchflusses («Aufziehen der Milch»).

b) Schäden am Gewebe:

- Zitzenverfärbungen,
- Hervorquellen der Rosette,
- Schnürringe an der Zitzenbasis,
- Spuren an Zitze von gleitenden Zitzenbechern,
- Blutaustritt.

Indikatoren, die durch klinische Messungen (z. B. Ultraschall) feststellbar sind:

- Veränderungen in der Zisterne oder im Strichkanal,
- Erhöhung von Kortisol oder der Herzfrequenz, Änderung der Herzfrequenzvariabilität als Zeichen eines Stressgeschehens,
- Erhöhung der Zellzahl,
- Euterentzündungen.

Indirekte Faktoren der Umwelt und tierbezogene Faktoren

Diese Faktorengruppe hat nicht mit dem unmittelbaren Melken zu tun, sondern umschliesst jene Haltungs- und Managementeinflüsse, die auf den Melkvorgang und die Eutergesundheit Einfluss haben. Sie stellen ganz wichtige Punkte in der Bestandsbetreuung, in der Prophylaxe und im Sicherstellen des Wohlbefindens der Kühe dar (Trevisi et al. 2006). Einige dieser Punkte sind in Tabelle 1 und der daraus abgeleiteten Indikatoren dargestellt.

Tabelle 1: Indirekte Faktoren (Faktoren, die chronischen Stress verursachen können oder prädisponierende Faktoren sind, die die Melkvorbereitung oder den Melkvorgang stören können)

| Indirekte Faktoren | | |
|---|---|---|
| Haltung | Herde und Individuum | Mensch |
| <ul style="list-style-type: none"> • Art der Aufstallung (Anbindestall, Laufstall), Management, Platzverhältnisse, Sackgassen, Warteraumgrösse und Gestaltung, • Art des Melkstandes, Beleuchtung, Lärm, Fütterung und Anordnung von Fütterungseinrichtungen und Tränken, gesteuerter, teilgesteuerter oder freier Kuhverkehr bei AMS, • Sauberkeit der Böden und des Liegebereichs, • Böden (trittsicher), Stallklima. | <ul style="list-style-type: none"> • Sozialverhalten (Rang), Ausweichmöglichkeit, • Angewöhnung, • Eingliederung neuer Tiere, • Brunst, • Circadianer Rhythmus, • regelmässig gleich bleibende Melkzeiten, Häufigkeit der AMS-Besuche, • gegenseitiges Besaugen, • Euter- und Zitzenformen, • Individueller Milchfluss, Milchmenge, Laktationsstadium, • Trockenstellen, • Lahmheiten, • Stoffwechselstörungen. | <ul style="list-style-type: none"> • Mensch-Tier-Beziehung, • Art des Umganges (freundlich oder grob), • Tierbeobachtung, • Managementmassnahmen (Sauberkeit), • Melkvorbereitung (Euterreinigung, Anrüsten), • Eintreiben der Tiere. |
| Indikatoren: <ul style="list-style-type: none"> • Erhöhter Stress der Kühe • Grosse Ausweichdistanz • Erhöhte Atemfrequenz • Zögerliches Betreten des Melkstandes, des AMS • Nicht Betreten des AMS • Erhöhte Stehzeiten • Ausrutschen • Lahmheit | | |

4. Diskussion

Die Indikatoren aus den direkten und indirekten Umweltfaktoren stützen sich auf eine umfangreiche wissenschaftliche Literatur.

Die Ausschüttung des Oxytocins zur Milchgabe stellt einen wichtigen neurohormonellen Prozess dar. Bruckmaier und Blum (1998) zeigten, dass Stress die Oxytocin-Ausschüttung hemmt (Erhöhung von Katecholaminen). Der Effekt kann aber auch bei erstlaktierenden Kühen nach der Geburt, im Östrus oder beim Melken in einer von der Herde abgetrennten Situation auftreten. Daher sollten Stressoren beim Melken weitgehend vermieden werden.

Umtreten, Beinschlagen und Unruhe sind als geeignete Indikatoren für das Stressgeschehen beim Melken herangezogen worden. So war in der Untersuchung von Wenzel et al. (2003) Umtreten signifikant höher im AMS als im Tandem-Melkstand während des Anrüstens, des Hauptmilchflusses und des Endgemelks, während die Herzfrequenz beim Betreten des Melkstands höher war gegenüber dem AMS. Dieser Effekt ist wahrscheinlich auf das Eintreiben in den Warteraum zurückzuführen. Mit Hilfe der Indikatoren Unruhe, Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität konnten Gygax et al. (2008) zeigen, dass im Vergleich von zwei AMS-Fabrikaten und einem Autotandem-Melkstand keine wesentliche Beeinträchtigung des Wohlbefindens feststellbar war. Zu den gleichen Ergebnissen kamen Hopster et al. (2002) in einem ähnlichen Vergleich verschiedener Melksysteme.

Zusammenhänge zwischen Umtreten und Beinschlagen und der Mensch-Tier-Beziehung zeigten umfangreiche Studien (z. B. Rousing et al. 2004, Rousing et al. 2006), während Waiblinger et al. (2002) die verschiedenen Beziehungen des Umganges mit den Kühen in Bezug auf Milchleistung in einer umfassenden Studie auf 30 Milchviehbetrieben analy-

sierten. So zeigte sich, dass die Persönlichkeit der Tierhalterin oder -halters Einfluss auf die Einstellung zum Tier (positiv oder negativ) hatte und somit auf das Verhalten gegenüber dem Tier im allgemeinen und während des Melkens wirkte, was wiederum die Milchleistung positiv oder negativ beeinflusste.

5. Schlussfolgerungen

Mensch und Haltungsumwelt sind entscheidende Faktoren für eine tiergerechte und stressfreie Milchgewinnung. Dabei ist auf ethologische und physiologische Grundlagen Rücksicht zu nehmen. Die Kühe haben artspezifische Besonderheiten in der Umweltwahrnehmung. Diese sind bei der Gestaltung der Aufstallung und des Melkumfelds zu berücksichtigen.

Warteräume sind gross genug und mit trittsicheren Böden zu versehen. Sie sollen übersichtlich und nicht für die Tiere eine Isolation vom übrigen Stallbereich sein. Die Eingänge zum Melkstand sind auszuleuchten, das Licht darf nicht blenden. Unebenheiten und Hindernisse im Boden sind zu vermeiden. Ebenfalls sollten keine plötzlichen Bewegungen oder laute Geräusche auftreten.

Um Störungen in der Tier-Umwelt-Interaktionen erkennen zu können, sind ethologische und physiologische Indikatoren gut geeignet.

Der Mensch-Tier-Beziehung ist hohe Beachtung zu schenken. Ein ruhiger Umgang, ein gutes Management und eine laufende Überwachung der Herdengesundheit fördert nicht nur das Wohlbefinden der Kühe, sondern trägt auch zu einer guten Milchleistung bei.

6. Literatur

- Benecke N., 1994. Der Mensch und seine Haustiere; Konrad Theiss Verlag, Stuttgart.
- Bruckmaier R.M., J.W. Blum, 1998. Oxytocin release and milk removal in ruminants. *Journal of Dairy Science*, 81(4), 939–949.
- Gygax L., I. Neuffer, C. Kaufmann, R. Hauser, B. Wechsler, 2008. Restlessness behaviour, heart rate and heart-rate variability of dairy cows milked in two types of automatic milking systems and auto-tandem milking parlours. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 109, 167–179.
- Hopster H., R.M. Bruckmaier, J.T.N. Van der Werf, S.M. Korte, J. Macuhova, G.Korte-Bouwe, C.G. van Reenen, 2002. Stress Responses during Milking: Comparing Conventional and Automatic Milking in Primiparous Dairy Cows. *J. Dairy Sci.*, 85, 3206–3216.
- Phillips C., 2002. Cattle Behaviour and Welfare, Blackwell Science, Oxford.
- Porzig E., H.H. Sambahaus (Herausgeber), 1991. Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere, Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Rousing T., M. Bonde, J.H. Badsberg, J.T. Sorensen, 2004. Stepping and kicking behaviour during milking in relation to response in human-animal interaction test and clinical health in loose housed dairy cows. *Livestock Production Science*, 88, 1–8.
- Rousing T., M. Bonde, J.H. Badsberg, I.C. Klaas, J. Hindhede, J.T. Sorensen, 2006. The association between fetching for milking and dairy cows' behaviour at milking, and avoidance of human approach – An on-farm study in herds with automatic milking systems. *Livestock Science*, 101, 219–227.
- Trevisi E., M. Bionaz, F. Piccioli-Cappeli, G. Bertoni, 2006. The management of intensive dairy farms can be improved for better welfare and milk yield. *Livestock Science*, 103, 231–236.
- Waiblinger S., C. Menke, G. Coleman, 2002. The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 79, 195–219.
- Wenzel C., S. Schönreiter-Fischer, J. Unshelm, 2003. Studies on stepp-kick behaviour and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livestock Production Science*, 83, 237–246.

«Cows and more – was die Kühe uns sagen» Bonitieren – Bewerten – Beraten mit System

*Andreas Pelzer, Katharina Bayer, Horst Cielejewski, Wolfgang Büscher, Otto Kaufmann,
Landwirtschaftskammer NRW, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse,
DE-59505 Bad Sassendorf*

Zusammenfassung

Die ökonomischen Rahmenbedingungen in der Milchwirtschaft erfordern eine nachhaltige Produktion mit hoher Milchleistung, niedriger Remontierungsrate und optimierter Fütterung. Wichtige Beiträge dazu werden durch Management und Haltungsumwelt geleistet. Das in den letzten Jahren häufig genutzte Schlagwort Kuhkomfort beschreibt einen Teilbereich, der allerdings in der Regel auf bauliche Aspekte und Funktionsmasse abhebt. Aber nicht immer werden dabei befriedigende Resultate erzielt.

Mit Hilfe eines Expertensystems soll die produktionstechnische Beratung in der Milchviehhaltung weiter optimiert werden. Durch die objektive und systematische Erfassung von Kriterien und Indikatoren in Bezug auf Verhalten, Habitus und Stoffwechsel von Milchkühen werden in diesem Projekt mit Hilfe einer standardisierten Analyse durch eine Datenbank Schwachstellen in Haltung und Management erkannt und wichtige Ansätze zur Optimierung herausgearbeitet.

Résumé

«Cows and more, ce que nous disent les vaches»

Les conditions cadres économiques de la production laitière exigent une production durable et un rendement laitier élevé, des faibles taux de remonte et un affouragement optimisé. Le management et l'environnement dans lequel sont gardés les animaux jouent un grand rôle à ce niveau. La notion de confort des vaches, de plus en plus souvent prise en considération au cours des dernières années, fait référence à un ensemble de facteurs qui dépend en particulier des bâtiments et des dimensions des aires fonctionnelles. Mais les résultats obtenus ne sont pas toujours satisfaisants.

La mise sur pied d'un système expert aidera à optimiser le conseil en technique de production dans l'élevage de vaches laitières. Dans le cadre de ce projet, la saisie objective et systématique de critères et d'indicateurs en rapport avec le comportement, les habitudes et le métabolisme des vaches laitières, ainsi qu'une analyse standardisée par une base de données permettront d'identifier les points faibles de la garde et du management et de dégager les principaux paramètres en vue d'une optimisation.

Summary

«Cows and more, what cows tell us»

The general economic conditions underlying dairy farming call for sustainable production with a high milk yield, a low cow replacement rate and optimised feeding. Management and housing environment play important parts here. Cow comfort, a buzz-word frequently employed in recent years, describes a sub-area which as a rule, however, stresses structural aspects and functional measurements. But this is not always the way to obtain satisfactory results.

The aim is to further optimise the production engineering advisory service to dairy farming with the aid of an expert system. Using standardised analysis through a database, this project will identify weaknesses in husbandry and management and work out impor-

tant approaches to optimisation by objectively and systematically recording criteria and indicators relating to the behaviour, habitus and metabolism of dairy cattle.

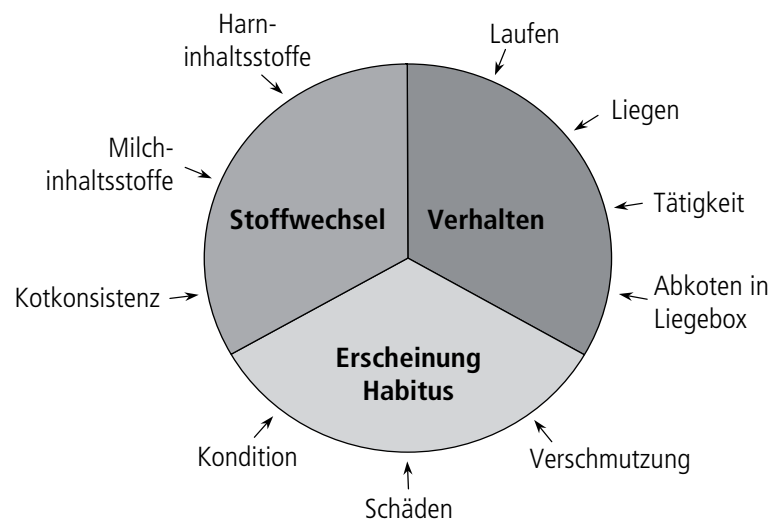
Einführung

In der produktionstechnischen Beratung von Milchviehbetrieben werden häufig Momentaufnahmen der Situation im Stall subjektiv erfasst, bewertet und als Grundlage für die Bewertung von Haltung und Management genutzt. Der fachliche Hintergrund und die unterschiedliche Qualifikation der Beratenden führen dabei mitunter zu abweichenden oder auch gegensätzlichen Empfehlungen. Es erscheint daher sinnvoll, qualitative und quantitative Parameter des Tierverhaltens und des Habitus von Milchkühen systematisch und objektiv zu erfassen und daraus Schwachstellen abzuleiten.

Die Landwirtschaftskammer NRW arbeitet zurzeit in Zusammenarbeit mit dem Institut für Landtechnik der Friederich Wilhelm Universität in Bonn und der Landwirtschaftlich-Gärtnerischen Fakultät der Humboldt Universität in Berlin an der Entwicklung eines Expertensystems, um Kriterien am Tier objektiv zu erfassen, durch ein EDV-gestütztes Programm mit Zielwerten zu vergleichen und aus den ermittelten Abweichungen Haltung und Management in der Milchviehhaltung zu bewerten.

In dem genannten Projekt werden definierte Kriterien und Indikatoren zum Verhalten, zum Habitus und zum Stoffwechsel der Kühe in Liegeboxenlaufställen erfasst und ausgewertet. Bei der Auswahl dieser Kriterien wurde darauf geachtet, dass sie sowohl eine hohe Relevanz in der Beurteilung von Haltung und Management haben als auch in der Praxis einfach und sicher zu erheben sind.

Abb.1: Kriterien für die Bewertung von Haltung und Management.



Bonitieren

Die Erhebung der Daten erfolgt nach einem festen Schema, das sich am Zeitpunkt der Fütterung orientiert.

- Zur Beurteilung der Akzeptanz der Funktionsbereiche im Milchviehstall beginnt die Untersuchung drei Stunden nach der Futtermalage mit der Erfassung der Aufenthaltsorte (Fressgitter, Laufgänge, Liegeboxen) beziehungsweise Tätigkeiten (fressen, laufen, stehen, liegen) aller Tiere im Stall.
- Da die Gestaltung, Dimensionierung und Abmessungen von Liegeboxen und -flächen auch Einfluss auf die mögliche Liegepositionen der Kühe hat, werden zur Beurteilung des Liegeboxendesigns die in Abbildung 2 dargestellten Liegepositionen erfasst.
- Das Abkoten im Liegen kann auf Schwachstellen in Haltung und Management hinweisen, daher werden die Liegeflächen begutachtet und die Anzahl frischer Verschmutzungen festgehalten.



- Die Verschmutzung bestimmter Körperregionen ist in der Regel auf unmittelbare Einflüsse durch Haltung, Management sowie Fütterung zurückzuführen. In Abhängigkeit von der Anzahl der Kühe werden 20 Prozent der Gruppe mindestens aber 20 Kühe bonitiert.
Der eingesetzte Hygienescore umfasst sieben Körperpartien und sechs Sauberkeitsstufen (Tab. 1).
- Mitunter können durch Haltungseinrichtungen Technopathien und Integumentschäden entstehen. Aus diesem Grund werden ebenfalls bei mindestens 20 Tieren diverse Gelenke, der Widerrist, die Wamme und die Wirbelsäule auf Schäden untersucht.
- Das Laufverhalten von gesunden Milchkühen im Liegeboxenlaufstall sollte mit dem Laufverhalten auf der Weide vergleichbar sein. Da die Laufgeschwindigkeit und Schrittlänge im Liegeboxenlaufstall nicht sicher zu erheben sind, wird in dem Projekt «cows and more» bei 10 laufenden Kühen die Kopfhaltung zur Rückenlinie bewertet.
- Auf der Weide legen sich Milchkühe innerhalb weniger Sekunden ab. Auch im Liegeboxenlaufstall wird erfasst, wie viele der sich ablegenden Kühe dies innerhalb von 30 Sekunden nach dem Betreten der Liegefläche tun.

Abb.2: Liegepositionen bei Milchkühen (Quelle: Pelzer 2004).

Tabelle 1: Hygienescore zur Bonitierung der Sauberkeit bei Milchkühen (Pelzer 2006)

| Körperpartien | | Bonitierung | Score |
|---------------|---------------------|---------------------------------------|-------|
| K1 | Hinterhand (rechts) | sauber | 1 |
| K2 | Bauch/Euter | leicht verfärbt/vereinzelt Spritzer | 2 |
| K3 | Unterbein (rechts) | stark verfärbt/Flecken/viele Spritzer | 3 |
| K4 | Kreuz | Anhaftungen von Kot | 4 |
| K5 | Schwanz | Klutenbildung | 5 |
| K6 | Schwanzquast | starke Klutenbildung | 6 |
| K7 | Sitzbein (rechts) | | |

Bewerten

Die im Milchviehstall erfassten Daten werden in eine Datenbank eingegeben und ausgewertet. Für die Bewertung werden Vergleichswerte, Richtwerte oder Zielwerte benötigt. Um diese Werte zu finden und festzulegen, ist die einschlägige Literatur gesichtet und zum Teil auch auf eigene Untersuchungen und Erfahrungen zurückgegriffen worden. Einige dieser Werte müssen durch weitere begleitende Untersuchungen verifiziert werden. Abgeschlossene und laufende Untersuchungen auf der Weide sollen der Festlegung von Zielwerten dienen und sie weiter absichern. Für die Bewertung stehen auch die Mittelwerte aller untersuchten Betriebe zur Verfügung.

Mit einer statistischen Analyse sollen einerseits die Normalwerte und Spannweite der erhobenen Daten ausgewiesen werden, andererseits aber auch Zusammenhänge zwischen Tierverhalten/Habitus und den parallel erfassten Abmessungen der Stallumwelt ermittelt werden.

Beraten

Negative Abweichungen des Einzelbetriebs von den definierten Werten zeigen auf, dass Handlungsbedarf zur Verbesserung von Haltung und Management bestehen kann. So können für die Beratung der Betriebe die guten und die weniger guten Merkmale der einzelbetrieblichen Milchviehhaltung benannt und Schwachstellen herausgestellt werden. Durch das gemeinsame Erarbeiten von möglichen Ursachen können entsprechend abgesicherte Empfehlungen gemacht werden.

Fazit

Mit dem hier vorgestellten Projekt «cows and more, was die Kühe uns sagen» soll mit Hilfe eines Expertensystems versucht werden, durch die objektive und systematische Erfassung von Verhalten und Habitus der Milchkühe Rückschlüsse auf die Qualität von Haltung und Management aufzuzeigen.

Mit diesem Projekt soll der produktionstechnischen Beratung ein Instrument zur Schwachstellenanalyse zur Verfügung gestellt werden, mit dem objektiv und systematisch qualitative und quantitative Kriterien des Tierverhaltens und des Habitus erfasst, ausgewertet und fundierte, einheitliche Empfehlungen zur Haltungsumwelt gegeben werden können.

Literatur

- Herrmann H.J., 1996. Modellvorhaben zur artgerechten Rinderhaltung in Hessen, Witzenhausen.
- McFarland D.F., 2003. Freestall design: Cow Recommended Refinements, The fifth International Dairy Housing Conference, Texas.
- Neumann M., 2006. Erstellung eines Konzepts für ein dynamisches Qualitätssicherungssystem im Kontrollbereich Klauen – Gliedmassengesundheit in Milcherzeugerbetrieben, München.
- Schroer T., 2006. Umfeldeinflüsse auf das Verhalten insbesondere der Liegepositionen bei Milchkühen, Soest.
- Willen St., 2004. Tierbezogene Indikatoren zur Beurteilung der Tiergerechtheit in der Milchviehhaltung-methodische Untersuchungen und Beziehungen zum Haltungssystem.

Bodengestaltung in Melkständen

Beat Steiner, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
CH-8356 Ettenhausen

Zusammenfassung

Die Gestaltung des Bodens im Melkstand beeinflusst den Arbeitskomfort der melkenden Person und das Wohlbefinden der Tiere. Es ergeben sich Anforderungen an die Rutschfestigkeit, Reinigungsfreundlichkeit, Hygieneeigenschaften sowie mechanische und chemische Beständigkeit. Melkstandböden müssen ein effizientes Reinigen ermöglichen. Struktur und Gefälle sollen ein rasches Abtrocknen nach der Reinigung sicherstellen.

Für die Stehflächen der Tiere empfiehlt sich deshalb ein Quergefälle von 2 Prozent gegen Aussen; eine Rinne sammelt dort die Flüssigkeiten. Bei der Ausführung der Böden ist zwischen dem Arbeitsbereich für den Melker sowie den Lauf- und Stehflächen für die Tiere zu unterscheiden. Im Arbeitsbereich des Melkers eignen sich Beschichtungen mit feinkörnigen Sanden. Der Einbau von Plattenbelägen hat unter anderem den Nachteil, dass säurebeständige Fugen schwierig zu erstellen sind. Im Hinblick auf die Fusswärme soll die Bodenoberfläche eine möglichst geringe Wärmeableitung ergeben. Für die Lauf- und Stehflächen der Tiere sind Beschichtungen aus Epoxidharz und Sand die Materialien der Wahl. Um die erforderliche Rutschfestigkeit sicherzustellen, sind bei Sanden Körnungen im Bereich 0,7 bis 1,2 Millimeter nötig. Eine gute Versiegelung verhindert das Festsetzen von hartnäckigem Schmutz und Kalk (Abb. 1). Elastische Gummibeläge erhöhen insbesondere im Warteraum den Komfort für die Tiere; der Einsatz im Melkstand ist aus Hygienegründen umstritten. Bei der Farbwahl sind die hohen Ansprüche an die Helligkeit im Melkstand zu beachten. Dazu eignen sich eher helle Farben. Etwas Struktur und rötlich-gelbe Farbtöne ergeben positive Effekte.

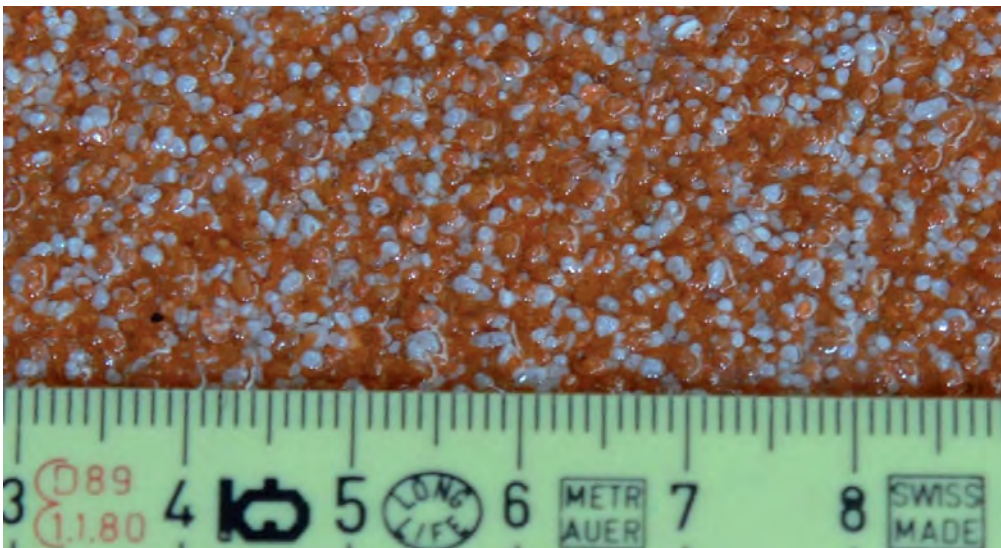


Abb. 1: Epoxidharz-Sand-Beschichtungen mit geeigneter Körnung, homogener Sandverteilung und Versiegelung erfüllen hohe Anforderungen an Rutschfestigkeit und Hygiene.

Résumé

Configuration du sol dans les salles de traite

La configuration du sol dans les salles de traite influence le confort de travail du trayeur et le bien-être des animaux. Des exigences de caractère antidérapant, la facilité de nettoyage, les propriétés d'hygiène, ainsi que la résistance mécanique et chimique ressortent. Les

sols des salles de traite doivent être nettoyés efficacement. Leur structure et leur inclinaison doivent assurer un séchage rapide après le nettoyage. Pour les aires de stationnement des animaux, il est recommandé de prévoir une pente de 2 % vers l'extérieur et une rigole pour collecter les liquides. La réalisation des sols doit faire la distinction entre le domaine de travail du trayeur et les aires de circulation et de stationnement des animaux. Pour la zone de travail du trayeur, il est conseillé d'utiliser un revêtement de résine époxyde avec des sables fins. Les plaques ou planelles présentent notamment l'inconvénient qu'il est difficile de réaliser des joints résistants à l'acide. Pour préserver la chaleur au niveau des pieds, la surface du sol doit être aussi peu conductrice de chaleur que possible. Pour les aires de circulation et de stationnement des animaux, les revêtements en résine époxyde sont les plus adaptés. Pour rendre les sols antidérapants, la granulation des sables doit être comprise entre 0,7-1,2 mm. Une bonne étanchéisation des sols évite au calcaire et aux souillures de s'incruster. Les revêtements en caoutchouc élastique augmentent le confort des animaux notamment dans l'aire d'attente; leur utilisation dans la salle de traite est contesté pour des raisons d'hygiène. En ce qui concerne le choix des couleurs, il faut veiller aux exigences de clarté dans la salle de traite. Il est donc recommandé d'opter pour des couleurs plutôt claires; un peu de structure et des tons tirant sur le rouge-jaune donnent des effets positifs.

Summary

Floor design in milking parlours

The design of floors affects the working comfort of milkers and the well-being of animals. Requirements result in slip resistance, ease of cleaning and hygienic properties as well as mechanical strength and chemical resistance. Milking parlour floors must be facilitate efficient cleaning. Texture and gradient should ensure quick drying after cleaning. For animal standing areas an outward cross fall of 2 % is recommended, with a gutter to collect liquids. When designing floors, a distinction should be made between the milker's work area and the animals' exercise and standing areas. Suitable coatings for the milker's work area are epoxy resin with fine-grained sands. One of the drawbacks of laying floor slabs is that it is difficult to make acid-resistant joints. As regards foot heat, the floor surface should produce as little heat dissipation as possible. Coatings from epoxy resin and sand are the materials of choice for animal exercise and standing areas. Sands with grains in the 0,7-1,2 mm range are needed to ensure high slip resistance. Good sealing prevents stubborn dirt and lime gaining a hold. Elastic rubber flooring, particularly in the waiting area, increases animal comfort; its use in the milking parlour is disputed for reasons of hygiene. The need for a high level of brightness in the milking parlour should be borne in mind when choosing colour. Light colours tend to be more suitable; some texture and reddish yellow tones have positive effects.

1. Anforderungen an die Bodengestaltung

Melkstandböden müssen gleichzeitig mehrere Anforderungen erfüllen:

- Rutschfestigkeit: Im Arbeitsbereich des Melkers sowie in den Lauf- und Stehbereichen der Tiere muss eine hohe Trittsicherheit auch bei den zu erwartenden Oberflächenverschmutzungen gegeben sein.
- Reinigungsfreundlichkeit und Hygiene: Während und nach dem Melken ist eine rasche und effiziente Reinigung der Böden gefordert. Verschmutzungen dürfen nicht in den Bodenbelag eindringen und sich festsetzen.
- Wärmeisolation – Fusswärme: Der Arbeitsbereich des Melkers ist so zu gestalten, dass zum Beispiel durch den Einsatz von isolierenden Materialien eine möglichst geringe Wärmeableitung entsteht.

- Chemische Beständigkeit: Neben der Resistenz gegenüber Fäkalien und Milchinhaltstoffen muss der tägliche Einsatz von bewilligten Reinigungs- und Entkeimungsmitteln möglich sein.
- Mechanische Beständigkeit: Die intensive Nutzung der Oberflächen erfordert eine entsprechende Abriebfestigkeit. Die Stehflächen der Tiere müssen zudem hohen Druckbelastungen standhalten.
- Wärmeausdehnungsverhalten: Im Hinblick auf bleibende Rissfreiheit soll das Wärmeausdehnungsverhalten des Bodenbelags ähnlich sein wie beim Unterbau.
- Farbgebung: In der Arbeitsumgebung Melken sind grundsätzlich helle, warme Farbtöne gefordert. Vor allem gelbe bis rote Farbtöne und ihre Abstufungen sind geeignet.

Bei der Ausführung der Böden ist zwischen dem Arbeitsbereich für den Melker sowie den Lauf- und Stehflächen für die Tiere zu unterscheiden. Im Arbeitsbereich des Melkers stehen die Wärmeisolation und die Farbgebung im Vordergrund. Die Tierbereiche wiederum müssen toleranter gegenüber groben Verschmutzungen wie Kot sein. Deshalb ist hier eine etwas gröbere Oberflächenstruktur vorteilhaft. Im Arbeitsbereich des Melkers wurden bisher unterschiedliche Materialien wie Beschichtungen mit Fließmörtel, Epoxidharz mit feinkörnigen Sanden, Plattenbeläge, Kunststoffroste (zum Beispiel aus HDPE, PP) oder Ringgummimatten eingesetzt. Für die Lauf- und Stehflächen der Tiere waren es Beschichtungen aus Epoxidharz und Sand, Mörtel-Beläge, Gussasphalt sowie in den letzten Jahren vermehrt elastische Gummibeläge.

2. Untersuchungen zur Rutschfestigkeit

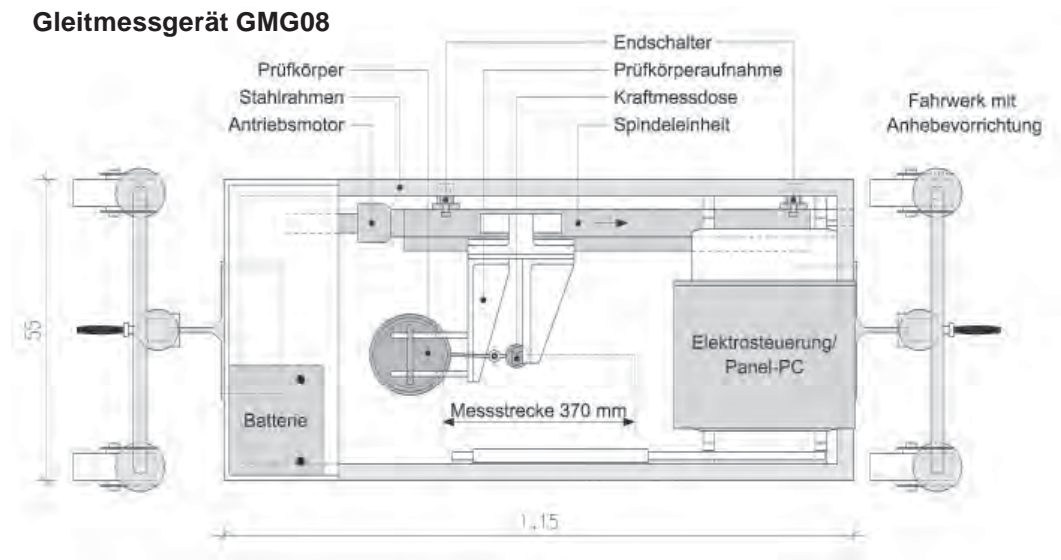
Die Verschmutzungen auf den Stehflächen für die Tiere und im Arbeitsbereich des Melkers stellen hohe Anforderungen an die Rutschfestigkeit. Für das Tier steht die Struktur und Härte der Oberfläche im Vordergrund. Dabei gilt es, die Anatomie der Klauen mit einzu beziehen (Mülling 2006). Die Oberflächenstruktur ist so zu gestalten, dass eine genügende Rutschfestigkeit resultiert und gleichzeitig keine hohen punktuellen Druckbelastungen auftreten. Die Beschaffenheit der Oberflächen muss eine gute Rutschfestigkeit in allen Richtungen auch bei nutzungsbedingter Verschmutzung bieten. Je nach Ausführungsart weisen Bodenmaterialien grössere Unterschiede in der Rutschfestigkeit auf. ART hat in Zusammenarbeit mit der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft e.V. (DLG), Prüfstelle für Landmaschinen, und der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) ein neues Mess- und Auswerteverfahren für Gleitreibmessungen auf Laufflächen entwickelt. Im folgenden werden die Messmethodik sowie Ergebnisse zu Beschichtungen, wie sie in Melkständen oft zum Einsatz kommen, vorgestellt.

2.1 Material und Methoden

2.1.1 Gleitmessgerät GMG08

Das neu entwickelte «GMG08» besteht aus einem fahrbaren Rahmen, in dem Lineareinheit, Prüfkörper, Kraftmessdose, Computer und Batterie eingebaut sind (Abb. 2). Bei der Gleitreibmessung wird ein 10 kg schwerer Prüfkörper mit konstanter Geschwindigkeit von 0,02 m/s über eine Messstrecke von 370 mm gezogen. Die runde Gleiterscheibe aus Polyamid PA 6 mit einer Härte von 73°-Shore-D simuliert eine Klaue mit einem Durchmesser von 97 mm und einem «Tragrand» von 3/1 mm. Über eine Kraftmessdose und eine elektronische Auswertereinheit werden pro Millimeter fünf Gleitreibwerte erfasst; woraus 1750 auswertbare Werte pro Messstrecke resultieren. Der Gleitreibwert μ entspricht dem Koeffizienten aus Reibkraft und Normalkraft. Mit dem Computer werden verschiedene statistische Auswerteparameter hochlaufend berechnet, am Bildschirm angezeigt und automatisch gespeichert.

Abb. 2: Zur Messung der Rutschfestigkeit mit dem neuen Gleitmessgerät GMG08 wird ein Prüfkörper, der eine Klaue simuliert, über eine Strecke von 370 mm gezogen.



2.1.2 Bodenmaterialien und Messbedingungen

Für die Untersuchungen wurden 80 x 120 Zentimeter grosse Platten mit sechs unterschiedlichen Varianten aus Epoxidharz-Sand beschichtet. Es handelte sich um handelsübliche Quarzsande sowie runde Natursande in unterschiedlichen Korngrößen (Tab. 1). Eine weitere Platte war mit einem Mörtel beschichtet. Vor den Messungen wurden die Beläge mit einem Korundstein nachbearbeitet, um stark vorstehende Sandkörner zu entfernen; dies entspricht der praxisüblichen Nachbearbeitung beim Einbau von Beschichtungen aus Epoxidharz-Sand. Die Gleitreibmessungen erfolgten im sauberen, nassen Zustand der Oberflächen.

Tabelle 1: Sandart und Korngrößen der Beschichtungen aus Epoxidharz-Sand

| Produkt-Nummer | Sandart | Korngrößen-Verteilung in mm | Mittlere Korngrösse in mm |
|----------------|-----------|-----------------------------|---------------------------|
| 40 | Quarzsand | 1–1,7 | 1,3 |
| 41 | Quarzsand | 0,7–1,2 | 0,9 |
| 42 | Quarzsand | 0,3–0,9 | 0,6 |
| 43 | Quarzsand | 0,1–0,6 | 0,3 |
| 44 | Rundsand | 0,8–1,75 | 1,2 |
| 45 | Rundsand | 0,15–0,8 | 0,4 |

Um einen allfälligen Einfluss der Messrichtung zu erheben, wurden auf allen Materialien je fünf Messstrecken in Längs- und Querrichtung erfasst. Pro Material ergaben sich damit zehn unabhängige Messfahrten.

2.1.3 Auswertung der Gleitreibwerte

Bisher wurden die Messergebnisse von Gleitmessgeräten üblicherweise mit dem Mittelwert der Gleitreibwerte dargestellt. Die Untersuchungen von Kilian und Steiner (2007) haben gezeigt, dass sich unterschiedliche Oberflächenstrukturen mit dem Gleitreibwert (μ dyn) alleine ungenügend voneinander abgrenzen lassen. In Kombination mit einer optimierten Messwertaufnahme wurde der neue Parameter Peak-Peak-1 (PP1) eingeführt. Es handelt sich um den arithmetischen Spitze-Spitze-Wert, gebildet aus je fünf Messwerten, die sich innerhalb einer Strecke von einem Millimeter ergeben. Die statistischen Auswertungen erfolgten mit einer Regressions- und Varianzanalyse, wobei für die Mittelwertvergleiche der Fisher-Test gewählt wurde.

