



3. Tänniker Melktechniktagung

Optimierte Milchgewinnung

Redaktion: Pascal Savary und Matthias Schick, ART



Impressum

ISSN	1661-7584 ART-Schriftenreihe
ISBN	978-3-905 733-19-8
Herausgeberin	Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Tänikon, CH-8356 Ettenhausen Telefon +41 (0)52 368 31 31 info@agroscope.ch, www.agroscope.ch
Grafik	Regina Häusler und Ursus Kaufmann, ART
Redaktion	Etel Keller, ART
Titelbild	Die professionelle Milchgewinnung kann nur über eine optimierte Interaktion zwischen Tier und Melktechnik gewährleistet werden
Quelle	Bjorn Qvarfordt, DeLaval International AB
Preis	CHF 40.00 € 30.00; inkl. MwSt
Copyright	2011 ART

Inhalt

Vorwort	3
Monitoring	5
Samuel Kohler Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, CH-3052 Zollikofen	
Diagnostik bei der Beratung – Erfahrungen mit Messungen unter Melkbedingungen	9
Thomas Manser Genossenschaft Zentralschweizer Milchproduzenten, CH-6002 Luzern	
Melkhygiene beim automatischen Melken und Auswirkungen auf Milchqualität und Eutergesundheit	15
Wilfried Wolter ¹ , Katja Mütze ² ¹ Regierungspräsidium Gießen, D-35578 Wetzlar ² Hessischer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V., D-36304 Alsfeld	
Erkennung von Euterentzündungen durch aktuelle Sensortechnik auf Betrieben mit automatischem Melksystem	19
Monika Brandt ^{1,2} , Angelika Haeussermann ¹ , Karin Knappstein ² , Eberhard Hartung ¹ ¹ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel ² Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität von Milch und Fisch, D-24103 Kiel	
Analyse von Milch Inhaltsstoffen auf Basis der NIR-Spektroskopie	27
Andreas Melfsen, Angelika Haeussermann, Eberhard Hartung Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel	
Auswirkung dreieckiger Zitzengummis auf Milchabgabe und Zitzenkondition	33
Angelika Haeussermann ¹ , Hans-Jürgen Rudovsky ² , Günter Schlaiss ³ ¹ Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel ² D-04349 Leipzig ³ DeLaval GmbH, D-21503 Glinde	
Vergleich der Vakuumverhältnisse in einem automatischen und in einem viertelindividuellen Melksystem für Melkstände	41
Ulrich Ströbel, Sandra Rose-Meierhöfer, Reiner Brunsch Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., D-14469 Potsdam	
Aktivität und Liegeverhalten von Milchkühen in Ställen mit automatischem Melksystem	49
Simone Helmreich ¹ , Lorenz Gygax ² , Beat Wechsler ² , Rudolf Hauser ² ¹ Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg, D-88326 Aulendorf ² Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8536 Ettenhausen	

Melkstandtechnik und Melkprobleme auf Schweizer Milchviehbetrieben	55
Pascal Savary, Maren Kauke, Frauke Korth, Matthias Schick Forschungsgruppe Bau, Tier und Arbeit, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen	
Optimierung der Milchgewinnung in der muttergebundenen Kälberaufzucht – kann der Kalbgeruch helfen?	63
Kerstin Barth ¹ , Kerstin Wilke ² , Angelika Haeussermann ² , Edna Hillmann ³ , Susanne Waiblinger ⁴	
¹ Institut für Ökologischen Landbau, Johann Heinrich von Thünen Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, D-23847 Westerau	
² Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirt- schaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel	
³ Einheit für Verhalten, Gesundheit und Tierwohl, Institut für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystemwissenschaft, ETH Zürich, CH-8092 Zürich	
⁴ Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität, A-1210 Wien	
Gesundheitsmonitoring beim Melkpersonal im Zuge der Effizienzsteigerung	67
Martina Jakob Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim e.V., D-14469 Potsdam	
Einfluss des viertelindividuellen Melkens auf den Zellzahlgehalt und die Melkbarkeit bei erstlaktierenden Kühen	71
Anika B. Müller, Sandra Rose-Meierhöfer und Reiner Brunsch Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., D-14469 Potsdam	
Hyperkeratosen – Wo liegen die Ursachen?	75
Hans-Jürgen Rudovsky, D-04349 Leipzig, Steffen Pache, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Tierische Erzeugung, D-04886 Köllitsch, Joachim Schulz, D-04103 Leipzig	
Einfluss der Zitzenzonen auf die Beurteilung der Zitzenreinigung in Automatischen Melksystemen	79
Astrid Stoffers ^{1,2} , Martin Kühberger ¹ , Jan Harms ¹ , Angelika Haeussermann ² , Eberhard Hartung ²	
¹ Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, D-85586 Poing-Grub	
² Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel	

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

Vorwort

Die dritte Tänniker Melktechniktagung legt den Fokus auf die optimierte Milchgewinnung unter schweizerischen Bedingungen. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Beratungskräfte und Industrievertretende präsentieren Ergebnisse sowie neue Methoden der Bereiche Monitoring, Diagnostik und Effizienz.

Für das Monitoring in der Milchgewinnung steht heute eine Vielzahl technischer, elektronischer und organisatorischer Möglichkeiten zur Verfügung. Hierzu zählen neben den bekannten Sensoren zur Messung von Milchfluss und -menge mittlerweile auch komplexere Verfahren zur Steuerung des gesamten Melkprozesses und zur Qualitätssicherung.

Die Diagnostik dient in der Milchgewinnung dazu, bestehende Fehler in der gesamten Milchproduktion eines Landwirtschaftsbetriebs zu erkennen und zu beheben. Fehler können einerseits bauseits vorliegen (z. B. enge ungünstige Verhältnisse, Stufen) und andererseits eine technische Ursache haben (z. B. Konstruktion, Installation). Letztlich kann aber auch die Betriebsleitung selbst aufgrund falscher Arbeitsorganisation (z. B. mangelhaftes Anrücken, gestresster Umgang mit den Tieren) die Fehlerquelle darstellen. Grundlage der Diagnostik ist deshalb immer eine ganzheitliche Prozesserfassung: bei der Melktechnik selbst, am Tier und auch bei der Arbeitserledigung durch den Menschen.

Unter schweizerischen Bedingungen ist die Effizienz ein wesentliches Kriterium der wirtschaftlichen Milchproduktion. Die Kombination von Monitoring und Diagnostik erlaubt es, einzelbetriebliche Schwachstellen aufzudecken, Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen daraus abzuleiten. Damit der Effekt der einzelnen Optimierungsschritte gesichert erkannt und verbessert werden kann, ist bei dieser Prozessoptimierung eine standardisierte Vorgehensweise anzustreben. Hierzu bieten sich Versuchsmelkstände und bedingt auch Praxismelkstände an. Im Versuchsmelkstand können vorwiegend physikalische und technische Parameter (z. B. Lärm, Schwingungen, Vakuumschwankungen) erfasst, exakt analysiert und Verbesserungsmassnahmen entwickelt werden. Dagegen können im Praxismelkstand die physiologischen Parameter an der Kuh und die menschliche Arbeit (z. B. Arbeitszeitbedarf und Arbeitsbelastung) optimal untersucht werden.

Ausgehend vom Ziel einer optimierten Milchgewinnung versteht sich die Tagung als aktiver Beitrag zur Wissensentwicklung und -vermittlung in der Melktechnik. Das Zusammenführen von nationalen und internationalen Fachpersonen aus Forschung, Beratung, Industrie und Praxis verspricht einen kompetenten Informationsaustausch.



Paul Steffen, Direktor
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART



Monitoring

Samuel Kohler; samuel.kohler@bfh.ch

Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft SHL, CH-3052 Zollikofen

Zusammenfassung

Nur mit einer guten Eutergesundheit kann erfolgreich Milch produziert werden. Da die Milchdrüse ein anfälliges Organ für Entzündungen ist, lohnt es sich sehr, ein gutes Monitoring, also eine gute Überwachung der Eutergesundheit zu planen und auszuführen. Da die Euterentzündung eine Faktorenkrankheit ist, empfiehlt es sich, die Überwachung nicht allein auf die Melktechnik und die Melkarbeit zu beschränken. Zu einem guten Monitoring gehört neben den Faktoren Haltung, Fütterung und Klauengesundheit auch die Überwachung des Stoffwechsels. Die Stoffwechselgesundheit spielt bei Milchkühen eine ausserordentliche wichtige Rolle, denn in diesem Bereich gibt es direkte negative Einwirkungen auf das Immunsystem. Stress ist ein weiterer Faktor, welcher sehr negativ auf die Gesundheit wirken kann. Sei es Stress aus Lahmheit, Brunst oder anderer Ursache, eine Schwächung der Gesundheit ist damit häufig verbunden. Neben der Überwachung dieser wichtigen Faktoren, gilt es ein gutes Monitoring rund um den Melkakt sicherzustellen. So sind die Weichen für eine gute Eutergesundheit gestellt.

Résumé

Monitoring

Le succès de la production laitière dépend de la santé de la mamelle. Comme les glandes mammaires sont des organes prédisposés aux inflammations, il est très important de prévoir un bon monitoring et une bonne surveillance de la santé des mamelles. Les mammites sont une maladie multifactorielle. Il vaut donc la peine de ne pas limiter la surveillance à la technique et au travail de traite. Un bon monitoring comprend non seulement les facteurs comme le mode de détention, l'affouragement, la santé des onglons, mais aussi le contrôle du métabolisme. En effet, le métabolisme joue un rôle essentiel chez les vaches laitières, car il existe des répercussions négatives directes sur le système immunitaire. Le stress est un autre facteur dont l'impact est très négatif sur la santé. Que le stress soit dû à une boiterie, aux chaleurs ou à d'autres causes, il entraîne souvent un affaiblissement général de la santé. Mise à part la surveillance de ces facteurs capitaux, il est important de mettre en place un bon monitoring de la traite proprement dite. Telles sont les garanties pour des mamelles saines.

Summary

Monitoring

Only when cows' udder health is good can milk be produced successfully. Because the mammary gland is susceptible to inflammation, planning and implementing careful monitoring of udder health is highly worthwhile. Moreover, since mastitis in dairy cows is a factor disease, it pays dividends not to limit monitoring to milking technology and milking work alone. In addition to the factors posture, feed and claw health, the monitoring of the metabolic health of dairy cows also plays an extremely important role, since metabolic problems can have direct negative effects on the immune system. Stress, whether owing to lameness, oestrus or another cause, is a further factor often associated with a weakening of health. In addition to the monitoring of these important factors, it is vital to ensure proper monitoring of the milking process itself. In this way, the course is set for good udder health.

Einleitung

Wenn man die Milchproduzenten nach den grössten Herausforderungen in der Gesundheit von Milchkühen fragt, gehört die Eutergesundheit neben der Fruchtbarkeit und der Klauengesundheit immer zu den Spitzenreitern. Fruchtbarkeitsstörungen und Euterkrankheiten sind weltweit die häufigsten Erkrankungen und Störungen des Milchviehs (Stärk *et al.* 1997, Royal *et al.* 2000, Butler 2000, Opsomer *et al.* 1998). Diese zwei Krankheitskomplexe sind auch die wichtigsten Ursachen von ungewollten vorzeitigen Tierabgängen in der Schweiz. Je nach Untersuchung sind sie für 30 bis 50 % aller Abgänge verantwortlich (Danuser *et al.* 1988, Stärk *et al.* 1997, Rust 2001). Euterentzündungen wirken sich wirtschaftlich sehr negativ aus. Eine einzelne Entzündung kann mit einer ganzheitlichen Betrachtung bis zu CHF 800.– ausmachen (Etter *et al.* 2005). Zu hohe somatische Zellzahlen können einen Betriebsleiter sogar in ernsthafte Schwierigkeiten bringen. Dies ist auch nicht verwunderlich, handelt es sich beim Euter um ein sehr anfälliges Organ für Erkrankungen und deren Verhinderung ist tagtäglich eine grosse Herausforderung für die Betriebsleiter. Dabei ist zu beachten, dass ein gesundes Euter nicht allein mit einem einwandfreien Melkakt und einer fehlerfreien Melktechnik erreicht werden kann. Weil die Mastitis eine Faktorenkrankheit ist, also vielschichtig beeinflusst wird, lohnt es sich, die wichtigsten Faktoren zu kennen und zu beherrschen. Sehr häufig wird der Fokus des Monitorings auf den Melkakt und die Melktechnik gelegt. Das ist ohne Zweifel richtig so. Es nützt aber wenig, wenn diese Aspekte akribisch überwacht werden, wäh-

rend die andern wichtigen Einflüsse wie die Haltung und Aufstallung, aber auch die Ernährung und der Stoffwechsel eher vernachlässigt werden. Deshalb gehört zu einem guten Monitoring eine ganzheitliche Betrachtung, welche alle wichtigen, die Zellzahlen beeinflussenden Faktoren einschliessen. In diesem Beitrag sollen einmal nicht die Melkarbeit und die Melktechnik im Zentrum stehen sondern die Haltung, die Ernährung und der Stoffwechsel. Es versteht sich von selbst, dass bei allen Aspekten des Monitorings der Mensch mit seiner Arbeitsweise im Zentrum steht.

Haltung und Aufstallung

Artikel 3 der Schweizerischen Tierschutzverordnung (TSV) besagt, dass Tiere so zu halten seien, dass ihre Körperfunktionen und ihr Verhalten nicht gestört würden und ihre Anpassungsfähigkeit nicht überfordert werde. Dies ist zweifellos eine holistische Betrachtungsweise und muss im Zentrum jeder Tierhaltung stehen. Die Begriffe Haltung und Aufstallung umfassen aber nicht nur das Haltungssystem und die Haltungsbedingungen, sondern vielmehr die Summe aller belebter und unbelebter Einflüsse, welchen die Tiere dauernd ausgesetzt sind (Schulze 1986, Marx 1989). Es ist unbestritten, dass eine möglichst optimale Haltung in erster Linie ein Bedürfnis der Milchviehhalter selber ist und eher auf wirtschaftlichen Überlegungen, als auf Forderungen des Tierschutzes beruht. Vielfach wird berichtet, dass bei besserer Haltung höhere Leistungen erzielt werden können. Dies ist zweifellos richtig. Dass die höheren Leistungen bei besserer Haltung häufig auf einen verbesserten Gesundheitsstatus zurückzuführen sind, wird nicht selten übersehen. Die Tiergesundheit wird auch als Indikator für Tiergerechtigkeit herangezogen. Werden die Tiere den Haltungssystemen angepasst und nicht umgekehrt, reagieren sie nicht nur mit Verhaltensänderungen und Stress, sondern auch mit Störungen in der Tiergesundheit (Webster 1983, Smith and Ely 1997, Dobson 2003). Daher ist beim Monitoring auf eine optimale Tierhaltung zu achten, denn dadurch können viele Störungen vermieden werden.

Ernährung und Stoffwechsel

Die Milchleistung pro Kuh hat in den letzten 40 Jahren weltweit sehr stark zugenommen. In vielen Ländern hat sich die Leistung sogar verdoppelt. Diese Leistungssteigerung hat aber auch mehr gesundheitliche Probleme der Kühe mit sich gebracht und man fragt sich heute ernsthaft, wie die Ernährung der Tiere in der Startphase der Laktation sichergestellt und die Gesundheit der Tiere erhalten werden kann und wo das enden soll (Lucy 2001, Kadarmideen 2004).

In den ersten sechs bis acht Wochen nach der Geburt kommt es bei höher leistenden Milchkühen fast immer zu einem Ungleichgewicht zwischen Futteraufnahme und Milchleistung. Dadurch entsteht eine negative Energiebilanz. Durch Mobilisierung von Körperfett kann die Kuh die fehlende Energie für die Milchproduktion zur Verfügung

stellen. Beim Abbau des Depotfettes fällt Azetat und Acetyl-Coenzym A (Acetyl-CoA) an. Sind genügend Energieträger, welche von Kohlenhydraten stammen, in der Ration vorhanden und ist die Glucoseneubildung ausreichend, so kann dieses Acetyl-CoA im Stoffwechsel verbrannt werden. Sind diese Voraussetzungen nicht gegeben, so wird das Acetyl-CoA nicht mehr abgebaut, statt dessen entsteht aus zwei Acetyl-CoA ein Molekül Acetoazetat. Dieses wird dann entweder zu Betahydroxybutyrat (BHB) abgebaut oder zerfällt in zwei Moleküle Aceton. Acetoazetat, BHB und Aceton sind die drei klassischen Ketonkörper. Wenn diese über ein gewisses Mass ansteigen wird das Hungerzentrum im Gehirn gehemmt und die Fresslust nimmt ab. Dadurch nimmt die Energiezufuhr für den Stoffwechsel ab. Aufgrund dieser Gegebenheit muss die Kuh noch mehr Fett mobilisieren, wobei gleichzeitig weniger Acetyl-CoA verbrannt werden kann. Dies führt zu einem Anstieg der Ketonkörper und die Probleme entwickeln sich (Abbildung 1). Neben Menge und Form der Energiezufuhr über das Futter während der Startphase spielen auch die verfügbaren Fettreserven beim Abkalben eine wesentliche Rolle auf das Auftreten von Acetonämie. Nur eine Kuh mit grossen Fettreserven kann übermässig Fett mobilisieren.