2.2 Ergebnisse der Rutschfestigkeitsmessungen

Die Ergebnisse der Rutschfestigkeitsmessungen sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Die Beschichtungen mit Epoxidharz-Sand ergaben Gleitreibwerte zwischen 0,348 und 0,383 μ . Der PP1 lag bei diesen Oberflächen zwischen 0,020 und 0,035 μ . Die Ausführung mit Mörtel ergab einen wesentlich tieferen Gleitreibwert von 0,296 μ ; der PP1 betrug 0,023 μ .

| Produkt- Nummer | Oberflächen- ausführung | Korngrößen- Verteilung in mm | Mittelwert der Gleitreibwerte μ dyn | Signifikanz* | Mittelwert PP1 μ ssa | Signifikanz* |
|--------------------|----------------------------|------------------------------------|---|--------------|--------------------------------|--------------|
| 22 | Mörtel | | 0,296 | a | 0,023 | a |
| 40 | Quarzsand | 1–1,7 | 0,369 | b | 0,035 | b |
| 41 | Quarzsand | 0,7v1,2 | 0,380 | bc | 0,028 | ac |
| 42 | Quarzsand | 0,3–0,9 | 0,382 | c | 0,023 | ad |
| 43 | Quarzsand | 0,1–0,6 | 0,368 | b | 0,020 | ad |
| 44 | Rundsand | 0,8–1,75 | 0,379 | bc | 0,035 | b |
| 45 | Rundsand | 0,15–0,8 | 0,348 | d | 0,024 | acd |

*paarweiser Vergleich der P-Werte auf 5 %-Niveau mit der Methode Fisher LSD; Werte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant.

Die höchsten Gleitreibwerte ergaben sich bei Quarzsanden mit den Korngrößen 0,3–0,9 (0,383 μ) und 0,7–1,2 mm (0,380 μ). Der Mittelwert des Gleitreibwertes von Mörtel unterscheidet sich signifikant von allen Epoxidharz-Sand-Varianten. Bei den vier Quarzsanden lagen die Gleitreibwerte auf ähnlichem Niveau. So resultierte lediglich zwischen den Korngrößen 1,0–1,7 und 0,3–0,9 mm ein signifikanter Unterschied. Bei feinkörnigen Sanden ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen Quarz- und Rundsanden.

Die Abstufungen bei den Korngrößen der Sande wurden mit dem PP1 sichtbar (Abb. 3). Die Oberflächenstruktur des Mörtels entsprach dem PP1 von Quarzsand mit einer Korngrösse von 0,3–0,9 mm. Im Unterschied zu den mittleren Gleitreibwerten zeigte

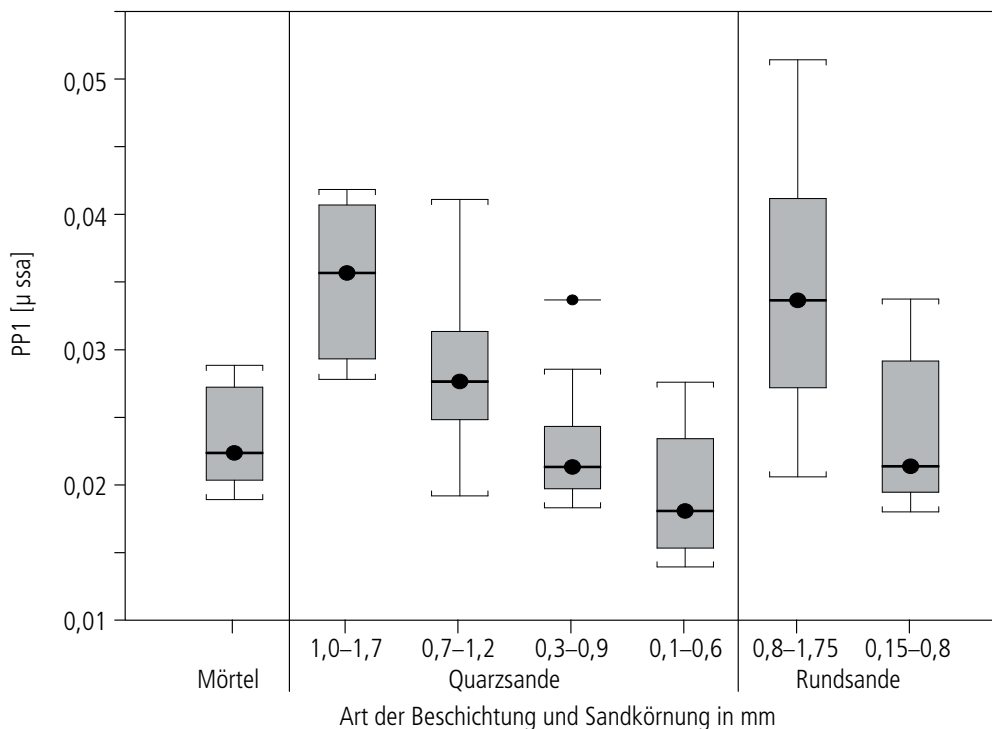


Abb. 3: Mit dem Parameter PP1 (Spitze-Spitze-Wert aus fünf Gleitreibwerten innerhalb eines Millimeters) werden die unterschiedlichen Korngrößen differenziert dargestellt.

sich beim PP1 eine hohe Korrelation ($R=0,73$) zwischen Korngrösse und den Mittelwerten des PP1. Der Mittelwert-Vergleich des PP1 ergab innerhalb der Quarzsande signifikante Unterschiede. Eine Ausnahme bildete die Stufe 0,3–0,9 zu 0,1–0,6 mm.

2.3 Diskussion

Im Hinblick auf den Grenzwert für den Gleitreibwert μ finden sich in der Literatur Angaben zwischen 0,3 und 0,5 μ . Im Fachbereichstandard für Stallfussböden (TGL 1983) wurde für planbefestigte Fussböden bei Milchvieh 0,4 μ gefordert; für Beton geglättet ein Wert von mindestens 0,35 μ . Beschichtungen von Betonflächen mit Epoxidharz-Sand sind damit vergleichbar. In der vorliegenden Untersuchung erreichten die Quarzsand-Oberflächen aber auch die Rundsande den Wertebereich 0,35–0,4 μ . Die Beschichtung mit Mörtel wies in diesem Vergleich ungenügende Werte auf. Unter Praxisbedingungen ist davon auszugehen, dass Verschmutzungen und Kalkablagerungen die Rutschfestigkeit solcher Beläge mit ausgeprägter Mikrorauheit¹ zusätzlich vermindern. Eine gewisse Makrorauheit² ist notwendig, damit auch bei starker Verschmutzung ein Kraftschluss zwischen Klauen resp. Schuhsohle und Boden entsteht (Richter 2001). In dieser Hinsicht sind auch die Oberflächen mit Quarzsand 0,1–0,6 sowie mit Rundsand 0,15–0,8 als kritisch anzusehen.

Die nahezu identischen Gleitreibwerte auf den unterschiedlichen Korngrössen von Epoxidharz-Sand bestätigten, dass dieser Parameter solche Materialien nicht ausreichend differenzieren kann. Mit dem neuen Parameter PP1 gelang es, unterschiedliche Korngrössen voneinander abzugrenzen. Eine noch klarere Abgrenzung wäre nur möglich, wenn sich die Korngrössen-Verteilung nicht so stark überlappt. Dies zeigte sich insbesondere bei den Körnungen 0,3–0,9 und 0,1–0,6 mm, wo rund 40 Prozent Sandanteile in identischen Korngrössen vorliegen. Bei typischen Laufflächenmaterialien wie Beton und Gussasphalt in Ställen hat sich gezeigt, dass sich die Oberflächenstrukturen wesentlich deutlicher unterscheiden. Daraus ergeben sich beim PP1 noch grössere und gesicherte Unterschiede. Diesbezüglich erfolgt an der ART zur Zeit eine entsprechende Validierung.

3. Beschichtungen mit Epoxidharz-Sand

Beschichtungen aus Epoxidharz-Sand sind bei den Melktechnikfirmen zur Zeit das Material der Wahl, da sie den vielfältigen Anforderungen (Kapitel 1) am ehesten gerecht werden. Der Einbau solcher Beschichtungen erfordert jedoch verschiedene bauliche Voraussetzungen. Der Untergrund muss für den Einbau absolut trocken und staubfrei sein. Oft ist dennoch eine Feuchtigkeitssperre erforderlich, um Blasenbildungen und ein späteres Aufreissen des Belags zu vermeiden. Als Haftbrücke werden beim Einbau entsprechende Primer eingesetzt. Aus den im Kapitel 2 vorgestellten Untersuchungen lassen sich geeignete Sandkörnungen ableiten, die eine hohe Rutschfestigkeit ergeben. Für den Arbeitsbereich der Melkperson sind dies eher feinere Körnungen im Bereich 0,3–0,9 mm, im Tierbereich sind es 0,7–1,2 mm. Eine gute Versiegelung ist unbedingt erforderlich, um eine effiziente Reinigung und eine hohe Haltbarkeit sicherzustellen. Zur Farbgebung stehen Farbpigmente und farbige Sande zur Verfügung. Damit erhält die Beschichtung neben den gewünschten Farben zusätzliche Struktur. Im Melkstand sind helle, warme Farben erwünscht. Besonders eignen sich gelbe, rote und braune Farbtöne. Diese sind im Melkstand auch im Hinblick auf Verschmutzungs- und Alterungseffekte vorteilhaft.

4. Elastische Gummibeläge

Elastische Gummibeläge drängen sich aus heutiger Sicht insbesondere im Warteraum zum Melkstand auf. Hier stehen und bewegen sich die Tiere über längere Zeit auf engem Raum. Die elastischen Eigenschaften unterstützen die physiologische Funktion der Klauen und vermindern mechanisch traumatische Verletzungen (Mülling 2006). Um die wichtigste Eigenschaft der Verformbarkeit zu erhalten, muss ein Einsinken der Klauen um zirka drei

¹ Mikrorauheit: Oberflächenschärfe oder Feinrauheit; umfasst Rauheitselemente mit einer horizontalen Ausdehnung von $\leq 0,5$ mm.

² Makrorauheit: Grobe Strukturen in der Oberfläche; umfasst Rauheitselemente mit einer horizontalen Ausdehnung von 0,5 bis zirka 10 mm.

Millimeter gewährleistet sein. Im Hinblick auf die Toleranz gegenüber Verschmutzungen, ist aber dennoch eine makro-rauhe Oberflächenstruktur erforderlich. Elastische Gummibeläge weisen bei entsprechender Reinigung eine hohe Rutschfestigkeit auf (Reubold 2008). Die wärmeisolierenden Eigenschaften von Gummibelägen wirken sich positiv auf die Fußwärme aus. Ob in Ställen, wo sämtliche Laufflächen mit Gummibelägen ausgestattet sind, auch der Melkstand ausgerüstet werden sollte, lässt sich zur Zeit nicht abschliessend beantworten. Oftmals bieten sich die Gummiauflagen deshalb an, weil sie im laufenden Betrieb montierbar sind. Die momentan erhältlichen Materialien werden als Matten- und Bahnenware lose verlegt oder verschraubt. Damit lassen sich die Hygieneanforderungen im Melkstand kaum erfüllen. Die Montage ist auf planbefestigten Laufflächen und auf Spaltenböden möglich. Bei der Montage müssen temperaturbedingte Ausdehnungen mit berücksichtigt werden. Dazu sind die Montageanleitungen der Hersteller unbedingt zu beachten.

5. Gussasphalt

Gussasphalt kam bisher in Melkständen dort zum Einsatz, wo gleichzeitig die Laufflächen im Stall damit belegt wurden. Die Qualitätsansprüche an Rezeptur und Einbau sind im Stall und in Melkständen sehr hoch. In den vergangenen Jahren haben daher ART und Hersteller in gemeinsamen Untersuchungen Verbesserungen im Hinblick auf die Beständigkeit sowie die Druckfestigkeit von Gussasphalt für Laufflächen in Rindviehställen erzielt (Steiner et al. 2008). Hinsichtlich Haltbarkeit und Tiergerechtheit ist neben der chemischen Zusammensetzung auch die Oberflächenbearbeitung massgebend. Mit optimierten Asphaltmischungen sowie Sanden für die Oberfläche ergeben sich wesentliche Verbesserungen. Dies erfordert unter anderem den Einsatz von Gesteinskörnungen der Kategorie C50/30, von polymermodifizierten Bitumen (PmB Typ E) und von rundkörnigen Natursanden für die Oberflächenbearbeitung. Neben Empfehlungen für die Hersteller steht nun auch ein Verfahren zur Prüfung der Beständigkeit von Gussasphalt zur Verfügung (Schellenberg 2008).

Literatur

- Kilian M., 2007. Bestimmung und Messung physikalischer und technischer Parameter zur Beschreibung von Laufflächen in Milchviehställen. Schriftenreihe ISSN 1611-4159 der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Freising-Weihenstephan. S. 124–125.
- Mülling C., 2006. Laufflächen für Milchkühe – Ausführung und Sanierung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. KTBL-Heft 60, S. 6–12.
- Reubold H., 2008. Entwicklung geeigneter Parameter zur Beurteilung von elastischen Laufgangauflagen in Liegeboxenlaufställen für Milchkühe. Institut für Landtechnik am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement, Justus-Liebig-Universität Giessen.
- Richter T., 2001. Trittsicherheit von Stallfußböden aus Beton; Bfl 3/2001, S. 13–17.
- Schellenberg K., 2008. Arbeitsanleitung für die Prüfung der Beständigkeit von Ställböden aus Gussasphalt. Institut für Materialprüfung IFM, D-Rottweil.
- Steiner B., Van Caenegem, L. und Schellenberg, K., 2008. Beständigkeit von Stallböden aus Gussasphalt. Agrarforschung, 15, 11–12, S. 536–541.
- Steiner B., 2007. Sanierung von Beton-Laufflächen, Entwicklung und Bewertung von neuen Verfahren. ART-Berichte Nr. 690. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen. S. 7.
- TGL 32456, 1983. Stallfußböden – Allgemeine Anforderungen. VEB Landbauprojekt Potsdam, Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsmittelgüterwirtschaft, Bereich Landbau und Meliorationsbau, Berlin.

Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren aus der Sicht der Arbeitswirtschaft

*Matthias Schick, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
CH-8356 Ettenhausen*

Zusammenfassung

Melken bedeutet ein enges Zusammenspiel von Mensch, Tier und Technik. Für die arbeitswirtschaftliche Bewertung von Melkständen sind unter anderem die notwendige Arbeitszeit, die Arbeitsbelastung, die verfügbare Verfahrenstechnik und die mögliche Verfahrensleistung entscheidend.

Für moderne Milchviehbetriebe mit zeitgemässen Melkstandverfahren sind genaue arbeitswirtschaftliche Planungsdaten von grösster Bedeutung. Es ist damit möglich, vorhandenes Rationalisierungspotenzial gezielt zu erkennen und zu nutzen. Damit lässt sich der stets teure und knappe Faktor Arbeit optimal auslasten.

In der Milchviehhaltung zählen die Melkarbeiten zu den wichtigsten Tätigkeiten im Tagesablauf. Mindestens zweimal täglich ist eine sorgfältige Arbeitserledigung für den wirtschaftlichen Erfolg mitentscheidend.

Die Arbeitsabläufe beim Melken setzen sich zusammen aus Routinezeiten, Rüst- und Reinigungszeiten, Wegezeiten sowie allenfalls anfallende Wartezeiten. Sie sind je nach Haltings- und Melkverfahren unterschiedlich. Aber auch die betriebliche Arbeitsorganisation und die verwendeten mechanischen und elektronischen Arbeitshilfsmittel sind zu berücksichtigen.

Jedes Melkverfahren für Anbinde- und/oder Laufställe weist jeweils für sich Vor- und Nachteile bezüglich Arbeitsleistung, Ergonomie Kosten, Übersicht und Gebäudebedarf auf. Mit zunehmendem Automatisierungsgrad vermindern sich der Zeitbedarf und teilweise auch die körperliche Arbeitsbelastung. Die geistigen Anforderungen an den Melker nehmen aber zu. Die Übersicht über Kuh und Euter beeinflusst sowohl den Arbeitskomfort als auch die mögliche Melkleistung von Melkverfahren. In Gruppenmelkständen (Fischgräten- und Side-by-Side-Melkstand) bedeutet dies eine schnelle und rationelle Erledigung der Routinearbeiten. Es bedeutet aber auch, dass die Gruppe erst ausgelassen werden kann, wenn die letzte Kuh der Gruppe leer gemolken ist. Es sind deshalb mittlere Melkleistungen zwischen fünf und sechs Kühen je Melkplatz und Stunde möglich. In Einzelmelkständen (Tandem- und Autotandem-Melkstand) wird jede Kuh individuell gemolken. Dies bedeutet, dass nur sehr geringe Wartezeiten anfallen. Die Melkleistungen liegen dementsprechend bei sechs bis acht Kühen je Melkplatz und Stunde. Der reibungslose Kuhverkehr ist hierbei allerdings eine Grundvoraussetzung. Dies bedeutet, dass die Kühe den Melkstand möglichst selbstständig und ohne Nachtreiben betreten.

Für den Melkstand als empfehlenswertes Melkverfahren auch bei kleineren Beständen spricht auf jeden Fall die realisierbare Arbeitserleichterung. Es fallen nicht mehr täglich bei jeder Kuh Kniebeugen an. Ungünstige Körperhaltungen werden beim Melken in Melkständen ebenfalls deutlich reduziert.

Résumé

Avantages et inconvénients de différents systèmes de traite du point de vue de l'économie du travail

La traite est le produit de l'interaction étroite de l'homme, de l'animal et de la technique. Afin d'évaluer les salles de traite du point de vue de l'organisation du travail, il est indispensable de connaître le temps de travail nécessaire, la charge de travail, la technique disponible et le rendement potentiel.

Pour les exploitations modernes de production laitière équipées de procédés de traite récents, il est capital de disposer de données de planification précises sur l'organisation du travail. Elles leur permettent en effet d'identifier et d'exploiter de manière ciblée tout le potentiel de rationalisation. C'est aussi un moyen de rentabiliser au mieux le facteur travail, toujours limité et onéreux.

Dans l'élevage de vaches laitières, la traite fait partie des principales activités quotidiennes. Elle a lieu au moins deux fois par jour et il est primordial pour le résultat économique qu'elle soit réalisée dans de bonnes conditions.

La traite se décompose en temps de routine, temps de préparation et de nettoyage, temps de déplacement et éventuellement temps d'attente. Suivant le mode de garde et le procédé de traite, ces temps varient. Mais il faut également tenir compte de l'organisation du travail dans l'exploitation et des équipements mécaniques et électroniques disponibles.

Chaque procédé de traite pour stabulations libres et/ou entravées présente des avantages et des inconvénients en ce qui concerne le rendement, l'ergonomie, les coûts, la supervision et les bâtiments nécessaires. Plus le degré d'automatisation augmente, plus le temps de travail nécessaire diminue, ainsi qu'une part de la charge de travail physique. Par contre, le trayeur est davantage sollicité sur le plan intellectuel. La supervision de la vache et de la mamelle influence le confort de travail tout comme le rendement de traite du système. Dans les salles de traite par groupes (salles de traite en épis et Side-by-Side), une bonne vue d'ensemble permet une exécution rapide et rationnelle des travaux de routine. Cela signifie également que le groupe ne pourra sortir que lorsque la dernière vache du groupe aura été traite. Cette méthode permet d'obtenir des rendements de traite moyens compris entre 5 et 6 vaches par place de traite et par heure. Dans les salles de traite individuelles (salle de traite tandem et autotandem), chaque vache est traite individuellement. Cela signifie que les temps d'attente sont très réduits. Les rendements de traite sont par conséquent compris entre 6 et 8 vaches par place de traite et par heure. Dans ce cas, il est toutefois indispensable que la circulation des vaches se fasse sans problème, ce qui signifie que les vaches doivent si possible entrer d'elles mêmes dans la salle de traite sans qu'on soit obligé de les y inciter.

Un des avantages de la salle de traite même dans une petite exploitation tient sans aucun doute à l'amélioration des conditions de travail. Il n'est plus nécessaire de s'agenouiller jour après jour auprès de chaque vache. Les postures corporelles néfastes diminuent elles aussi considérablement lorsque la traite a lieu en salle de traite.

Summary

Advantages and disadvantages of different milking methods from a labour organisation point of view

Milking involves close interaction between man, animal and technology. Key to assessing the labour organisation of milking parlours are, among other things, the requisite working hours, workload, available process engineering and possible process performance.

Accurate labour organisation planning data are of supreme importance to modern dairy farms with up-to-date milking parlour procedures. They make possible the targeted iden-

tification and use of existing rationalisation potential. This permits the optimum utilisation of labour, a factor which is always expensive and scarce.

Milking tasks are among the most important activities in the daily dairy farming routine. Doing the work carefully at least twice a day plays a key part in commercial success.

Workflow when milking is made up of routine times, set-up and cleaning times, movement times and any waiting times. They vary according to the method of husbandry and milking, but consideration must also be given to farm labour organisation and the mechanical and electronic working aids used.

Every milking procedure for tied and/or loose housing systems has its own particular advantages and disadvantages as regards labour efficiency, ergonomic costs, inspection and building use. As the level of automation increases there is a decrease in the time required as well as in some of the physical workload. However, the mental demands on the milker increase. Inspecting cow and udder affects both working comfort and the possible milking yield of milking methods. In group milking parlours (herringbone and side-by-side milking parlours) this means the rapid and rational completion of routine jobs, but it also means that the group can only be let out when the last cow in the group has been milked dry. Mean milking throughputs of between 5 and 6 cows per milking place per hour are therefore possible. In individual milking parlours (tandem and autotandem milking parlours) each cow is milked individually. This means that there are only very low waiting times. Accordingly, milking throughput is 6 to 8 cows per milking place per hour. Of course the smooth circulation of cows is a basic requirement here. This means that if at all possible the cows enter the milking parlour independently, without herding.

The possible labour saving argues for the milking parlour as a milking method worth recommending in any case, even for smaller herds. There is no more daily knee-bending for each cow. Poor posture is also significantly reduced by milking in milking parlours.

Arbeitswirtschaftliche Grundlagen

Eine wichtige Grundvoraussetzung für das Forschungsgebiet der Arbeitswissenschaften im Landbau ist die Gestaltung der Arbeit in der Landwirtschaft und ihrer Bedingungen. Die Forschung sollte nicht nur nachträglich korrigierend, sondern möglichst vorausschauend innovativ sein. Die Erledigung dieser Aufgaben sollte im Rahmen interdisziplinärer Zusammenarbeit, besonders mit Agrartechnik und Agrarwirtschaft und in Anlehnung an die Methoden und Erkenntnisse der allgemeinen Arbeitswissenschaft erfolgen.

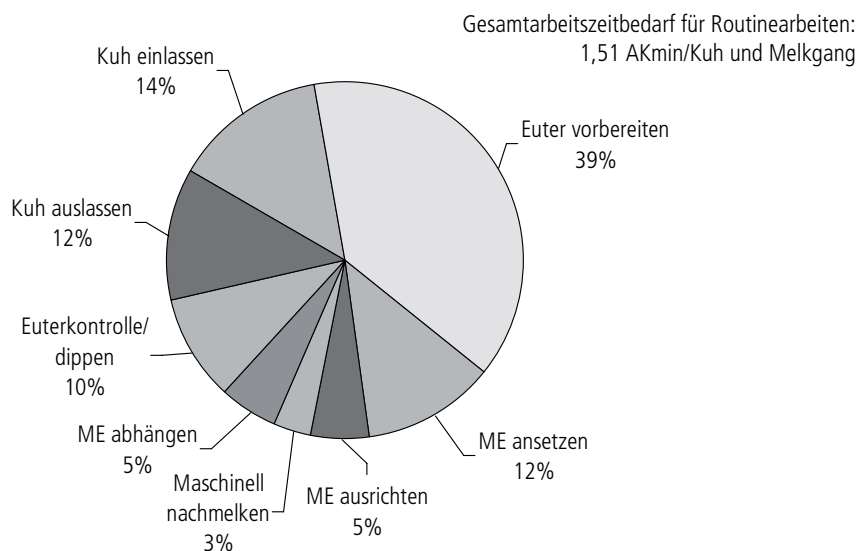
Arbeitszeitstudien sollen verlässliche, übertragbare Kalkulations- und Planungsdaten zur Arbeitsorganisation sowie für Betriebszweig- und Betriebsplanungen zur Verfügung stellen. Sie werden vorzugsweise kausal in Form von direkten Arbeitsbeobachtungen mit der Zeitelementmethode durchgeführt.

Die Auswertung von Arbeitszeitstudien besteht aus zwei aufeinander aufbauenden Abschnitten. Erstens muss die statistische Aufbereitung und Auswertung des vorliegenden Datenmaterials vorgenommen werden. Anschliessend erfolgt zweitens die Erstellung von Planzeiten und somit die Möglichkeit zur Erstellung von Modellkalkulationen.

Arbeitsabläufe beim Melken

Die Arbeitsabläufe beim Melken setzen sich zusammen aus Routinezeiten, Rüst- und Reinigungszeiten, Wegezeiten sowie allenfalls anfallenden Wartezeiten. Sie sind je nach Haltungs- und Melkverfahren unterschiedlich. Aber auch die betriebliche Arbeitsorganisation und die verwendeten mechanischen und elektronischen Arbeitshilfsmittel sind zu berücksichtigen. Ein Überblick über die Routinezeiten in einem typischen Fischgrätenmelkstand (2 x 5) wird in Abbildung 1 dargestellt.

Abb. 1: Die Routinearbeiten bestimmen im Wesentlichen den Arbeitsablauf beim Melken. (Melkstandtyp: Fischgrätenmelkstand 2 x 5; 10 Melkeinheiten (ME); Abnahmeautomat).



Routinezeiten

Die wesentlichen Zeitanteile sind beim Melken bei der Eutervorbereitung (Vormelken, Euterreinigung und Anrüsten) und beim Gruppenwechsel (Kuh einlassen, Kuh auslassen) zu finden. Damit sind auch schon die grössten Einsparungsmöglichkeiten gefunden. Kann zum Beispiel auf die Euterreinigung weitestgehend verzichtet werden (durch genügend Einstreu, gut eingestellte Steuerungseinrichtungen und regelmässige Boxenpflege beziehungsweise Lägerreinigung), so können 0,4 AKmin/Kuh und Tag eingespart werden. Bei Verzicht auf maschinelles Nachmelken lassen sich weitere 0,2 bis 0,4 AKmin/Kuh und Tag sparen, so dass theoretisch Routinezeiten von zirka 1,2 AKmin/Kuh und Tag bei Eimermelkanlagen beziehungsweise 1,0 AKmin/Kuh und Tag bei Rohrmelkanlagen zu erreichen sind. Diese Einsparungsmöglichkeiten sind allerdings – insbesondere bei der Eutervorbereitung – nur mit Vorsicht zu betrachten, da bei der Euterreinigung schon ein Teil der Zeit für das notwendige «Euter anrüsten» übernommen wird.

Eine weitere Verringerung der Routinearbeitszeiten ist bei fast allen Melkstandverfahren mit Stimulationshilfen beziehungsweise auch schon mit einem Servicearm möglich. Automatische Nachmelkhilfen sind damit ebenfalls kombinierbar. Die automatische Melkeinheiten-Abnahme birgt dagegen erst bei grösseren Melkständen ab 2 x 4 Melkplätzen weiteres Einsparungspotenzial. Der bei Fischgräten- und Side-by-Side-Melkstand mögliche frontseitige Schnellaustrieb bringt bei kleinen Melkständen und geringer Bestandesgrösse ebenfalls keine wesentlichen arbeitswirtschaftlichen Vorteile.

Rüst- und Reinigungszeiten

Rüst- und Reinigungszeiten fallen vor und nach jedem Melkvorgang an. Sie sind weitestgehend unabhängig von der Melkstandgrösse und der Zahl der gemolkene Kühe. Die wesentlichen Arbeitsabschnitte sind «Allgemeine Vor- und Nacharbeiten», «Vorbereiten der Melkeinheiten (ME)», «Filter einsetzen und wieder herausnehmen», «ME reinigen», «ME in Spülbecher einsetzen», «Melkstand reinigen» und «Milchraum reinigen». Die Zeitbedarfswerte hängen nicht von der Bestandesgrösse sondern lediglich von der technischen Ausstattung ab und variieren zwischen 1,5 und 4 AKmin je Kuh und Tag bei Eimer- und Rohrmelkanlagen, sowie 0,9–3,0 AKmin je Kuh und Tag bei Melkständen.

Wegezeiten

Wegezeiten fallen bei allen Melkverfahren an. Bei Eimer- und Rohrmelkanlagen sind sie mit 0,68 beziehungsweise 0,64 AKmin je Kuh und Tag am grössten. Dies bedeutet zum

Beispiel für einen Kuhbestand von 20 Kühen, dass beim Melken etwa 13,6 beziehungsweise 12,8 AKmin für das «Gehen» aufzuwenden sind. Pro Kuh und Jahr sind das bei der Eimermelkanlage immerhin mehr als 12 Kilometer, die zurückzulegen sind.

Melkstandverfahren sind bezüglich der zurückzulegenden Wege grundsätzlich als günstig einzustufen: Der Melker geht nicht zur Kuh, sondern die Kuh kommt zum Melker. In Gruppenmelkständen zeigt sich hier schnell der Vorteil des Side-by-Side-Melkstands, wo die Kühe parallel zueinander stehen und somit nur zirka 14 Meter je Kuh und Tag zurückzulegen sind. In Einzelmelkstandverfahren zeigt sich der Einfluss der technischen Ausstattung des Melkstandes sehr gut: Im einfach aufgebauten Tandemmelkstand ohne Servicearm oder sonstige Melkhilfen sind 28 Meter je Kuh und Tag zurückzulegen, im vollausgestatteten Autotandem dagegen nur 16 Meter je Kuh und Tag. Im U3-Autotandemmelkstand kann die Wegstrecke sogar auf bis zu 13 Meter je Kuh und Tag reduziert werden. Im Vergleich zur erwähnten Eimermelkanlage sind dies nur noch vier Kilometer je Kuh und Jahr.

Wartezeiten

Wartezeiten fallen beim Melken dann an, wenn der Melker während der Melkarbeiten nicht ausgelastet ist. Dies kommt vor allem dann vor, wenn nur wenige ME zu bedienen sind und lange Maschinenhauptgamelke (MHG) auftreten. Einseitige kleinere Gruppenmelkstände bilden hierbei ein besonderes Problem. So beträgt zum Beispiel bei einem MHG von durchschnittlich 5,6 Minuten der Wartezeitanteil je Melkgruppe im 1x4-Fischgräten- oder Side-by-Side-Melkstand zirka 4,8 AKmin. In einem gleich ausgestatteten 2x4-Fischgrätenmelkstand beträgt die Wartezeit je Melkgruppe hingegen nur 0,12 Minuten. Das bedeutet, dass die Melkperson hier gut ausgelastet ist. Aus arbeitswirtschaftlicher Sicht sind daher bei einseitigen Melkverfahren Einzelmelkstände wie Tandem- oder Autotandem vorzuziehen, da hier die Wartezeiten auch bei kleineren Melkständen auf ein Minimum zu reduzieren sind.

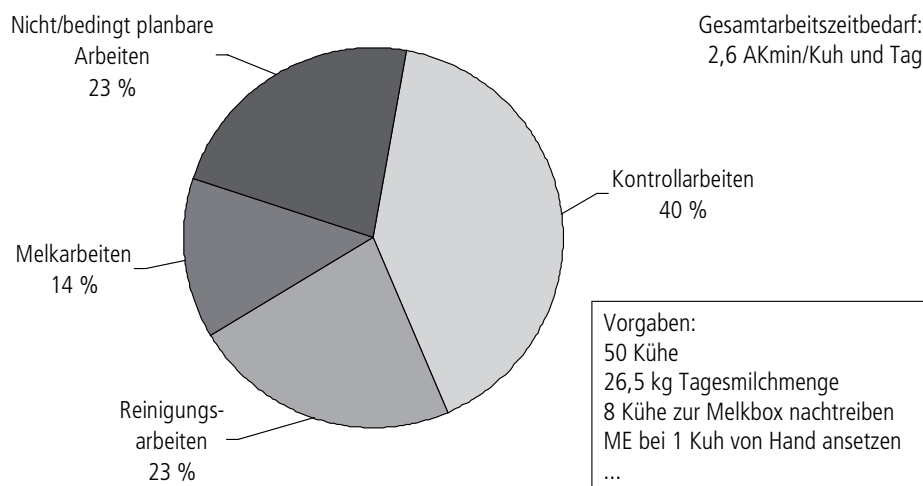
Werden von der Melkperson zu viele ME bedient, kommt es nicht mehr zu Warte-, sondern zu Blindmelkzeiten. Hier ist nur durch verbesserte technische Ausstattung (Nachmelk-, Abschalt- beziehungsweise Abnahmeautomaten), oder eine zweite Arbeitsperson im Melkstand Abhilfe zu schaffen.

Sonderfall Automatische Melksysteme

Einen Sonderfall bei der Betrachtung des Arbeitszeitbedarfes je Kuh und Tag stellen Automatische Melksysteme (AMS) mit Melkboxen dar. Gehen alle Kühe eines Betriebs selbständig und mehrmals täglich in die Melkbox des AMS, fallen theoretisch keine Routinearbeitszeiten (einlassen, vormelken, anrüsten usw.) mehr an. Die tägliche Arbeitszeit besteht dann nur noch aus Kontroll-, Management- und Reinigungsarbeiten (siehe Abb. 2). Da aber auf den meisten Betrieben auch Kühe zu melken sind, die nicht selbständig das automatische Melksystem aufsuchen, oder bei denen die Ansetzautomatik nicht funktionssicher ist, bedeutet dies zusätzlichen Arbeitszeitaufwand. Ebenfalls fallen im Tagesverlauf – manchmal aber auch in der Nacht – nicht oder nur bedingt planbare Tätigkeiten an, die auch zu erledigen sind (z. B. Störungen beheben).

Die in Abbildung 2 dargestellten Daten verdeutlichen, dass bei ordnungsgemäßer Funktionstüchtigkeit des Melkverfahrens von einem sehr geringen täglichen Arbeitszeitbedarf auszugehen ist. Gegenüber konventionellen Melkverfahren mit beispielsweise voll ausgestatteten 2x5-Fischgrätenmelkstand lassen sich so zirka 30 Prozent Arbeitszeit bei einem Bestand von 50 Kühen einsparen. Annähernd ähnliche Werte lassen sich nur mit sehr gut ausgestatteten Autotandemmelkständen und gleichzeitigem reibungslosen Tierverkehr erreichen.

Abb. 2: Bei automatischen Melksystemen sind die anfallenden Arbeiten nicht mehr an feste Tageszeiten gebunden. Dies kann sich positiv auf die betriebliche Arbeitsorganisation auswirken. Nicht zu unterschätzen sind allerdings die anfallenden «Nicht beziehungsweise bedingt planbaren Arbeiten», die im Tagesverlauf, aber auch während der Nacht auszuführen sind.



Vergleich verschiedener Melkverfahren

Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Melkverfahren sind in der folgenden Tabelle 1 aufgeführt. Es wird ersichtlich, dass Melkstandverfahren deutliche ergonomische Vorteile gegenüber Melkverfahren im Anbindestall haben. Die höchsten Melkleistungen je Melkplatz sind bei reibungslosem Kuhverkehr in Einzelmelkständen zu erwarten. Allerdings ist dies mit hohen Kostenfolgen verbunden.

Ergebnisse Arbeitszeitbedarf

Der Arbeitszeitbedarf für die Tätigkeiten bei Melkverfahren mit niedrigem Automatisierungsgrad ist in Tabelle 2 dargestellt.

Es wird dabei deutlich, dass bei niedriger Automatisierung mehrere manuell zu erledigende Arbeitsabschnitte den Gesamtzeitbedarf negativ beeinflussen. Eine rationelle Arbeitserledigung ist aber dennoch möglich, wenn ein reibungsloser Arbeitsablauf vorgegeben wird.

Bei hohem Automatisierungsgrad entfallen verschiedene Arbeitsabschnitte (siehe Tab. 3). Dadurch verringert sich der Zeitbedarf auf bis zu 0,5 AKmin je Melkvorgang. Allerdings muss bei diesen Melkverfahren auf eine automatisierte Anrüststimulation zurückgegriffen werden, um eine vollständige Milchabgabe zu gewährleisten.

Ergebnisse Melkleistungen

Der Begriff «Melkleistung» kennzeichnet die sogenannte Arbeitsleistung beim Melken und wird bestimmt durch:

- Länge des Maschinenhauptgemelks (MHG)
- Zeitbedarf für die Routinearbeiten
- Wegezeiten
- evtl. auftretende Wartezeiten.

Die Melkleistung errechnet sich als Reziprok der Summe der Haupt-, Warte- und Wegzeiten beim Arbeitsverfahren Melken. Zur Hauptzeit beim Melken gehören das Einlassen der Kühe, die Erledigung der Routinetätigkeiten (Vormelken, Euterreinigung, Anrüsten, ME ansetzen, ME ausrichten, Schlauchhalter einhängen, Maschinell nachmelken, ME abnehmen, Euterkontrolle und die Zitzendesinfektion), die Wartezeit beim maschinellen Hauptgemelk und das Auslassen der Kühe. Bei Einzelmelkständen (z. B. Autotandemmelkstand) bezieht sich die Wartezeit auf jede einzelne gemolkene Kuh. Im Gruppenmelkstand (z. B. Fischgrätenmelkstand) bezieht sie sich dagegen auf die Kuh mit dem längsten maschinellen Hauptgemelk. Notwendige zurückzulegende Wegstrecken (z. B. Kontrolle Milchleitung) wirken

Tabelle 1: Vor- und Nachteile verschiedener Melkverfahren

| Melkverfahren | Vorteile | Nachteile |
|--|---|--|
| Anbindestall Eimermelkanlage | Einfachste Bedienung Einfache Arbeitsabläufe | Geringe Melkleistung Hoher Massenumschlag Viele Kniebeugen Ungünstige Arbeitshaltung |
| Anbindestall Rohrmelkanlage | Einfache Bedienung Einfache Arbeitsabläufe Milchtransport entfällt Hohe Melkleistungen möglich | Viele Kniebeugen Ungünstige Arbeitshaltung |
| Laufstall Fischgräten-Melkstand | Ausgereifte Bauform (Standard) Grosse Variationsbreite Gute Melkleistung | Langsamste Kuh bestimmt Gruppenwechsel Schnellauslass nur mit hohem Aufwand realisierbar |
| Laufstall Side-by-Side-Melkstand | Kurze Wege Gute Melkleistung Geringes Verletzungsrisiko für den Melker Schnellauslass einfach zu integrieren | Langsamste Kuh bestimmt Gruppenwechsel Schlechte Übersicht über Kühe Schlechte Kontrolle der Vorderviertel Melker und ME sind stärker der Verschmutzung durch Kot und Harn ausgesetzt |
| Laufstall Durchtreibe-Melkstand | Einfache Bauform Gute Übersicht über Kuh und Euter | Langsamste Kuh bestimmt Gruppenwechsel Mittlere Melkleistung Lange Wege |
| Laufstall Tandemmelkstand | Hohe Melkleistung Gute Übersicht über Kuh und Euter Geringe Anforderungen an Melker Gleichmässiger stressfreier Arbeitsablauf | Hoher Raumbedarf Grosse Euterabstände Lange Wege in grösseren Melkständen |
| Laufstall Autotandem-Melkstand | Sehr hohe Melkleistung Gute Übersicht über Kuh und Euter Vielfältige Anordnungsmöglichkeiten der Melkbuchten möglich Gleichmässiger stressfreier Arbeitsablauf | Hoher Raumbedarf Lange Wege in grösseren Melkständen Hohe Anforderungen an Melker |
| Laufstall Automatisches Melk- system | Sehr hohe Melkleistung (pro Tag) Kuh wählt sich «ihre» Melkzeiten aus Entlastung des Tierbetreuers von festen Melkzeiten | Geringer Raumbedarf Sehr hohe Anforderungen an Tierbetreuer «Manager» und an eingesetzte Verfahrenstechnik Vermehrter Stress für den Tierbetreuer durch stetige Unsicherheit «Feuerwehrmanneffekt» |

reduzierend auf die Melkleistung ein und sind dementsprechend ebenfalls zu berücksichtigen.

Das Ergebnis ist die Anzahl gemolkener Kühe pro Stunde. Zur besseren Vergleichbarkeit mit anderen Betrieben sind die Vor- und Nacharbeiten nicht einbezogen.

Wichtig für den objektiven Vergleich ist, dass alle Vergleichsparameter, die nicht durch das Melkverfahren vorgegeben sind, als Konstante betrachtet werden. Dabei wurden für sämtliche Melkverfahren in Tabelle 4 ein Tagesgemelk von 20 Kilogramm – dies entspricht einer durchschnittlichen Jahresmilchleistung von zirka 6100 Kilogramm – und eine durchschnittliche Maschinen-Hauptgemelkszeit von 5,6 Minuten vorgegeben. Die niedrigen Werte entsprechen einer Melkstandausstattung ohne Hilfsmittel. Bei den höheren Melkleistungen ist von einer Vollausstattung (Milchflussgesteuertes Melken, Abnahmeautomat) auszugehen.

Tabelle 2: Übersicht über die Routinezeiten bei verschiedenen Melkverfahren mit niedriger Automatisierung (Angaben in AKmin/Kuh und Melkvorgang)

| Melkverfahren/ Anzahl ME | EMA 2 ME | RMA 3 ME | TD 2 x 2 | ATD 2 x 3 | FGM 1 2 x 3 | FGM 2 2 x 5 | FGM 3 2 x 12 | SbS 1 1 x 4 | SbS 2 2 x 12 | ROT 16 ME | ROT 40 ME |
|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|
| Herdengrösse [Anzahl Kühe] | 10 | 20 | 30 | 50 | 30 | 60 | 120 | 25 | 120 | 120 | 400 |
| Kuh einlassen | | | 0,26 | 0,13 | 0,33 | 0,21 | 0,10 | 0,29 | 0,11 | | |
| Vormelken | 0,14 | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Euter reinigen | 0,40 | 0,40 | 0,22 | 0,28 | 0,23 | 0,23 | 0,12 | 0,09 | 0,09 | 0,13 | 0,13 |
| Anrüsten | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 0,25 | | 0,25 | | | |
| ME ansetzen | 0,25 | 0,25 | 0,17 | 0,20 | 0,18 | 0,18 | 0,14 | 0,20 | 0,20 | 0,15 | 0,13 |
| ME ausrichten | 0,05 | 0,05 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | | | 0,02 | 0,02 |
| Schlauchhalter einhängen | 0,10 | 0,10 | 0,05 | 0,05 | 0,08 | 0,05 | 0,03 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | 0,05 |
| Maschinell nachmelken ¹⁾ | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,04 | 0,05 | 0,05 | | 0,04 | | 0,04 | |
| ME abnehmen | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | | 0,08 | | | |
| Euterkontrolle | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| Zitzendesinfektion | 0,14 | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| Gehen mit/ohne Melkeimer | 0,25 | | | | | | | | | | |
| Eimer ausleeren | 0,10 | | | | | | | | | | |
| Kuh auslassen | | | 0,22 | 0,19 | 0,23 | 0,18 | 0,05 | 0,19 | 0,05 | | |
| Summe | 1,82 | 1,47 | 1,58 | 1,53 | 1,72 | 1,51 | 0,71 | 1,42 | 0,73 | 0,62 | 0,56 |

¹⁾ 10 % der Tiere

Tabelle 3: Übersicht über die Routinezeiten bei verschiedenen Melkverfahren mit hoher Automatisierung (Angaben in AKmin/Kuh und Melkvorgang)

| Melkverfahren/ Anzahl ME | RMA 3 ME | TD 2 x 2 | ATD 2 x 3 | FGM 1 2 x 3 | FGM 2 2 x 5 | FGM 3 2 x 12 | SbS 1 1 x 4 | SbS 2 2 x 12 | ROT 16 ME | ROT 40 ME |
|---------------------------------------|-------------|-------------|--------------|----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|--------------|--------------|
| Herdengrösse [Anzahl Kühe] | 30 | 40 | 60 | 30 | 60 | 120 | 25 | 120 | 120 | 400 |
| Kuh einlassen | | 0,26 | 0,03 | 0,33 | 0,21 | 0,1 | 0,29 | 0,11 | | |
| Vormelken | 0,14 | 0,12 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| Euter reinigen | 0,40 | 0,22 | 0,28 | 0,23 | 0,23 | 0,12 | 0,09 | 0,09 | 0,13 | 0,13 |
| ME ansetzen | 0,28 | 0,20 | 0,23 | 0,21 | 0,21 | 0,17 | 0,23 | 0,23 | 0,15 | 0,13 |
| Zitzendesinfektion | 0,14 | 0,12 | 0,14 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,11 | 0,11 | 0,11 |
| Kuh auslassen | | 0,22 | 0,04 | 0,23 | 0,18 | 0,05 | 0,19 | 0,05 | | |
| Summe | 0,96 | 1,15 | 0,84 | 1,24 | 1,07 | 0,67 | 1,00 | 0,69 | 0,49 | 0,48 |

ohne die Arbeitselemente:

- Anrüsten
- ME ausrichten
- Schlauchhalter einhängen
- Maschinell nachmelken
- ME abnehmen
- Euterkontrolle

Tabelle 4: Melkleistungen verschiedener Melkverfahren im Vergleich

| Melkverfahren | Anzahl Melkeinheiten (ME) / Melkleistungen | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|-------|
| | 2 ME | 3 ME | 4 ME | 6 ME | 8 ME | 10 ME | 12 ME | 16 ME | 20 ME | 24 ME | je ME |
| Eimermelkanlage | 13–15 | 17–19 | | | | | | | | | 6–7 |
| Rohrmelkanlage | 13–15 | 18–20 | 30–33 | | | | | | | | 6–8 |
| Fischgräten (1x3) | | 17–19 | | | | | | | | | 6–7 |
| Fischgräten (1x4) | | | 22 | | | | | | | | 5–6 |
| Fischgräten (2x2) | | | 28 | | | | | | | | 6–7 |
| Fischgräten (2x3) | | 24–26 | | 36–39 | | | | | | | 6–8 |
| Fischgräten (2x4) | | | 30–32 | | 43–47 | | | | | | 5–7 |
| Fischgräten (2x5) | | | | | | 49–54 | | | | | 5–6 |
| Fischgräten (2x6) | | | | | | | 57–65 | | | | 5–6 |
| Fischgräten (2x8) | | | | | | | | 69–82 | | | 5–6 |
| Fischgräten (2x12) | | | | | | | | | | 100–110 | 4–5 |
| Side by Side (1x4) | | | 22–24 | | | | | | | | 5–6 |
| Side by Side (2x4) | | | | | 44–48 | | | | | | 5–6 |
| Side by Side (1x6) | | | | 26–29 | | | | | | | 4–5 |
| Side by Side (2x6) | | | | | | | 54–69 | | | | 5–6 |
| Side by Side (2x10) | | | | | | | | | 90–98 | | 4–5 |
| Side by Side (2x12) | | | | | | | | | | 98–112 | 4–5 |
| Durchtreibe (2x2) | | | 23–26 | | | | | | | | 6–7 |
| Durchtreibe (2x3) | | | | 33–36 | | | | | | | 5–6 |
| Tandem (1x3) | | 19–21 | | | | | | | | | 6–7 |
| Tandem (U3) | | 19–21 | | | | | | | | | 6–7 |
| Tandem (2x2) | | | 28–30 | | | | | | | | 7–8 |
| Autotandem (1x3) | | 22–24 | | | | | | | | | 7–8 |
| Autotandem (2x2) | | | 32–35 | | | | | | | | 7–9 |
| Autotandem (2x3) | | | | 48–51 | | | | | | | 8–9 |
| Melkkarussell (1x 16) | | | | | | | | 77–81 | | | 5 |
| Melkkarussell (1x 20) | | | | | | | | | 97–102 | | 5 |
| Melkroboter (1 Box) | | | | | | | | | | | 50–70 |

Steigerung der Melkleistung

Zur Steigerung der Melkleistung gibt es mehrere Möglichkeiten. Hierbei ist in verfahrenstechnische und arbeitsorganisatorische Massnahmen zu unterscheiden. Verfahrenstechnische Massnahmen haben eine schnelle Wirksamkeit, sind aber mit Kostenfolgen verbunden. Arbeitsorganisatorische Massnahmen sind dagegen kostengünstig, bedingen aber ein präzises Zeitmanagement und eine gute Arbeitsplanung.

Zu den verfahrenstechnischen Optimierungsschritten gehört eine in der Erhöhung der Anzahl zu bedienender ME pro Arbeitskraft. Da aber in grösseren Melkständen ein immer grösser werdender Zeitanteil für die Gruppenwechsel aufzuwenden ist, nimmt die Melkleistung je ME in grösseren Gruppenmelkständen immer mehr ab. Eine sehr effiziente verfahrenstechnische Möglichkeit zur Steigerung der Melkleistung ist der Einsatz von mecha-

nischen und elektronischen Melkhilfen. Kann zum Beispiel durch Einsatz einer Anrüstautomatik auf das manuelle Anrüsten verzichtet werden, lassen sich annähernd 20 Prozent der Routinezeiten einsparen. Dies bedeutet im Gruppenmelkstand (2 x 4) eine Erhöhung der Melkleistung um fast fünf Kühe in der Stunde. Mechanische und elektronische Hilfsmittel im einseitigen Gruppenmelkstand erleichtern zwar die Arbeit, verlängern aber gleichzeitig die anfallenden Wartezeiten beim Melken.

Eine arbeitsorganisatorische Möglichkeiten zur Steigerung der Melkleistung besteht in einer verbesserten Boxenreinigung. Hierdurch kann der Zeitbedarf für die Euterreinigung verringert werden und insgesamt ist ein verbesserter Arbeitsablauf möglich.

Ebenfalls bietet ein separater Warteraum mit geradem stufenlosem Eintritt in den Melkstand die Möglichkeit, eine Erhöhung der Melkleistung um eine Kuh je Stunde und Melkstand zu erreichen. Eine weitere arbeitsorganisatorische Optimierungsmöglichkeit besteht im korrekten Anrüsten und damit im möglichen Verzicht auf ein maschinelles Nachmelken.

Schlussfolgerungen

Aus arbeitswirtschaftlicher Sichtweise weisen alle in die Betrachtungen einbezogenen Melkverfahren jeweils für sich Vor- und Nachteile auf. Mit zunehmendem Automatisierungsgrad vermindern sich der Zeitbedarf und teilweise auch die körperliche Arbeitsbelastung. Die psychischen Anforderungen an die Arbeitsperson nehmen aber tendenziell zu. Vor der Investitionsentscheidung in ein bestimmtes Melkverfahren sollten die interessierenden Kenngrößen Arbeitszeitbedarf und Melkleistung mit Planungshilfen (z. B. Modellkalkulationssystem oder Arbeitsvoranschlag) berechnet werden.

Literatur

- Kanswohl N., 2007. Gesunde Euter. Milchpraxis, Nr. 3, S. 100–103.
- Kanswohl N., 2008. Wo liegen noch Reserven in der Milchgewinnung. Milchpraxis, Nr. 2, S. 48–51.
- Schick M., 2000. Arbeitszeitbedarf verschiedener Melkverfahren. FAT-Berichte Nr. 544 (heute ART-Bericht), Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Schick M., 2003. Arbeitsorganisation und Zeitplanung in der Milchviehhaltung. Tagung: Bau, Technik und Umwelt 2003 in der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung, Vechta. S. 503–506.
- Schick M., 2007. Work science in agriculture and forestry: from work procedure-based to system approach. XXXII CIOSTA-CIGR Section V Conference «Advances in labour and machinery management for a profitable agriculture and forestry». Nitra, 17.–19.09.2007, Tagungsband S. 26–33.

Arbeitsbelastung beim Melken

Ulrike Hoehne-Hückstädt, Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung, DE-53757 Sankt Augustin

Maren Kauke, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

Zusammenfassung

Obwohl insbesondere in der Milchviehhaltung arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen überdurchschnittliche Verbreitung finden, ist über die Auswirkungen verschiedener Melksysteme sowie der Ausstattung moderner Melkstände auf die physische Belastung des Melkers wenig bekannt.

Ziel der Untersuchungen ist daher die qualitative und quantitative Erfassung der im Melkstand auftretenden Belastungen, um davon ausgehend Optimierungsstrategien für die Gestaltung des Melkstands und für die Arbeitsweise ableiten zu können. Diese wiederum bilden die Grundlage für die Vorbeugung von gesundheitlichen Langzeitschäden.

Zur Belastungsermittlung wurde das personengebundene CUELA-System eingesetzt, das mittels mechanisch-elektronischer Sensorik Körperbewegungen und Bodenreaktionskräfte erfasst. Die hier vorgestellte Machbarkeitsstudie diente in erster Linie der Überprüfung, inwieweit das CUELA-System für Messungen in der Landwirtschaft geeignet ist. Es wurden vier männliche Probanden während je zwei Melkzeiten in den Melkstandtypen Autotandem, Fischgräte und am MultiLactor untersucht. Anhand dieser Messungen wurden Störeinflüsse und resultierende Messfehler ermittelt, quantifiziert und durch Modifikation des Systems weiter reduziert. Die validierten Daten wurden statistisch ausgewertet und lassen erste Aussagen über die Auswirkungen der Melkverfahren sowie des individuellen Vorgehens der verschiedenen Melker auf deren Körperhaltung und damit auf die Belastung zu. Ausserdem bilden sie die Planungsgrundlage für weitere Untersuchungen zur Arbeitsbelastungen beim Melken.

Résumé

Charge de travail liée à la traite

Bien que les éleveurs de vaches laitières soient souvent atteints par des affections musculaires et osseuses liées au travail, les connaissances sur les répercussions des différents systèmes de traite, ainsi que des équipements des salles de traite modernes, sur la charge de travail physique du trayeur sont rares.

Les études entreprises ont pour but d'enregistrer de manière qualitative et quantitative les charges de travail dans la salle de traite, afin d'élaborer des stratégies pour optimiser la conception de la salle de traite et les méthodes de travail. Ces stratégies sont capitales pour prévenir des troubles durables de la santé.

Afin d'appréhender les charges, on a utilisé le système CUELA basé sur l'individu. Il saisit les mouvements corporels et les forces de réaction du sol à l'aide de capteurs électromécaniques. L'étude de faisabilité présentée ici a essentiellement servi à vérifier que le système CUELA convenait pour effectuer des mesures dans l'agriculture. Quatre sujets masculins ont été étudiés pendant deux traites dans des salles de traite Autotandem, en épi et au MultiLactor. A partir de ces mesures, on a déterminé les facteurs de perturbation et les erreurs de mesure qui en découlent. On a ensuite quantifié et minimisé ces dernières en modifiant le système. Les données validées ont été traitées statistiquement. Elles permettent de tirer de premières conclusions sur les répercussions des procédés de traite et des méthodes

individuelles des différents trayeurs sur leur attitude corporelle et sur la charge physique qui en découle. Ces mesures représentent en outre une base de planification pour d'autres études sur la charge de travail liée à la traite.

Summary

Workload during milking

Although dairy farmers in particular suffer an above-average incidence of work-related musculoskeletal disorders, little is known about the physical workload put on the milker by different milking systems and the equipment in modern milking parlours.

The aim of the investigations is therefore to record workload during milking in a qualitative and quantitative way. This can be used to develop optimisation strategies for milking parlour design and working practices. These in turn will form the basis for the prevention of long term damage to health.

The CUELA personal measuring system, which detects body movement and ground reaction forces by means of a mechanical-electronic sensor system, was used to collect data on musculoskeletal workload. The feasibility study presented here served primarily to check the suitability of the CUELA System for measurements in agriculture. Four male test persons were monitored during each of two milking sessions in milking parlours of the autotandem and herringbone types and at the MultiLactor. On the basis of these measurements disruptive influences and resultant measurement errors were determined, quantified and further reduced by modifying the system. The validated data was statistically evaluated, permitting initial evidence of the impact of milking methods and the individual behaviour of different milkers on their posture and hence on strain. It also forms the planning basis for further studies of workload during milking.

Problemstellung

Das Melken macht auf den Milchviehbetrieben einen Grossteil der täglichen Arbeitszeit aus. Dabei ist die Melkperson verschiedenen Belastungen ausgesetzt, die unter anderem vom jeweiligen Melkverfahren sowie der technischen und baulichen Ausstattung abhängig sind.

Beim Melken im Anbindestall mit Eimer- und Rohrmelkanlagen werden häufig ungünstige Körperhaltungen eingenommen, zusätzlich werden schwere Lasten bewegt. Zunehmende Bestandsvergrößerung und die damit einhergehende Technisierung und Automatisierung führen zwar einerseits zu einer Arbeitserleichterung, andererseits aber auch zu gleichförmigen, sich häufig wiederholenden Handhabungen. In der Folge kommt es insbesondere bei Melkerinnen häufig zu gesundheitlichen Problemen im Bereich der Unterarme und Handgelenke (Stål 1999). Untersuchungen von Pinzke (1999) ergaben, dass arbeitsbezogene Muskel-Skelett-Erkrankungen, verglichen mit anderen Berufsgruppen, in der Milchviehhaltung überdurchschnittlich verbreitet sind; laut Umfragen sind bei schwedischen Milchviehhaltern 83 Prozent der Männer und 90 Prozent der Frauen davon betroffen (Pinzke 2003). Entsprechende Zahlen aus Deutschland und der Schweiz liegen aktuell nicht vor. Ebenfalls ist wenig über die Auswirkungen verschiedener Melksysteme sowie der Ausstattung moderner Melkstände auf die physische Belastung des Melkers bekannt.

Im Rahmen des Projekts «Arbeitsbelastung Landwirtschaftsbetrieb» wird der Arbeitsplatz Melkstand untersucht, die auftretenden Belastungen werden dabei sowohl qualitativ als auch quantitativ erfasst. Ziel ist es, ausgehend von den Ergebnissen Optimierungsstrategien für die ergonomische Gestaltung des Melkstands abzuleiten und damit gesundheitlichen Langzeitschäden vorzubeugen.

Bislang wurde die Arbeitsbelastung auf Landwirtschaftsbetrieben im Rahmen von ART-Projekten mit Methoden der Direktbeobachtung (OWAS, Ovako Working Posture Analysing System; Karhu et al. 1977, Stoffert 1985) erhoben, da diese eine einfache und schnelle

Identifizierung gesundheitsschädigender Körperhaltungen erlauben (Pinzke 1997). Für die geplante Analyse der Arbeitsbelastung beim Melken allerdings ist die OWAS-Methode ungeeignet, da sie die Haltungen der Arme und Hände nicht detailliert genug abbildet. Dadurch können insbesondere die interessierenden Belastungen der oberen Extremitäten in verschiedenen Melksystemen nicht beurteilt und miteinander verglichen werden. Zudem unterliegt diese Methode naturgemäß dem subjektiven Einfluss durch den Beobachter. Auch, wenn Videoaufnahmen zur eingehenden Analyse vorliegen, erscheinen Hand-Arm-Bewegungen oft zu komplex, um durch Observieren korrekt und kontinuierlich über die Arbeitszeit dokumentiert werden zu können.

In dem Bestreben eine objektive Methode für die Analyse der physischen Belastung beim Melken zu finden, wurde durch eine ausführlichen Literaturrecherche (Kauke und Schick 2007) das CUELA-System (Computer unterstützte Erfassung und Langzeitanalyse von Belastungen des Muskel-Skelett-Systems; Ellegast 1998, Hoehne-Hückstädt et al. 2007) als eine messtechnische Möglichkeit ermittelt. Dieses Verfahren wurde am Institut für Arbeitsschutz der deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (BGIA) entwickelt und bereits in zahlreichen Untersuchungen zur Arbeitsbelastung von Industriearbeitsplätzen eingesetzt (Ellegast und Hermanns 2006, Hoehne-Hückstädt et al. 2007). Auf landwirtschaftlichen Betrieben hingegen fand es bislang noch keine Anwendung.

Um die Einsatzmöglichkeiten des CUELA-System im Bereich Landwirtschaft, insbesondere zur ergonomischen Analyse des Arbeitsverfahrens Melken, zu überprüfen, und gegebenenfalls erste Erkenntnisse zur Problemstellung «Auf tretende Arbeitsbelastungen in modernen Melkständen» zu erhalten, wurde von den deutschen landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften eine Machbarkeitsstudie in Auftrag gegeben.

Material und Methoden

Das CUELA-System

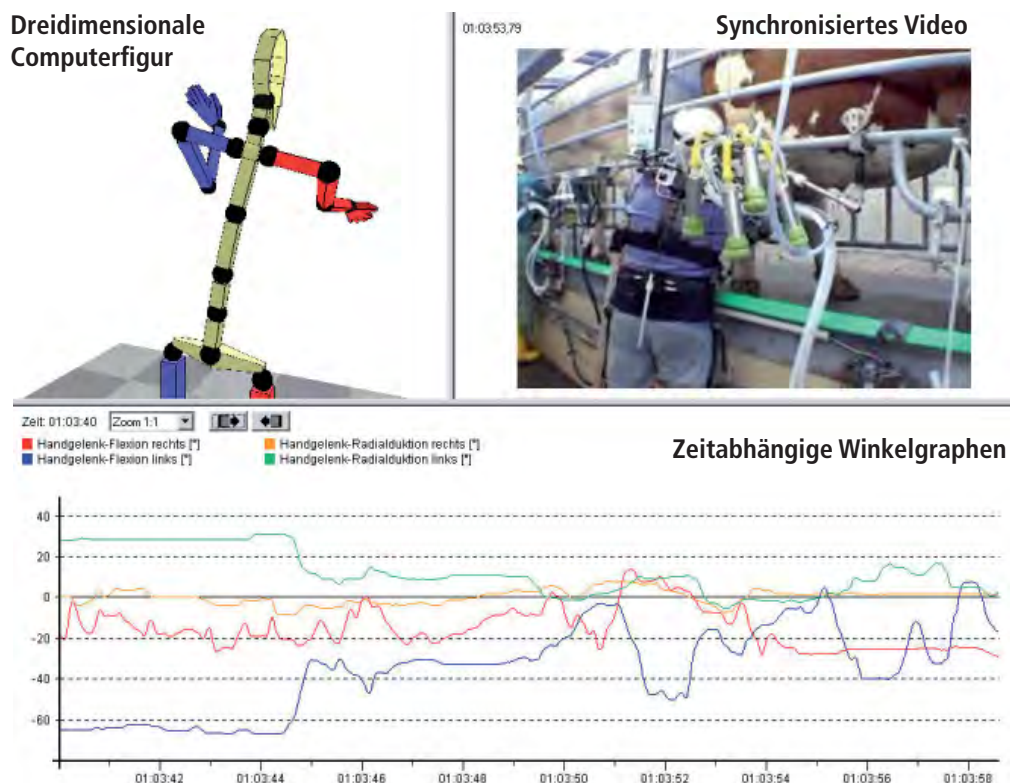
CUELA ist ein mechanisch-elektronisches System, das eine kontinuierliche Aufzeichnung und Analyse von physischen Belastungsfaktoren wie Bewegungsabläufen von Körper und Gelenken, Arbeitshaltungen und bewegten Massen ermöglicht. Mit Hilfe von mechanischen Komponenten werden verschiedenartige Sensoren (Potentiometer, Gyroskope, Inklinometer, Akzelerometer) sowie eine Speichereinheit am Probanden angebracht, mit denen Bewegungen der oberen Extremitäten, der Wirbelsäule und der unteren Extremitäten in hoher Auflösung (Abtastrate: 50 Hz) gemessen werden können. Während bei den unteren Extremitäten nur die Winkel in der Sagittal-Ebene gemessen werden, erfasst das Schulter-Arm-System alle Freiheitsgrade der Armbewegungen (Tab. 1). Mittels Fussdruck-Messsohlen werden Bodenreaktionskräfte bestimmt. Zusätzlich wird die Messung auf Video aufgezeichnet.

Die Auswertung erfolgt computerunterstützt mit der CUELA-zugehörigen Software WIDAAN (Winkel-Daten-Analyse). Diese ermöglicht unter anderem die Ermittlung statischer Haltungen, die Berechnung von Winkelgeschwindigkeiten und ausgewählten Kräften sowie die Erstellung diverser statistischer Auswertungen. Zudem ermöglicht die Software, sich anhand einer kinematischen Rekonstruktion eine dreidimensionale Computerfigur, eine frei wählbare Kombination der Messdaten als zeitabhängige Graphen und parallel dazu das Videobild anzeigen zu lassen (Abb. 1).

Des Weiteren können Intervalle der Messung im Winkeldiagramm nach Tätigkeiten, Arbeitszyklen oder anderen Kriterien markiert werden. Eine automatisierte Beurteilung des Belastungsgrades kann nach dem OWAS-Verfahren (Karhu et al. 1977) und für die Freiheitsgrade einzelner Körperregionen beziehungsweise Gelenke der oberen Extremität in Anlehnung an die Normung oder arbeitswissenschaftliche Literatur (ISO 11226; EN 1005-4; Drury 1987, McAtamney und Corlett 1993, EN 1005-1) erfolgen.

| Tabelle 1: Übersicht über Freiheitsgrade von Gelenken/Körperteilen und gemessenen Bewegungen | | |
|--|---|--|
| Gelenk/Körperteil | Bewegungen | positive/negative Werte |
| Kopf | Neigung Seitneigung | + nach vorne / – nach hinten + nach rechts / – nach links |
| Halswirbelsäule | Flexion / Extension | + nach vorne / – nach hinten |
| Brust- und Lendenwirbelsäule (getrennt) | Neigung Seitneigung | + nach vorne / – nach hinten + nach rechts / – nach links |
| Rumpf | Flexion / Extension Lateralflexion Torsion | + nach vorne / – nach hinten + nach rechts / – nach links + nach rechts / – nach links |
| Hüftgelenk | Flexion / Extension | + nach vorne / – nach hinten |
| Kniegelenk | Flexion / Extension | + nach vorne / – nach hinten |
| Schulterblatt | Depression / Elevation, Anterior / Posterior | + abwärts / – aufwärts + nach vorn / – nach hinten |
| Schultergelenk | Ad- / Abduktion Flexion / Extension Innen- / Aussenrotation | + zum Körper hin / – zur Seite + nach vorne / – nach hinten + Innenrotation / – Aussenrotation |
| Ellbogengelenk | Flexion / Extension | + Flexion / – Extension |
| Unterarm | Pronation / Supination | + einwärts / – auswärts |
| Handgelenk | Radial- / Ulnarduktion Flexion / Extension | + nach innen / – nach aussen + Flexion / – Extension |

Abb. 1: Bildausschnitt: Veranschaulichung der Messung mittels WIDAAN.



Mittels WIDAAN können für jeden Freiheitsgrad die entsprechenden Häufigkeitsverteilungen (5., 25., 50., 75. und 95. Perzentil) ermittelt und in einem Boxplot-Diagramm abgebildet werden. Für jeden Probanden, jedes Melksystem und jedes Arbeitsintervall wurden die charakteristischen Häufigkeitsverteilungen sowie die jeweiligen Standardabweichungen berechnet.

Versuchsaufbau

Die Durchführung der Machbarkeitsstudie fand in Achselschwang statt, einer Versuchsstation der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, in dessen Melkhaus drei verschiedene Melksysteme vorhanden waren:

- Fischgräten-Melkstand (FGM) 2x8 (Biomelker, Positionierungshilfe)
- Autotandem-Melkstand (ATD) 2x3 (Biomelker; Servicearm)
- System MultiLactor® (Multi) 1 Platz (links) im ATD

Untersucht wurden vier männliche Probanden (P) von unterschiedlichem Alter sowie unterschiedlicher Grösse und Statur während jeweils einer Melkzeit am Morgen und am Abend (Tab. 2). Bei allen Probanden handelte es sich zudem um routinierte Melker, die in wenigstens einem der Melkstandarten regelmässig melken. Gemolken wurden pro Messung im FGM acht Kühe, im ATD zirka vier bis sechs Kühe pro Seite und am Multi zirka acht Kühe.

Tabelle 2: Übersicht über die Eigenschaften der Probanden

| | Geschlecht | Alter | Grösse [cm] | Gewicht [kg] | Händigkeit | Übliches Melksystem |
|----|------------|-------|-------------|--------------|--------------|---------------------|
| P1 | männlich | 46 | 168 | 72 | Linkshänder | FGM (konventionell) |
| P2 | männlich | 61 | 167 | 89 | Rechtshänder | ATD (konventionell) |
| P3 | männlich | 44 | 187 | 89 | Rechtshänder | FGM (Biomelker) |
| P4 | männlich | 33 | 179 | 91 | Beidhänder | ATD (konventionell) |

Fünf Melkroutinen wurden als sogenannte «Arbeitsintervalle» definiert (Tab. 3) und entsprechend im Anschluss an die Messung in WIDAAN markiert. Auf diese Weise können für jedes Melksystem und für jedes Arbeitsintervall vergleichende Analysen durchgeführt werden.

Tabelle 3: Beschreibung der Arbeitsintervalle

| Arbeitsintervall | Beschreibung |
|-------------------------|---|
| Vormelken | Kontaktaufnahme zum Tier, Ermelken von 2–3 Strahlen Milch aus jedem Viertel in den Vormelkbecher. |
| Euter reinigen | Zitzen und Euterboden werden mit einem feuchten Tuch gereinigt. |
| Melkzeug ansetzen | Das Melkzeug wird aufgenommen, angehängt und ausgerichtet. |
| Dippen | Durchführen des Euterkontrollgriffs, anschliessendes Tauchen der Zitzen in den Dippbecher. |
| Warten/Nebentätigkeiten | alle sonstigen Tätigkeiten sowie Wartezeiten. |

Evaluation

Eine erste Überprüfung des gesammelten Datenmaterials erfolgte im Rahmen der Markierung der Arbeitsintervalle in WIDAAN. Auftretende Fehler wurden identifiziert und korrigiert beziehungsweise von den weiteren Auswertungen ausgeschlossen; anhand der Videoaufzeichnungen konnten ausserdem mögliche Ursachen wie zum Beispiel die Lockerung oder Lösung der Schulter-Sensorik durch Anstossen an das Melkstandgerüst festgestellt werden. Des Weiteren wird im Rahmen eines laufenden Projekts am BGIA der Aufbau des Schultersystems entsprechend weiter optimiert.

Auch individuell beeinflusste Bewegungen oder Haltungen, die für die Durchführung der Melkroutinen nicht zwingend erforderlich waren und somit die Haltungsbeurteilung beim Melken stören könnten (siehe Abb. 1: Greifen des Melkstandgerüsts in Kopfhöhe mit der linken Hand), wurden eliminiert. Letztlich konnten nach der Überprüfung zirka 98 Prozent der Messdaten einer Auswertung zugeführt werden. In ersten statistischen Untersu-

chungen (Lineares Gemischte Effekte Modell) wurden Ausreisser identifiziert und Signifikanzen überprüft. Anhand vergleichender Boxplots sowie der Analyse auftretender statischer Belastungen für die Ellbogen-Flexion rechts und die Schultergelenk-Flexion rechts werden im folgenden Abschnitt exemplarisch Möglichkeiten zur Beurteilung der Arbeitsbelastungen in verschiedenen Melksystemen erläutert. Schliesslich können aus der Analyse der Messwerte Rückschlüsse für die Planung weiter stattfindender Untersuchungen gezogen werden.

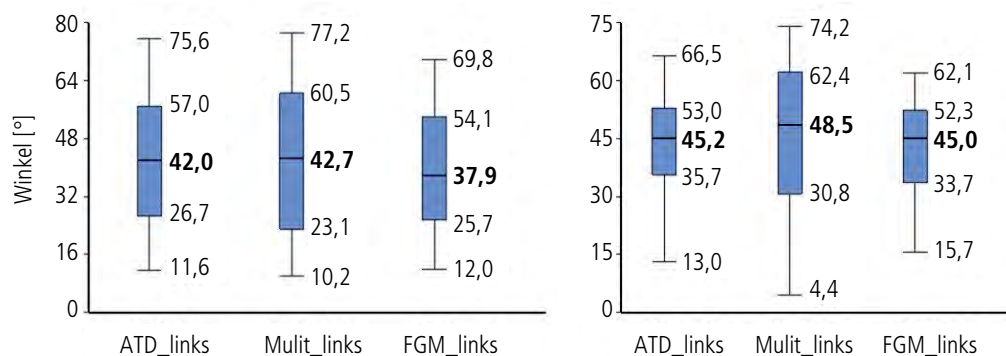
Ergänzend erfolgte im Anschluss an die Messungen eine subjektive Bewertung durch die Probanden im Rahmen eines standardisierten Interviews.

Ergebnisse und Diskussion

Alle vier Probanden beurteilten das CUELA-System als praxistauglich und fühlten sich in ihrer Melkarbeit nicht beeinträchtigt; zwar kam gelegentlich die Schulter-Sensorik in Kontakt mit dem Melkstandgerüst, wodurch die Probanden laut eigener Einschätzung aber nicht in ihrer Arbeit eingeschränkt wurden. Dies spiegelt sich auch in der Qualität des gewonnenen Datenmaterials wieder. Teilweise treten Unterschiede zwischen Messung 1 und 2 eines Probanden auf. Diese Abweichungen können auf Beeinflussung durch die abendliche oder morgendliche Melkzeit, die Gewöhnung an teilweise ungewohnte Melkstände oder an das CUELA-System beruhen. Die Hypothese der geringen Rückwirkung des CUELA-Systems auf die Melkroutine wird im Rahmen einer laufenden Diplomarbeit anhand weiterer Versuche und ergänzender Arbeitszeitmessungen überprüft.

Im Folgenden werden exemplarisch die Ergebnisse für die Freiheitsgrade Ellbogen-Flexion rechts und Schultergelenk-Flexion rechts während der Melkroutine «Melkzeug ansetzen» in allen Melksystemen auf der linken Melkstandseite über alle Probanden vorgestellt und die Beurteilungsmöglichkeiten erläutert (Abb. 2).

Abb. 2: Boxplots (5., 25., 50., 75. und 95. Perzentil) der Freiheitsgrade Ellbogen-Flexion rechts (Bild links) und Schultergelenk-Flexion rechts (Bild rechts) für die Melkroutine «Melkzeug ansetzen» im ATD links, FGM links und am Multi links über alle Probanden.