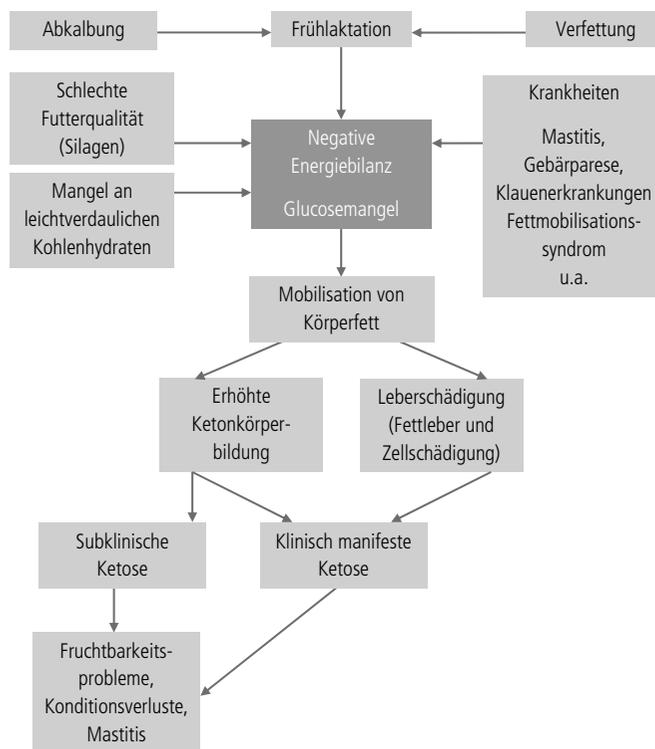


Abbildung 1: Entstehung der Ketose in der Frühlaktation.

Ketose und Eutergesundheit

Grundsätzlich kann man zwischen alimentärer, primärer und sekundärer Ketose unterscheiden. Die alimentäre Form entsteht durch übermässige Aufnahme von Buttersäure aus buttersäurehaltigen Silagen und ist in der Praxis

eher selten anzutreffen. Die sekundäre Form hat ihren Ursprung in einer anderen Krankheit, die der Ketose vorgeschaltet ist. Die häufigsten dieser Krankheiten sind Milchfieber, akute Gebärmutterentzündungen, Labmagenerlagerungen und Lahmheiten. Durch diese Krankheiten fressen die Kühe weniger und haben dadurch ein Energiedefizit. In der Praxis ist die wichtigste Form und Entstehungsart jedoch die primäre Ketose, die bei etwa drei bis fünf Prozent unserer Milchkühe akut vorkommt. Diese Fälle werden in der Regel in der Praxis schnell erkannt und gezielt behandelt. In verschiedenen Untersuchungen wurde jedoch aufgezeigt, dass die Krankheit in vielen Fällen subklinisch verläuft und in der Praxis oft gar nicht wahrgenommen wird, da die Symptome nur sehr schwach oder gar nicht vorhanden sind (Enjalbert 2001, Walsh 2007). Auch in unseren Milchviehherden erkranken jährlich etwa 30 % der Tiere an einer subklinischen Ketose (Frey 2003). Da die subklinische Ketose für viele Folgestörungen verantwortlich ist, wäre es sehr wichtig, diese schleichenden Fälle zu erkennen. Die Monitoringmassnahmen um die Ketose auf Betriebsstufe zu überwachen, sind vorhanden und sollten besser genutzt werden (Enjalbert 2001). Erhöhte Ketonkörper im Blut sind Gift für das Immunsystem der Kuh, weil dadurch die Phagozytose, also die Abwehrzellen im Euter massiv geschwächt werden (Surijastapoon 2000, Kessel 2008). Als Folge davon wird das Euter, wie auch der gesamte Körper viel empfänglicher für Infektionen.

Stoffwechselstabile Kühe

Da um den Abkalbezeitpunkt und zu Beginn der Laktation jede Milchkuh extremen physiologischen Veränderungen und Belastungen ausgesetzt ist, ist eine hohe Anpassungsfähigkeit des Stoffwechsels notwendig. Nur Kühen, welchen diese Anpassungsfähigkeit nicht oder nur teilweise gelingt, erkranken an einer Ketose. Eine stoffwechselstabile Kuh zeichnet sich dadurch aus, dass sie die Startphase der Laktation ohne Stoffwechsel- und andere gesundheitliche Störungen übersteht, obschon sie grosse Mengen von Körperfett mobilisiert.

Die Ketose ist eine Erkrankung, welche nicht nur bei Hochleistungstieren auftritt: auch Kühe mit einer durchschnittlichen Milchleistung können erhöhte Blut-Ketonkörperwerte aufweisen, die unter anderem durch einen erhöhten Milchacetongehalt nachzuweisen sind. Abbildung 2 zeigt hierzu Untersuchungen des Schweizer Braunviehzuchtverbandes.

Tiere, welche in der Spätlaktation und in der Galtphase ein zu grosses Fettdepot angelegt haben, neigen vermehrt dazu Stoffwechselprobleme zu entwickeln, vor allem auch, da die Fresslust um den Abkalbezeitpunkt in verstärkter Masse vermindert ist und bevorzugt die angelegten Fettdepots mobilisiert werden. Zwischen einzelnen Kühen innerhalb eines Betriebs scheint es hinsichtlich der Anfälligkeit gegenüber Stoffwechsel- und anderen Gesundheitsstörungen grosse Unterschiede zu geben. Da die Tiere

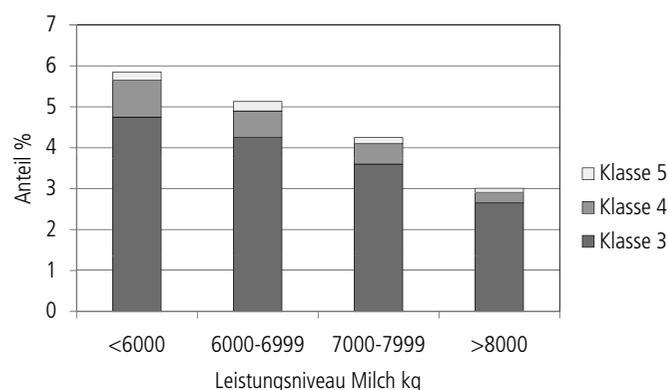


Abbildung 2: Verteilung auf die Acetonklassen 3, 4 & 5 nach Betriebsdurchschnitt Milch kg; (Quelle: Schweizer Braunviehzuchtverband).

unter den gleichen Voraussetzungen bezüglich des Managements und der Fütterung gehalten werden, lässt dies den Einfluss von genetischen Faktoren vermuten. Die Suche nach Unterschieden in der Stoffwechselregulation der Leber stand deswegen im Zentrum einer breit angelegten Studie in Zusammenarbeit der Schweizerischen Hochschule für Landwirtschaft (SHL) in Zollikofen, der Abteilung Veterinär-Physiologie und der Wiederkäuerklinik der Universität Bern, unterstützt durch Swissgenetics und des Braunvieh- und Fleckviehzuchtverbandes. Aus den Datenbanken der Zuchtverbände wurden Kühe ausgesucht, welche in einer der zwei ersten Milchproben nach dem Abkalben der laufenden Laktation einen erhöhten Milchfett- und Fett-Eiweiss-Quotienten aufwiesen, das heisst Tiere, welche verstärkt Körperreserven mobilisiert und somit stärkeren Stoffwechselbelastungen ausgesetzt waren.

Während eines Betriebsbesuches wurden schon anhand eines kurzen Fragebogens detaillierte Informationen über die Krankengeschichte der Tiere gesammelt, um die Einteilung der Kühe in «Problemtiere» und «unauffällige Tiere» zu liefern (Graber *et al.* 2009). Anschliessend wurden bei den ausgewählten Kühen je drei Blutproben und drei Leberbiopsien entnommen, um die Unterschiede in der Regulation des Fett- und Kohlenhydratstoffwechsels der Leber zwischen stoffwechselstabilen und stoffwechsellinstabilen Kühen ausfindig zu machen. Die Resultate werden dazu beitragen, die Zucht in Zukunft gezielter auf eine stoffwechselstabile und robuste Milchkuh zu lenken. Die Publikationen dazu sind in Vorbereitung.

Schlussfolgerungen

Natürlich sind die Melkarbeit und die Melktechnik ins Zentrum eines erfolgversprechenden Monitorings zu stellen. Es ist aber von entscheidender Bedeutung, die Haltungsbedingungen und die Betreuung der Tiere nicht zu vernachlässigen. Es hat sich gezeigt, dass die Ernährung und damit der Stoffwechsel das Immunsystem derart schwächen kann, dass alle anderen Massnahmen des Monito-

rings die Eutergesundheit nicht mehr aufrecht erhalten können. Deshalb ist die Überwachung des Stoffwechsels im Rahmen der steigenden Milchleistungen ein integraler Bestandteil des Monitorings.