Betrachtet man zunächst die Winkelverteilung für die Ellbogen-Flexion rechts, fällt auf, dass in allen drei Systemen überwiegend Ellbogen-Gelenkwinkel von unter 60 Grad auftreten, nämlich im ATD links und am Multi links jeweils während zirka 74 Prozent der Zeit und im FGM links zu 79 Prozent der Zeit. Es wurden also in allen drei Melksystemen zu einem bedeutenden Zeitanteil Ellbogenwinkel in dem ungünstigen Bewegungsbereich entsprechend der zunehmenden Unterarmstreckung gemessen. Der Median im FGM links ist mit 37,9 Grad statistisch signifikant niedriger gegenüber den Median-Winkelwerten für die beiden anderen Systeme. Die Höhe des Boxplots für den Multi links zeigt eine grosse Streuung der Winkelwerte an, was auf eine dynamischere Bewegung hindeuten könnte.

Vergleicht man die Winkelverteilung für die Schultergelenk-Flexion rechts, zeigt sich wiederum ein hoher Zeitanteil in ungünstigen Bewegungsbereichen, die hier die Bewegungsrichtung des Arms nach vorne repräsentieren. Insgesamt beträgt dieser Anteil der Messzeit für die Tätigkeit «Melkzeug ansetzen» im ATD links fast 90 Prozent, 21 Prozent davon liegen sogar im endgradigen und damit stark belastenden Bewegungsbereich. Für

den FGM links sind diese Zeitanteile mit 85 Prozent respektive 30 Prozent zu beziffern, für den Multi links ebenfalls mit 85 Prozent respektive 32 Prozent. Auch hier spiegelt die Box eine breitere Verteilung der Winkelwerte im Multi links wieder und die Statistik belegt hoch signifikante Unterschiede für das 5. und 50. Perzentil sowie einen signifikant höheren Winkelwert des 95. Perzentils.

Die gemessenen Gelenkwinkel für den Ellbogen und die Schulter beschreiben also – wie auch die Videoaufzeichnungen belegen – die Streckung des rechten Arms unter das Euter der Kuh, um das Melkzeug anzusetzen. Dabei unterscheidet sich dieser Vorgang im ATD links und FGM links gegenüber dem Multi links dadurch, dass in den beiden erst genannten Melksystemen das verwendete Melkzeug vier Zitzenbecher mit Sammelstück umfasst (Masse ca. 3,5 kg) und mit einer Hand unter dem Euter positioniert und gehalten werden muss, während im Multi links jeweils zwei einzelne Zitzenbecher (je ca. 500 g Masse) gleichzeitig angesetzt werden. Ausgehend von dieser Analyse könnte man vermuten, dass die Bewegungen im Multi links dynamischer sind und in den beiden anderen Melkständen mehr statische Haltungen auftreten. Die zunächst durchgeführte, in der Software WIDAAN implementierte, automatische Statik-Analyse ergab jedoch zunächst nur statische Haltungen beim «Melkzeug ansetzen» im Melksystem Multi links. Die detaillierte Analyse der Winkelgraphen in Kombination mit den Videoaufzeichnungen (exemplarisch dargestellt in Abb. 3) gab im Folgenden Aufschluss darüber, dass diese statischen Haltungen auftreten, wenn die zwei Zitzenbecher gleichzeitig präzise angesetzt werden müssen. WIDAAN erkennt allerdings nur dann Haltungen als statisch, wenn die Bewegungen langsam ausgeführt werden und die Winkelwerte um ± 5 Grad schwanken. Während des Ansetzvorgangs im ATD links oder FGM links wird die Ellbogen-Flexion und die Schultergelenk-Flexion jedoch durch die notwendigen Mitbewegungen des Oberkörpers beeinflusst. In der Folge kommt es zu grösseren Winkelwert-Schwankungen. Daher wurden mit dem WIDAAN Analyse-Tool «Expertenmarkierer» Situationen in der Messung identifiziert und quantifiziert, in denen über 4 bis 10 Sekunden oder länger als 10 Sekunden Winkelwerte in ungünstigen Bereichen erfasst wurden. Dabei lautete die Definition für die ungünstigen Winkelbereiche

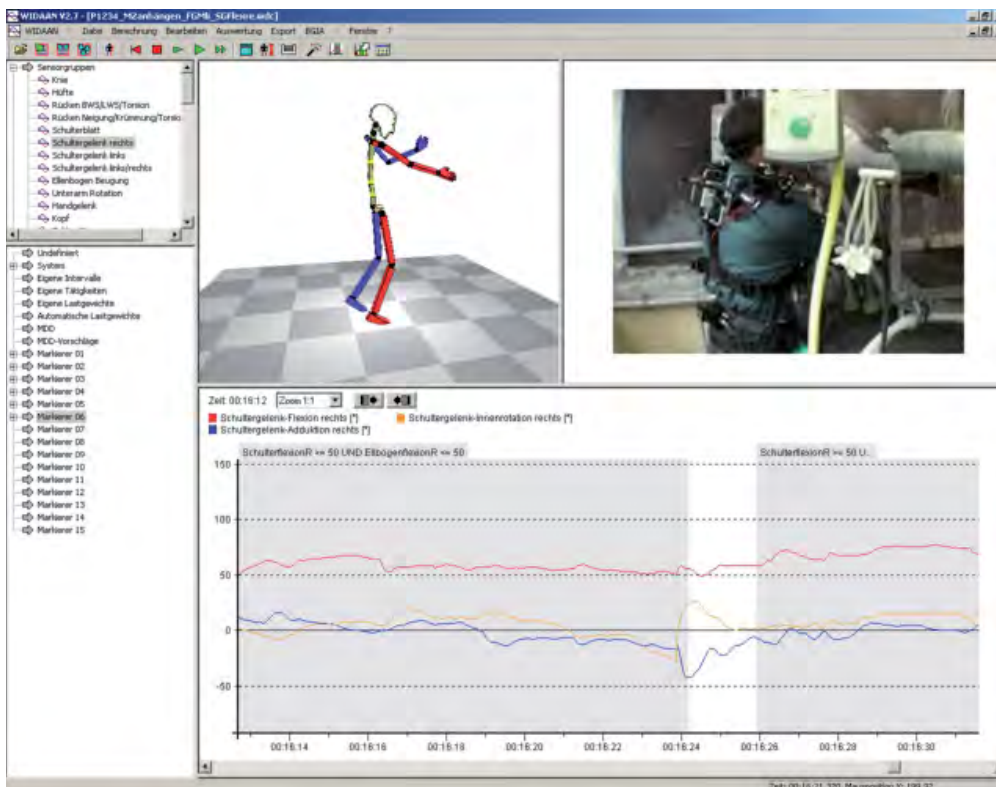


Abb. 3: Bildausschnitt: Markierung der Intervalle statischer Haltungen in WIDAAN.

«Schultergelenk-Flexion rechts ≥ 50 Grad», «Ellbogen-Flexion rechts ≥ 50 Grad» beziehungsweise «Schultergelenk-Flexion rechts ≥ 50 Grad und Ellbogen-Flexion rechts ≤ 50 Grad». Die so als statische Haltungen definierten Situationen werden als Intervalle markiert, dargestellt und können so einer weiteren Auswertung zugänglich gemacht werden (Abb. 3).

Die Ergebnisse dieser Auswertung sind in Tabelle 4 zusammengefasst. Die statischen Haltungen sind unterteilt nach Dauer (4–10 s oder >10 s) für die einzelnen Melksysteme während der Tätigkeit «Melkzeug ansetzen» über alle Probanden in Ereignissen pro Stunde angegeben.

Tabelle 4: Zeitanteile (in %) statische Haltungen in Ellbogen und Schulter bezüglich der Flexion für die einzelnen Melksysteme während der Tätigkeit «Melkzeug ansetzen»

| | Zeitanteile (in %) statischer Haltungen | | | | | |
|---|---|--------|----------|--------|-----------|--------|
| | ATD links | | ML links | | FGM links | |
| | 4–10 s | > 10 s | 4–10 s | > 10 s | 4–10 s | > 10 s |
| Dauer der statischen Haltungen | | | | | | |
| Schultergelenk-Flexion rechts $\geq 50^\circ$ | 8,1 | 7,2 | 17,9 | 8,1 | 10,1 | 20,6 |
| Ellbogen-Flexion rechts $\leq 50^\circ$ | 22,8 | 16,1 | 29,8 | 10,1 | 26,8 | 18,4 |
| Schultergelenk-Flexion rechts $\geq 50^\circ$ und Ellbogen-Flexion rechts $\leq 50^\circ$ | 9,2 | 1,5 | 16 | 4,6 | 11,6 | 12,4 |

Das geringste Aufkommen statischer Haltungen (Summe der Zeitanteile beider Intervalle 4–10 s und > 10 s), in denen der Arm gestreckt ist (entspricht der Bedingung Schultergelenk-Flexion rechts $\geq 50^\circ$ und Ellbogen-Flexion rechts $\leq 50^\circ$), findet sich also im ATD links und das höchste im FGM links. Im FGM links überwiegen dabei vor allem auch die längeren statischen Haltungen mit auch besonders langen statischen Haltungen. Beim «Melkzeug ansetzen» im Multi links hingegen lassen sich auch hohe Zeitanteile statischer Haltung nachweisen, hier jedoch vorrangig mit kürzerer Dauer von 4–10 s. Die im Vergleich zum Melken im ATD links höheren Zeitanteile statischer Haltungen im Multi links lassen sich nach erneuter Betrachtung der Arbeitssituation im Video darauf zurückführen, dass bereits beim Entnehmen der Zitzenbecher aus dem Multi bedingt durch dessen Positionierung im Melkstand, die Arme gestreckt werden müssen. Nachdem dieser Umstand als Ursache für die ungünstigen Armhaltungen erkannt worden war, wurden bereits Veränderungen an der Technik des Multi vorgenommen, um dessen Gestaltung ergonomisch zu verbessern.

In die Gesamtbeurteilung der Arbeitsbelastung für die Arme bei der Tätigkeit «Melkzeug ansetzen» muss neben der Betrachtung der ungünstigen und statischen Haltungen auch der Kraftaufwand berücksichtigt werden. Dieser ist im ATD links und im FGM links wegen der grösseren Masse des Melkzeugs, das mit dem statisch belasteten, gestreckten Arm allein (FGM links) oder durch den Servicearm unterstützt (ATD links) gehalten wird, als deutlich höher einzuschätzen als am Multi links.

Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie sprechen insgesamt für die Praxistauglichkeit des CUELA-Systems und die damit objektive Belastungsbeurteilung beim Melken. Die Resultate der beispielhaften Auswertung verdeutlichen den Nutzen und die Anwendbarkeit des CUELA-System zur Messung und Beurteilung der Arbeitsbelastung im Melkstand.

Ausblick

In weiteren Untersuchungen sollen gezielt verschiedene Melksysteme sowie deren Ausstattung mit technischen Hilfsmitteln (z. B. Abnahmeautomatik, Servicearme) untersucht und im Hinblick auf die Belastungsprofile miteinander verglichen werden. Anschliessend erfolgt eine Einordnung der Ergebnisse in vorhandene Literatur. Ausgehend von diesen Er-

kenntnissen lassen sich sowohl Gestaltungsmaßnahmen für den Arbeitsplatz Melkstand als auch Anleitungen für die richtige Handhabung der Technik formulieren, um gesundheitlichen Langzeitschäden vorzubeugen. Idealerweise soll eine standardisierte Methode zur Beurteilung der Gesamtarbeitsbelastung beim Melken abgeleitet werden.

Literatur

- DIN EN1005-1 2002. Menschliche körperliche Leistung Teil 1: Begriffe. Beuth, Berlin.
- Drury C.G., 1987. A Biomechanical Evaluation of the Repetitive Motion Injury Potential of Industrial Jobs. *Seminars in Occupational Medicine*, 2; pp. 41–49.
- Ellegast R.-P., 1998. Personengebundenes Messsystem zur automatisierten Erfassung von Wirbelsäulenbelastungen bei beruflichen Tätigkeiten. BIA-Report 5/98. Dissertation Universität Bonn, Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin.
- Ellegast R. und Hermanns I., 2006. Einsatz des Messsystems CUELA zur Erfassung und Bewertung physischer Arbeitsbelastungen. Information des Berufsgenossenschaftlichen Instituts für Arbeitsschutz – BGIA, Sankt Augustin. www.hvbg.de/d/bia/fac/ergonomie/pdf/cuela.pdf (24.07.2006).
- EN 1005-4 2002. Menschliche körperliche Leistung Teil 4: Bewertung von Körperhaltungen und Bewegungen bei der Arbeit an Maschinen. Beuth, Berlin.
- Hoehne-Hückstädt U., Herda C., Ellegast R., Hermanns I., Hamburger R., Ditschen D., 2007. Muskel-Skelett-Erkrankungen der oberen Extremität. Entwicklung eines Systems zur Erfassung und arbeitswissenschaftlichen Bewertung von komplexen Bewegungen der oberen Extremität bei beruflichen Tätigkeiten. BGIA-Report 2/2007. Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Sankt Augustin, pp. 113–157.
- ISO/CD 11226 1995. Ergonomics – Evaluation of working posture, International Organization of Standardization.
- Karhu O., Kansi P. und Kuorinka I., 1977. Correcting working postures in industry: A practical method for analysis. *Applied Ergonomics*, pp. 199–201.
- Kauke M. und Schick M., 2007. Analyse und Bewertung von Arbeitsbelastungen in verschiedenen Melksystemen. CD zum Tagungsband 15. Arbeitswissenschaftliches Seminar, 5.–6. März 2007, Wien.
- McAtamney L. and Corlett E.N., 1993. RULA: a survey method for the investigation of work-related upper limb disorders. *Applied Ergonomics* 24(2), pp. 91–99.
- Pinzke S., 1997. Observational Methods for Analyzing Working Postures in Agriculture. *Journal of Agricultural Safety and Health* 3 (3), pp. 169–194.
- Pinzke S., 1999. Towards the good work. Methods for Studying Working Postures to prevent Musculoskeletal Disorders with Farming as Reference Work. Dissertation Lund University, Lund, Sweden, pp. 33–45.
- Pinzke S., 2003. Changes in Working Conditions and Health among Dairy Farmers in Southern Sweden. A 14-Year Follow-Up. *Ann Agric Environ Med* (10) pp. 185–195.
- Stål M., 1999. Upper Extremity Musculoskeletal Disorders in Female Machine Milkers. An epidemiological, clinical and ergonomic study. Dissertation Lund University, Lund, Sweden.
- Stoffert G., 1985. Analyse und Einstufung von Körperhaltungen bei der Arbeit nach der OWAS-Methode. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* 39 (11NF) 1985/1; S. 31–38.

Die Schweizer Milchproduktion im Zeitalter der Globalisierung

Stefan Mann und Gabriele Mack, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

Zusammenfassung

Je weiter die Handelsschranken gelockert werden, und je mehr die Kulturen der Welt zusammenwachsen, desto stärker muss die Wettbewerbsfähigkeit im internationalen Zusammenhang analysiert werden. Diese Feststellung gilt insbesondere im Kontext des geplanten Agrarfreihandelsabkommens mit der Europäischen Union – auch für die Schweizer Milchproduktion. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit einem scheinbaren Widerspruch: Auf der einen Seite schneiden Schweizer Milchviehbetriebe im internationalen Vergleich bezüglich Struktur und Wettbewerbsfähigkeit nie gut ab, insbesondere was die Ausnutzung von Skaleneffekten betrifft. Zum anderen gehen aber Prognosen zu den Folgen einer Marktöffnung stets von einer Ausdehnung der Milchproduktion in der Schweiz aus, während die übrigen Produktlinien insbesondere im pflanzlichen Bereich die Liberalisierung mit dem Verlust von Marktanteilen bezahlen. Dieser Widerspruch wird durch die Aspekte dynamischer Anpassungsprozesse und der Qualitätsführerschaft aufgelöst.

Résumé

La production laitière suisse à l'heure de la globalisation

Plus les barrières commerciales s'assouplissent et plus les différences culturelles s'estompent, plus il est important d'analyser la compétitivité dans le contexte international. Ceci est particulièrement vrai dans le cadre du futur accord de libre-échange agricole avec l'Union européenne. La présente contribution aborde une contradiction apparente: d'un côté, les exploitations suisses de production laitière n'obtiennent jamais de bons résultats au niveau international en ce qui concerne leur structure et leur compétitivité, et particulièrement en ce qui concerne l'exploitation des effets d'échelle. D'un autre côté, les prévisions relatives aux répercussions d'une ouverture du marché partent postulent toujours un développement de la production laitière en Suisse, alors que les autres branches de production notamment dans le secteur végétale perdraient des parts de marché suite à la libéralisation. Les processus dynamiques d'adaptation et la première qualité des produits permettent d'expliquer cette contradiction.

Summary

Swiss milk production in the age of globalisation

The further trade barriers are relaxed and the more cultures merge, the more stringently competitiveness must be analysed in the international context. This observation is especially relevant in the context of the planned agricultural free trade agreement with the European Union. The paper deals with an apparent contradiction: on the one hand Swiss dairy farms never do well in international comparisons of structure and competitiveness, particularly as regards the utilisation of economies of scale. On the other hand, however, forecasts relating to the consequences of market liberalisation are always based on the expansion of milk production in Switzerland, while other product lines, particularly in the crop sphere, pay for liberalisation with a loss of market share. This contradiction is resolved by the aspects of dynamic adaptation processes and quality leadership.

1. Die Wettbewerbsposition der Schweiz am Weltmilchmarkt

Milch ist kein Produkt, das für den Handel übermässig gut geeignet ist. Es wird geschätzt, dass nur gut die Hälfte der weltweit erzeugten Milch in den Handel gelangt, da Milch aufgrund des hohen Wasseranteils eine nur geringe Transportwürdigkeit besitzt und zudem schnell verdirbt. Dank der Ernährungsindustrie wird Milch dennoch international gehandelt, wenn auch nur in verarbeiteter Form. Die üblichsten Handelsprodukte sind Vollmilchpulver, Magermilchpulver und Butter. Während dies klarerweise Basisprodukte sind, gibt es beim Handel mit verarbeiteter Milch auch ein Hochpreissegment. Stärker veredelte Milchprodukte, die Landesgrenzen überschreiten, sind Käse, Schokolade und Joghurt. Und bei diesen Produkten hat die Schweiz, die im übrigen über 40 Prozent ihrer Lebensmittel importieren muss, einen Exportüberschuss. So werden monatlich rund 5600 Tonnen Käse exportiert, aber nur 3400 Tonnen importiert. Bei der Schokolade fällt diese Bilanz noch eindeutiger aus.

Stecken also die Schweizer Milchviehbetriebe alle anderen Milchbetriebe bezüglich Wettbewerbsfähigkeit in die Tasche? Diese Frage wissenschaftlich zu beantworten, ist keine leichte Aufgabe, da sich schon die betrieblichen Kennzahlen und ihre Erfassung zwischen den Ländern stark unterscheiden. Einer der wenigen Hebel, um einen sinnvollen Vergleich zwischen Betrieben unterschiedlicher Staaten dennoch durchführen zu können, ist das International Farm Comparison Network. Innerhalb dieses Netzwerkes einigen sich 78 Einrichtungen aus 72 Staaten auf geeignete Parameter, mit denen landwirtschaftliche Betriebe miteinander verglichen werden. Eine gewisse Schwäche besteht in zwei Punkten. Erstens sind es meist nur sehr wenige Betriebe, die miteinander verglichen werden, und zweitens sind es meist auch keine Durchschnittsbetriebe. Da für die Erhebung relativ viel Input des Betriebsleiters notwendig ist, sind es meist die überdurchschnittlichen Betriebe, die sich im IFCN engagieren. Doch da es in jedem Land die Besseren sind, ist eine gewisse Vergleichbarkeit gewährleistet, wenn auch sicherlich keine Repräsentativität.

Dies wird bestätigt, wenn man berücksichtigt, dass in der vergleichenden Darstellung des IFCN beim Schweizer Betrieb die Vollkosten für Milch bei 93 Rappen liegen. Damit liegt der Betrieb leicht unterhalb der Durchschnittskosten, die Mack und Mann (2008) für das Schweizer Talgebiet kalkuliert haben (1.00 Franken/l), und weit unterhalb der ebendort berechneten Kosten für Bergmilch von 1.50 Franken/l. In jedem Fall liegen diese Kosten der milchproduzierenden Betriebe selbst im Hochpreisland Schweiz noch recht weit über den geltenden Verkaufspreisen für Milch.

Die gute Nachricht zuerst: Auf dem isländischen Vergleichsbetrieb des IFCN liegen die Kosten noch um ein paar Rappen pro Liter höher. Alle anderen Betriebe aus dem Netzwerk jedoch produzieren die Milch zu geringeren Kosten: Die österreichischen Betriebe melden Kosten von 50-75 Rappen/l, die Briten liegen bei 35 Rappen/l und auf der Südhalbkugel gibt es mit Argentinien und Uganda Staaten, in denen die Milch zu weniger als 20 Rappen/l produziert werden kann.

Diese Zahlen verheissen für die Perspektive der Schweizer Milchwirtschaft nichts Gutes. Offenbar gibt es weltweit wenig Staaten, in denen mehr Ressourcen aufgewendet werden müssen, um einen Liter Milch zu produzieren als die Schweiz. Ob unter diesen ungünstigen Voraussetzungen die verstärkte Internationalisierung der Märkte zu einem Aus der Schweizer Milchproduktion führt, soll das folgende Kapitel beleuchten.

2. Prognosen zur Schweizer Milchproduktion

In einem kleinen Land wie der Schweiz stehen nicht beliebig viele Modelle zur Verfügung, mit denen die Entwicklung der Landwirtschaft unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen prognostiziert werden kann. Eines der am besten dokumentierten Modelle ist das Agrarsektormodell SILAS (Mack und Ferjani, 2002). SILAS-dyn ist ein dynamisches, prozessanalytisch aufgebautes Optimierungsmodell für den Schweizer Agrarsektor (siehe Mack

und Flury 2006). Es basiert auf dem von Weinschenk und Henrichsmeyer (1966) entwickelten Regionshofkonzept, wobei acht nach Höhenstufen beziehungsweise erschwerenden Produktions- und Lebensbedingungen abgegrenzte Regionen unterschieden sind. In jeder Region sind bis zu 37 pflanzliche und 17 tierische Aktivitäten modelliert. Die flächen- und tierbezogenen Direktzahlungen sind direkt an die beitragsberechtigten Aktivitäten gekoppelt. SILAS-dyn basiert in den Bereichen Fütterung, Düngung und Arbeit auf technischen Koeffizienten, die den physischen In- und Output der Produktionsaktivitäten widerspiegeln. Dadurch ist eine regionale Optimierung des Faktoreinsatzes sichergestellt. Daneben beinhaltet das Modell eine Vielzahl von Investitionsaktivitäten zur Optimierung des Kapitalbestands. Die simultane Optimierung aller Regionshöfe erfolgt nach der Methode der positiven mathematischen Programmierung (PMP; Howitt 1995). Datengrundlagen für die regionalen In- und Outputkoeffizienten bilden die an der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART aufbereiteten Buchhaltungsdaten sowie arbeitswirtschaftliche und technische Normdaten. Variablen hinsichtlich der Entwicklung des technischen Fortschritts werden mittels Trendfortschreibung und Experteneinschätzungen prognostiziert. SILAS-dyn stellt ein reines Angebotsmodell dar, das ausgehend von exogen vorgegebenen Produkt- und Betriebsmittelpreisen sowie Direktzahlungsansätzen die Flächennutzung, die Tierbestände und das Produktionsvolumen optimiert. Mit diesem Modell wurde vom reinen Status Quo über Änderungen des Direktzahlungs- und Marktstützungsregimes bis hin zum Beitritt oder zum Agrarfreihandel mit der Europäischen Union so ziemlich alles modelliert, was auf dem politischen Parkett diskutiert wurde.

Verbindet man den Anspruch, die Auswirkungen einer stärkeren Internationalisierung auf den Schweizer Milchmarkt kennen zu lernen, mit dem Anspruch, sich mit realistischen Szenarien zu beschäftigen, so dienen am ehesten die Berechnungen zu den Auswirkungen eines Agrarfreihandelsabkommens mit der Europäischen Union zur Klärung. Die diesbezüglichen Modellberechnungen gehen davon aus, dass bis zum Jahr 2010 nur die bereits geltenden Beschlüsse zur AP 2011 umgesetzt werden, und dass dann bis zum Jahr 2015 eine schrittweise Anpassung an die Preise der Europäischen Union erfolgt, während die Direktzahlungen konstant bleiben. Um das wahrscheinliche Preisniveau in der Schweiz bei einem EU-Freihandelsabkommen im Jahr 2015 abzuschätzen, werden EU-Preisprognosen verwendet. Für die EU gibt es zahlreiche modellgestützte Preisprognosen bis 2015 von der OECD, FAO und von FAPRI-US. Die FAPRI-US-Prognose vom April 2008¹ wurde verwendet, da diese erstmals die starken Preissteigerungen im Jahr 2007 in ihre Prognosen mit einbezieht. Bei der Mehrzahl der Agrarrohstoffe ergeben die EU-Prognosen für das Jahr 2015 Preise, die zwischen dem tiefen Niveau des Jahres 2005 und dem ausserordentlich hohen Niveau des Jahres 2007 liegen. Für die Milch bedeutet dies für den Übergangszeitraum 2011–2015 ein Absinken des Preises von 60 auf 50 Rappen pro Liter.

An den wenigen bisher genannten Zahlen lässt sich bereits erahnen, dass die Milchproduktion der Schweiz die Schwelle der Rentabilität überschreitet. Zwischen 2007 und 2015 sinken sowohl Milchkosten als auch Milchpreise um rund 30 Rappen/l, aber die Preise übersteigen die Produktionskosten nicht einmal unter Einschluss der Direktzahlungen in einem der abgebildeten Jahre, sondern beide Grössen bewegen sich im Gleichschritt.

Dennoch ist Milch die fast einzige Produktlinie, für deren Produktion das Modell SILAS-dyn unter den Freihandelsbedingungen Zuwächse statt Rückgänge prognostiziert. Während die Mutterkuhhaltung, die Spezialkulturen oder der Kartoffelanbau einschneidende Rückgänge hinnehmen muss.

Angesichts der in Abschnitt 1 dargestellten fehlenden Rentabilität der Schweizer Milch und vor allem der miserablen Kostenstruktur im internationalen Vergleich erstaunen die rosigen Aussichten für die Milchproduktion. Offenbar gibt es Faktoren, die in der Diskussion noch nicht ausreichend berücksichtigt wurden, jedoch zu einer höheren Wettbewerbsfähigkeit der Schweizer Milchwirtschaft führen, als dies auf den ersten Blick vermuten lässt.

¹ Quelle: <http://www.fapri.iastate.edu/outlook2008/>

3. Assets der Schweizer Milch

In diesem Abschnitt sollen drei mögliche Erklärungsansätze dargestellt werden, wie der Anstieg der Schweizer Milchproduktion vor dem Hintergrund einer immens hohen Kostenstruktur zu erklären ist. Es sind dies die Wettbewerbsfähigkeit anderer Produktlinien, das Qualitätsargument und schliesslich der nichtmonetäre Nutzen der Milchproduktion.

3.1 Die relative Wettbewerbsfähigkeit der Milchproduktion

In Abschnitt 2 wurde bereits herausgearbeitet, dass die Kostenstruktur der Milchproduktion auf Schweizer Betrieben im internationalen Vergleich ungünstig ist. Auch die Preise, die für Milch in anderen Ländern gezahlt werden, liegen deutlich unter dem Schweizer Abnahmepreis. Allerdings ist an dieser Stelle zu betonen: Zwar liegt der Unterschied im Preisniveau zwischen der Schweiz und der Europäischen Union bei 21 Prozent. Tabelle 1 zeigt jedoch, dass die Unterschiede bei anderen Produkten noch deutlich grösser sind. Die Preise für Fleisch liegen in der Europäischen Union bei kaum mehr als der Hälfte des Schweizer Niveaus, und entsprechend gehen heutige Prognosemodelle davon aus, dass die Schweizer Erzeugerpreise bei einem Agrarfreihandelsabkommen um etwa die Hälfte sinken. Im pflanzlichen Bereich sieht es eher schlechter als besser aus. Aller Voraussicht nach werden beispielsweise Zuckerrüben nicht einmal mehr die Hälfte des heutigen Erlöses bringen, sobald mit der EU frei gehandelt wird. Und der Weizenpreis, der heute in der EU immerhin noch bei zwei Dritteln des Schweizer Preises liegt, wird wohl weiter sinken.

Tabelle 1: Räumliche und zeitliche Preisunterschiede für Agrarprodukte
(Quelle: eigene Berechnungen)

| Produkt | Preisunterschied EU-CH (2007) | Preisunterschied 2007–2015 (CH) |
|-----------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Milch | 21 % | 28 % |
| Rindfleisch | 46 % | 45 % |
| Schweinefleisch | 45 % | 44 % |
| Zuckerrüben | 43 % | 59 % |
| Weizen | 32 % | 50 % |
| Kartoffeln | 53 % | 44 % |

So zeigt sich, dass die Milch noch eines der Produkte ist, bei denen die Schweiz der internationalen Wettbewerbsfähigkeit noch am nächsten kommt. Gemäss der Theorie vom komparativen Kostenvorteil sind auch Volkswirtschaften, die in keinem Segment konkurrenzfähig sind, gut beraten, sich auf das Segment zu konzentrieren, das der Wettbewerbsfähigkeit am nächsten kommt.

3.2 Das Qualitätsargument

O'Shaughnessy und O'Shaughnessy (2000) stellen fest, dass die Identität mancher Produkte eng mit dem Herkunftsland verknüpft sei. Neben französischem Parfüm und japanischer Elektronik ist Schweizer Schokolade eines ihrer Beispiele. Skaggs et al. (1996) bemerken Entsprechendes für Schweizer Käse. Dies alles ist vor dem Hintergrund eines inländischen Selbstversorgungsgrades von unter 60 Prozent zu betrachten. Mit anderen Worten: Während kaum ein Getreidekorn oder ein Tropfen Speiseöl die Schweiz verlässt, gibt es bei Milchprodukten einen beachtlichen Exportüberschuss der Schweiz. Es ist fast unnötig zu schreiben, dass dieser Export durchwegs im oberen Qualitätssegment angesiedelt ist. Schweizer Käse und Schokolade, auch Joghurt und Milchgetränke, werden im Ausland stets für mehr Geld verkauft als der Durchschnitt der einheimischen Produkte oder der übrigen Exporte.

Die Molkereiindustrie hat in der Schweiz mit Nestlé zwar auch einen multinationalen Giganten hervorgebracht, nennenswerter sind aber die zahlreichen mittelständischen Firmen, die über die Jahrhunderte mit fortschrittlichen Technologien, aber ohne blinden Fortschrittsglauben Produkte entwickelten, die den Geschmack der Konsumenten nicht nur in der Schweiz trafen. Von dieser Leistung zehrt die Branche noch heute und würde sich selbst einen Imageschaden zufügen, wenn das Rohprodukt mehrheitlich importiert werden würde. Auch das führt heute also zu einem hohen Potenzial der Schweizer Milchproduktion.

3.3 Der nichtmonetäre Wert der Milchproduktion

In der ökonomischen Theorie wird üblicherweise davon ausgegangen, dass wir produzieren, um Geld zu verdienen, und konsumieren, um damit unsere persönlichen Bedürfnisse zu befriedigen. Doch eine Veröffentlichung von Lips und Gazzarin (2008) zeigt, dass auch die Produktion einen Nutzwert für die Produzenten haben kann, und zwar sehr konkret am Beispiel der (Ost-)Schweizer Milchproduktion. 304 Milchbauern aus den Kantonen Appenzell (beide), St. Gallen, Thurgau und Zürich wurden mit unterschiedlichen Optionen zur weiteren Entwicklung ihrer Landwirtschaftsbetriebe konfrontiert. Diese betrafen die Ausrichtung des Betriebs, dessen Organisationsform, die Menge an Ferien und ihr Einkommen. Dann mussten sich die Landwirte die von ihnen präferierte Option herausuchen.

Das auch für die Autoren verblüffende Ergebnis war, dass sich die Landwirte ihren Ausstieg aus der Milchproduktion mit einem Jahreseinkommen von 25 000 Franken entschädigen lassen würden. Der Ausstieg aus dem landwirtschaftlichen Betrieb wäre den Befragten mit 33 000 Franken nur wenig mehr wert. Mit anderen Worten: Die Tatsache, Milchproduzent zu sein, bedeutet zumindest für die Ostschweizer sehr viel, und man nimmt einige finanzielle Nachteile in Kauf, um diesen Status aufrecht zu erhalten. Aus agrarpolitischer Sicht kann so geschlussfolgert werden, dass der Strukturwandel durch die Motivation, Milchbauer zu bleiben, auch zukünftig gebremst wird. Da betriebliches Wachstum fast nur bei Betriebsaufgaben anderer stattfinden kann, wird das Einkommen der Milchproduzenten auch in den nächsten Jahren tief bleiben, aber es wird weiter Milch produziert.

4. Schlussfolgerungen

Auch wenn die Zahlen bei oberflächlicher Betrachtung ein düsteres Bild von der Schweizer Milchproduktion zeichnen, ist diese doch eigentlich gut aufgestellt. Erstens ist der Kostennachteil der Schweizer Landwirtschaft bei fast allen anderen Agrarprodukten weit grösser als bei der Milch, zweitens ist die verarbeitende Industrie im oberen Qualitätssegment extrem wettbewerbsfähig, und drittens sind die Milchbauern bereit, auch für wenig Geld zu arbeiten.

Unter diesen Bedingungen stellt sich die strategische Frage, was die Agrarpolitik und was die Produzenten tun können, um ihre Milchproduktion möglichst nachhaltig zu gestalten. Die Produzenten sind wohl am ehesten herausgefordert, weiter an ihren Kosten zu arbeiten, um an ein mit unseren Nachbarstaaten vergleichbares Niveau heranzukommen. Hierzu hat die Agrarpolitik entsprechende Rahmenbedingungen (Stichwort Re-Importe) bereitzustellen. Gleichzeitig ist die Agrarpolitik aber auch dazu aufgerufen, jene Bedingungen zu schaffen, die die Qualitätsführerschaft der Schweizer Milchbranche ausbauen. Innovationsförderung könnte hier ebenso ein Weg sein wie die Förderung des biologischen Landbaus.

Literatur

- Howitt R. E., 1995. Positive Mathematical Programming. In: American Journal of Agricultural Economics, Vol. 77, p. 229–342.
- Lips, M., C. Gazzarin, 2008. What are the preferences of dairy farmers regarding their work? A discrete choice experiment in the Eastern part of Switzerland. Presentation at the 12th Congress of the European Association of Agricultural Economics, Ghent, 25.8.2008.
- Mack, G., A. Ferjani, 2002. Auswirkungen der Agrarpolitik 2007. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (vormals FAT), Ettenhausen.
- Mack G., Flury C., 2006. Auswirkungen der AP2011. Modellrechnungen für den Agrarsektor mit Hilfe des Prognoseystems SILAS. Im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft. <http://www.blw.admin.ch/themen/00005/00044/index.html?lang=de>.
- Mack, G., S. Mann, 2008. Defining Elasticities for PMP Models by Estimating Marginal Cost Functions Based on FADN Data: the Case of Swiss Dairy Production. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- O’Shaughnessy, J., N.J. O’Shaughnessy, 2000. Treating the Nation as a Brand: Some Neglected Issues. Journal of Macromarketing 20 (1) 56–64.
- Skaggs, R., C. Falk, J. Almonte, M. Cárdenas, 1996. Product-country images and international food marketing: Relationships and research needs. Agribusiness 12 (6) 593–600.
- Weinschenk G. und Henrichsmeyer W., 1966. Zur Theorie und Ermittlung des räumlichen Gleichgewichts. In: Berichte über Landwirtschaft, Band 66. S. 209.

Anpassungsstrategien für Milchviehbetriebe: Investieren, spezialisieren oder kooperieren?

*Christian Gazzarin, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
CH-8356 Ettenhausen*

Zusammenfassung

Die Milchpreise dürften künftig stärkeren Schwankungen unterworfen sein. Deshalb sollten alle Anstrengungen darauf abzielen, die Kosten zu senken und damit das Einkommen zu verbessern, jedoch ohne dass damit die Arbeitsbelastung steigt. Dafür ist in der Regel eine Änderung der Strukturen beziehungsweise eine Ausdehnung der Produktionsmenge vonnöten. Unter der Vorgabe eines weitgehend konstanten Arbeitszeitaufwandes bedarf es hierzu Investitionen in arbeitssparende Techniken und/oder eine vermehrte Gewichtung der Milchproduktion innerhalb des gesamten Betriebsportfolios, das heisst letztlich auch die Aufgabe von anderen Betriebszweigen. Damit erhöht sich jedoch, unter anderem durch schwankende Preise das Risiko, dem der Betrieb ausgesetzt ist. Ein gewisser Grad an Unternehmergeist ist damit für die künftig erfolgreiche Betriebsleitung, die keine Kooperation in Erwägung zieht, ein Muss. Dazu gehört der Glaube an das eigene Können, die Zuversicht für den Absatz der Produkte und selbstverständlich die Freude am Beruf.

Eine in finanzieller Hinsicht weniger risikoreiche Strategie ist die Kooperation mit einem oder mehreren Partnern. Je nach Typ Mensch ist die eine oder andere Strategie zu bevorzugen. Betriebsleitungen, die keine wirksame Anpassungsstrategie verfolgen, dürften mittelfristig mit hoher Wahrscheinlichkeit aus der Produktion ausscheiden.

In der Bergregion ist die Angelegenheit differenziert zu betrachten. Hier stösst das Wachstum schneller an natürliche Grenzen. Die Erhaltung des Status Quo, insbesondere die Pflege der touristisch bedeutenden Landschaft sowie weitere ökologische Leistungen stehen mit entsprechenden Beihilfen in Form von Direktzahlungen im Vordergrund.

Résumé

Stratégies d'évolution pour les exploitations de vaches laitières – investir, se spécialiser ou coopérer?

Le producteur de lait ne peut pas influencer sur le prix du lait: il est preneur de prix. Il doit donc s'efforcer de remettre la structure de ses coûts en question, de réduire ces derniers et ainsi, d'améliorer son revenu sans perdre de vue la charge de travail. La réduction des coûts est étroitement liée à l'extension du volume de production. Partant du fait que le travail reste plus ou moins constant, il faut donc investir dans des techniques qui permettent d'économiser du travail et / ou pondérer davantage la production laitière dans l'ensemble du portefeuille de l'exploitation, ce qui revient finalement à abandonner les autres branches de production. Les investissements ou la spécialisation sont deux stratégies qui augmentent le risque, sachant que ce dernier peut être plus ou moins atténué suivant le site et la technique de production. A l'avenir, le producteur solitaire devra faire preuve d'un minimum d'esprit d'entreprise. Il devra croire en ses capacités, avoir confiance dans le débouché de ses produits et bien entendu prendre plaisir à son travail.

La coopération avec un ou plusieurs partenaires est une stratégie qui présente moins de risque sur le plan financier. Elle permet de maintenir une certaine diversification. L'organisation de l'exploitation s'en trouve néanmoins totalement bouleversée. L'agriculteur a certes plus de temps libre et moins de travail, mais il perd un peu de son indépendance. Les enjeux de la coopération se situent surtout sur le plan organisationnel et sur le plan hu-

main. Suivant le type de personnalité, il est préférable d'opter pour l'une ou l'autre stratégie. Il est fort probable que les chefs d'exploitation qui n'appliquent pas de stratégie d'adaptation efficace soient obligés d'abandonner la production à moyen terme. En région de montagne, la situation est plus différenciée. La croissance y est rapidement freinée par les limites naturelles. Le maintien du statu quo avec un soutien sous forme de paiements directs, notamment l'entretien du paysage à haute valeur touristique, ainsi que d'autres prestations écologiques sont essentiels.

Summary

Adaptation strategies for dairy farms – to invest, specialise or cooperate?

The milk producer cannot influence the price of milk and is consequently a price taker. His efforts should therefore be concentrated on querying his own cost structure and cutting costs to boost his income, at the same time being mindful of his workload. Expansion of output is closely linked to cost cutting. Assuming a largely constant labour requirement, this calls for investment in labour-saving technologies and / or focussing on milk production within the overall farm portfolio, i.e. ultimately giving up other branches. Both strategies increase risk, though this can be cushioned to a greater or lesser degree depending on location and appropriate production technology. A certain degree of entrepreneurial spirit is therefore a must for the farmer who wants to make it on his own in future. This involves a belief in his own ability, confidence to sell his products and, of course, enjoyment in his job.

A less risky strategy from a financial point of view is cooperation with one or more partners. This allows a certain diversification to be maintained, but farm organisation will be fundamentally altered. More free time and a lower workload will be paid for by a certain loss of independence. The challenges occur mainly in the organisational and human sphere. The preference for one strategy or another depends on the type of person. Farm managers who cannot pursue an effective adaptation strategy are very likely to drop out of production in the medium term. In mountain regions, it is rather a different matter. Here change comes up sooner against natural boundaries. Priority is given to maintaining the status quo with appropriate subsidies in the form of direct payments, particularly for managing the landscape, which is important for tourism, and for further ecological performance.

1. Herausforderungen

Die Schweizerische Milchproduktion entfernt sich schrittweise aus der Obhut des Staates. Als erstes Land in Europa wird die Kontingentierung in der Schweiz ab 1. Mai 2009 definitiv abgeschafft. Nachdem die Bemühungen einer privatrechtlichen Mengenbeschränkung gescheitert sind, müssen die Milchproduktionsbetriebe wohl mit zunehmend schwankenden Milchpreisen rechnen. Ein Mengenüberschuss führt zu sinkenden Preisen. Übersteigt die Nachfrage die angebotene Milchmenge legen die Preise entsprechend wieder zu. Diese einfachen Marktmechanismen dürften in Zukunft stärker zum Tragen kommen. Doch ist der Schweizer Milchproduktionsbetrieb darauf vorbereitet?

Der Blick zurück zeigt, dass zu Beginn des Jahres 2007 die Preise für Milchpulver am Weltmarkt zu steigen begannen. Ende 2007 wurde ein ungeahnter Höhepunkt der Milchpreise erreicht, bevor diese 2008 wieder abzubröckeln begannen und anfangs 2009 tiefer lagen als zu Beginn der Hausse. Viele europäische Betriebe, deren Milchpreis relativ eng an den Weltmarktpreis gekoppelt war, gerieten in eine Euphorie und investierten. Dann kam 2008 der grosse Zusammenbruch. Die Erlöse brachen ein, die Produktionskosten blieben jedoch auf einem hohen Niveau, ja stiegen sogar an, insbesondere wegen höherer

Treibstoff-, Futter-, und Düngerpreise. Das Einkommen dezimierte sich massiv. Streikwellen waren die Folge.

Von diesen Bewegungen blieb die Schweiz infolge der weitgehenden Abschottung vom Weltmarkt verschont. Die Bestrebungen nach zunehmend offenen Märkten lassen jedoch vermuten, dass solche Entwicklungen, wenn auch vorerst in geringerem Ausmass, zunehmend Schweizer Betriebe tangieren könnten.

Bezogen auf die Jahre 1998–2008 war die Milch auf dem Weltmarkt nach Reis das Agrarprodukt mit den stärksten Preisschwankungen. Fachleute gehen davon aus, dass sich die Preisschwankungen in Zukunft kaum abschwächen werden.

2. Kosten- und Risikomanagement ist ein Schlüsselfaktor

Schwankende Milchpreise machen die Milchproduktion zunehmend zum Risikogeschäft. Abbildung 1 zeigt schematisch den Einfluss schwankender Milchpreise auf das Einkommen. Die Kosten der Milchproduktion werden unter Abzug der Nicht-Milcherlöse direkt dem Milchpreis gegenübergestellt. Die Opportunitätskosten entsprechen den eigenen Lohn- und Kapitalkosten. Die Differenz vom Preis zur dunklen Kostensäule entspricht dem Einkommen aus der Milchproduktion. Abgebildet ist eine simulierte Kostenentwicklung eines typischen Hügelbetriebes mit 20 Kühen sowie die Entwicklung des Schweizer Milchpreises (bis Dezember 2008, ab 2009 geschätzt). Wer aus dem Jahr 2007 gelernt hat, weiss, dass bereits im letzten Jahr hohe Erlöse von kurzer Dauer sein können und die Bildung von Reserven unabdingbar für das Überleben in schlechten Zeiten ist. Die Kostenbremse muss auch in guten Zeiten ein Thema bleiben.

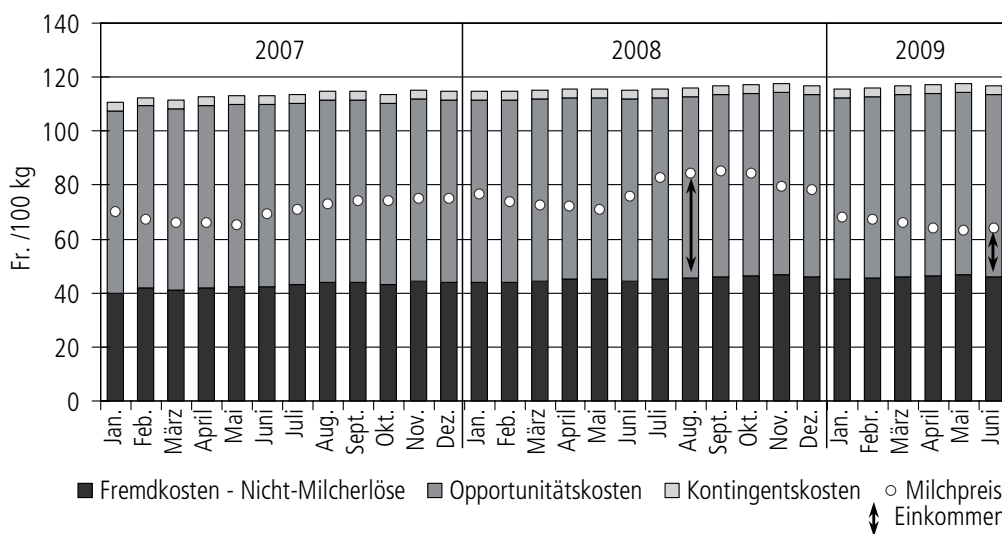
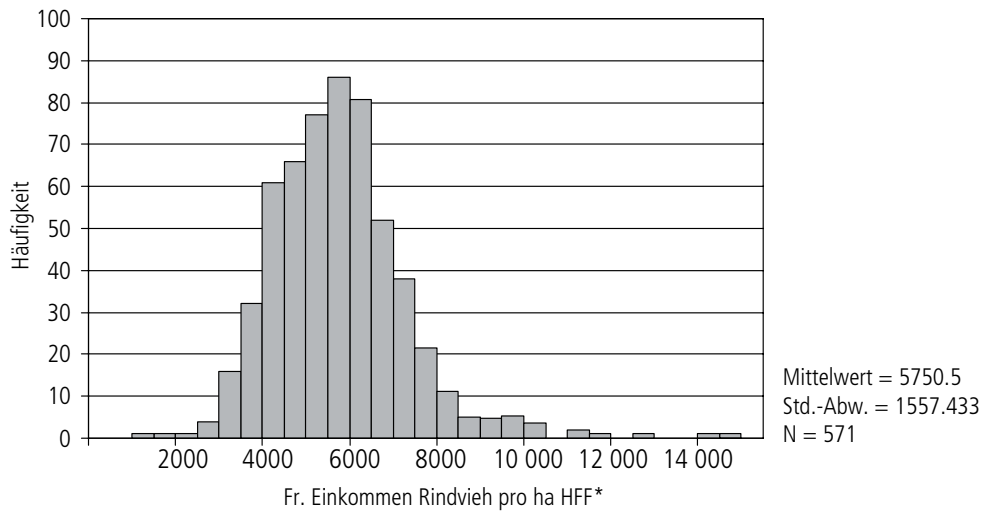


Abb. 1: Einkommensschwankungen aufgrund schwankender Milchpreise dürften künftig zunehmen.

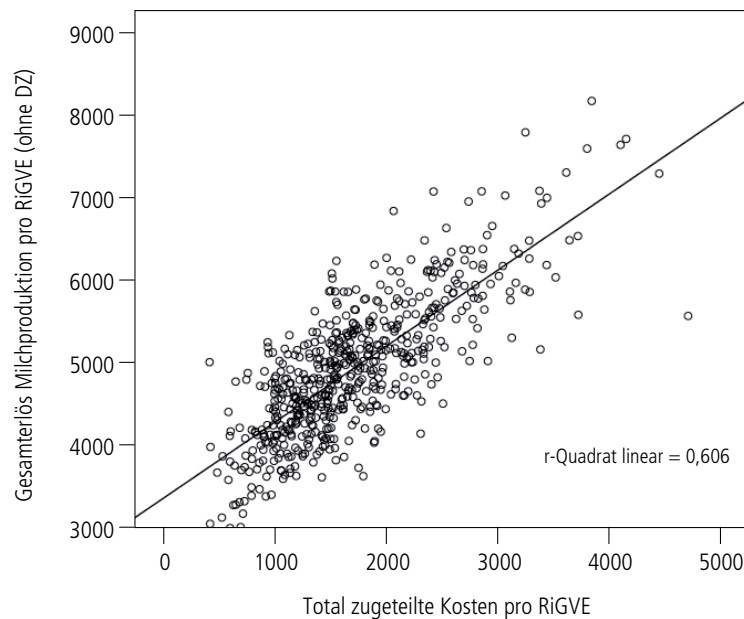
Dass Optimierungspotential auf den Betrieben vorhanden ist, zeigt eine aktuelle Auswertung zentraler Buchhaltungsdaten von 571 Verkehrsmilchbetrieben der Talregion, die zwischen 15 und 45 Hektaren bewirtschaften. Als Erfolgsindikator gilt der Deckungsbeitrag aus der Rindviehhaltung pro Hektare Rindvieh-Hauptfutterfläche («Einkommen Rindvieh je Hektare Hauptfutterfläche»). Dabei wurde der vergleichbare Deckungsbeitrag pro Rindviehgrosseinheit (RiGVE) um die zuteilbaren Strukturkosten (Miete und Abschreibungen von Milchkontingenten, Arbeiten durch Dritte, Maschinenmiete) reduziert und auf die betriebseigene Rindvieh-Futterfläche, umgerechnet. So wird dem Umstand Rechnung getragen, dass auf den meisten Betrieben in erster Linie die Futterfläche limitierend wirkt. Dieses Einkommen aus der Rindviehhaltung dient zur Deckung wichtiger Strukturkostenpositionen wie unter anderem Arbeit, Gebäude und Maschinen. Die Daten entsprechen dem Mittelwert der einzelnen Betriebe aus den Jahren 2005, 2006 und 2007.

Abb. 2: Einkommen aus der Rindviehhaltung pro Hektare (*Hauptfutterfläche; entspricht dem Deckungsbeitrag aus der Rindviehhaltung abzüglich den zuteilten Strukturkosten).



Obwohl die Daten über drei Jahre gemittelt sind lässt sich eine starke Streuung der Werte feststellen. Das obere Quartil erreicht dabei einen Mittelwert von 7700 Franken pro Hektare, während das untere Quartil mit 4100 Franken pro Hektare fast nur halb so viel mit der Rindviehhaltung verdient. Abbildung 3 zeigt ergänzend das Streuungsdiagramm der Erträge (Gesamterlös pro RiGVE) und Kosten (Direktkosten + zuteilbare Strukturkosten pro RiGVE).

Abb. 3: Gesamterlös im Verhältnis zu den zuteilten Kosten pro RiGVE. Betriebe oberhalb der Anpassungslinie sind überdurchschnittlich effiziente Betriebe.



Die Erklärungen für die Varianzen sind vielschichtig. Während die landwirtschaftliche Nutzfläche, der Kuhanteil oder die Höhe der zuteilbaren Kosten (Direktkosten + zuteilbare Strukturkosten) in keinem oder nur geringem Zusammenhang zum Flächeneinkommen stehen, hat die Höhe der Milchproduktion und die Milchleistung pro Kuh einen deutlich größeren Einfluss, wie eine einfache Korrelationsanalyse zeigte. Dazu kommen sicher auch unterschiedliche Standortbedingungen und Milchpreise. Darüber hinaus dürfte jedoch das Management zu den wichtigsten Erfolgsfaktoren gehören. Im Übrigen muss das Ergebnis nicht zwangsläufig mit dem Einkommen des gesamten Milchproduktionssystems korrelieren. Hohe Maschinen- und Gebäudekosten können diese Verdienste auf Deckungsbeitragebene gut wieder zunichte machen.

3. Investieren in unsicheren Zeiten

Mit dem Rückzug des Staates ist der Milchmarkt in der Schweiz grundsätzlich unsicherer geworden. Dieses Umfeld ist jedoch für jeden Unternehmungen mehr oder weniger der Normalzustand. Investieren soll nur, wer sein Management bereits optimiert hat und sowohl an sich selbst als auch an sein Produkt glaubt. Eine repräsentative Umfrage in der Ostschweiz zeigte, dass Ende 2006 rund 80 Prozent der langfristig produzierenden Betriebe in den folgenden zehn Jahren ihre Milchmenge ausdehnen möchten, grösstenteils über die Auslastung des Stalls und knapp ein Drittel über die Investition in ein neues Gebäude (Gazzarin et al. 2008).

Investitionen in einen Laufstall lohnen sich in der Regel nur, wenn auch der Kuhbestand entsprechend erweitert wird. Das Beispiel eines typisierten Biobetriebes mit 15 Kühen, der aufgrund der Laufstallpflicht investieren muss, zeigt in Abbildung 4, welche Effekte auf Einkommen und Arbeitsverwertung je nach Anzahl Kuhplätze zu erwarten sind. Hierbei bedarf es einer Aufstockung des Kuhbestandes um mindestens 50 Prozent oder nahezu einer Verdoppelung der Produktionsmenge in sechs Jahren, wenn das Einkommen gehalten oder leicht erhöht werden soll (Produktionsmenge im Ausgangsjahr: 81 t; Verdoppelung auf 160 t im Jahre 2014 mit 25 Kühen).

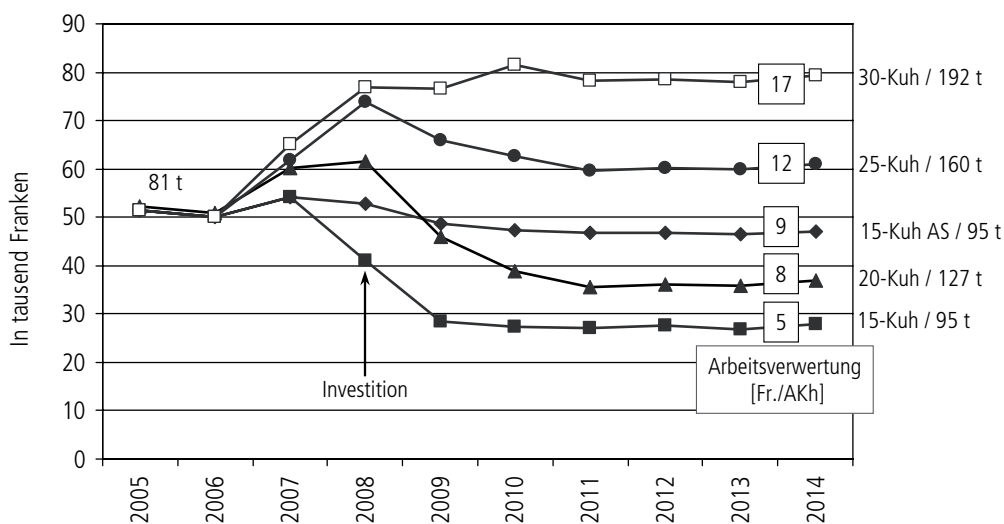


Abb. 4: Einkommen und Arbeitsverwertung in Abhängigkeit der Anzahl investierter und ausgenutzter Stallplätze.

Abbildung 5 zeigt auf Basis einer Simulationsrechnung über 30 Jahre, was eine Investition bedeuten kann, wenn sämtliche Wachstumskosten mitberücksichtigt werden und die Kredite auf Null abgeschrieben werden (vgl. Gazzarin und Lips, 2007). Ausgehend von einem Talbetrieb mit 20 Kühen und Ackerbau erfolgt eine Spezialisierung auf die Milchproduktion, indem der Marktfruchtbau weitgehend mit Ackerfutterbau ersetzt wird, sodass der Kuhbestand auf 45 Kühe vergrössert werden kann. Über eine weitere Zupacht erfolgt die Aufstockung auf 60 Kühe.

Die Ausgangslage (25 Kühe) rechnet mit einer Arbeitsverwertung von 12.50 Franken je Arbeitskraft-Stunde (AKh). In Abhängigkeit des Milchpreises zeigt sich nun, ob die Investition (Stall mit 45 Kühe oder Stall mit 60 Kühen und Zupacht von Land) überhaupt zu einer Steigerung der Arbeitsverwertung (Wachstumsgewinn) führt. Eine angestrebte Arbeitsverwertung von 27 Franken (+ 14.50 Franken) im Mittel der 30 Jahre wird erst erreicht, wenn der Milchpreis während dieser Zeit im Mittel bei 68 (60 Kühe) beziehungsweise 72 Rappen (45 Kühe) liegt. Dies unter der Voraussetzung, dass keine anderweitigen Kostensenkungen vorgenommen werden.

Abbildung 6 bildet die dynamische Entwicklung des Einkommens des spezialisierten Betriebes mit 45 Kühen im Vergleich zur Referenzsituation (ohne Investition) ab. Dabei gilt es,

Abb. 5: Veränderung der Arbeitsverwertung in Abhängigkeit des Milchpreises bei Ausdehnung der Kuhbestandes von 20 auf 45 beziehungsweise 60 Kühen (Basis 20 Kühe: 12.50 Fr./AKh).

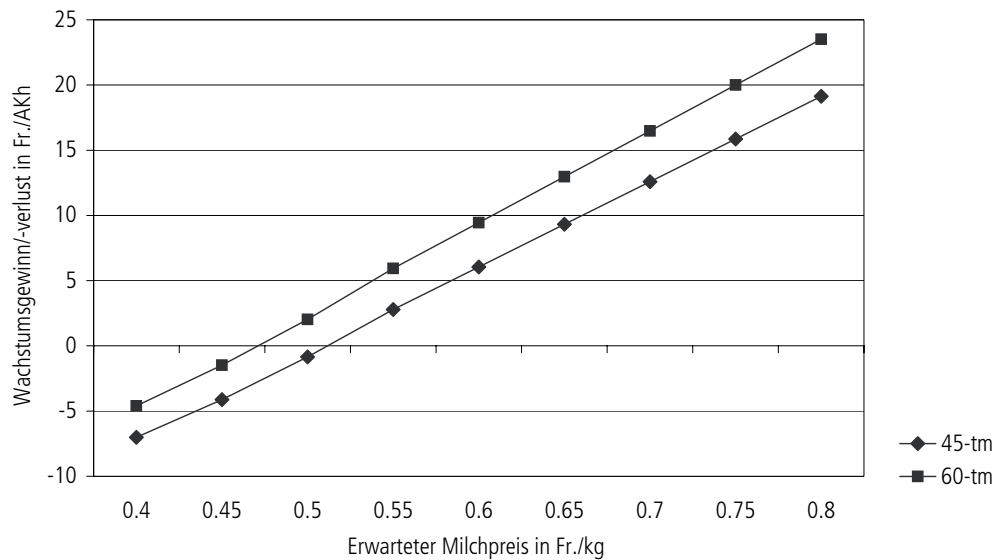
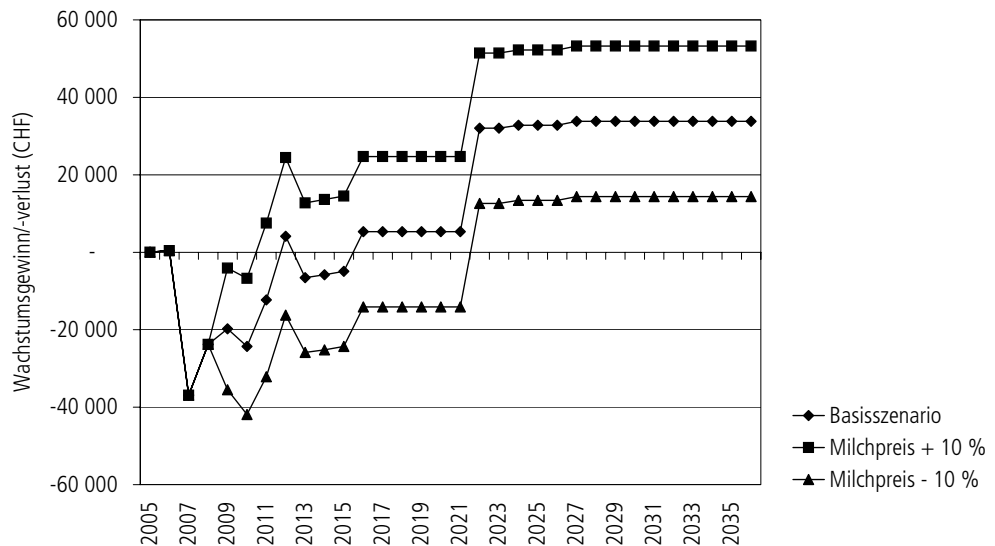


Abb. 6: Entwicklung Arbeitsverwertung nach Stallbau-Investition in 2007 (45 Stallplätze).



eine Durststrecke von mehreren Jahren zu bewältigen bis die ersten Investitionskredite, aber auch die bisherigen Schulden abbezahlt sind. Besonders herausfordernd wird es, wenn während dieser Zeit der Milchpreis eher am unteren Ende der Erwartungen liegt (durchschnittlicher Basispreis ab 2013: 55 Rappen). Das Erreichen von Gewinnen kann sich so mehrere Jahre verspäten.

Muss das für eine Investition benötigte Kapital auf dem Kreditmarkt beschafft werden, ist es offensichtlich, dass eine Investition im Alleingang mit hohen Risiken behaftet ist. Dies trifft in erster Linie für das Talgebiet zu, das im Vergleich zum Berggebiet auch in Zukunft mit einem geringeren Direktzahlungsanteil auskommen muss. Hier sind zweifelsohne unternehmerische Persönlichkeiten gefragt, die auch hart rechnen können und die Prioritäten richtig setzen.

4. Kooperation als Ausweg

Deutlich abschwächen lässt sich das Risiko über eine Kooperation mit einem oder mehreren Partnerbetrieben. Dabei lässt sich auch eine gewisse Diversifikation erhalten. Die Betriebsorganisation wird jedoch fundamental verändert. Mehr Freizeit und geringere Arbeitsbelastung bezahlt man mit einem Verlust an Eigenständigkeit. Die Herausforderungen

liegen vor allem im organisatorischen und menschlichen Bereich. Diese Strategie wiederum bezahlt man weniger mit teuren Krediten als mit einem gewissen Verlust an Eigenständigkeit. Umgekehrt kann dies jedoch auch die Lebensqualität entscheidend verbessern, indem eine geringere Arbeitsbelastung und mehr Freizeit erwartet werden kann. Die positiven ökonomischen Effekte wurden bereits mehrfach nachgewiesen (Gazzarin und Lips, 2006; Gazzarin et al. 2007)

Literatur

- Gazzarin C. & Lips M., 2006. Entwicklungsoptionen typischer Milchproduktionsbetriebe unter AP 2011. FAT-Bericht 651. Forschungsanstalt Agroscope-Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Gazzarin C., Lips M., Schick M., 2007. Milchproduktion in der Bergregion unter AP 2011. ART-Bericht 674. Forschungsanstalt Agroscope-Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Gazzarin C. & Lips M., 2007. Lohnt sich das Wachstum in der Milchproduktion – dynamische Simulation für 30 Jahre. ART-Bericht 693. Forschungsanstalt Agroscope-Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Gazzarin C., Bloch L., Schneitter O. & Lips M., 2008. Wie reagieren Verkehrsmilchbetriebe auf die aktuellen Herausforderungen. ART-Bericht 698. Forschungsanstalt Agroscope-Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.

Optimierung von Zitzengummis

Günter Schlaiss, DeLaval GmbH, DE-84529 Tittmoning

Zusammenfassung

Entscheidend für die Entwicklung der heutigen Melkmaschine war die Erfindung des Zitzengummis. Seine Eigenschaften sind das Resultat aus der Kombination von Material und Design, wobei das Material neben den technischen auch den lebensmittelrechtlichen Anforderungen genügen muss. Bei der Auswahl eines Zitzengummis müssen Aspekte der Tiere (Zitzenformen, Zitzenabmessungen, Zitzenbehandlung), der Technik (Anlagentyp, Melkzeugpositionierung) sowie die betriebsindividuellen Ansprüche und Erwartungen der Landwirtin oder des Landwirts berücksichtigt werden. Die unter diesen drei Aspekten geforderten Eigenschaften eines Zitzengummis sind jedoch nicht beliebig kombinierbar. Die Optimierung von Zitzengummis besteht deshalb darin, den besten Kompromiss unter Berücksichtigung und Gewichtung aller Anforderungen zu finden

Résumé

Optimisation des manchons trayeurs

L'invention du manchon trayeur a joué un rôle capital dans l'évolution de la machine à traire actuelle. Ses propriétés sont le fruit d'une combinaison réussie entre matériau et design, sachant que le matériau doit satisfaire non seulement aux exigences techniques, mais aussi aux exigences de la législation sur les denrées alimentaires. Le choix d'un manchon trayeur doit prendre en compte plusieurs aspects: l'animal (morphologie et dimension des trayons, traitement des trayons), la technique (type d'installation, positionnement de l'unité trayeuse), ainsi que les exigences et les attentes individuelles de l'agriculteur. Les propriétés nécessaires pour qu'un manchon trayeur satisfasse ces trois aspects ne peuvent pas être combinées à souhait. C'est pourquoi l'optimisation des manchons trayeurs consiste à trouver le meilleur compromis possible, compte tenu de toutes les exigences à respecter.

Summary

Optimisation of teat cup liners

The invention of the teat cup liner was key to the development of today's milking machine. Its properties are the result of combining material and design, the material having to comply with foodstuff law as well as meeting technical requirements. When selecting a teat cup liner, consideration must be given to animal aspects (teat shapes, teat dimensions, teat handling), engineering aspects (system type, milk cluster positioning) and the requirements and farmer's expectations on individual farms. The properties of a teat cup liner demanded by these three aspects cannot, however, be combined at will. The optimisation of teat cup liners therefore consists in finding the best compromise after considering and weighing up all the requirements.

1. Einleitung

Das Melken von Hand stellt eine schwere körperliche Arbeit dar. Aus diesem Grund wurden schon sehr früh, zum Beispiel in Ägypten vor über 4000 Jahren, jedoch verstärkt während der letzten 200 Jahre, viele Anstrengungen unternommen, einen maschinellen Milchentzug zu realisieren. Zu Beginn der jüngeren Entwicklung standen drei Varianten zur Auswahl: Melkröhrchen, Druckmelkmaschinen und Saugmelkmaschinen.

Allein die Saugmelkmaschine fand davon weitergehende Verbreitung (Parau 1975). Das erste Patent für eine Melkmaschine, die nach dem «saugenden Prinzip» arbeitete, wurde im Jahr 1879 vergeben (Helmrich 1966). Nachteilig auf die Eutergesundheit wirkte sich bei den ersten Saugmelkmaschinen das ständige Saugen aus. Erst durch die Kombination des Zweiraum-Melkbeckers (Gilles 1902) mit dem von Shields bereits 1895 erfundenen Pulsator wurden die Voraussetzungen für eine funktionssichere Melkmaschine geschaffen. Auch die heutigen Melkmaschinen arbeiten ausnahmslos noch nach diesem Prinzip.

2. Pulsierung

Das zyklische Öffnen und Schliessen des Zitzengummis wird als Pulsierung bezeichnet (ISO 3918). Die Hauptaufgabe der Pulsierung ist es, Ansammlungen von Blut in der Zitze zu verhindern und der Entstehung von Ödemen entgegenzuwirken (Mein 1992). Daneben hat die Pulsierung, und dabei vor allem die Massagewirkung des kollabierenden Zitzengummis, noch weitere Auswirkungen:

- Der sich zyklisch bewegende Zitzengummi hat eine stimulierende Wirkung und fördert die Ejektion von Milch.
- Durch die Pulsierung wird ein hoher Milchfluss sichergestellt.
- Versuche mit pulsierungsfreiem Milchentzug zeigten, dass die Massage durch den Zitzengummi die Neuinfektionsrate senkt. Die Pulsierung wirkt sich also positiv auf die Eutergesundheit aus.

3. Aufbau und Funktion des Zitzengummis

Der Zitzengummi stellt die einzige physische Verbindung zwischen Maschine und Tier dar. Dabei sind die Melkeigenschaften des Zitzengummis das Resultat aus der Kombination des verwendeten Materials und dem Zitzengummidesign.

3.1 Zitzengummimaterial

Das Material, das für die Herstellung von Zitzengummis eingesetzt wird, muss verschiedenen, zum Teil gegensätzlich gerichteten Anforderungen gerecht werden.

- Lebensmittelrechtliche Vorgabe:
Die verwendeten Materialien müssen im Kontakt mit dem Lebensmittel Milch unbedenklich sein. Die Einhaltung der lebensmittelrechtlichen Vorgaben (Grenzwerte, Verwendung ausschliesslich von zugelassenen Inhaltsstoffen) unterliegt ständiger staatlicher Kontrolle. Der zunehmende Verbraucherschutz führt zu regelmässigen Veränderungen. Deshalb wird das Material für Zitzengummis kontinuierlich weiterentwickelt.
- Technische Anforderungen:
Nach dem Einbau ins Melkzeug ist ein Zitzengummi vielfältigen Einwirkungen ausgesetzt. So stellt das zyklische Öffnen und Schliessen des Zitzengummis eine extrem hohe mechanische Belastung dar. Das in der Milch enthaltene Fett führt zum Aufquellen des Materials. Die eingesetzten Chemikalien zur Reinigung und Desinfektion in Kombination mit hohen Reinigungstemperaturen sowie Ozon und UV-Licht greifen das Material an. Es kann zu Materialauswaschungen und zur Bildung von Rissen kommen. Das Material altert. Ziel der Materialentwicklung ist es, Materialien mit den gewünschten Eigenschaften zu entwickeln und diese Eigenschaften über einen möglichst langen Anwendungszeitraum stabil zu halten.

3.2 Zitzengummidesign

Die grundlegenden Anforderungen an das Design von Zitzengummis definierten Akam und Spencer (1994):

1. Die Verbindung zwischen Zitzengummi und Becherhülse soll an beiden Enden luftdicht sein.
2. Der Zitzengummi soll leicht zu reinigen sein.
3. Flüssigkeitsansammlungen in der Zitze (Teat congestion), Ödeme und Zitzenverletzungen sollen minimiert werden.
4. Ein Zitzengummi soll schnell und vollständig ausmelken.
5. Der Zitzengummikopf und -schaft soll zu den Zitzen passen, um Liner Slip (Luftziehen) und das Abfallen von Melkzeugen zu minimieren.

Eine Vielzahl an Design-Varianten wurde weltweit entwickelt, mit dem Ziel, diesen Anforderungen zu genügen:

- Bohrungsdurchmesser: 18–27 mm
- Durchmesser des Schafts: 18–32 mm
- Effektive Länge des Schafts 90–164 mm
- Gestaltung des Schaftquerschnitts:
 - rund
 - oval
 - dreieckig
 - viereckig
 - sternförmig

Die für die Melkeigenschaften wichtigsten Baugruppen eines Zitzengummis sind der Zitzengummikopf, die Ausformung des Kopfraums sowie der Zitzengummischaft.

3.2.1 Zitzengummikopf und Lippe des Zitzengummis

Die Lippe dichtet den Innenraum des Zitzengummis gegen die Zitzen ab.

Das übergreifende Ziel des Kopf-Designs ist die Anwendbarkeit für möglichst viele verschiedene Zitzenformen und -durchmesser, ohne Abstriche bei Melkeigenschaften und Zitzenbehandlung. Die wichtigsten Eigenschaften eines Zitzengummis werden vom Zitzengummikopf beeinflusst, wie zum Beispiel die Häufigkeit von Liner Slip (Luft ziehen), Melkzeugstabilität, Ausmelkeigenschaften und, zu einem gewissen Masse, auch das Minutenmelk.

Als Entscheidungsgrundlage für oder gegen einen Zitzengummityp wird häufig die Bohrung herangezogen. Aber hierbei müssen auch der Durchmesser des Zitzengummikopfs sowie die Weichheit und das Anpassungsvermögen der Zitzengummilippen berücksichtigt werden. Weiche, anschmiegsame Lippen passen sich der Form der Zitze besser an. Damit wird ein besserer Ausmelkgrad erreicht. Harte, steife Lippen dagegen reduzieren das Risiko eines Lufteinbruchs und verbessern die Stabilität des Melkzeugs.

3.2.2 Kopfraum des Zitzengummis

Um Flüssigkeitsansammlungen im Zitzengewebe während des Melkens zu minimieren, muss die Zitze so weit in den Zitzengummi eindringen, dass sie vom kollabierenden Zitzengummi massiert werden kann.

Im Zuge der Züchtungsarbeit wurde und wird noch immer viel Wert auf kurze Zitzen gelegt, um das Risiko für Zitzenverletzungen zu reduzieren. Bei Kühen mit kurzen Zitzen müssen Zitzengummis mit flacheren, mit weichen, sich anpassenden Köpfen und weichen Lippen zum Einsatz kommen, die auch kurzen Zitzen eine ausreichende Eindringtiefe erlauben.

3.2.3 Zitzengummischaft

Neben der Zitzenmassage ist die Ausformung des Zitzengummischafts entscheidend für die Position des Melkbechers an der Zitze während des Hauptgemelks. Je tiefer der Melkbecher während des Hauptgemelks hängt, das heisst je weniger Zitzengewebe in den Melkbecher gesogen wird, desto schonender ist die Zitzenbehandlung und desto höher ist der Ausmelkgrad.

Bei einem engen Schaft hängt der Melkbecher tief, weil sich bereits bei einer relativ geringen Eindringtiefe der Zitze genügend Haftreibung zwischen Zitzengummi und Zitze aufbaut.