Literatur

- Butler W.R. 2000. Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle, *Animal Reproduction Science* 60–61, 449–457.
- Danuser J., Luginbühl J., Gaillard C. 1988. Krankheiten und Abgangsursachen bei schweizerischen Milchkühen. 1. Häufigkeiten und «Wiederholbarkeiten» von Krankheiten. *Schweiz. Archiv für Tierheilkunde* 130,149–163.
- Dobson H., Ghuman S., Prabhakar S., Smith R. 2003. A conceptual model of the influence of stress on female reproduction. *Reproduction* (2003), 125, 151–163.
- Enjalbert F., Nicot M.C., Bayourthe C., Moncoulon R. 2001. Ketone Bodies in Milk and Blood of Dairy Cows: Relationship between Concentrations and Utilization for Detection of Subclinical Ketosis. *J. Dairy sci.* 84: 583–589.
- Etter L., Genoni M., Kohler S. 2005. Ganzheitliche Betrachtung der wirtschaftlichen Bedeutung von Tiergesundheitsstörungen in der Milchproduktion. Schlussbericht der Studie, Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, CH-3052 Zollikofen (unveröffentlicht).
- Frey H. J. 2003. Vorkommen und Wahrnehmung der subklinischen Ketose in Schweizer Milchviehbetrieben. Semesterarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, CH-3052 Zollikofen (unveröffentlicht).
- Graber M., Kohler S., Müller A., Burgermeister K., Bruckmaier R.M., van Dorland H.A. 2009. Physiological differences between metabolic stable und instable cows: 60. Annual meeting of the European Association for Animal Production. Book of Abstracts Nr. 5 (2009) Barcelona, Spain.
- Kadarmideen H.N. 2004. Genetic correlations among body condition score, somatic cell score, milk production, fertility and conformation traits in dairy cows. *Animal science* 79, 191–201
- Kessel S., Stroehl M., Meyer H.H.D., Hiss S., Sauerwein H., Schwarz F.J., Bruckmaier R.M. 2008. Individual variability in physiological adaptation to metabolic stress during early lactation in dairy cows kept under equal conditions. *J. Anim. Sci.* 2008. 86: 2903–2912.
- Lucy M.C. 2001. Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will it End? *J. Dairy Sci.* 84: 1277–1293.
- Marx D., 1989. Tierschützerische Aspekte bei der Aufzucht von Schweinen. *Vet.* 4, 10–14
- Opsomer G., Grohn Y.T., Hertl J., Coryn M., Deluyker H., de Kruif A. 1998. Risk factors for post partum ovarian dysfunction in high producing dairy cows in Belgium: a field study. *Theriogenology* 53, 841–857.
- Royal M. D., Darwash A.O., Flint A.P.F., Webb R., Williams J. A., Lamming G.E. 2000. Declining fertility in dairy cattle: changes in traditional and endocrine parameters of fertility. *Animal Science* 70, 487–501.
- Rust M. 2001. Abgangsursachen beim Schweizer Braunvieh. Diplomarbeit Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft, Zollikofen (unveröffentlicht).
- Schulze W. 1986. Tierschutz – Selbstverständlichkeit oder Problem? *Praktischer Tierarzt* 67, 461–465.
- Stärk K., Frei-Stäheli C., Frei P., Pfeiffer D., Danusser J., Audigé L., Nicolet J., Strasser M., Gottstein B., Kihm U. 1997. Häufigkeit und Kosten von Gesundheitsproblemen bei Schweizer Milchkühen und deren Kälbern (1993–1994). *Schweiz. Archiv für Tierheilkunde* 139. 343–352.
- Smith J.W., Ely L.O. 1997. The Influence of Feeding and Housing Systems on Production, Reproduction, and Somatic Cell Count Scores of Southern Holstein Herds. *The Professional Animal Scientist*, 13: 155–161.
- Suriyasathaporn W., Heuer C., Nordhuizen-Stassen E.N., Schukken Y.H. 2000. Hyperketonemia and the impairment of udder defense: a review. *Vet. res.* 31 (2000) 397–412.
- Van Doorland H.A., Graber M., Kohler S., Kaufmann T., Bruckmaier R.M. 2010. Hepatic functional candidate gene transcripts and their relation to plasma metabolites and hormones in transition dairy cows under field conditions 2010. Proceedings of the 14th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, Gent 20th–24th juin 2010.
- Walsh R.B., Walton J.S., Kelton D.F., LeBlanc J.S., Leslie K.F., Duffield T.F. 2007. The Effect of Subclinical Ketosis in early Lactation on Reproduction Performance of Postpartum Dairy Cows. *J. Dairy sci.* 90: 2788–2796.
- Webster A.J.F. 1983. Environmental stress and the physiology, performance and health of ruminants. *J Anim Sci* 1983. 57: 1584–1593.

Diagnostik bei der Beratung

Erfahrungen mit Messungen unter Melkbedingungen

Thomas Manser; thomas.manser@zmp.ch
Genossenschaft Zentralschweizer Milchproduzenten, CH-6002 Luzern

Zusammenfassung

Probleme beim Melken und bei der Eutergesundheit sind oft die Folge komplexer Wechselwirkungen störender Faktoren. Ein systematisches Vorgehen und objektive Messmethoden erleichtern deren Diagnose. Um den Melkprozess zu beurteilen, können Druckmessungen unter Melkbedingungen an diversen Abschnitten der Melkanlage sowie die Aufzeichnung von Milchflusskurven wertvolle Daten liefern. Die Messungen sollen die Beobachtungen an Mensch und Tier ergänzen und nicht behindern. Die sorgfältige Auswahl und Montage der Messpunkte und die Verwendung von geeigneter Messtechnik sind Voraussetzung. Die Prüfperson und die Messvorrichtung darf die betriebsspezifischen Verhältnisse nicht massgeblich beeinflussen.

Bei der Auswahl der Messpunkte und um offene Fragestellungen auf Ebene des Melkzeugs zu untersuchen, könnte ein Modell mit simuliertem Milchfluss und standardisierten Messungen weiterhelfen. Die Parameter könnten so unabhängig von äusseren Einflüssen bestimmt werden.

Résumé

Diagnostic lors de consultations
Experiences avec des mesures sous conditions de traite

En cas de problèmes avec le nombre de cellules, plusieurs facteurs sont généralement en jeu. Le but de la consultation est de définir et d'éliminer les causes principales. Il y a différentes façons d'atteindre cet objectif. Le présent rapport d'expérience expose les méthodes de diagnostic dans les domaines de la technique de traite, de la traite proprement dite et des agents pathogènes des mammites.

Le contrôle de l'installation de traite en dehors des heures de traite est essentiel pour une production laitière respectueuse de l'animal. Parallèlement, les mesures et les observations pendant la traite me semblent indispensables. C'est la seule façon d'identifier les points faibles dans la relation entre l'homme, l'animal et la technique. L'enregistrement des conditions de vide (lactoduc, griffe, petit tuyau à lait, tête du manchon trayeur, chambre de pulsation) et du débit de lait permet une évaluation objective lorsque les mesures sont précises. Les appareils de mesure doivent si possible être placés de manière à ne pas être vus des animaux et à ne pas trop influencer les niveaux de vide. Avec une préparation optimale, la traite

peut être observée avec suffisamment de recul pendant les mesures. Les données recueillies sont censées permettre de mieux comprendre ce qui se passe au niveau du trayon et de déceler des paramètres significatifs dans l'apparition des mammites. Pour la pratique, il serait notamment important de disposer d'une méthode de mesure objective qui décrive l'effet du massage exercé par les manchons trayeurs sur le trayon.

Depuis quelque temps, il existe de nouveaux procédés d'analyses (PCR) pour les agents pathogènes des mammites. Ils sont censés être nettement plus sensibles que les méthodes traditionnelles, ce qui est un atout notamment en cas de problèmes avec des staphylocoques dorés. La détermination du germe problématique peut aider à trouver la méthode d'assainissement optimale. Le procédé PCR offrira de nouvelles possibilités de diagnostic et de surveillance de la santé de la mamelle à l'avenir. Mais pour l'instant, toutes les applications ne sont pas encore prêtes pour une utilisation pratique.

Summary

Diagnostic by consulting
Experiences with milking-time tests

With cell-count problems, several factors are usually involved. The goal of the consultation is to define and eliminate the main causes. Different approaches are taken in pursuit of this goal. This progress report aims to highlight the diagnostic tools used in the spheres of milking technology, milking work and mastitis pathogens.

Checking the milking equipment outside of milking times forms the basis for gentle, animal-friendly milking. At the same time, measurements and observations during milking appear to be indispensable. Only then are the weak points in the interplay between human, animal and technology revealed. If a careful approach is taken, the recording of the pressure ratios (milking line, clawpiece, short milk hose, teat-rubber head, pulse space) and the milk flow allows an objective assessment to be made. Wherever possible, the measuring devices should be positioned so as to be invisible to the animals and so that their effect on the given pressure ratios is negligible. With optimum preparation, the milking process can be observed at a sufficient distance during the measurements. The collected data is intended to help us better understand the processes taking place in the teat as well as to define parameters relevant to the development of mastitis. Among other things, an objective measuring method describing the

effect of the pressure of the teat-cup liner on the teat would be of practical importance.