Ein weiter, konischer Zitzengummischaft führt einerseits zu einer höheren Eindringtiefe der Zitzen, aber auch zu einem höheren Kopfvakuum und damit zu einer höheren Beanspruchung des Gewebes an der Zitzenbasis. Der Vorteil solcher Zitzengummis ist die deutlich verbesserte Melkzeughaftung, weshalb diese Konstruktionen häufig in SwingOver-Melkständen oder anderen Melkständen mit schwieriger Melkzeug-Positionierung eingesetzt werden. Allerdings müssen dabei auch Nachteile in Kauf genommen werden. O'Callaghan (1989) stellte fest, dass beim Einsatz von Zitzengummis mit weitem Schaft und höherem Kopfvakuum der Ausmelkgrad verringert ist. Die Untersuchungen von Bakke und Binde (1984) weisen auf schlechtere Eutergesundheit, insbesondere bei Jungkühen, hin, und Newmann et al. (1991) vermuten, dass den Tieren ein hohes Kopfvakuum «unangenehm» sein muss, da in ihren Untersuchungen vermehrtes Abschlagen auftrat.

4. Auswahl eines Zitzengummis

Bei der Auswahl eines Zitzengummis müssen drei verschiedene Aspekte berücksichtigt werden.

4.1 Aspekte der Tiere

Der ideale Zitzengummi haftet gut, ohne die Zitzen einzuschnüren. Die Kuh wird schnell und vollständig ausgemolken, da der Melkbecher nicht frühzeitig «klettert». Das Vakuum im Zitzengummikopf steigt erst gegen Melkende an, wenn der Milchfluss versiegt ist. Nach dem Abnehmen der Zitzenbecher sind keinerlei Veränderungen an den Zitzen feststellbar. Wenn dies erfüllt ist, passt der Zitzengummi zu den Zitzen (Harsch 2005).

Da jedoch in einer Milchviehherde verschiedene Tiere gehalten werden, muss ein Zitzengummi viele verschiedene Zitzen (Länge, Durchmesser, Zitzenformen) und Eutergeometrien melken. Damit wird deutlich, dass auch der «ideale» Zitzengummi einen Kompromiss darstellt, der sich an der «durchschnittlichen» Zitze in einer Herde orientieren muss. Es muss also auch bei sorgfältigster Auswahl eines Zitzengummis in Kauf genommen werden, dass suboptimale Zitzen/Zitzengummi-Kombinationen vorkommen können.

4.2 Aspekte der Melkanlage

Neben den zu melkenden Tieren haben noch weitere Faktoren einen Einfluss darauf, welche Zitzengummi eingesetzt beziehungsweise entwickelt werden. Je nach der vorrangig vorhandenen Melktechnik, respektive Trends und Beratung gibt es hier regionale Unterschiede. Ausserdem verändern sich die technischen Anforderungen im Laufe der Zeit:

- Eimermelkanlage,
- Rohrmelkanlage,
- Diskussion über Impacts (shielded liners, checkball liners, Durchmesser des kurzen Milchschauchs),
- Melkstand tiefverlegt, Fischgrätenmelkstand mit / ohne Servicearm, Parallelmelkstände mit/ohne Schlauchhalter,
- Ergonomie (Leichtgewichtsmelkzeuge),

- SwingOver/MidiLine,
- Gleichtakt-/Wechseltakt pulsierung,
- Melken ohne Schlauchjustierung mit ungünstiger Melkzeugpositionierung,
- AMS,
- Melken ohne Sammelstück.

4.3 Aspekte des Landwirts

Landwirte nennen als Anforderungen an ihre Zitzengummis folgende Punkte (ohne Gewichtung):

- Haltbarkeit/Nutzungsdauer,
- Sehr gute Melkzeugstabilität, kein Luftziehen (liner slip),
- Hohe Melkgeschwindigkeit,
- Schonende Zitzenbehandlung,
- Guter Ausmelkgrad / geringes Nachgemelk.

Die Priorität dieser Anforderungen unterscheidet sich jedoch je nach Präferenz des Landwirts und seiner betriebsindividuellen Situation.

Unglücklicherweise sind die geforderten Eigenschaften nicht beliebig kombinierbar. Beispielsweise kann von Zitzengummis, die auf hohe Melkzeugstabilität getrimmt sind, nicht erwartet werden, dass sie einen hohen Ausmelkgrad erzielen oder gar die Zitzen schonend behandeln (siehe Kap. 3.2.3). Entsprechend gilt es, dem Landwirt für das auf dem Betrieb vorhandene Melkzeug eine Auswahl von verschiedenen Zitzengummis zur Verfügung zu stellen, aus der dann betriebsindividuell der optimale Zitzengummi ausgewählt werden muss.

5. Schlussfolgerung

Das verwendete Material unterliegt im Einsatz einem ständigen Alterungsprozess, was dazu führt, dass sich die anfänglichen Eigenschaften des Materials im Laufe der Zeit verändern. Im allgemeinen wird für eine Herde mit einer grossen Variation an Zitzenformen und Zitzenabmessungen nur ein Zitzengummityp eingesetzt. Es ist also unvermeidbar, dass bei manchen Zitzen nicht der für sie ideale Zitzengummi zum Einsatz kommt. Schlussendlich unterscheiden sich auch die Ansprüche und Erwartungen der einzelnen Melker. Ein Züchter legt den Schwerpunkt bei der Optimierung von Zitzengummis vorzugsweise auf die Zitzenbehandlung und den Ausmelkgrad, während ein Landwirt mit angespannter Arbeitssituation vorrangig an schnellem Melken oder gutem Haftvermögen interessiert ist.

Die Optimierung von Zitzengummis besteht letzten Endes in der Kunst, den besten Kompromiss zu finden.

Literatur

- Akam D. N. & Spencer S. B., 1992. Kapitel 5: Design and Operation of Milking Machine Components. Machine Milking and Lactation; Hrsg.: Bramley A. J., Dodd F. H., Mein G. A. & Bramley J. A., Insight Books, Berkshire England; 141–196.
- Bakke, H. & M. Binde, 1984. Effect of Teatcup Liner Design on Teat Characteristics and Udder Health. Nord. Vet.-Med., 36, 117–123.
- O'Callaghan E. J., 1989. Measurement of Cluster Stability and its Relationship to Liner Design and physical Setting of the Milking Machine. PhD-thesis.
- Gillies A., 1902. Improvements in milking apparatus. Britisches Patent 27894.
- Helmrich W., 1966. Einblicke in Zielsetzungen und Ergebnisse industrieller Forschung. Vortrag anlässlich des Kongresses «Problematik des maschinellen Milchentzugs», Berlin.
- Mein G.A., 1992. Kapitel 4: Action of the Cluster during Milking. Machine Milking and Lactation, 97–140; Hrsg.: A. J. Bramley, F. H. Dodd, G. A. Mein & J. A. Bramley, Insight Books, Berkshire England.
- Newman J. A., Grindal R. J. & Butler M. C., 1991. Influence of Liner Design on Mouthpiece Chamber Vacuum during Milking Journal of Dairy Research , 58, 21–27.

Parau D., 1975. Studien zur Kulturgeschichte des Milchentzugs. Kurzfassung aus einer in Bearbeitung befindlichen Monographie; volkswirtschaftlicher Verlag, Kempten.
Shields A., 1895: nach PARAU 1975.

Bauliche Gestaltung von Melkständen – Berücksichtigungen in der Bauplanung

*Ludo Van Caenegem, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART,
CH-8356 Ettenhausen*

Zusammenfassung

Die wichtigste Voraussetzung für den reibungslosen Ablauf des Melkens ist die richtige Bemessung der Melkstandbereiche. Warteraum, Zu- und Austritt und allfällige Rücktriebgänge zum Fressplatz müssen baulich so gestaltet sein, dass der Tierfluss ungehindert möglich ist. Der Rutschfestigkeit des Bodens ist vor allem bei Treppen und Rampen grosse Beachtung zu schenken.

Im Hinblick auf eine rationelle Reinigung sollen Melkgrube und Standplätze der Tiere leicht geneigt und die Wände spritzwasserfest sein. Wird ein Melkstand in offener Bauweise im Stall ausgeführt, lassen sich beträchtliche Investitionen durch das Weglassen von Decke, Türen und Wänden einsparen. Allerdings sind solche offene Ausführungen nur in frostfreien Ställen sinnvoll. Diese erfordern jedoch eine minimale Wärmedämmung und die Regelung der Lüfttrate. Mehraufwendungen hierfür sind den Mehrkosten für die geschlossene Bauhülle um den Melkstand gegenüber zu stellen. Ob der Melkstand beheizt werden muss, hängt von seiner thermischen Masse und Wärmedämmung sowie auch von der Umgebungstemperatur ab. Alleinstehende Melkstände sind eher frostgefährdet als Melkstände, die sich im Stallgebäude befinden. Ausserdem entstehen während dem Melken durch Atmung und Transpiration der Tiere grosse Wasserdampfmenngen, die je nach Luftvolumen des Melkstandes langsam oder schneller zur Sättigung der Luft führen. Reicht im Winter eine natürliche Lüftung aus, um die relative Feuchtigkeit zu begrenzen, kann bei grosser Hitze, wenn kein direkter Luftzug im Melkstand möglich ist, der Einsatz von Ventilatoren notwendig sein, um die Wärme aus dem Melkstand abzuführen.

Résumé

Conception de la salle de traite. Prise en compte dans la planification des constructions

Pour que la traite se déroule bien, il est indispensable de bien dimensionner les différentes aires de la salle de traite. L'aire d'attente, l'entrée et la sortie, ainsi que les éventuels couloirs de retour à l'aire d'affouragement doivent être conçus de manière à perturber le moins possible le flux des animaux. Il faut faire particulièrement attention à ce que le sol des marches et des rampes soit antidérapant.

Afin de rationaliser le nettoyage, la fosse de traite et les stalles des animaux devraient être légèrement en pente, les parois devraient pouvoir être aspergées d'eau. Lorsqu'une salle de traite est conçue sous la forme d'une construction ouverte, l'absence de plafond, de portes et de parois permet de réduire les investissements de façon considérable. Il faut cependant savoir que de telles solutions ne sont envisageables que dans les étables à l'abri du gel. Or, ces dernières exigent une isolation thermique minimale et une régulation des taux d'aération. Il faut donc comparer les dépenses nécessaires à ces aménagements aux coûts supplémentaires qu'impliquerait la construction d'un bâtiment fermé pour la salle de traite. La salle de traite doit-elle être chauffée? Cette question dépend de sa masse thermique et de son isolation, mais aussi de la température ambiante. Les salles de traites placées dans des bâtiments indépendants sont plus exposées au gel que les salles de traite qui

se trouvent à l'intérieur de l'étable. Pendant la traite, la respiration et la transpiration éventuelle des animaux dégagent beaucoup de vapeur, qui conduit plus ou moins rapidement à la saturation de l'atmosphère, suivant le volume d'air de la salle de traite. Si en hiver une aération naturelle est suffisante pour limiter l'humidité relative, il peut être nécessaire d'utiliser des ventilateurs en été, en cas de canicule, pour évacuer la chaleur de la salle de traite, lorsque celle-ci ne peut pas bénéficier de l'influence directe du vent.

Summary

Building a milking parlour. Structural design considerations

The first prerequisite for smooth milking operations is the correct dimensioning of different milking parlour areas. The structural design of the waiting area, entrance and exit, and any return passages to the feeding area must be such that the flow of animals is disrupted as little as possible. Great attention must be paid to non-slip floors, particularly at steps and ramps.

In the interests of rational cleaning the milking pit and animal standing areas should slope gently, walls should be splash-proof. If a milking parlour is incorporated in housing using the open building method, considerable investment can be saved by the absence of ceiling, walls and doors. However such open versions make sense only in frost-free housing systems. Frost-free housing requires minimal thermal insulation and ventilation control. The additional expenditure here should be offset against the extra cost of a closed building shell around the milking parlour. Whether or not the milking parlour needs to be heated depends on its thermal mass and insulation as well as the ambient temperature. Freestanding milking parlours are more susceptible to frost than milking parlours situated in animal housing systems. Respiration and any transpiration by the animals during milking produce great amounts of water vapour which, depending on the volume of air in the milking parlour, result in slower or faster saturation of the air. In winter natural ventilation may be sufficient to limit relative humidity, but in very hot weather the use of fans may be necessary to remove heat from the milking parlour if it has no direct exposure to wind.

Einleitung

Melkstände sind in der Regel die teuerste Einrichtung in Milchviehställen. Insbesondere weil Stallgebäude sich zusehends aufs Minimum beschränken. Beim Melkstand, dem Herzstück der Milchproduktion, wird in der Regel nicht gespart. Technik und Bauhülle machen im Ausland nicht selten ein Drittel bis die Hälfte der gesamten Investitionen aus. Damit das Geld im Melkzentrum gut investiert ist, soll die Planung mit besonderer Sorgfalt durchgeführt werden.

Technik bestimmt das Mass

Die Grundrissmasse des Melkstandes werden weitgehend durch die zu installierende Technik bestimmt. Besonders zu beachten ist, dass für die allfällige Tiererkennung am Eingang des Melkstandes zusätzlicher Platz eingerechnet wird. Falls die Tiere nicht geradlinig durch den Melkstand gehen, sind genügend breite Quergänge vorzusehen, damit der Tierfluss beim 90- oder 180-Grad-Drehen so wenig wie möglich gebremst wird.

Mit Blick auf eine effiziente Reinigung ist grosser Wert auf die Ebenheit des Bodens zu legen. Es dürfen sich keine Wasserpfützen bilden. Ein Gefälle von zwei Prozent in Richtung einer an der Wand verlaufenden Rinne erleichtert den Abfluss des Reinigungswassers. Wird ein Längsgefälle eingebaut, soll das Bodenniveau der Tierstandplätze und jenes der Grube konstantparallel verlaufen. Die Wände sollten spritzwasserfest sein. Eine helle Farbe von Wänden und Decke wirkt sich positiv auf das Empfinden von Tier und Mensch aus.

Bei der Reinigung der Melkanlage fallen beträchtliche Wassermengen an, die, sofern sie separat in einem Schacht aufgefangen werden, für die Reinigung des Melkstands (Stand-

plätze und Grube) wiederverwendet werden können. Hierdurch lässt sich Wasser sparen und auch das Güllevolumen reduziert sich (allenfalls auch das erforderliche Volumen des Güllebehälters). Es ist sinnvoll, das Reinigungswasser des Melkstands statt direkt in den Güllebehälter in die Güllekanäle zu leiten, um die Fließfähigkeit der Gülle zu verbessern.

Anstelle einer Melkgrube, besteht die Möglichkeit, die Tiere über eine Treppe oder Rampe hochsteigen zu lassen und den Standplatz des Melkers ebenerdig zum Milchzimmer/Technikraum zu bauen. In diesem Fall sind bei einem zweireihigen Melkstand zwei Rücklaufgänge oder eine mobile Brücke (aufklappbar oder drehbar) zwischen linker und rechter Seite erforderlich.

Melkstand separat oder im Stallgebäude integriert?

Das Melkzentrum kann im Stallgebäude integriert oder losgelöst vom Stall gebaut werden. Wird das Melkzentrum separat gebaut, lassen sich einerseits durch die Verringerung der Stalldimensionen Kosten einsparen, andererseits erfordert das zusätzliche Gebäude Mehrkosten. Welche Lösung kostengünstiger ist, lässt sich nicht allgemein bestimmen, sondern hängt vom Stallkonzept sowie auch von der Materialwahl im Stall und Melkzentrum ab. Eine bedeutende Rolle spielt dabei das Tier-Fressplatz-Verhältnis. Im Beispiel (Abb. 1)

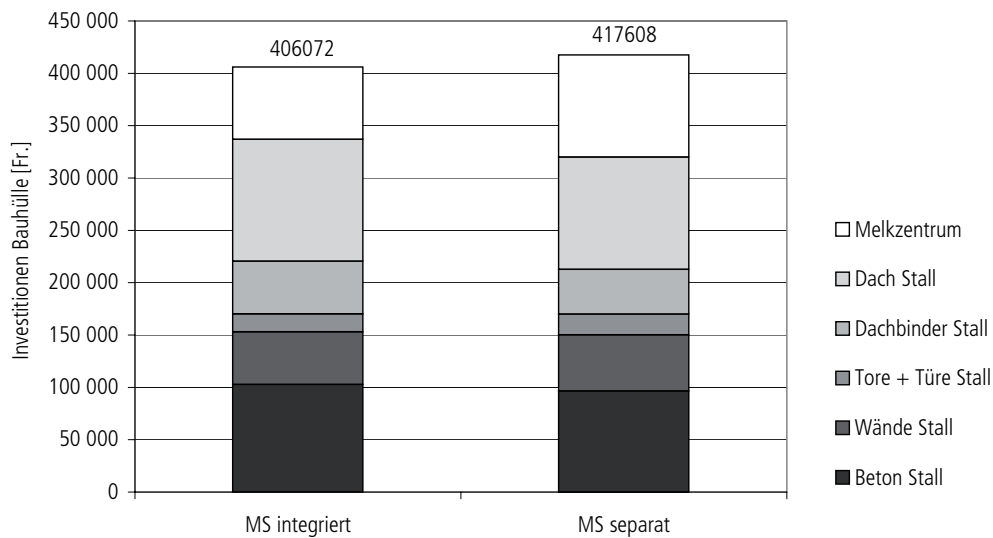
Abb. 1: Liegeboxenstall für 60 Milchkühe mit integriertem (links) und losgelöstem Melkstand (rechts).



ist die Lösung mit separatem Melkzentrum um etwa 11 500 Franken kostspieliger (Abb. 2). Die Mehrkosten werden vor allem durch die grössere Gesamtfläche des Dachs, die zusätzlichen Dachrinnen und die Zufuhr von Wasser und Strom zum Melkzentrum verursacht. Entfällt die Bedingung «ein» Fressplatz pro Tier, kann auch bei der Variante des losgelösten Melkstands ein dreireihiger Liegeboxenstall gewählt werden, der dann gegenüber der Variante mit integriertem Melkstand um 13 Meter kürzer wird. Die Gesamtinvestitionen würden sich hierdurch um 51 000 Franken verringern.

Vorteile des separaten Melkzentrums sind die theoretisch unbeschränkte Erweiterungsmöglichkeit der Stalllängsachse auf beiden Seiten sowie auch die Durchfahrt des Laufgangs zwischen den Liegeboxen. Nachteilig wirken sich neben allfälligen Mehrkosten längere Arbeitswege und die Trennung des Abkalbebereichs vom Stall aus.

Abb. 2: Kostenvergleich der Bauhülle für beide Varianten der Abb. 1. Die Variante mit separatem Melkstand ist um etwa Fr. 11 500.– teurer.



Melkstand geschlossen oder offen?

Beim Melkstand lassen sich Kosten sparen, wird dieser nicht geschlossen sondern in offener Bauweise ausgeführt. Die Kosteneinsparungen durch Verzicht auf Decke und Wände betragen im Beispiel (Abb.1) etwa 16 000 Franken. Geht man davon aus, dass es im Melkstand nicht gefrieren darf, bedingt eine offene Bauweise, dass auch der Stall frostfrei bleibt. Ein frostfreier Betrieb des Stalls ist nur möglich, wenn die Bauhülle eine minimale Wärmedämmung aufweist und abgesehen von den Lüftungsöffnungen luftdicht ist. Die Mehrkosten für die kostengünstigste Wärmedämmung von Dach (Sandwichpaneele, 40 mm PUR) und Stallwänden (Bohlenwand 80 mm) belaufen sich auf etwa 31 000 Franken. Diese Wärmedämmung erlaubt, sofern die Luftrate minimiert wird, bei tiefen Aussentemperaturen und Vollbelegung eine Temperaturdifferenz innen zu aussen von bis zu 15 °C. Da die Mehrkosten für die Wärmedämmung des Stalls etwa doppelt so hoch sind wie die Kosteneinsparungen beim Melkstand, müsste man diese Baulösung auf den ersten Blick aus wirtschaftlichen Gründen verwerfen. Berücksichtigt man jedoch weitere Kosteneinsparungen, indem in einem frostfreien Stall auf Frostschutzmassnahmen bei der Trinkwasserversorgung (Begleitheizungen, Zirkulationspumpen) und auf Heizung im Melkstand verzichtet werden kann, verringert sich der Kostenunterschied stark.

Klimagegestaltung im geschlossenen Melkstand

Im Melkstand soll es im Winter nicht frieren und im Sommer möglichst kühl bleiben. Die erforderliche Heizleistung eines geschlossenen Melkstands hängt von der Innen- und Aussentemperatur, der Wärmedämmung und der Luftrate ab. Für das losgelöste Melkzentrum (Melkstand, Milchzimmer, Technikraum, Büro) aus Abbildung 1 errechnet sich bei

-12 °C Aussen-, +2 °C Innentemperatur und einer mittleren Wärmedämmung von 2,6 W/m² K (Aussenwände: KS 18 cm, Dachhaut: Faserzementplatten, Unterdach: 2,4 cm Holzschalung) eine erforderliche Heizleistung von 8,3 kW. Bei einem U-Wert von 0,4 W/m² K reduziert sich die Heizleistung auf 1,3 kW. Legt man die Klimadaten der SMI Zürich zugrunde, beträgt der berechnete Heizenergiebedarf des nicht wärmedämmten Melkzentrums 4200 beziehungsweise des wärmedämmten 650 kWh pro Jahr (Abb. 3).

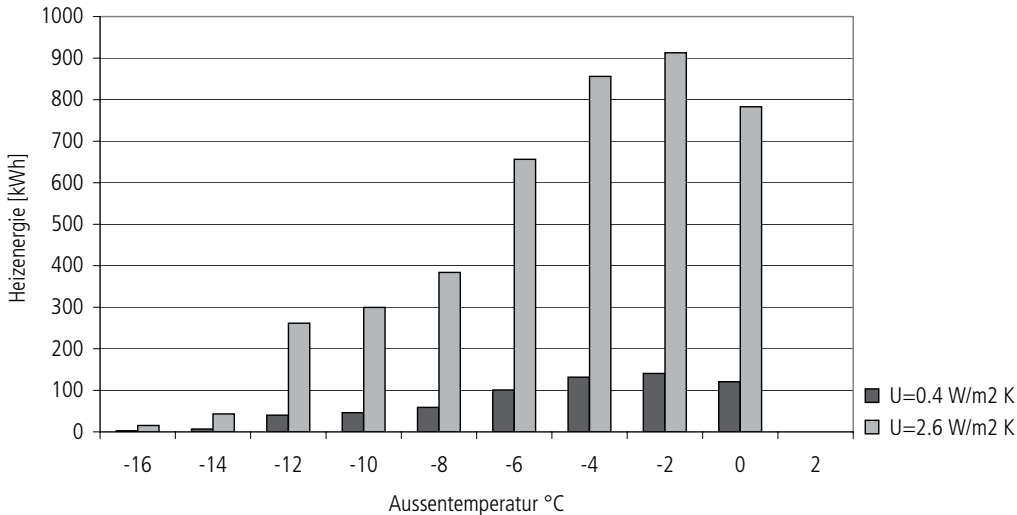


Abb. 3: Der Heizenergiebedarf bei unterschiedlichen Aussentemperaturen errechnet sich bei jeder Aussentemperatur aus der erforderlichen Heizleistung x Anzahl Stunden pro Jahr.

Jene Wärme, die man bei der Milchkühlung zurückgewinnen kann, ist meistens grösser als der erforderliche Energiebedarf für die Vorwärmung des Reinigungswassers der Melkanlage. Es ist sinnvoll, die Restwärme für die Heizung des Melkzentrums zu verwenden. Aus der Kühlung von 1200 l Milch pro Tag (60 Milchkühe, siehe Abb. 1) von 35 auf 4 °C lässt sich theoretisch etwa 35 kWh an Wärme zurückgewinnen. Der tägliche Energiebedarf für die Erwärmung von 200 l Warmwasser von 5 °C auf 50 °C beträgt 10,5 kWh. Für die Raumheizung stehen folglich noch etwa 25 kWh pro Tag an Wärme zur Verfügung. Diese Wärme reicht aus, um bei einer Aussentemperatur von -10 °C das losgelöste Melkzentrum (MS, MZ, Technikraum, Büro) frostfrei zu halten (2 °C), wenn dessen mittlerer U-Wert unter 0,4 W/m² K liegt (Abb. 4).

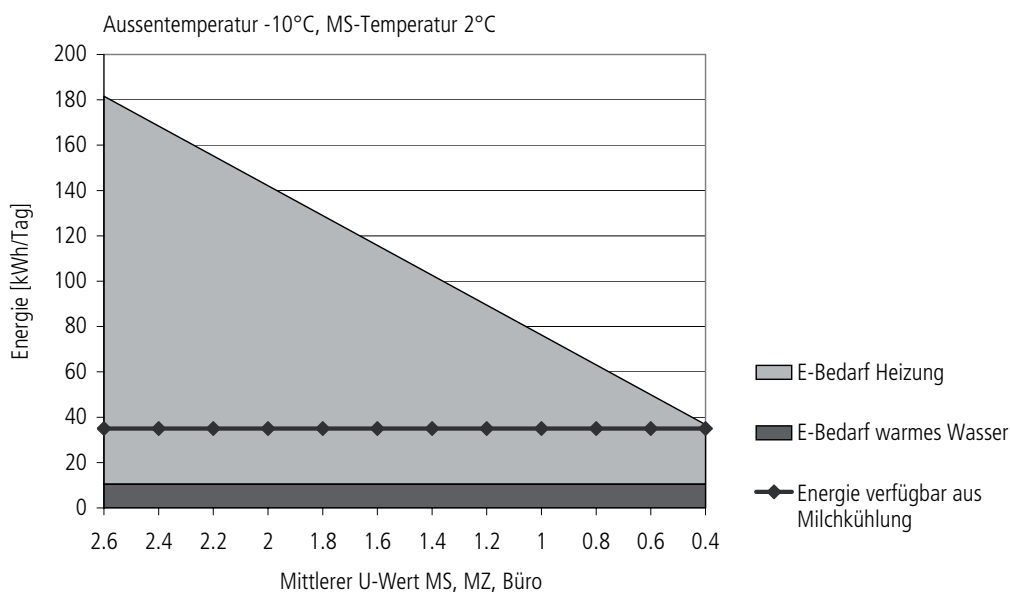


Abb. 4: Damit die verfügbare Wärme aus der Milchkühlung für das Frostfreihalten des separaten Melkzentrums (Abb. 1) ausreicht, muss dieses einen U-Wert kleiner als 0,4 W/m² K aufweisen.

Eine gute Wärmedämmung des Melkstands ist nicht nur aus energetischen Gründen sinnvoll, sondern wirkt sich auch auf die Langlebigkeit der Bauhülle aus, indem Kondenswasserbildung verhindert wird. Während des Melkens entstehen durch die Atmung und allfällige Transpiration der Tiere grosse Wasserdampfmengen, die je nach Luftvolumen des Melkstands langsam oder schneller zur Sättigung der Luft führen und folglich eine regelmässige Zufuhr von Frischluft erfordern. In den meisten Melkständen reicht im Winter eine natürliche Lüftung aus. Damit kein unangenehmer Luftzug entsteht, ist Längs- und Querlüftung zu vermeiden. Luftzug kann vor allem in Ställen mit dauerndem Zugang (Tandem) von aussen für den Melker ein Problem sein. Nach dem Melken ist der Melkstand weiter zu lüften, damit das verbleibende Reinigungswasser verdunsten kann. Da es im Melkstand in der Regel wärmer ist als im Stall, soll die Abluft direkt nach aussen abfliessen und nicht in den Stall oder Dachraum geleitet werden.

Im Sommer muss die Tierwärme aus dem Melkstand abgeführt werden können, ohne dass die Raumtemperatur die Aussentemperatur spürbar übersteigt. Beim Melkstand nach Abbildung 1 braucht es während des Melkens gemäss Stallklimaberechnung 4870 m³/h, um die Temperaturdifferenz zwischen Melkstand und aussen auf 2 °C zu begrenzen. Bei einem Temperaturunterschied von 1 °C sind 9740 m³/h nötig (Tab. 1). Die Zu- und Abluftöffnungen sind entsprechend zu dimensionieren. Bei grosser Hitze kann zusätzlich eine mechanische Lüftung erforderlich sein, wenn direkte Windeinwirkung im Melkstand nicht möglich ist.

Tabelle 1: Erforderliche Luftrate, Lüftungsöffnungen bei natürlicher Lüftung und Lüfterdurchmesser um den Temperaturanstieg im Melkstand (siehe Abb. 1) auf 2 bzw. 1 °C über der Aussentemperatur zu begrenzen

| | | |
|---|------|------|
| Aussentemperatur [°C] | 30 | 30 |
| Temperatur Melkstand [°C] | 32 | 31 |
| Fühlbare Wärme Tiere [W] | 3000 | 3000 |
| Wasserdampfproduktion Tiere [kg/h] | 7 | 7 |
| Erforderliche Luftrate [m ³ /h] | 4870 | 9740 |
| Natürliche Lüftung: erforderliche Zu-/Abluftöffnungen bei einer Luftgeschwindigkeit von 0,5 m/s [m ²] | 2,7 | 5,4 |
| Mechanische Lüftung, erforderlicher Lüfterdurchmesser [cm] | 40 | 63 |

Einfluss der Haltung auf den somatischen Zellgehalt

Kerstin Barth, Johann Heinrich von Thünen – Bundesforschungsinstitut für ländliche Räume, Wald und Fischerei (vTI), Institut für Ökologischen Landbau, DE-23847 Westerau

Zusammenfassung

Die Abwehrsituation, in der sich das Euter beziehungsweise das Eutervierviertel befindet, bestimmt den Gehalt der Milch an somatischen Zellen: Überwinden Erreger den Strichkanal und dringen in das Euterlumen ein, so reagiert der Körper mit einer verstärkten zellulären Abwehr. Der Strichkanal nimmt somit eine Schlüsselposition ein, und der Erhalt seiner Funktionsfähigkeit ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Mastitisprophylaxe. Unterstützt wird dieser Schutzmechanismus durch eine Reduzierung des Keimdrucks, der auf dem Strichkanal lastet. Eine saubere Euterhaut sowie saubere Zitzenspitzen ohne anhaftenden Schmutz sind deshalb nicht nur ein Gebot der Lebensmittelqualität, sondern auch im Interesse der Eutergesundheit. Milchkühe benötigen zur Ausschöpfung ihres Leistungsvermögens neben einer leistungsgerechten Fütterung ausreichend lange Ruhezeiten. Bevorzugt werden hierfür weiche, trockene Liegeflächen, die sowohl durch natürliche Einstreumaterialien als auch Kunststoffauflagen erzeugt werden können. Beide bergen jedoch auch das Risiko, den Keimdruck auf das Euter zu erhöhen: Einstreu natürlichen Ursprungs bietet den Erregern sehr gute Entwicklungsbedingungen, wenn sie zu feucht ist – Kunststoffmatten ohne zusätzliche Einstreu nehmen Flüssigkeit nicht in ausreichendem Masse auf und bei Verformungen der Unterlage kann es zu Flüssigkeitsansammlungen im Bereich des Euters kommen. Das so genannte «Milchlaufenlassen» von Kühen mit einem schwachen Zitzenverschluss verstärkt den Effekt zusätzlich. Tiefstreulaufställe bergen ein nachgewiesenes höheres Risiko für die Kühe, an Mastitis zu erkranken. Als Ursache kann unter anderem die im Vergleich zu Liegeboxen erschwerte Pflege der Liegefläche angesehen werden. Grundsätzlich gilt, dass es keine monokausale Beziehung zwischen Haltungsform und Zellgehalt der Milch gibt. Hingegen ist die Haltungsumwelt – neben der Melkhygiene und Melkarbeit – für die Reduktion des Keimdrucks auf das Euter von entscheidender Bedeutung.

Résumé

Influence du mode de garde sur la teneur en cellules

La teneur du lait en cellules est déterminée par l'état de défense dans laquelle la mamelle ou le quartier se trouvent: lorsque les agents pathogènes ont franchi le canal du trayon et ont pénétré dans le lumen, le corps réagit en renforçant sa défense cellulaire. Le canal du trayon joue donc un rôle clef. Pour que la prophylaxie des mammites soit efficace, il est indispensable qu'il fonctionne bien. Ce mécanisme de protection naturel doit être soutenu par des mesures visant à réduire la pression d'infection autour du canal du trayon. La propreté de la mamelle et des trayons, l'absence de souillures adhérentes ne sont donc pas uniquement prescrites par la qualité des denrées alimentaires, elles sont également importantes pour la santé de la mamelle. Pour fournir une production maximale, les vaches laitières ont non seulement besoin d'un affouragement adapté à leur productivité, mais aussi de temps de repos suffisamment longs. Les aires de repos les plus adaptées sont les surfaces souples, telles que les litières à base de matériaux naturels ou les revêtements synthétiques. Toutefois, ces deux types de surfaces risquent d'augmenter la pression des germes sur la mamelle: les litières naturelles offrent un terrain favorable au développement des agents pathogènes, lorsqu'elles sont trop humides; les tapis en caoutchouc, s'ils ne sont

pas recouverts d'une litière supplémentaire, n'absorbent pas suffisamment les liquides et en cas de déformation du revêtement, les liquides peuvent s'accumuler au niveau de la mamelle. Cet effet est renforcé dans le cas des vaches qui perdent du lait. Dans les étables sur litière profonde, il est prouvé que les vaches courent plus de risques de développer une mammite. On considère que ce problème est dû à l'entretien plus difficile de l'aire de repos par rapport aux logettes. On admet généralement qu'il n'y a pas de relation monocausale entre le mode de détention et la teneur de cellules du lait, mais que l'environnement, l'hygiène de traite et la traite proprement dite sont décisives pour réduire la pression des germes sur la mamelle.

Summary

Influence of cattle housing on somatic cell count

The somatic cell count of milk is determined by the defensive integrity of the udder or udder quarter: if pathogens find their way through the teat canal and penetrate the udder lumen, the body's cellular defence reaction is heightened. The teat canal therefore plays a key role, and it is essential to maintain its functional integrity for successful mastitis prophylaxis. This protective mechanism is assisted by a reduction in the pathogen pressure exerted on the teat canal. Clean udder skin and clean teat tips with no adhering dirt therefore dictate not only food quality, but udder health as well. In addition to productivity-adapted fodder, dairy cows need adequate rest periods in order to utilise their productive capacity to the full. Soft lying areas are preferred, produced using either natural bedding material or a synthetic top layer. The inherent risk in both, however, is that they can increase bacterial pressure on the udder. Bedding of natural origin, if too damp, provides the pathogens with conditions in which they thrive – synthetic mats with no additional bedding do not absorb sufficient liquid and, if the substrate is deformed, liquid can accumulate in the udder region. «Milk leakage» in cows with a weak teat closure aggravates the effect. It has been proved that deep litter housing systems increases the risk of cows contracting mastitis. It is thought that this is because it is more difficult to keep the lying area in good condition compared with cubicles. In principle it holds true that there is no monocausal relationship between housing system and the cell count of milk, but that in addition to milking hygiene and milking, the housing environment is of crucial importance in reducing pathogen pressure on the udder.

Einleitung

Mit zunehmender Verbreitung der strategischen Bekämpfung von euterassoziierten Mastitiserregern durch geeignete Therapieformen und -zeitpunkte sowie durch Beachtung der erforderlichen Melkhygiene, treten Mastitiden, die durch umweltassoziierte Keime hervorgerufen werden, zunehmend in den Vordergrund. Eine von Sampimon et al. (2008) in den Niederlanden auf 200 Milchviehbetrieben durchgeführte Studie zeigte, dass koagulase-negative Staphylokokken (31 %), gefolgt von *Staphylococcus aureus* (22 %) und *Streptococcus uberis* (14 %) für insgesamt zwei Drittel aller nachgewiesenen Infektionen verantwortlich sind. Dies ist sicher auf viele europäische Länder mit milchleistungsorientierten Herden übertragbar. In der Erhebung von Elbers et al. (1998) dominierten *Escherichia coli* (16,9 %) und *Staphylococcus aureus* (14,4 %) bei den klinischen Mastitiden, die in 171 Betrieben aufgetreten waren. Auch bei Tenhagen et al. (2008) verursachten umweltassoziierte Erreger die meisten klinischen Mastitisfälle. Neben coliformen Keimen war dabei *Streptococcus uberis* der wichtigste Erreger. Diese Erregergruppen kommen nachweislich am häufigsten in der Einstreu der Liegeflächen vor und es besteht ein, wenn auch schwacher, Zusammenhang zwischen der Keimbelastung der Einstreu und dem Auftreten klinischer Mastitiden (Hogan et al. 1989).

Infektionsweg

Mastitis ist eine Faktorenkrankheit und dies erfordert einen ganzheitlichen Ansatz in der Prophylaxe. Grundsätzlich gilt, dass infektiös bedingte Mastitiden die Anwesenheit eines pathogenen Erregers in der Milchdrüse erfordern. Bevor dieser in den – sonst keimfreien – Raum des Euters gelangen kann, hat er einige Barrieren überwunden. Die wichtigste ist der Strichkanal, der durch seinen Verschluss, das nach aussen orientierte Wachstum des Epithels, den nach aussen gerichteten Sekretstrom, die Verhornung und die bakterizide Wirkung des Laktosebums und die Fürstenbergschen Rosette das Eindringen von Keimen beziehungsweise verhindert (Mielke 1994). Erst nach Überwindung des Strichkanals kann der Erreger tiefer in das Euterlumen vordringen, sich anheften und vermehren, sofern nicht weitere Abwehrmechanismen, wie zum Beispiel die zelluläre Abwehr, dies verhindern. Der Erhaltung der Barrierefunktion des Strichkanals kommt in der Mastitisprophylaxe somit eine, wenn nicht sogar die zentrale Bedeutung zu. Zügiges und dabei schonendes Melken leistet hierfür einen wesentlichen Beitrag.