For some time now, new testing methods (PCR assays) have been offered for mastitis pathogens. These are meant to be substantially more sensitive than the methods traditionally used, which is particularly advantageous for problems with *Staphylococcus aureus*. Moreover, the typing of this problem bacterium can help to determine the optimal approach to remedying the problem. Although PCR will undoubtedly open new paths in the diagnosis and monitoring of udder health in future, not all applications are ready to be deployed in practice at present.

Einleitung

Die Abklärung von Melk- und Eutergesundheitsproblemen stellt hohe Anforderungen. Ähnliche Symptome können diverse Ursachen haben und als Folge von Wechselwirkungen zwischen störenden Faktoren auftreten. Ein Ereignis kann eine ganze Kaskade von Problemen ins Rollen bringen. Entscheidend über Erfolg oder Misserfolg der Beratung sind die Definition und die Gewichtung der Störfaktoren. Wenn nur verhältnismässig unbedeutende Verbesserungen umgesetzt werden, wird sich das Problem nicht lösen. Fokussiert man sich zu stark auf einen Bereich, besteht die Gefahr, die Symptome nur vorübergehend zu lindern. Der Milchentzug ist nicht der einzige, aber zweifelsohne ein wichtiger Faktor bei der Entstehung von Mastitiden. Eine systematische Vorgehensweise mit objektiv messbaren Parametern ist bei der Diagnostik hilfreich. Die Überprüfung der ISO-Normen bezüglich Dimensionierung, Leistung und Montage der Melkanlage bildet die Grundlage. Bei komplexeren Problemen (anhaltende Erhöhung der Zellzahl, gestörter Milchfluss, schlechter Ausmelkgrad, Schädigung des Zitzengewebes) ist die Beurteilung unter Melkbedingungen unerlässlich. Nur dann kann beurteilt werden, ob die auf dem Betrieb vorhandene Melktechnik den Bedürfnissen der Kühe angepasst ist oder die Melkarbeit einen schnellen und schonenden Milchentzug erlaubt. Neben der Beobachtung von Mensch und Tier können die Druckverhältnisse in verschiedenen Abschnitten der Melkanlage gemessen und Milchflusskurven aufgezeichnet werden. Teilweise sind Empfehlungen für die Auswertung der Messdaten vorhanden, gewisse entscheidende Faktoren entziehen sich zurzeit noch gänzlich einer objektiven Beurteilung, zum Beispiel:

- Beurteilung der Massagewirkung der Zitzengummi in Abhängigkeit der betriebsspezifischen Verhältnisse
- Beurteilung von Druckgradienten, die aufgrund der Volumenveränderungen im Zitzenraum entstehen (Wechselwirkung von Pulsation, Zitzengummieigenschaften, Druckdifferenz zwischen Puls- und Zitzenraum und Zitzenausprägung).

Für die Diagnostik auf Problembetrieben sind solche Fragestellungen wichtig, weil gewisse Symptome und Messwerte zugleich als Ursache und als Folge in Frage kommen («Ist die Melkbereitschaft schlecht weil der Zitzengummi klettert oder klettert der Zitzengummi weil die Melkbereitschaft schlecht ist?»).

Im Folgenden möchte ich meine Erfahrungen bei Messungen unter Melkbedingungen aufzeigen und deren diagnostischen Wert zur Diskussion stellen.

Voraussetzungen für Messungen unter Melkbedingungen

Um brauchbare und aussagekräftige Daten über den Melkvorgang zu erhalten, darf der übliche Ablauf nicht gestört werden. Der Melker soll wie gewohnt arbeiten, Diskussionen sollen vor und nach dem Melken stattfinden. Die Beobachtung von Melker und Tier, die Beurteilung der Melkarbeit, der Zitzen und des Ausmelkgrades darf wegen den Messungen nicht zu kurz kommen. Die Messvorrichtungen müssen praxistauglich sein, die erhaltenen Werte sollen einen zusätzlichen diagnostischen Wert haben und nicht nur dazu dienen, vorhandene Erkenntnisse komplizierter darzustellen. Die Messgeräte sollten für die Kühe unsichtbar installiert werden. Es muss möglich sein, sich während des Melkens vom Tier zu entfernen oder den Melkstand zu verlassen. Notizen über besondere Vorkommnisse sind notwendig, um die Daten zu interpretieren. Die Schläuche zu den Sensoren müssen dicht und möglichst kurz sein, um die Druckverhältnisse wenig zu beeinflussen. Für Messungen am Melkzeug kommen externe Sensoren zum Einsatz. Das Prüfgerät sollte über genügend Speicherplatz verfügen, die simultane Druckaufzeichnung an mehreren Messpunkten erlauben und über eine variable und hohe Abtastfrequenz verfügen.

Die Anamnese des Problems, die Beurteilung von Montage und Dimensionierung der Melkanlage sowie Trockenmessungen können helfen, die Messpunkte an den vermutlich kritischen Stellen zu positionieren, damit man sich auf das Wesentliche konzentrieren kann.

Druckmessungen

Vakuumentleitung/Melkleitung/Milchabscheider

Gemäss Empfehlungen sollte die Vakuumschwankung in diesen Abschnitten bei normalem Melkvorgang nicht mehr als 2 kPa betragen. Die Messungen sind mit geringem Aufwand durchführbar und aussagekräftig. Es kann hilfreich sein, gleichzeitig an mehreren Punkten zu messen, zum Beispiel in der Melkleitung und am Messpunkt Vr (Hauptluftleitung in der Nähe des Regelventils oder dessen Sensor). Einzelne geringfügige Überschreitungen des Grenzwertes von 2 kPa sind meiner Meinung nach zu tolerieren. Abbildung 1 zeigt den Vakuumverlauf in einer Melkleitung mit einem massiven Defizit bei der Transportkapazität.

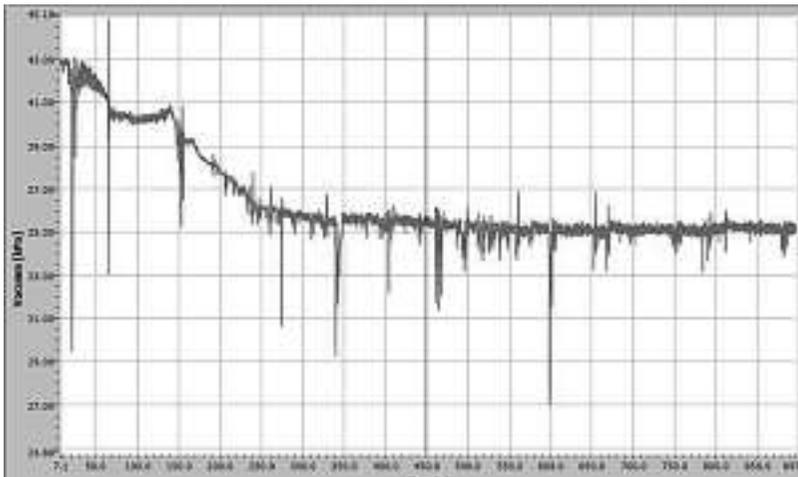


Abbildung 1: Ausschnitt aus Langzeiterfassung der Druckverhältnisse in einer Melkleitung. Durch den Milchstau fällt das Vakuum von 43 kPa auf 35 kPa. Die Amplitude der Schwankungen beträgt bis 14 kPa.

Melkzeug (Sammelstück/kurzer Milchschauch/Pulsraum/Zitzengummikopf)

Den Messungen am Melkzeug sollte vermehrte Beachtung geschenkt werden, sie sind aber anspruchsvoll in der Durchführung und erfordern eine sorgfältige Montage der Messpunkte. Diese müssen fest sitzen und regelmässig auf Dichtigkeit oder Verstopfung geprüft werden. In den milchführenden Teilen darf der Milchfluss nicht beeinträchtigt sein. Die Verwendung von externen Sensoren erhöht die Messgenauigkeit und erlaubt es, das Gerät in sicherer Entfernung und für die Kuh unsichtbar zu platzieren. Bei optimaler Vorbereitung kann der Melker die Aufzeichnung starten, während die Prüfperson die Situation mit Abstand beobachten und spezielle Vorkommnisse protokollieren kann. Kenntnisse über die Zitzenlänge, -form und -kondition ist wichtig bei der späteren Interpretation der Messwerte. Während einer Melkzeit können mit diesem Verfahren nur einzelne Tiere erfasst werden. Um so wichtiger ist es, die Interpretation kritisch zu hinterfragen. Gemäss Empfehlungen soll das Vakuum im Sammelstück bei höchstem Milchfluss zwischen 32 kPa und 40 kPa betragen. An der Zitzenspitze liegt der Idealbereich zwischen 38 bis 43 kPa (Zitzengummi-Offenphase). Die Amplituden der Messkurven müssen je nach Melksystem beurteilt werden.

Die Kenntnis der Druckverhältnisse im kurzen Milchschauch und im Sammelstück sind wertvoll, sowohl des Durchschnitts als auch der Amplitude. Zu beachten ist, dass der Druck zwischen kurzem Milchschauch und Zitzenspitze abweichen kann. Bei gewissen Melksystemen sind die im kurzen Milchschauch gemessenen Daten nicht aussagekräftig. Eine Messvorrichtung mit simuliertem Milchfluss könnte es ermöglichen, diese Differenzen aufzuzeigen. Dies könnte auch die Entscheidung erleichtern, wo im jeweiligen Fall die Messpunkte angebracht werden sollten.