Kontamination des Euters

Ein weiterer wichtiger Bestandteil der Mastitisprophylaxe zur Senkung des Infektionsrisikos ist die Reduktion des Keimbesatzes auf dem Euter, insbesondere im Bereich des Strichkanals. Während euterassoziierte Erreger meist während des Melkvorgangs übertragen werden, geschieht das bei den umweltassoziierten in den Zwischenmelkzeiten.

Laktierende Kühe liegen zwölf bis vierzehn Stunden pro Tag (u. a. Fragonesi & Leaver 2000). Der Risikozeitraum, in dem Mastitiserreger in die Nähe des Strichkanals gelangen können, ist somit ziemlich ausgedehnt: Keime können von der Liegefläche über am Euter anhaftenden Schmutz oder Einstreupartikel in den Zitzenbereich gelangen, verkotete Schwanzquasten das Euter verschmutzen, und stark verschmutzte Laufflächen begünstigen das Bespritzen des Euters zusätzlich. Das Ziel muss deshalb darin bestehen, die Keimlast auf dem Euter abzusenken. Der Schwerpunkt liegt dabei bei der Gestaltung des Liegebereichs.

Liegeverhalten

Rinder sind Herdentiere und zeigen damit verbunden eine starke Synchronität in ihrem Verhalten. Um diesem gerecht zu werden, sollte das Angebot an einem Fress- und Liegeplatz für jede Kuh heute eine Selbstverständlichkeit sein. Die Gestaltung des Liegebereichs entscheidet über dessen Akzeptanz und die Nutzung durch die Tiere (Abb. 1). In passend



Abb. 1: Gut gestaltete und gepflegte Tiefliegeboxen werden von den Tieren gern angenommen.

gestalteten Liegeboxen liegen mindestens 85 Prozent der Tiere, die sich im Liegebereich befinden (Wolter & Kloppert 2008).

Weiche und trockene Liegeflächen werden von den Tieren bevorzugt. So präferierten bei Norring et al. (2008) Kühe, die mit Stroh als Einstreu vertraut waren, auch dann noch die mit Stroh eingestreuten Flächen, als ihnen auch Sand zum Liegen angeboten wurde. Im Gegensatz dazu zeigte die an Sand gewöhnte Gruppe keine Präferenz für dieses Material, sondern lag beim anschließenden Wahlversuch auf beiden Einstreuvarianten gleich häufig. Demgegenüber wurden in der Studie von Manninen et al. (2002) die Strohmattatze beziehungsweise die mit Einstreu versehene Gummimatte deutlich der Sandbox vorgezogen. Mit Mattatzen versehene Liegeflächen gewinnen an Attraktivität durch das Aufbringen von Einstreu (Tucker & Weary 2004).

Feuchte Einstreu begünstigt nicht nur die Vermehrung von Erregern sondern wird auch von den Tieren nicht gern angenommen. Bei einem Vergleich von trockenem und feuchtem Sägemehl als Einstreumaterial (Trockensubstanzgehalt 86 % bzw. 26,5 %) steigerte sich die Liegedauer der Kühe von 8,8 auf 13,8 Stunden pro Tag, wenn die Tiere die trockene Einstreu angeboten bekamen (Fregonesi et al. 2007). Vor die Wahl zwischen beiden Varianten gestellt, lagen die Tiere durchschnittlich 12,5 Stunden pro Tag in der trockenen und 0,9 Stunden pro Tag in der nassen Einstreu.

Wahl der Einstreu

Die ideale Einstreu ist deshalb weich und trocken und sollte die Keimvermehrung beschränken. Entscheidend für die Keimlast der Einstreu ist der Anfangskeimgehalt, der deshalb so niedrig wie möglich zu halten ist. Hierfür sind das eingesetzte Material und natürlich dessen Lagerung entscheidend. Nach dem Ausbringen der Einstreu beginnt die Vermehrung der vorhandenen Erreger. Ein gutes Nährstoffangebot sowie ideale Umweltbedingungen begünstigen diesen Prozess. Die bedeutsamen coliformen Keime bevorzugen ein leicht saures Milieu und Temperaturen zwischen 20 und 40 °C. Stark zerkleinertes organisches Material sowie etwas Feuchtigkeit fördern die Keimentwicklung. Nach zirka 24 Stunden erreicht die Vermehrung ihren Höhepunkt und bleibt dann nahezu stabil (Godden et al. 2008). Die geringste Keimvermehrung findet sich in sauberem Sand (Godden et al. 2008), jedoch wird aufgrund der bestehen Probleme mit der in Mitteleuropa üblichen Stalltechnik, gewaschener Sand hier selten als Einstreu eingesetzt.

Die am häufigsten verwendeten Materialien sind zerkleinertes Stroh und Sägespäne beziehungsweise Sägemehl. Insbesondere Sägemehl muss als problematisch angesehen werden, da der leicht saure pH-Wert und der starke mechanische Aufschluss die Vermehrung der coliformen Keime begünstigen. Wolter und Kloppert (2008) konnten in einer Praxisuntersuchung bis zu 10^9 coliforme Keime je Gramm Einstreu feststellen. In 90 Prozent der 80 untersuchten Proben waren E. coli und in 40 Prozent Klebsiellen in grossen Anteilen nachweisbar. Dass Sägespäne oder Sägemehl die Entstehung klinischer Mastitiden begünstigen, ist seit langem erwiesen (Bartlett et al. 1992). Der Zusatz von Kalk zur Hebung des pH-Wertes reduziert den Gehalt an coliformen Keimen (Fairchild et al. 1982, Wolter & Kloppert 2008). Gleiches gilt für die Zugabe von Kalk bei der Stroheinstreu.

Im Vergleich zu Holzabfällen bietet Stroh durch den höheren pH-Wert den coliformen Erregern keine so günstigen Bedingungen. Hier finden jedoch Umweltstreptokokken gute Voraussetzungen durch Feuchtigkeit und Wärme (Rendos et al. 1975). Dies gilt ganz besonders für den Tiefstreulaufstall. Das Risiko für die Entstehung klinischer Mastitiden ist in Tiefstreuställen signifikant höher als in Liegeboxen (Peeler et al. 2000).

Hochboxen sind in der Regel mit Matten ausgestattet, auf die eine dünne Einstreudecke aufgebracht werden sollte. Die Einstreu kann Flüssigkeiten wie Urin und Milch besser binden. Es gilt aber auch hier auf die Wahl geeigneter Materialien zu achten: Kalk reduziert

nachweislich den Erregerbesatz, kann aber zu Hautirritationen führen (Kristula et al. 2008). Ein Gemisch aus fein vermahlenem Stroh, das mit Kalk versetzt wurde ist deshalb eher zu empfehlen (Wolter & Kloppert 2008).

Nach dem Ausbringen der Einstreu bestimmt die Pflege der Liegefläche die Keimfracht. Regelmässiges Entfernen von Kot und das Nachstreuen mit sauberem, keimarmem Material hält den Keimdruck auf das Euter auf einem niedrigen Niveau. Die zweimal tägliche Kontrolle beziehungsweise Reinigung der Liegefläche ist deshalb unbedingt zu empfehlen.

Fazit

Auch wenn keine simple monokausale Beziehung zwischen Haltungsform und Zellgehalt der Milch beziehungsweise Mastitis existiert, ist eine Reduktion des Keimdrucks auf das Euter ein wichtiger Beitrag zur Mastitisprophylaxe. Saubere, trockene, weiche und keimarme Liegeflächen vermindern das Infektionsrisiko, steigern das Wohlbefinden der Kühe und tragen damit auch dazu bei, den Stress zu mindern, dem hochleistende Milchkühe täglich ausgesetzt sind und der Faktorenkrankheiten begünstigt.

Literatur

- Bartlett P.C., Miller G.Y., Lance S.E., Heider L.E., 1992. Environmental and managerial determinants of somatic cell count and clinical mastitis incidence in Ohio dairy herds. *Prev. Vet. Med.* 14: 195–207.
- Elbers A.R.W., Miltenburg J.D., De Lange D., Crauwels A.P.P., Barkema H.W., Schukken Y.H., 1998. Risk factors for clinical mastitis in a random sample of dairy herds from the southern part of The Netherlands. *J Dairy Sci* 81:420–426.
- Fairchild T.P., McArthur B.J., Moore J.H., Hylton W.E., 1982. Coliform counts in various bedding materials. *J Dairy Sci* 65: 1029–1035.
- Fragonesi J.A., Leaver J.D., 2000. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems. *Livestock Production Sci* 68:205–216.
- Fragonesi J.A., Veira D.M., von Keyerlingk M.A.G., Weary D.M., 2007. Effects of bedding quality on lying behavior of dairy cows. *J Dairy Sci* 90:5468–5472.
- Godden S., Bey R., Lorch K., Farnsworth R., Rapnicki P. 2008. Ability of organic and inorganic bedding materials to promote growth of environmental bacteria. *J Dairy Sci* 91:151–159.
- Hogan J.S., Smith K.L., Hoblet K.H., Todhunter D.A., Schoenberger P.S., Hueston W.D., Pritchard D.E., Bowman G.L., Heider L.E., Brockett B.L., Conrad H.R., 1989. Bacterial counts in bedding materials used on nine commercial dairies. *J Dairy Sci* 72: 250–258.
- Kristula M.A., Dou Z., Toth J.D., Smith B.I., Harvey N., Sabo M., 2008. Evaluation of free-stall mattress bedding treatments to reduce mastitis bacterial growth. *J Dairy Sci* 91:1885–1892.
- Manninen E., de Passillé A.M., Rushen J., Norrington M., Saloniemi H., 2002. Preferences of dairy cows kept in unheated buildings for different kind of cubicle flooring. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 75:281–292.
- Mielke H., 1994. Physiologie der Laktation. In: Wendt K., Bostedt H., Mielke H., Fuchs H.W. (eds.) *Euter- und Gesäugekrankheiten*. Gustav Fischer Verlag Jena Stuttgart.
- Norrington M., Manninen E., de Passillé A.M., Rushen J., Munksgaard L., Saloniemi H., 2008. Effects of sand and straw bedding on the lying behavior, cleanliness, and hoof and hock injuries of dairy cows. *J Dairy Sci* 91:570–576.
- Peeler E.J., Green M.J., Fitzpatrick J.L., Morgan K.L., Green L.E., 2000. Risk factors associated with clinical mastitis in low somatic cell count British dairy herds. *J Dairy Sci* 83:2464–2472.
- Rendos J.J., Eberhart R.J., Kesler E.M., 1975. Microbial populations of teat ends of dairy cows, and bedding materials. *J Dairy Sci* 58:1492–1500.
- Sampimon O.C., Olde Riekerink R.G.M., Lam T.J.G.M., 2008. Prevalence of subclinical mastitis pathogens and adoption of udder health management practices on Dutch dairy farms: preliminary results. In: Lam TJGM (ed.) *Mastitis control – from science to practice*. Proc. Intern. Conf. 30.09. – 02.10.2008, The Hague, NL 39–46.
- Tenhagen B.A., Hansen I., Reinecke A., Heuwieser W., 2008. Prevalence of pathogens in milk samples of dairy cows with clinical mastitis and in heifers at first parturition. In: Lam TJGM (ed.) *Mastitis control – from science to practice*. Proc. Intern. Conf. 30.09.– 02.10.2008, The Hague, NL 63–69.

Tucker C.B., Weary D.M., 2004. Bedding on geotextile mattresses: How much is needed to improve cow comfort? *J Dairy Sci* 87:2889–2895.

Wolter W., Kloppert B., 2008. Einflüsse des Liegeboxenmanagements auf das Mastitisgeschehen. Vortrag zur 9. Jahrestagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e. V., 17.–18.09.2008, Futterkamp.

Einfluss der AMS auf die Milchqualität

Ernst Jakob, Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, CH-1725 Posieux

Zusammenfassung

In einem grossen Schadenfall wegen ranziger Käse wurde ein mit einem automatischen Melksystem (AMS) ausgerüsteter Milchlieferant als Verursacher identifiziert. Zur Abklärung des Einflusses des Melksystems auf die Milchqualität wurden je sechs Betriebe mit AMS, Melkstand beziehungsweise Rohrmelkanlage miteinander verglichen. Milch aus AMS zeigte eine stärkere Spontansäuerung und eine intensivere Lipolyse als die Milch der anderen Melksysteme. Zwischen den AMS-Betrieben gab es aber grosse Unterschiede. Milch aus Melkständen wies die beste Qualität auf. In einer zweiten Studie wurden die Einflussfaktoren auf die Lipolyse in der Milch eines AMS-Betriebs untersucht. Bei Zwischenmelkzeiten von weniger als 7,5 Stunden nahm die Häufigkeit von Gemelken mit erhöhter Lipolyse stark zu. Bei Melken mit AMS war der Einfluss der Zwischenmelkzeit viel ausgeprägter als beim Eimermelken. Zwischen den Kühen zeigten sich grosse individuelle Unterschiede. Milch von «robusten» Kühen zeigte auch bei kurzen Zwischenmelkzeiten keine Lipolyse. Die Milch von «anfälligen» Kühen zeigte eine starke Lipolyse, und die daraus hergestellten Käse wurden ranzig, wenn die Zwischenmelkzeit unter 7,5 Stunden lag. Die Milchgewinnung mit AMS stellt für die Herstellung von Käse aus nicht pasteurisierter Milch ein Risiko dar. Bei Einhaltung von Zwischenmelkzeiten mehr als 7,5 Stunden und gutem Management kann aber auch mit AMS einwandfreie Käsereimilch produziert werden.

Résumé

Influence des équipements AMS sur la qualité du lait

En Suisse, les systèmes de traite AMS sont encore peu répandus dans la production de lait destiné aux fromageries. Après qu'une fromagerie fabricant du fromage à pâte dure à base de lait cru ait subi de gros dommages du fait que ses fromages étaient rances, on a identifié le lait en cause. Il provenait d'un fournisseur équipé d'un système AMS. Suite à ce problème, on a demandé à ALP d'étudier l'influence du système de traite sur la qualité du lait. Dans le cadre d'une première étude, on a comparé six exploitations équipées par AMS, six équipées de salles de traite et six d'installations de traite en lactoduc. De plus, pendant un an, des analyses bactériologiques et chimiques ont été effectuées chaque mois sur des échantillons de lait. Le lait provenant des exploitations AMS présentait une acidification spontanée plus importante et une lipolyse plus intense que le lait des autres systèmes de traite. Mais, on a également constaté de grosses différences entre les exploitations équipées par AMS. Dans l'ensemble, c'est le lait provenant des salles de traite qui était de meilleure qualité.

Une deuxième étude a été consacrée aux facteurs influençant la lipolyse dans le lait du fournisseur mentionné au départ. On a constaté que la probabilité d'une lipolyse accrue de la matière grasse du lait augmentait considérablement lorsque les intervalles de traite étaient inférieurs à 7,5 h. L'influence des intervalles de traite était nettement plus marquée avec les systèmes de traite AMS qu'avec la traite au pot. On a également observé de grosses différences individuelles entre les vaches. Le lait des vaches «robustes» ne présentait pas de lipolyse, même lorsque les intervalles de traite étaient courts. Le lait des vaches «sensibles» par contre, présentait une importante lipolyse et fournissait des fromages au goût rance, lorsque l'intervalle de traite était inférieur à 7,5 h. Les résultats permettent donc de conclure que l'utilisation des systèmes AMS pour la fabrication de fromage au lait non pa-

steurisé représente un facteur de risque. Toutefois avec un bon management, il est possible de produire du lait irréprochable pour les fromageries avec les systèmes AMS dans la mesure où les intervalles de traite recommandés sont respectés.

Summary

Influence of AMS on milk quality

In Switzerland AMS are still not widely used in the production of milk for cheese-making. After major losses due to rancid cheese were sustained by a cheese dairy producing hard cheese from raw milk, the cause was identified as milk from a milk supplier equipped with an AMS. As a result of this incident ALP was commissioned to conduct a study to clarify the influence of milking system on milk quality. In a first study a comparison was made of six farms having AMS, six with milking parlours and six with pipeline milking systems. Monthly milk samples were subjected to bacteriological and chemical analysis for a period of one year. Milk from AMS showed stronger spontaneous souring and more intensive lipolysis than milk from the other milking systems. However there were also great differences between the individual AMS farms. The best overall quality was in milk from milking parlours.

A second study investigated the influencing factors on lipolysis in milk from the aforementioned cheese-making milk supplier. It was shown that the probability of milk fat lipolysis is greatly increased when milking intervals are less than 7.5 h. The milking interval influence was considerably more marked during milking with AMS than in bucket milking. Major individual differences were also observed between cows. Milk from «robust» cows showed no lipolysis, not even with short milking intervals. If the milking interval was less than 7.5 h, however, lipolysis was high in milk from «susceptible» cows and the trial cheese supplied had a rancid taste. The results lead to the conclusion that milking with AMS represents a risk factor for the production of cheese from unpasteurised milk. However, the production of top quality cheese-making milk is possible with AMS if the recommended milking intervals are observed and good management is practised.

Einleitung

Die Milchqualität ist für die Herstellung der Rohmilchkäse, welche knapp 50 Prozent der schweizerischen Käseproduktion ausmacht, der wichtigste Erfolgsfaktor. Anhaltende und gravierende sensorische Mängel bei Hartkäse einer Westschweizer Käserei waren der Auslöser der nachfolgend präsentierten Studien. Was war geschehen? Anlässlich der Käsetaxation im Jahr 2005 wurden erstmals einzelne Tagesproduktionen der Käserei wegen ranzigem Geschmack deklassiert. Im folgenden Frühjahr mussten ganze Monatsproduktionen entsorgt werden. Aufgrund von Milchuntersuchungen konnte die Milch eines mit AMS ausgestatteten Milchproduktionsbetriebs, der mehr als die Hälfte der in der Käserei verarbeiteten Milch lieferte, als Ursache der ranzigen Käse identifiziert werden. Aufgrund dieses Vorfalls wurde bei ALP eine Untersuchung zur Abklärung des Einflusses des Melksystems auf die Milchqualität in Auftrag gegeben.

Erste Studie

In einer ersten Studie wurden je sechs Betriebe mit AMS, Melkstand respektive Rohmelkanlage miteinander verglichen. Dazu wurden während eines Jahres monatlich Milchproben anhand von praxisüblichen Indikatormethoden, aber auch im Labor auf käseerschädliche Bakterien, die Zellzahl und den Gehalt an freien flüchtigen Fettsäuren als Mass für die Fettschädigung (Lipolyse) untersucht.

Milchproben aus AMS zeigten im Vergleich jenen aus Melkständen und Rohmelkanlagen (Abb. 1) eine signifikant stärkere Spontansäuerung ($P < 0,001$). Die Hälfte der AMS-Proben erfüllte die Anforderungen nicht, das heisst der Säuregrad nach elf Stunden Bebrü-

tung bei 38 °C überschritt die Limite von 15 °SH (Säuregrad nach Soxleth-Henkel). Auch bezüglich der Fettsäurespaltung, das heisst dem Gehalt der Milch an freier Buttersäure (Abb. 2), zeigten sich hoch signifikante Unterschiede zwischen den Melksystemen ($P < 0,001$). Die klar besten Werte lieferte der Melkstand. Die Buttersäurewerte der AMS-Milch lagen in mehr als der Hälfte der Proben über der Limite von 5 pAS ($\approx 110 \mu\text{mol/kg}$) und es waren mehrere Extremwerte $>13 \text{ pAS} \approx 300 \mu\text{mol/kg}$ zu verzeichnen. Die Betriebsunterschiede in der Gruppe AMS waren wesentlich grösser in den Vergleichsgruppen. Einer der AMS-Betriebe erfüllte die Anforderungen an die Milchqualität meistens, ein anderer nur selten.

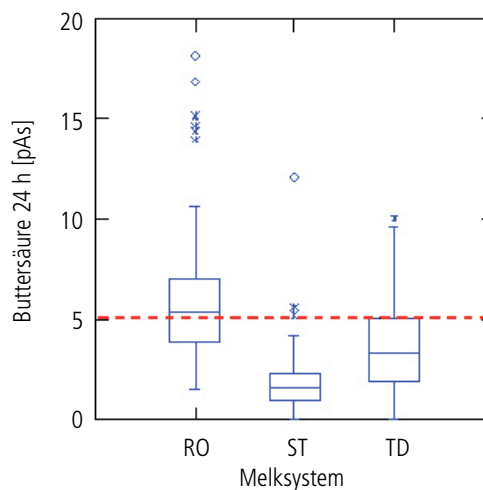
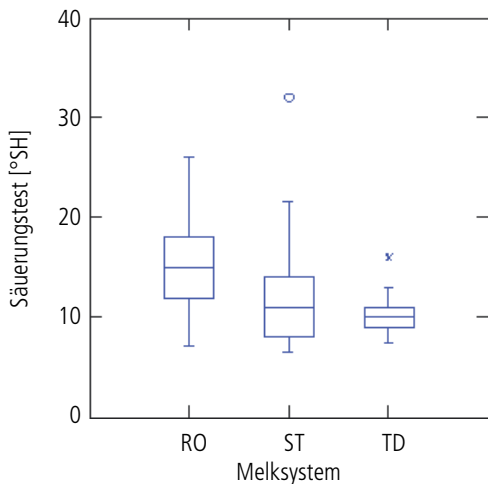


Abb. 1 (links): Spontansäuerung (11 h, 38 °C) der Milch der verschiedenen Melksysteme (RO = AMS, ST = Melkstand, TD = Rohrmelkanlage).

Abb. 2 (rechts): Durch Lipolyse in 24 h freigesetzte Buttersäure in der Milch der verschiedenen Melksysteme (RO = AMS, ST = Melkstand, TD = Rohrmelkanlage). Einwandfreie Milch ergibt Werte $< 5 \text{ pAS}$.

Zweite Studie

In einer zweiten Studie wurden die Einflussfaktoren auf die Lipolyse in der Milch des eingangs erwähnten Käseerstmilchproduzenten (AMS-Betrieb) untersucht. Hierzu wurden Milchproben von allen 95 Kühen in Laktation ab AMS gefasst und die Lipaseaktivität und der Grad der Lipolyse erhoben. Von allen Tieren wurden zudem die verfügbaren Daten erfasst: Zwischenmelkzeit, Tage in Laktation, Milchmenge, Schalmtest-Status, Abstammung. Ein Zusammenhang liess sich nur zwischen dem Gehalt der Milch an freier Buttersäure und der Zwischenmelkzeit feststellen. Es zeigte sich, dass sich Gemelke mit erhöhten Buttersäurewerten bei Zwischenmelkzeiten von weniger als 7,5 Stunden häufen (Abb. 3).

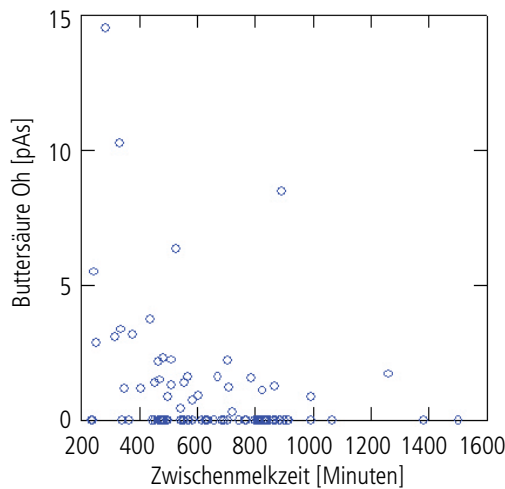


Abb. 3: Freie Buttersäure in AMS-Gemelken in Abhängigkeit von der Zwischenmelkzeit (Einzelgemelke von $N=95$ Kühen).

Die Unterschiede von Tier zu Tier bezüglich der Lipolyse des Milchfetts waren gross: «Robuste» Kühe zeigten trotz kurzer Zwischenmelkzeit keinerlei Lipolyse in der Milch. Wurden die Kühe mit hoher Lipolyseanfälligkeit versuchsweise mit Melkeimer statt mit AMS gemolken, so zeigte sich, dass die Fettsäurespaltung – bei ähnlicher Zwischenmelkzeit – im AMS-Gemelk wesentlich intensiver war als im Eimer-Gemelk (Abb. 4).

Für den Verkäsungsversuch wurden «anfällige» Kühe zufällig auf zwei Gruppen verteilt und einmal nach fünf Stunden und einmal nach elf Stunden gemolken und die Milch mit jener von «robusten» Kühen (Zwischenmelkzeit $< 7,5 \text{ h}$) verglichen. Dabei zeigte die Milch der «anfälligen» Kühe ungeachtet der Zwischenmelkzeit eine rund doppelt so hohe Lipaseaktivität wie die Milch der «robusten» Kühe (Tab. 1). Die höhere Lipaseaktivität führte aber nur bei der kurzen Zwischenmelkzeit zu einer exzessiven Fettsäurespaltung.

Abb. 4: Freie Buttersäure in Einzelgemelken in Abhängigkeit von der Melktechnik. Nach ähnlicher Zwischenmelkzeit gewonnene Gemelke von zwei Kühen. 1. Melkung mit Melkeimer, 2. Melkung mit AMS. Messung der freien Buttersäure frisch (0 h) und nach 24 Stunden. Zwischenmelkzeiten: Kuh 89/Eimer → 6:15 h, Kuh 89/AMS → 5:20 h, Kuh 92/Eimer → 5:20 h, Kuh 92/AMS → 5:15 h.

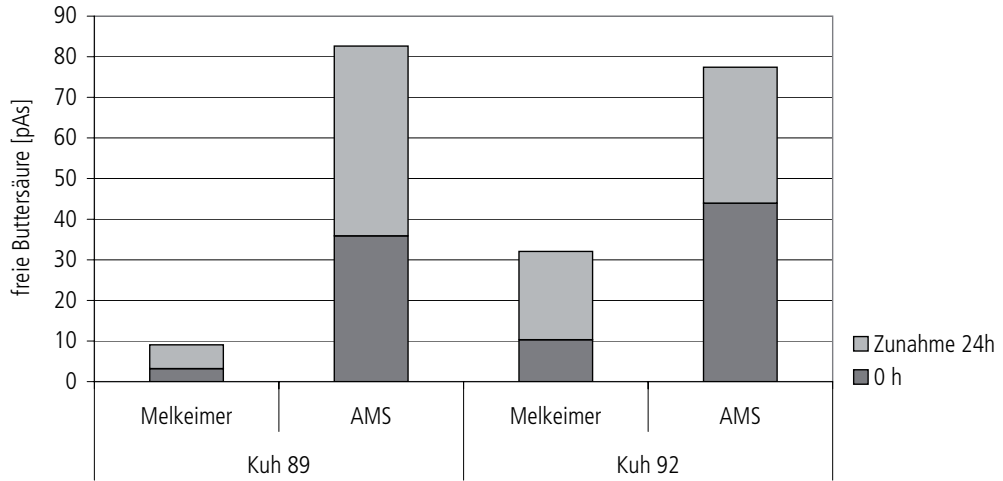
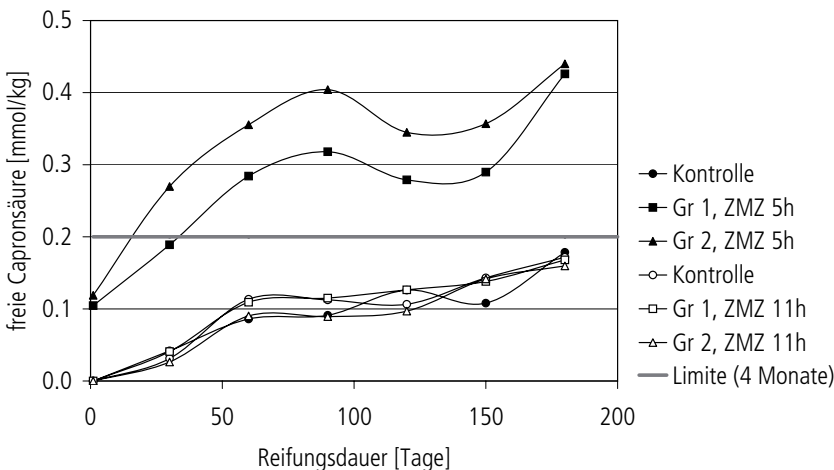


Tabelle 1: Lipaseaktivität und freie Buttersäure in der für die Verkäsungsversuche verwendeten Mischmilch der Kontrollgruppe («robuste» Kühe) und der beiden Versuchsgruppen (lipolyseanfällige Kühe)

| | Versuchstag | Zwischenmelkzeit | Lipaseaktivität IU/L | Freie Buttersäure pAS* |
|-----------|-------------|------------------|----------------------|------------------------|
| Kontrolle | 1 | <7,5 h | 60 | 0,9 |
| Gruppe 1 | 1 | 5 h | 152 | 1,93 |
| Gruppe 2 | 1 | 5 h | 159 | 20,8 |
| Kontrolle | 2 | <7,5 h | 85 | 1,1 |
| Gruppe 1 | 2 | 11 h | 149 | 4,4 |
| Gruppe 2 | 2 | 11 h | 112 | 3,0 |

* 4,4 pAS entsprechen einer Buttersäurekonzentration von zirka 100 µmol/L

Abb. 5: Freisetzung von n-Capronsäure in Modellkäsen (Rezeptur Gruyère) hergestellt aus Milch gemäss Tabelle 1. Kontrolle = Milch der «robusten» Kühe; Gr 1 und Gr 2 = Versuchsgruppen 1 und 2 (lipolyseanfällige Kühe); ZMZ 5 h = Zwischenmelkzeit 5 h, ZMZ 11 h = Zwischenmelkzeit 11 h.



Aus der Milch gemäss Tabelle 1 wurden Modellkäse nach Gruyère-Rezeptur hergestellt und die Lipolyse verfolgt (Abb. 5). Wurden die «anfälligen» Kühe nach einer Zwischenmelkzeit von fünf Stunden gemolken, so wiesen die hergestellten Modellkäse bereits nach 60 Tagen einen ranzigen Geschmack, zurückzuführen auf zu hohe Mengen an freier n-Capronsäure (Limite 0,2 mmol/kg), und deutlich erhöhte Gehalte an freier Buttersäure auf.

Bei einer Zwischenmelkzeit von elf Stunden waren die Käse dagegen von einwandfreier Qualität und mit den Käsen aus der Milch der «robusten» Kühe vergleichbar.

Die Versuche zeigen, dass die Milchgewinnung mit AMS für die Herstellung von Käse aus nicht pasteurisierter Milch einen Risikofaktor darstellt, indem die Lipolyseanfälligkeit der Milch stark erhöht sein kann. Nichtsdestotrotz ist die Produktion von einwandfreier Käseemilch bei Einhaltung von Zwischenmelkzeiten von mindestens acht Stunden und einem guten Management auch mit AMS möglich.

Automatisches Melken – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen

Jan Harms, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Landtechnik und Tierhaltung, DE-85354 Freising

Zusammenfassung

Weltweit melken inzwischen über 9000 Betriebe mit rund 12 000 Melkboxen in automatischen Melksystemen. Anbieter automatischer Melksysteme sind die Firmen: BouMatic, DeLaval, Fullwood, GEA Farm Technologies, Insentec, Lely, SAC. Die Einführung und Weiterentwicklung des automatischen Melkens ist ein Meilenstein im Bereich der Melktechnik und war verbunden mit einer hohen Zahl an marktreifen Innovationen. So wurden neben den bekannten Parametern wie Milchmengenmessung und Leitfähigkeit weitere Sensoren im Markt etabliert. Beispiele sind die Bestimmung von Farbveränderungen oder die Zellzahlmessung im Online-Verfahren. Etliche dieser Sensoren arbeiten auf Viertelebene, wodurch in der Regel ein wesentlicher Informationsgewinn entsteht. Neben diesen Sensoren zur Erfassung von Parametern des Melkvorgangs beziehungsweise der Milch können beim Einsatz automatischer Melksysteme häufig auch weitere tierbezogene Daten wie das Gewicht, die Aktivität oder das Wiederkauen erfasst werden. Auf diese Weise entsteht ein umfassendes Bild vom Einzeltier im Sinne von Precision Livestock Farming.

In Zukunft wird die Erfassung weiterer Parameter zur Überwachung der Qualität des Produkts, aber auch der Produktion breiten Raum in der Weiterentwicklung der automatischen Melksysteme einnehmen. Dabei stehen die Fütterung beziehungsweise Stoffwechselerkrankungen, die Fruchtbarkeit und die Eutergesundheit im Focus. Neben dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch werden Laktose und Harnstoff, aber auch Progesteron oder weitere Indikatoren wie Ketonkörper oder Enzyme in der Milch erfasst werden können. Generell besteht durch das viertelindividuelle Melken, ein hohes Potential den Melkvorgang weiter zu optimieren.

Im Bereich der Software wird es weitere Fortschritte hinsichtlich Verknüpfung «unscharfer» Parameter zur zuverlässigen Detektion kritischer Zustände bei hoher Spezifität aber auch bei der intuitiven Bedienbarkeit oder der Unterstützung zum Beispiel beim Zeitmanagement geben.

Einen grossen Bereich wird auch weiterhin die Anlagenplanung einnehmen. Hier ist das Tierumtriebssystem von zentraler Bedeutung, um eine hohe Auslastung bei möglichst geringem Arbeitsaufwand und gleichzeitig minimalem Stress für die Tiere zu gewährleisten. Aber auch ergänzende Systeme zum Beispiel zum Futternachschieben oder zur Unterstützung des Weidegangs sind mit in die Überlegungen aufzunehmen.

Résumé

Robots de traite – Etat actuel de la technique et tendances en matière de développement

Actuellement, plus de 9000 exploitations dans le monde utilisent des systèmes de traite automatique (robots), ce qui représente env. 12 000 stalles de traite. Les entreprises qui fournissent ces systèmes sont BouMatic, DeLaval, Fullwood, GEA Farm Technologies, Insentec, Lely, SAC. L'introduction et le développement de la traite automatique représentent une étape marquante dans le domaine de la technique de traite. Parallèlement, un grand nombre d'innovations sont arrivées sur le marché. Ainsi, outre les paramètres que l'on connaît, comme l'enregistrement en continu de la production laitière et de la conduc-

tivité, d'autres capteurs ont fait leur apparition. On peut citer par exemple la détermination des variations de couleurs ou le comptage des cellules on line. Un grand nombre de ces capteurs travaillent à l'échelle du quartier, ce qui permet en général de collecter des informations capitales. Mis à part ces dispositifs qui saisissent les paramètres relatifs à la traite ou au lait, les systèmes de traite automatique permettent souvent d'enregistrer d'autres données liées aux animaux, comme le poids, l'activité ou la rumination. De cette manière, il est possible d'obtenir une image complète de chaque animal en particulier dans le sens du Precision Livestock Farming.

A l'avenir, la saisie d'autres paramètres liés à la surveillance de la qualité du produit, mais aussi de la production, prendra de plus en plus de place dans le développement des systèmes de traite automatique. L'affouragement, les maladies métaboliques, la fertilité et la santé de la mamelle sont au centre de l'intérêt. Outre la teneur du lait en matières grasses et en protéines, le lactose et l'urée, mais aussi la progestérone et d'autres indicateurs comme l'acétone ou les enzymes du lait pourront également être enregistrés. En général, la traite individuelle par quartier offre de larges possibilités afin d'optimiser davantage le processus de traite.

Dans le domaine des logiciels, les progrès porteront sur la configuration des paramètres «imprécis» afin d'arriver à une détection fiable des états critiques avec une spécificité élevée, mais ils porteront aussi sur la manipulation intuitive ou sur les outils facilitant la gestion du temps p. ex.

La planification des installations continuera à occuper une grande place. Dans ce contexte, le système de circulation des animaux est capital afin de garantir un taux d'occupation élevé de l'installation, avec une charge de travail minimale et un minimum de stress pour les animaux. Les systèmes complémentaires p. ex. pour la repousse du fourrage ou le soutien de la pâture doivent également être intégrés dans la réflexion.

Summary

Automatic milking – state of the art and future trends

Over 9,000 farms worldwide with approximately 12,000 milking stalls now have automatic milking systems. The firms supplying automatic milking systems are BouMatic, DeLaval, Fullwood, GEA Farm Technologies, Insentec, Lely, SAC. The introduction and refinement of automatic milking is a milestone in the field of milking technology and has been linked to a great number of ready-for-market innovations. Thus sensors other than those for the known parameters of milk flow measurement and conductivity have become established in the market. Examples are colour change determination and the on-line method of cell count measurement. Some of these sensors operate at quarter level, as a rule producing significantly better information. In addition to these sensors for recording the parameters of milking and milk, animal-related data such as weight, activity and rumination can frequently be recorded when automatic milking systems are used. This can give a comprehensive picture of individual animals within the meaning of Precision Livestock Farming.

The future development of automatic milking systems will centre largely around the recording of further parameters for monitoring product quality and also production. The focus will be on feedstuffs and metabolic disorders, fertility and udder health. In addition to the fat and protein content of milk it will be possible to detect lactose and urea in the milk as well as progesterone and other indicators such as ketone bodies and enzymes. Individual quarter-milking generally offers good potential for optimising the milking process further.