Mit der simultanen Aufzeichnung im kurzen Milchschauch und dem entsprechenden Pulsraum kann die Druckdifferenz rechnerisch ermittelt werden. Aufgrund dieser Druckdifferenz kommt die Bewegung des Zitzengummis zustande. Es wird verschiedentlich vorgeschlagen, die errechnete Differenzdruckkurve unter Berücksichtigung des Zitzengummi-Einfaltdruckes (Druck, bei dem sich die Wände gerade berühren) als Parameter für die Massagewirkung der Zitzengummi zu verwenden. Die Bestimmung dieser Werte ist unter Praxisbedingungen möglich, falls das Messgerät den Export der Daten und somit deren Weiterverwendung erlaubt. Verbindliche Empfehlungen und Grenzwerte sind noch nicht vorhanden. Zudem berücksichtigt diese Methode nicht, auf welcher Höhe des Zitzengummischäfts der entsprechende Druck wirkt.

Eine weitere Fragestellung ist die Auswirkung von Druckgradienten zwischen der Zitzenspitze und dem kurzem Milchschauch oder dem Sammelstück, verursacht durch die Bewegungen der Zitzengummi. Eine schnelle Öffnung zu Beginn der Saugphase (Evakuierungsphase) kann unter Umständen einen Druckgradienten erzeugen, der Rückspray von Milch und eine Pumpwirkung auf die Zitze verursachen kann. Letzteres kann das Klettern des Zitzengummis verstärken. Ob diese Pumpwirkung zustande kommt und negative Auswirkungen hat, ist nicht nur eine Frage der Pulsation, sondern auch der Eigenschaften des Zitzengummis, der jeweiligen Druckverhältnisse und der Ausprägung der Zitzen. Daher genügt es meiner Meinung nach nicht, die Dauer und Beschleunigung der Evakuierungsphase als einziges Kriterium für dieses Phänomen heranzuziehen. Derselbe Pulsator wird in verschiedenen Melkanlagen unterschiedliche Verhältnisse schaffen. Die Druckgradienten sind unter Melkbedingungen schwierig zu ermitteln, da die Platzierung eines Messpunktes auf Höhe der Zitzenspitze schwierig ist. Wiederum könnte hier ein Modell mit Milchflusssimulation hilfreich sein.

Die Beurteilung des Drucks im Zitzengummikopf gibt Auskunft über den Kontakt zwischen Zitze und Zitzengummischafft. Das Vakuum sollte während der Hauptmelkphase 10 kPa nicht überschreiten. Sonst können schmerzhafte Ringbildungen an der Zitzenbasis auftreten, die den Milchfluss behindern. Als Ursache für ein zu hohes Vakuum kommen sowohl fehlende oder ungenügende Melkbereitschaft als auch ein für die Zitze zu grosser Zitzengummikopf resp. -schaft in Frage. Das Auftreten der Ringödeme kann auch ohne diese Messung nach der Melkzeugabnahme optisch und palpatorisch beurteilt werden. Die Messung ist jedoch einfach durchzuführen, wenn die entsprechenden Instrumente vorhanden sind. Eine zusätzliche Information liefert die Amplitude der Kurve (siehe Abbildungen 2 bis 4), was den Aussagewert gegenüber der Beobachtung erweitert.

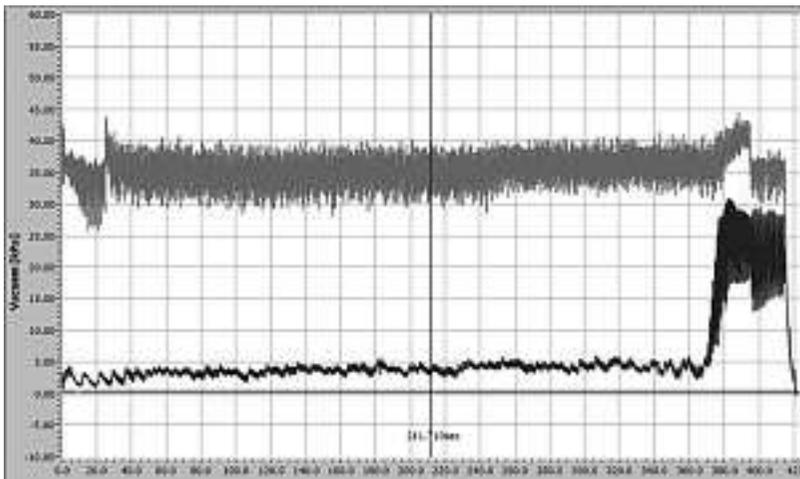


Abbildung 2: Übersicht der Druckverhältnisse im kurzen Milchschauch (obere Kurve) und im Zitzengummikopf bei idealen Verhältnissen. Der Mittelwert im kurzen Milchschauch während der Hauptmelkphase beträgt zirka 35 kPa, im Zitzengummikopf < 5 kPa. Erst beim Versiegen des Milchflusses steigt das Vakuum an.

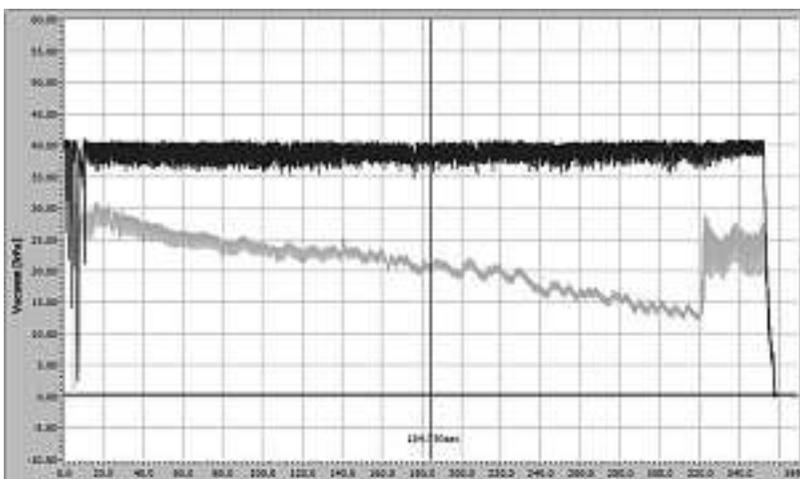


Abbildung 3: Druckverhältnisse bei einer kurzen, zugespitzten Zitze, einem zu weitem Zitzengummischacht und harten -lippen. Das Kopfvakuum (untere Kurve) ist erhöht, durch das entstehende Zitzenödem fällt es langsam ab. Die Amplitude ist niedrig, an den Zitzengummilippen tritt keine Luft ein. Die Einschnürung an der Zitzenbasis und die Blauverfärbung waren deutlich erkennbar.

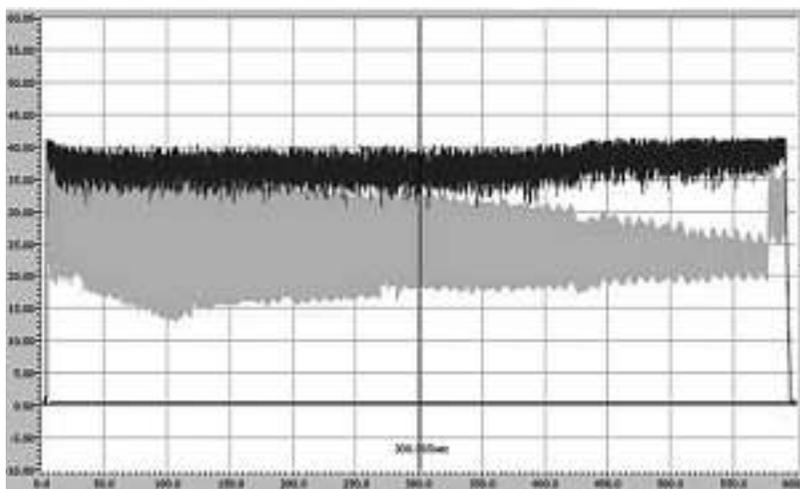


Abbildung 4: Das Kopfvakuum (untere Kurve) ist erhöht, die Amplitude zu Beginn des Melkens gross. Es tritt Luft an den Zitzengummilippen ein und bewirkt ein Absinken des Vakuums in der Entlastungsphase. Die Oedematisierung der Zitzenbasis dichtet den Luftzutritt zunehmend ab, die Amplitude wird kleiner.