In the software field there will be further advances in linking «fuzzy» parameters to the reliable detection of critical conditions at high specificity, and also in intuitive operability and support, e.g. with time management.

System planning will also feature widely in future. The animal rotation system is of central importance here in order to ensure high utilisation with the least possible labour at the same time as minimum stress for the animals, but consideration should also be given to supplementary systems, e.g. for feed pushing or grazing support.

Einleitung

Die Verkaufszahlen automatischer Melksysteme sind, nach einer anfänglich zögerlichen Nachfrage, in den letzten Jahren stark angestiegen. Die Gründe hierfür liegen sicherlich in den deutlichen Fortschritten bei der Zuverlässigkeit, den Kosten und der eingesetzten Sensortechnik, wo eine hohe Zahl marktreifer Innovationen zu verzeichnen war. Die Technik ist in der Regel teurer als konventionelle Melktechnik, die Vorteile hinsichtlich des Arbeitszeitbedarfs und der Flexibilität der Arbeit jedoch sind für immer mehr Landwirtinnen und Landwirte ausschlaggebend. Anfängliche Bedenken bezüglich Milchqualität und Eutergesundheit wurden weitgehend ausgeräumt, das Gesundheitsmanagement stellt jedoch neue Anforderungen an den Landwirt. Neue Konzepte mussten auch bei der Stallplanung oder zum Beispiel für den Weidegang entwickelt werden. In Zukunft werden neben dem Melken weitere Arbeitsbereiche stärker automatisiert werden, um die Arbeitseffizienz weiter zu steigern.

Automatische Melksysteme auf dem Vormarsch

Bei der kommerziellen Einführung automatischer Melksysteme (AMS) im Jahr 1992 waren das Interesse, aber auch die Erwartungen in diese neue Technik sehr hoch. Dies kann als Zeichen für den hohen Bedarf, aber auch die grossen Hoffnungen seitens der Landwirtinnen und Landwirte gesehen werden, die mit dieser neuen Technologie verbunden waren. Die ersten Jahre waren geprägt von kontroversen Diskussionen hinsichtlich Kosten, Nutzen, Chancen und Risiken, wie sie ähnlich bei der Einführung des Traktors oder des Mähreschers geführt wurden. Seit 1998 erhöhten sich die Verkaufszahlen deutlich, um seit 2007 rasant zu steigen. Nach Schätzungen aufgrund von Herstellerangaben investierten inzwischen weltweit über 9000 Betriebe mit zirka 12 000 Melkboxen in automatische Melksysteme und die Verkaufszahlen der Hersteller lassen den Schluss zu, dass ein weiterer stetiger Anstieg zu erwarten ist (Abb. 1).

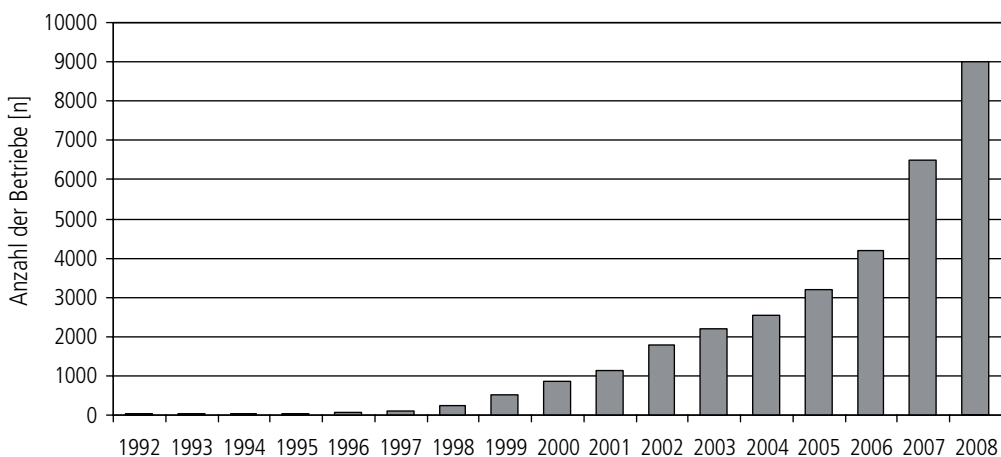


Abb. 1: Anzahl der Betriebe mit automatischen Melksystemen (Schätzung nach Herstellerangaben).

Die Länder mit den meisten automatischen Melksystemen sind nach wie vor die Niederlande und Dänemark, gefolgt von Frankreich, Deutschland und Schweden. Generell sind Länder, die durch hohe Kosten für die Arbeitserledigung, eine hohe Milchleistung der Kühe, hohe Milchpreise und Familienbetriebe gekennzeichnet sind, der Hauptmarkt für die Systeme.

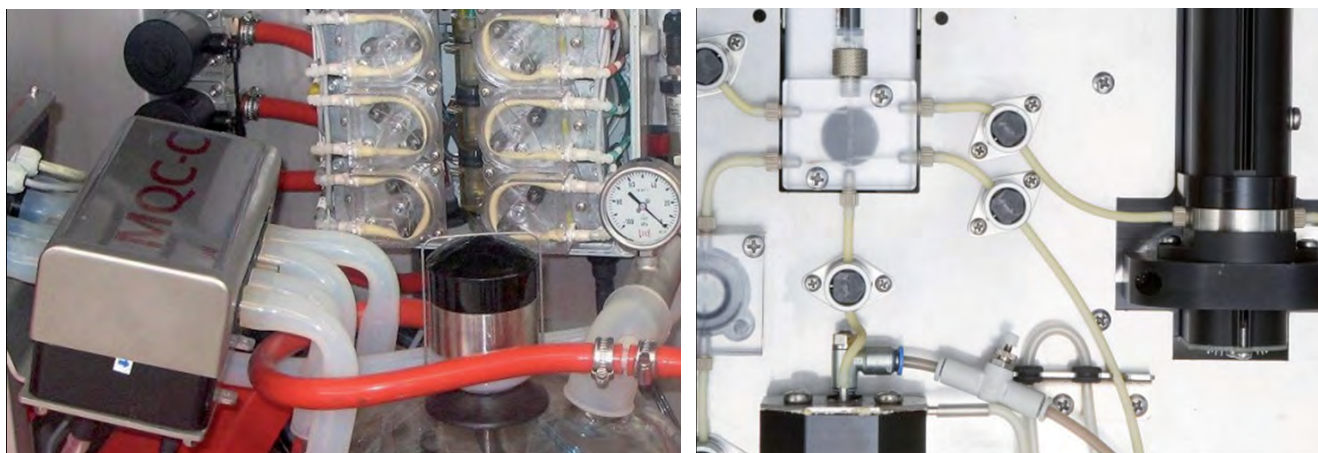
Als Hauptgründe für den Kauf automatischer Melksysteme werden nach wie vor die Reduktion des Arbeitszeitbedarfs und die Flexibilisierung der Arbeitszeiten genannt, jedoch stand in einer 2007 in Bayern durchgeführten Umfrage bereits an dritter Stelle der reduzierte Platzbedarf, der insbesondere bei Umbaulösungen als kaufentscheidend angeführt wurde.

Anbieter automatischer Melksysteme sind derzeit die Firmen BouMatic, DeLaval, Fullwood, GEA Farm Technologies, System Happel, Insentec, Lely und SAC. Der Marktanteil der beiden grössten Hersteller (DeLaval und Lely) liegt zusammengenommen bei zirka 90 %.

Sensortechnik, wichtiger Bestandteil automatischer Melksysteme

Die Einführung und Weiterentwicklung des automatischen Melkens ist ein Meilenstein im Bereich der technischen Entwicklung des Melkens und war verbunden mit einer hohen Zahl an marktreifen Innovationen gerade im Bereich der Sensortechnik. So wurden neben den bekannten Parametern wie Milchmengenmessung und Leitfähigkeit weitere Sensoren im Markt etabliert. Beispiele sind die Bestimmung von Farbveränderungen (Lely) beziehungsweise Blutbeimengungen oder die Zellzahlmessung im Online-Verfahren (DeLaval) beziehungsweise ein an den Schalmtest angelehntes Verfahren (Whyte et al. 2004; Lely; Abb. 2). Etliche dieser Sensoren arbeiten auf Viertelzebene, wodurch in der Regel ein wesentlicher Informationsgewinn entsteht. Neben diesen Sensoren zur Erfassung von Parametern des Melkvorgangs beziehungsweise der Milch können beim Einsatz automatischer Melksysteme weitere tierbezogene Daten wie das Melkverhalten oder das Gewicht erfasst werden. Ergänzt um weitere Parameter wie die Aktivität oder das Wiederkauen entsteht auf diese Weise ein umfassendes Bild vom Einzeltier im Sinne von Precision Livestock Farming.

Abb. 2: Systeme zur Bestimmung des Zellgehalts in der Milch (Quellen: Lely, DeLaval).

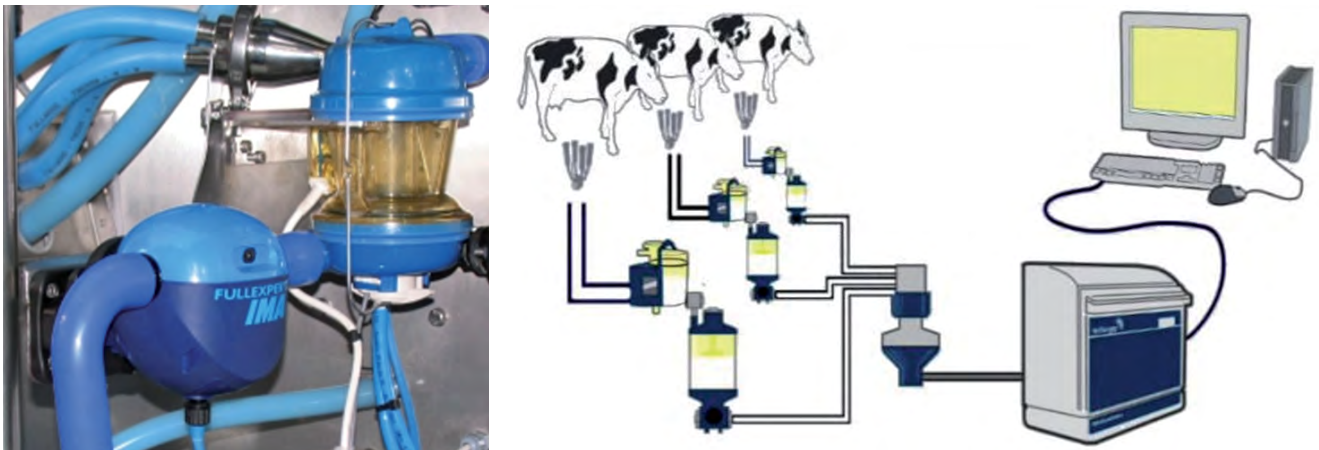


Gleichzeitig besteht jedoch gerade in der Vielzahl der Informationen die grösste Herausforderung für den Landwirt, da er konkrete Handlungen aus diesen Informationen ableiten muss. Hier sind Wissenschaft und Hersteller gefordert, Entscheidungsmodelle mit sehr hohen Spezifitäten bei gleichzeitig möglichst hoher Sensitivität zu entwickeln, um insbesondere falsch positive Hinweise weiter zu reduzieren. Dabei wird es weitere Fortschritte zur zuverlässigen Detektion kritischer Zustände bei hoher Spezifität durch die Verknüpfung «unscharfer» Parameter geben (Köhler 2002, de Mol und Woldt 2001).

Eine verbesserte Datenbereitstellung (Interface, Geschwindigkeit, Mobilität) wird es dem Landwirt zukünftig ermöglichen, sein System intuitiver zu bedienen und von überall zu steuern, was zu einer weiteren Reduzierung des Zeitbedarfs für das Management führt, vor allem aber die räumliche und zeitliche Unabhängigkeit erhöht.

In Zukunft wird die Erfassung weiterer Parameter zur Überwachung der Qualität des Produkts, aber auch der Produktion breiten Raum in der Weiterentwicklung der automatischen Melksysteme einnehmen. Dabei stehen die Fütterung beziehungsweise Stoffwechselerkrankungen, die Fruchtbarkeit und die Eutergesundheit im Focus. Neben dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch werden Laktose, Harnstoff und der Zellgehalt, aber auch Progesteron oder weitere Indikatoren wie Ketonkörper oder Enzyme in der Milch erfasst werden können. Solche Systeme wurden für den konventionellen Bereich bereits vorgestellt (Fullwood, DeLaval) und werden ebenfalls Einzug beim automatischen Melksystem finden (Abb. 3).

Abb. 3: Neue Sensorsysteme (Quellen: Fullwood, DeLaval).



Generell besteht durch den Einsatz nur eines Melkzeugs für zirka 65 zu melkende Tiere und das viertelindividuelle Melken ein hohes Potential der gezielten Beeinflussung der Melkparameter. So wurde beispielsweise eine gewisse Anpassung des Vakuums an den Melkverlauf, der Pulsation auf Viertelenebene oder der Abnahmewerte vorgestellt, weitere wie zum Beispiel eine tierindividuelle automatisierte Anpassung der Reinigungs-/Stimulationsdauer werden folgen.

Zahlreiche Untersuchungen (z. B. van der Vorst 2002) belegen, dass – nach einer Übergangsphase – die Milchqualität und Eutergesundheit im Durchschnitt nicht oder nur unwesentlich verändert sind, jedoch eine sehr starke Abhängigkeit von Managementeinflüssen aufweisen (de Koning 2004). Hier besteht Bedarf, das Know-how der Betriebsleitenden weiter zu steigern und ihnen insbesondere wissenschaftliche Erkenntnisse verfügbar und verständlicher zu machen. Sowohl die Beratung als auch Landwirtinnen und Landwirte benötigen Anleitungen, um Probleme bei der Umstellung auf automatisches Melken, aber auch im Routinebetrieb zu verhindern oder zumindest zu reduzieren. Darüber hinaus gibt es in einzelnen Bereichen noch Forschungs- oder Beratungsbedarf. Dies betrifft zum Beispiel die schwankenden und häufig deutlich kürzeren Zwischenmelkzeiten bezüglich der freien Fettsäuren oder der Wirksamkeit von Medikamenten.

Im Bereich der Konformität mit bestehenden Gesetzen, Verordnungen oder Richtlinien könnte der Erkennung von Flocken in der Milch eine zentrale Bedeutung zukommen, da eine von der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit abgeleitete Definition abnormaler Milch dieses Merkmal wahrscheinlich beinhalten wird und eine automatische Abtrennung abnormaler Milch (mit einer den Gesetzgeber befriedigenden Sensitivität bei einer gleichzeitig für den Landwirt ausreichenden Spezifität) derzeit noch nicht möglich ist. Obwohl Sensoren zur automatischen Erkennung von Flocken in Milch bereits entwickelt und vorgestellt wurden (Maassen-Francke et al. 2004), sind sie bisher nicht kommerziell verfügbar. Weiterer Entwicklungsbedarf besteht in diesem Zusammenhang auch bei der Erkennung verletzter oder verschmutzter Zitzen (Ordolff 2003).

Wirtschaftlichkeit – teuer aber arbeitssparend

Die Wirtschaftlichkeit automatischer Melksysteme ist durch die notwendigen Investitionskosten, die jährlichen Kosten, den Umfang und Wert der möglichen Arbeitszeiteinsparungen, den Umfang und Wert der Milchleistungssteigerung und die Leistung des Systems (z. B. kg Milch/Jahr) bestimmt. Sowohl die Investitionskosten als auch die jährlichen Kosten der Systeme wurden im Vergleich zu den ersten Jahren deutlich reduziert. Dennoch sind diese Kosten der häufigste Grund, nicht in ein solches System zu investieren (Hogeveen et al. 2004). Der Wert der Arbeitszeiteinsparung hängt sehr stark davon ab, wie effizient die Arbeitszeit vor und nach der Umstellung auf automatisches Melken eingesetzt wird und mit welchen Kosten pro eingesparter Stunde gerechnet werden kann. Diese Werte schwanken jedoch zwischen den Betrieben erheblich. Schliesslich variiert auch die Leistung der Systeme von Betrieb zu Betrieb. Eine Vorhersage über die tatsächlich auf einem Betrieb zu realisierende Leistung ist immer noch schwierig, obwohl die theoretische Leistung der Systeme inzwischen hinreichend bekannt ist. Aktuell kann von einer Mehrbelastung von zirka 0–3 ct./kg Milch gegenüber konventionellen Melksystemen ausgegangen werden.

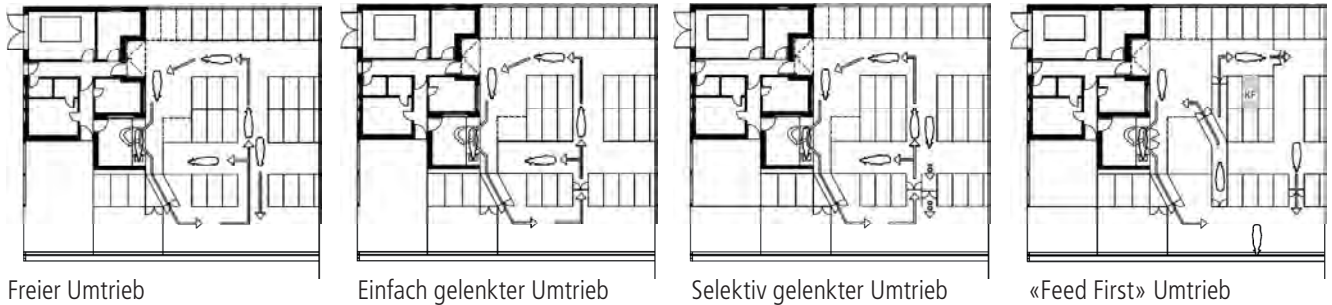
Bei den Auswirkungen auf die Arbeitswirtschaft zeigten verschiedene Studien übereinstimmend eine deutliche Reduzierung des Arbeitszeitbedarfs von bis zu 50 % bezogen auf das Melken (z. B. Wauters und Mathijs 2004, Gustafsson 2005, Oberdellmann 2000). Es zeigte sich aber auch, dass insbesondere die Verschiebung von körperlicher Arbeit hin zu Managementaufgaben für einige Landwirtinnen und Landwirte, aber auch für die Beratung eine Herausforderung darstellte. Gerade Mängel im Zeitmanagement sind häufig die Ursache für die Diskrepanz zwischen den Erwartungen bei der Investition in ein automatisches Melksystem und dem tatsächlich erreichbaren Ergebnis beim Einsatz der Systeme.

Herausforderung Stallplanung

Einen grossen Bereich in der Beratung und bei den Herstellern wird auch weiterhin die Anlagenplanung einnehmen. Hier ist das Tierumtriebssystem von zentraler Bedeutung, um eine hohe Auslastung bei möglichst geringem Arbeitsaufwand und gleichzeitig für die Tiere minimalen Stress sowie eine hohe Futtermittelaufnahme zu gewährleisten. Der freie Umtrieb bietet für die Tiere sehr guten Zugang zum Futter, führt jedoch häufig zu einem erhöhten Arbeitszeitbedarf für das Nachtreiben von Tieren beziehungsweise zu unregelmässigeren Zwischenmelkzeiten, gerade am Ende der Laktation. Die in den Anfangsjahren des automatischen Melkens in Betracht gezogene Variante des einfach gelenkten Umtriebs, bei dem die Tiere das Grundfutter nur über die Melkbox erreichen können, erwies sich als nicht empfehlenswert, da die Fresshäufigkeit zu stark eingeschränkt wurde. Die Erweiterung zum selektiv gelenkten Umtrieb, bei dem zusätzliche *dezentrale* Selektionstore eine tierindividuelle Einstellungen der Zugangsberechtigung zum Grundfutter erlauben, führte zu guten Ergebnissen hinsichtlich der Anzahl nachzutreibender Tiere aber auch der Fresshäufigkeit. Diese Umtriebsform ist jedoch nicht mit einer zentralen Vorselektion vor dem Wartebereich zu verwechseln (Harms 2005). Eine vierte Umtriebsform «Feed First» wurde von DeLaval vorgestellt. Hierbei können die Tiere den Fressbereich jederzeit aufsuchen, Zugang zur Melkbox oder zum optionalen Kraftfutterbereich erhalten sie jedoch nur über eine Selektionseinrichtung. Vorteilhaft an dieser Umtriebsform ist die gleichmässige Auslastung der Melkbox bei regelmässigen Zwischenmelkzeiten, jedoch ist zu klären, wie sich längere Wege sowie möglicherweise längere Wartezeiten für rangniedere Tiere auswirken. Generell müssen gerade bei hoch ausgelasteten Anlagen die Wartezeiten für das Einzeltier stärker berücksichtigt werden (Abb. 4). Aber auch die Erweiterbarkeit der Anlagen ist ein wichtiger Aspekt bei der Planung. Durch Fehler in der Ausgangsplanung kann die beim Einsatz automatischer Melksysteme bestehende Möglichkeit einer modularen Erweiterung schnell verbaut werden. Eine gewisse Herausforderung wird die Entwicklung von Lösungen für Grossbetriebe darstellen, bei denen sich in den letzten Jahren eine steigende Nachfrage

abzeichnet. Hier gilt es insbesondere Empfehlungen für sinnvolle Gruppengrößen und Gruppierungsstrategien, die Anordnung der Melkboxen, maximale Wegelängen für Tier und Mensch, den Tierumtrieb, die Behandlung kranker Kühe, die Selektionseinrichtungen oder die Anordnung des Abkalbbereichs zu entwickeln. Unter Lohnarbeitsbedingungen ergeben sich darüber hinaus offene Fragen bei den Vergütungsmodellen und der Gestaltung der Arbeitszeiten, aber auch bei der Motivation der Mitarbeiter und dem Controlling.

Abb. 4: Grundlegende Tierumtriebsformen beim automatischen Melken.



Automatisierung geht weiter...

Eine Automatisierung der Fütterung bringt bei einer Kombination mit einem automatischen Melksystem zusätzliche Vorteile. Die Futtervorlage kann gezielt eingesetzt werden, um eine gleichmässige Auslastung der Systeme zu erreichen und so die Kapazität zu erhöhen. Verschiedene Hersteller bieten mittlerweile die unterschiedlichsten Systeme an. Die Spanne reicht von einer Automatisierung des Futternachschiebens bis zu selbstfahrenden Prototypen, die das Futter selbständig im Silo entnehmen. Derzeit ist jedoch bei keinem System eine Kopplung an das automatische Melksystem verfügbar, um so die Fütterung in Abhängigkeit von der aktuellen Auslastung, der aktuellen Tierzahl, des Laktationsstands oder anderen Parametern zu gestalten.

Abb. 5: Automatisierung der Fütterung (Quellen: Lely, DeLaval).



Im Bereich der Fütterung spielen in einigen Ländern auch ergänzende Systeme zur Unterstützung des Weidegangs eine wichtige Rolle. Hier ist insbesondere die intelligente Steuerung des Zugangs zur Weide in Abhängigkeit der Melkberechtigung zu sehen. Aber auch ganze Systeme, welche die Tiere zwischen dem Stall und verschiedenen Weideflächen «pendeln» lassen oder Roboter, die den Tieren die Weide portionsweise zuteilen oder sie zurück in den Stall treiben können, sind eine Option. Eine weitere Entwicklung, an der aktuell geforscht wird, ist der Einsatz der Melkbox auf der Weide, um die Wege für die Tiere zu reduzieren, beziehungsweise eine Beweidung bestimmter Flächen bei gleichzeitigem Einsatz eines automatischen Melksystems überhaupt erst zu ermöglichen (Abb. 6).



Abb. 6: Entwicklungen im Bereich Weidegang und Weidemelken (Quellen: Lely, SAC, Animal Sciences Group Wageningen).

Ausblick

Obwohl die bisherigen Untersuchungen zu einem beachtlichen Wissenszuwachs führten, zeigten sie doch auch, dass automatisches Melken immer noch eine junge, sich schnell entwickelnde Technologie darstellt. Die künftigen Verkaufszahlen werden stark von der Entwicklung der Betriebsgrößen und den Gesamtkosten der automatischen Melksysteme im Vergleich zur konventionellen Melktechnik abhängen, aber auch von deren Weiterentwicklung. Die stetig wachsenden Familienbetriebe werden verstärkt zu automatischen Melksystemen sowie generell zu einem höheren Automatisierungsgrad tendieren, grössere Betriebe werden weiterhin Melkstände nutzen, die für automatische Melksysteme entwickelten Technologien und Erkenntnisse werden aber auch hier Einzug halten. Sollen automatische Melksysteme in Zukunft in Betriebsgrößen mit vier oder mehr Melkboxen eine grössere Rolle spielen, so müssen weitergehende Lösungen entwickelt werden, die insbesondere die Stallplanung, den Tierumtrieb und das Management betreffen.

Angegebene und weiterführende Literatur

- [1] Automatic Milking – A Better Understanding, 2004. (Eds.: Meijering A., H. Hogeveen & CJAM de Koning). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 525 p.
- [2] Precision Livestock Farming, 2003. (Ed.: Cox S.). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 183 p.
- [3] Precision Livestock Farming'05, 2005. (Ed.: Cox S.). The Netherlands: Wageningen Academic Publishers. 358 p.
- [4] Proceedings of the First North American Conference on Robotic Milking, March 20–22, Toronto Canada, Wageningen Pers.
- [5] Espada E. & Vijverberg H., 2002. Milk colour analysis as a tool for the detection of abnormal milk. In [4], pp. IV-28–IV-38.
- [6] Greenall R.K., Warren E. & Warren M., 2004. Integrating Automatic Milking Installations (AMIS) into Grazing Systems – Lessons from Australia. In [1], pp. 273–279.
- [7] Gustafsson M., 2005. Working Time Studies in Conventional and Automatic Milking Systems with One or Two AMS Units. In [3], pp. 201–207.
- [8] Harms J., 2005. Untersuchungen zum Einsatz verschiedener Varianten des Tierumtriebs bei automatischen Melksystemen (Einboxenanlagen). Dissertation am Lehrstuhl für Landtechnik der Technischen Universität München, ISSN: 0931–6264: 180 S. (<http://tumb1.biblio.tu-muenchen.de/publ/diss/ww/2005/harms.pdf>).
- [9] Hogeveen H., Heemskerk K. & Mathijs E., 2004. Motivations of Dutch Farmers to invest in an Automatic Milking system or a Conventional Milking Parlour. In [1], pp. 56–61.
- [10] Köhler S., 2002. Nutzung von Prozessparametern automatischer Melksysteme für die Verwendung von Eutererkrankungen unter Verwendung der Fuzzy Logic. PhD-Thesis, Humboldt-University Berlin. 129 S.
- [11] Koning, Kees de, 2004. Automatic Milking, lessons from Europe. In: 2004 ASAE Annual Meeting, Paper number 044188.
- [12] Krieter J., Firk R., Stamer E. & Junge W., 2003. Improving oestrus detection in dairy cows by combination of different traits using fuzzy logic. In [2], pp. 99–104.
- [13] Livshin N., Grinshpun J., Rpsenfeld L., Shvartzman I., Antler A., Zion B., Stojanovski G., Bunevski G. & Maltz E., 2005. Lying behaviour of dairy cows under different housing systems and physiological conditions. In [3], pp. 305–311.

- [14] Maassen-Francke B., Wiethoff M., Suhr O., Clemens C. & Knoll A., 2004. A method to detect flakes and clots in milk in automatic milking systems. In [1], p. 251.
- [15] Mathijs E., 2004. Socio-Economic Aspects of Automatic Milking. In [1], pp. 46–55.
- [16] Mol R.M. de & Woldt W.E., 2001. Application of Fuzzy Logic in Automated Cow Status Monitoring. *J. Dairy Sci.* 84, pp. 400–410.
- [17] Oberdellmann P., Leiendecker M. & Stumpfenhausen J., 2000. Arbeits- und betriebswirtschaftliche Beurteilung automatischen Melkens. In: *Landtechnik* 55 (2000) H. 4: S. 306.
- [18] Olofsson J., 2000. Feed Availability and its Effects on Intake, Production and Behaviour in Dairy Cows. PhD Thesis, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Sweden.
- [19] Ordolff D., 2003. Evaluation of udder cleanliness by spectroscopy. In [2], pp. 119–123.
- [20] Ordolff D., 2005. On-farm analysis of milk: a promising challenge. In [3], pp. 157–161.
- [21] Rasmussen M.D., 2004. Detection and separation of abnormal milk in automatic milking systems. In [1], pp. 189–197.
- [22] Rodenburg J. and Wheeler B., 2002. Strategies for Incorporating Robotic Milking into North American Herd Management. In: [4], pp. III-18–III-32.
- [23] Spörndly E., C. Krohn, H.J. van Dooren & Wiktorsson H., 2004. Automatic Milking and Grazing. In [1], pp. 263–272.
- [24] Svennersten Sjaunja K., Sjörgren M., Andersson I. & Sjaunja L.-O., 2005. Milk analyses: a comparison between a simple IR-instrument for use on farm level and available IR-methods. In [3], pp. 141–147.
- [25] Thune R.Ø., A.M. Berggren, L. Gravas & Wiktorsson H., 2002. Barn Layout and Cow Traffic to Optimise the Capacity of an Automatic Milking System. In: [4], pp. II-45–II-50.
- [26] Tsenkova R., Morita H., Shinzawa H. & Hillerton J.E., 2004. Detection of abnormal udder tissue and milk by near infra-red spectroscopy (cow side). In [1], p. 259.
- [27] Vorst Y. van der & de Koning C.J.A.M., 2002. Automatic Milking and Milk Quality in Three European Countries. In [4], pp. V-1–V-12.
- [28] Wauters E. & Mathijs E., 2004. Socio-economic implications of automatic milking on dairy farms, Deliverable 3, EU project, Automatic Milking (QLK5-2000-31006).
- [29] Whyte D.S., Orchard R.G., Cross P., Frietsch T., Claycomb R.W. & Mein G.A., 2004. An on-line somatic cell count sensor. In [1], pp. 235–240.
- [30] Wiedemann M. & Wendl G., 2004. The use of spectral photometry for detection of mastitis milk. In [1], pp. 228–234.
- [31] Woolford M.W., R.W. Claycomb, J. Jago, K. Davis, I. Ohnstad, R. Wieliczko, P.J.A. Copeman & K. Bright, 2004. Automatic Dairy Farming in New Zealand using Extensive Grazing Systems. In [1], pp. 280–285.

Schriftenreihe der FAL

| | | | |
|----------|---|-----|----------|
| 22 – 52: | www.art.admin.ch >Dokumentation >Art Shop | | |
| 53 | Ökobilanzierung des Landwirtschaftsbetriebs 2004 Dominique Rossier & Gérard Gaillard | D | CHF 30.– |
| 54 | Schwermetallbilanzen von Landwirtschaftspartellen der nationalen Bodenbeobachtung 2005 Armin Keller, Nicolas Rossier & André Desaulés | D | CHF 30.– |
| 55 | Koexistenz verschiedener landwirtschaftlicher Anbausysteme mit und ohne Gentechnik – Konzept 2005 Olivier Sanvido <i>et al.</i> | D | CHF 30.– |
| 56 | Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Biodiversität Évaluation des mesures écologiques – Domaine biodiversité 2005 Felix Herzog & Thomas Walter | D/F | CHF 40.– |
| 57 | Evaluation der Ökomassnahmen – Bereich Stickstoff und Phosphor Évaluation des mesures écologiques – Domaine de l'azote et du phosphore 2005 Felix Herzog & Walter Richner | D/F | CHF 40.– |
| 58 | Ökobilanzierung von Anbausystemen im schweizerischen Acker- und Futterbau 2006 Thomas Nemecek, Olivier Huguenin-Elie, David Dubois & Gérard Gaillard | D | CHF 40.– |

Diese Serie wurde ersetzt durch die ART-Schriftenreihe

FAT-Schriftenreihe

| | | | |
|----------|--|---|----------|
| 33 – 65: | www.art.admin.ch >Dokumentation >Art-Shop | | |
| 66 | Konzeptionelle Überlegungen zur Neugestaltung des Direktzahlungssystems der schweizerischen Landwirtschaft auf der Basis der Tinbergen-Regel 2005 Stefan Mann | D | CHF 8.– |
| 67 | Analyse der Repräsentativität im schweizerischen landwirtschaftlichen Buchhaltungsnetz 2005 Beat Meier | D | CHF 18.– |
| 68 | Landtechnik im Alpenraum. Tagung 10./11.5.2006 in Feldkirch 2006 Robert Kaufmann & Günther Hütli (Redaktion) | D | CHF 23.– |
| 69 | Landwirtschaftliches Bauen und Landschaft (BAULA) 2006 Antje Heinrich & Robert Kaufmann (Redaktion) | D | CHF 28.– |
| 70 | La croissance de la productivité de l'agriculture suisse, 1990–2001: Une Approche non paramétrique 2006 Ali Ferjani | F | CHF 14.– |
| 71 | Influence of alternative semi-outdoor housing systems in comparison with the conventional indoor housing on carcass composition and meat and fat quality of finishing pigs 2006 Hans Ulrich Bärlocher | E | CHF 17.– |

Diese Serie wurde ersetzt durch die ART-Schriftenreihe

ART-Schriftenreihe

| | | | |
|---|--|---|----------|
| 1 | Ecological impacts of genetically modified crops – Experiences from ten years of experimental field research and commercial cultivation 2006 Olivier Sanvido, Michèle Stark, Jörg Romeis & Franz Bigler | E | CHF 40.– |
| 2 | Agrarstrukturwandel im Berggebiet 2006 Stefan Lauber | D | CHF 40.– |
| 3 | 1. Tänikonener Melktechniktagung 2007 Robert Kaufmann & Dusan Nosal (Redaktion) | D | CHF 40.– |
| 4 | Evaluation ausgewählter agrarpolitischer Massnahmen im pflanzlichen Bereich 2007 Stefan Mann, Ali Ferjani, Markus Lips & Helmut Ammann | D | CHF 40.– |
| 5 | Biotreibstoffe 2007 Andreas Kampa & Ulrich Wolfensberger | D | CHF 30.– |
| 6 | Arbeitszeitbedarf für die Betriebsführung in der Landwirtschaft: Ein kausal-empirischer Ansatz für die Arbeitszeitermittlung in der Milchproduktion 2007 Christoph Moriz | D | CHF 30.– |
| 7 | Landtechnik im Alpenraum Robert Kaufmann & Günther Hütli (Redaktion) | D | CHF 40.– |
| 8 | Grundlagen für ein Umweltmonitoring unbewilligter gentechnisch veränderter Pflanzen im Kanton Zürich Franz Bigler, Daniel Fischer, Olivier Sanvido, Michèle Stark, Benno Vogel & Barbara Wiesendanger | D | CHF 30.– |

Bestelladresse:

Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Bibliothek, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen
Telefon +41 (0)52 368 31 31, Telefax +41 (0)52 365 11 90; E-Mail: doku@art.admin.ch



ART-Schriftenreihe 9

2. Tänniker Melktechniktagung

Dieser Tagungsband beinhaltet aktuelle Artikel zu den Themenblöcken «Tiergerechtes Melken», «Menschengerechte Arbeit» und «Wirtschaftliche Milchproduktion» und zeigt damit auch die zentralen Aufgaben der künftigen Forschung im Bereich Melktechnik auf.

Das Wohlbefinden der Kuh ist eine wesentliche Vorgabe für einen vollständigen Milchentzug. Deshalb wird heute die tiergerechte Milchproduktion aus der Sicht von Physiologie, Rindergesundheit, Ethologie, Fütterung und Haltung betrachtet. Ebenso ist menschengerechte Arbeit die Grundvoraussetzung für eine nachhaltige Milchviehhaltung. Denn effizientes und sorgfältiges Melken basiert auf einem optimal ausgestalteten Arbeitsplatz. Somit sind aktuelle Forschungsergebnisse in den Bereichen Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung von besonderem Interesse. Die menschliche Arbeit ist von hoher gesellschaftlicher und ökonomischer Relevanz, denn auf jedem Landwirtschaftsbetrieb ist sie der bedeutsamste und gleichzeitig meist auch knappste Produktionsfaktor.

Eine wirtschaftliche Milchproduktion der Schweiz ist sowohl im nationalen als auch im internationalen Kontext zu sehen. Wie wirkt sich die zunehmende Globalisierung und insbesondere die weitergehende Marktöffnung gegenüber der EU auf die schweizerische Milchproduktion aus? Dieser Tagungsband zeigt, welche Anpassungsstrategien sinnvoll und notwendig sind und berührt auch die Frage der Qualitätssicherung. Von gesamtgesellschaftlicher Relevanz sind Fragen der Bauplanung. Denn sie dienen der rationellen Tierhaltung und der Produktionssicherung, gleichzeitig bestimmen sie aber auch das Landschaftsbild.

Durch die Kombination der drei genannten Bereiche Bauwesen, Tierhaltung und Arbeitswirtschaft kann die systemorientierte Optimierung beschleunigt und damit ein wichtiger Beitrag zur Erfüllung einer der Hauptaufgaben von Agroscope – die Förderung einer wettbewerbsfähigen aber insgesamt auch nachhaltigen Landwirtschaft – geleistet werden.

ISSN 1661-7584 ART-Schriftenreihe
ISBN 978-3-905733-11-2
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART
Tännikon, CH-8356 Ettenhausen
info@art.admin.ch, www.art.admin.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tännikon ART