Milchflusskurven

Die Aufzeichnung von Milchflusskurven ist ein Instrument zur objektiven Darstellung der Milchhergabe. Die Auswirkungen von Fehlern bei der Melkarbeit und der Melktechnik lassen sich eindrücklich darstellen (Abbildung 5). Viele dieser Fehler erkennt man auch durch die Beobachtung des Melkprozesses. Die Messungen eignen sich aber hervorragend als Diskussionsgrundlage, wenn es darum geht,

Änderungen umzusetzen. Ausserdem sind sie wiederholbar, die Auswirkungen der vorgenommenen Anpassungen lassen sich darstellen und vergleichen (Abbildung 6). Für die Interpretation der Kurven ist es wichtig, dass während den Messungen Beobachtungen zur Arbeitsweise und zu speziellen Vorkommnissen notiert werden. Verschiedene Einflussfaktoren führen zu ähnlicher Ausprägung der Kurve. Die Geräte sollten nicht sichtbar sein für die Kühe, die Ablenkung ist sonst beträchtlich. Zusätzliche Steigung-

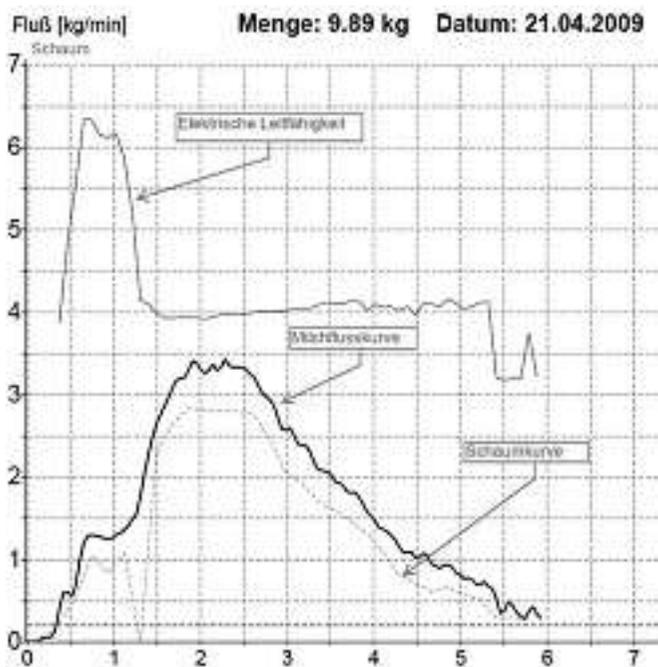


Abbildung 5: Beispiel einer Milchflusskurve: Bei Melkbeginn war die Melkbereitschaft dieses Tieres ungenügend. Nach dem Abmelken der Zisternenmilch wird der Milchfluss an einzelnen Zitzen unterbrochen. Der dadurch provozierte Lufteinbruch ist erkennbar an der Schaumkurve. Durch das Klettern der Zitzengummi wird der Milchfluss behindert. Die Folge ist eine Verlängerung der Melkdauer und ein schlechterer Ausmelkgrad.

gen beim Milchtransport und lange Schläuche müssen bei der Montage vermieden werden. Bei gleichzeitiger Messung der Druckverhältnisse am Melkzeug ist Vorsicht geboten. Im Anbindestall sind diese Einflüsse noch wesentlich grösser, das Handling ist umständlich und die optimale Positionierung der Melkzeuge kann beeinträchtigt sein. Die Bedienung sollte in Anbindeställen durch den Melker geschehen, weil die Prüfperson sonst ständig zwischen die Kühe treten muss.

Fazit

Messungen unter Melkbedingungen liefern wertvolle Daten, wenn sie sorgfältig geplant und ausgeführt werden. Aussagekraft und Interpretation der Daten müssen ständig kritisch hinterfragt werden. Auf Stufe Melkzeug sind die diagnostischen Möglichkeiten noch lange nicht ausgeschöpft. Neue Messmodelle sollen die Eigenschaften der Einzelkomponenten nicht isoliert darstellen, sondern wie sie vor Ort unter den jeweiligen Verhältnissen des Betriebs in Wechselwirkung zueinander stehen. Zudem machen sie die Beratung interessant, weil sie einen vertieften Einblick in die Vorgänge des maschinellen Milchentzugs ermöglichen.

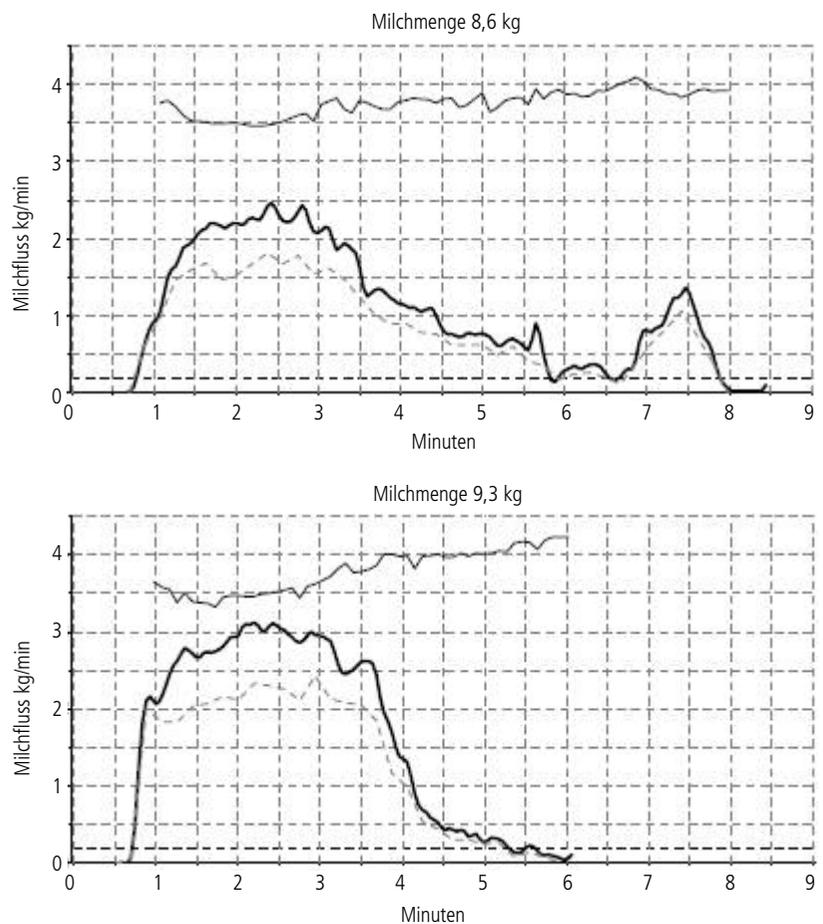


Abbildung 6: Milchflusskurven derselben Kuh beim ersten Besuch und zwei Tage später nach Behebung der Mängel. Durch die getroffenen Massnahmen konnte die Melkdauer um zirka 30 % verkürzt werden, die Milchmenge war gut 8 % höher. Die Ausmelkphase ist aber noch immer nicht optimal.



Melkhygiene beim automatischen Melken und Auswirkungen auf Milchqualität und Eutergesundheit

Wilfried Wolter¹, Katja Mütze²; wilfried.wolter@rpgi.hessen.de

¹Regierungspräsidium Giessen, D-35578 Wetzlar

²Hessischer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V., D-36304 Alsfeld

Zusammenfassung

Die Melkhygiene beim automatischen Melken muss höchsten Anforderungen genügen. Die ermolke Milch muss hinsichtlich ihrer bakteriologischen Beschaffenheit unbedenklich sein; Primärkontaminationen müssen durch eine gute, stabile Eutergesundheit vermieden werden und die Sekundärkontamination ist durch eine hygienisch einwandfreie Euterreinigung und Zwischenreinigung der Melkbecher und Euterreinigungseinrichtungen zu minimieren. Die Wirksamkeit der Reinigung und Desinfektion der Euterreinigungseinrichtung und der Melkbecher wurde in hessischen AMS-Milchviehbetrieben mittels Tupferproben bakteriologisch untersucht. Gleichzeitig wurden steril Milchproben aus dem Milchabscheider und dem Milchlagertank zur differenzierten quantitativen bakteriologischen Untersuchung entnommen. Die Ergebnisse der Zellzahl- und Keimzahluntersuchungen der Anlieferungsmilch der AMS-Betriebe werden dargestellt. Die Ergebnisse zeigen hygienische Schwachstellen auf. Die Zwischenreinigung und Desinfektion der Komponenten ist unzureichend und dieses spiegelt sich auch in der bakteriologischen Beschaffenheit der Milch wieder. Die Übertragung von Eutergesundheitserregern wird nicht wirksam unterbunden; tendenziell erhöhte Zellzahlen sind die Folge. Die Effizienz der Reinigung und Desinfektion der Melkkomponenten beim automatischen Melken ist dringend zu verbessern einerseits zur Verhinderung von Übertragung von Eutergesundheitserregern genauso wie zur Sicherung einer hohen Lebensmittelsicherheit und zur Erfüllung der lebensmittelhygienerechtlichen Anforderungen.

Résumé

Hygiène de la traite automatique et répercussions sur la qualité du lait et la santé de la mamelle

L'hygiène de la traite automatique doit satisfaire les plus hautes exigences. Le lait doit être sans risque sur le plan bactériologique; les contaminations primaires doivent être évitées grâce à des mamelles en bonne santé et la contamination secondaire doit être minimisée grâce à un nettoyage du pis hygiéniquement irréprochable, de même qu'un nettoyage intermédiaire des gobelets et des dispositifs de nettoyage de la mamelle. L'efficacité du nettoyage et de la désinfection des dispositifs de nettoyage de la mamelle et des gobelets trayeurs a fait l'objet d'analyses bactériologiques sur des échantillons prélevés dans des exploitations laitières dans le Länder du Hesse. Paral-

èlement, des échantillons de lait ont été prélevés sous conditions stériles dans la chambre de réception et le tank de stockage pour des analyses bactériologiques quantitatives différenciées. Les résultats des études du nombres de cellules et du nombres de germes du lait livré par les exploitations équipées d'AMS ont été traités. Ils font ressortir les points faibles en termes d'hygiène. Le nettoyage intermédiaire et la désinfection des composants sont insuffisants et se répercutent également sur la composition bactériologique du lait. La prévention de la transmission des agents pathogènes des mammites n'est pas efficace; par conséquent, le nombre de cellules a tendance à augmenter. Il est urgent d'améliorer l'efficacité du nettoyage et de la désinfection des composants de traite dans la traite automatique pour empêcher la transmission des agents pathogènes, pour garantir les standards élevés de la sécurité des denrées alimentaires, ainsi que pour remplir les exigences de la législation sur l'hygiène des denrées alimentaires.

Summary

Milking hygiene in automatic milking systems and its effects on milk quality and udder health

Milking hygiene in automatic milking systems must meet exceptionally stringent standards. The milk must be safe in terms of its bacteriological quality; primary contamination must be prevented by consistently good udder health, and secondary contamination minimised by hygienically sound udder cleaning and interim cleaning of the teat cups and udder-cleaning equipment. The effectiveness of the cleaning and disinfection of the udder-cleaning equipment and teat cup was bacteriologically investigated on dairy farms in the German state of Hesse by means of swab samples. At the same time, milk samples were taken in a sterile manner from the milk separator and milk storage tank for differentiated quantitative bacteriological analysis. The results of the cell-count and bacterial-count analyses of the milk supplied by the AMS farms are shown. The results reveal hygienic weak spots: interim cleaning and disinfection of the components is unsatisfactory, which is in turn reflected in the bacteriological quality of the milk. There is a failure to effectively prevent the transmission of udder pathogens, with a tendency towards higher cell counts as a consequence. The efficiency of the cleaning and disinfection of the milking-machine components in automatic milking systems is in urgent need of improvement, in order to prevent the transmission of

udder pathogens on the one hand, and to ensure a high level of food safety as well as compliance with food-hygiene legal requirements on the other.

Einleitung

Der Verbraucher von Milch und Milchprodukten erwartet, dass die Milch von gesunden Tieren stammt, unter einwandfreien hygienischen Bedingungen gewonnen wird und damit höchsten Anforderungen an die mikrobiologische Beschaffenheit erfüllt. Die Tiere müssen eutergesund sein; es sollte die Rate der intramammär infizierten Euter Viertel möglichst gering sein um eine primäre Kontamination der Milch durch die Ausscheidung von Euterentzündungserregern niedrig zu halten. Gleichzeitig darf die Milch durch Abwehrvorgänge im Euter in ihrer Zusammensetzung nicht verändert sein. Der Entzündungsparameter Zellzahl soll möglichst niedrig sein und den physiologischen Grenzwert von 100 000 Zellen/ml Milch auf Viertel-, Euter- und Gesamtgemelkeebene nicht überschreiten. Neben der zwei- bis dreimal täglich ablaufenden Hauptreinigung des AMS findet nach jedem einzelnen Melkvorgang eine Zwischendesinfektion der Reinigungseinheiten (Vormelkbecher, Reinigungsbürsten) sowie der Melkbecher statt. Die Euterreinigungseinrichtungen müssen einerseits möglichst wirksam die Zitzenhaut welche mit dem Melkbecher und damit mit Milch in Berührung kommt reinigen und gleichzeitig muss durch eine Zwischenreinigung oder besser -desinfektion verhindert werden, dass mikrobielle Erreger von Kuh zu Kuh übertragen werden. Bakterien und damit potenzielle Euterentzündungserreger werden von Kuh zu Kuh durch die Melkbecher übertragen. Zwischenreinigungs- und -desinfektionsmaßnahmen nach jeder Melkung müssen den Keimgehalt auf der Zitzengummioberfläche sehr stark verringern, um die Wahrscheinlichkeit für Erregerübertragungen zu minimieren. Für die Zwischenreinigung bzw. -desinfektion werden systemabhängig Wasser, Peressigsäurelösungen, Wasserstoffperoxidlösungen oder Heissdampf genutzt. Durch unsere Untersuchungen wollten wir die Effektivität der verschiedenen Zwischenreinigungs-/desinfektionsmaßnahmen bewerten. Die Wirksamkeit der Euterreinigungseinrichtungen und der Zwischenreinigung der Melkbecher kann anhand der bakteriologischen Beschaffenheit der Milch im Milchabscheider abgeschätzt werden.

Material und Methoden

Die Untersuchungen wurden in 33 hessischen Milchviehbetrieben mit insgesamt 35 automatischen Melkanlagen durchgeführt. Auf jedem AMS-Betrieb erfolgte einmalig im Zeitraum von vier bis acht Stunden nach einer Hauptreinigung die Entnahme von Tupferproben und Milchproben nach einem standardisierten Probenahmeverfahren:

Lely-Anlagen (13 Tupferproben)	DeLaval-Anlagen (12 Tupferproben)
- 4x Zitzengummischicht	- 4x Zitzengummischicht
- 4x Zitzengummikopf	- 4x Zitzengummikopf
- 2x Bürsten (getrennt)	- 1x Reinigungsbecherschaft
- 1x Antriebsblock der Bürsten	- 1x Reinigungsbecherkopf
- 1x Laseroberfläche	- 1x Laseroberfläche
- 1x Spülaufnahme	- 1x Spülaufnahme

Mittels spezieller Teststreifen (Firma Merck) wurde die Konzentrationen der angewendeten Lösungen (Peressigsäure, Wasserstoffperoxid u. ä.) zur Desinfektion der Zitzenbecher und Reinigungseinheiten ermittelt. Die Tupferproben wurden im Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) Giessen halbquantitativ bakteriologisch untersucht. Auf jedem Betrieb wurde eine Milchprobe antiseptisch aus dem Milchabscheider entnommen und des Weiteren eine Probe der Milch aus dem Milchsammeltank, die zur Ablieferung an die Molkerei bestimmt war. Die Milchproben wurden unter anderem auf folgende Parameter untersucht:

- aerobe Gesamtkeimzahl,
- Gehalt an somatischen Zellen
- Enterobacteriaceae,
- *E. coli*,
- Koagulase-negative Staphylokokken
- Euterentzündungserreger (*S. aureus*, *S. uberis*)

Die routinemässigen monatlichen Ergebnisse der Untersuchungen der Anlieferungsmilch aller hessischen AMS-Betriebe hinsichtlich Keimzahl- und Zellzahl über einen längeren Zeitraum werden mit den Ergebnissen aller hessischen Betriebe im Vergleich dargestellt.

Ergebnisse

Bei 64 % der insgesamt 35 untersuchten automatischen Melkanlagen erfolgte nach jedem Melkvorgang lediglich eine Zwischenreinigung der Melkbecher mit Wasser. 18 % der Betriebe verfügten über eine Zwischendesinfektion der Zitzenbecher mit Peressigsäure (PES). Doch lediglich bei 33 % der Anlagen, die Peressigsäure zur Zwischendesinfektion einsetzten, funktionierte diese Zwischendesinfektion. Es wurden in diesen Fällen aber zu geringe Konzentrationen der Peressigsäure (< 400 ppm) eingesetzt, so dass auch hier keine ausreichende Desinfektionswirkung erwartet werden konnte.

Bei vier der sechs Anlagen mit einer PES-Zwischendesinfektion wurden die Zitzenbecher nur mit Wasser gereinigt, da aufgrund technischer Probleme (PES-Pumpe defekt o. ä.) keine PES zudosiert wurde. Mit Hilfe der Teststreifen wurde in diesen Fällen eine PES-Konzentration von 0 ppm bestimmt. Zur Zwischendesinfektion der Reinigungsbürsten setzten 11 von 12 Betrieben Wasserstoffperoxid ein. Bei 27 % dieser Anlagen wurde jedoch kein Wasserstoffperoxid zudosiert, so dass die Bürsten nur mit Wasser besprüht wurden.

Die Ergebnisse der 64 Tupferproben der Euterreinigungseinrichtungen (Bürsten, Vormelk- und Reinigungsbecher) ergaben 24 (38 %) Tupfer ohne Keimnachweis. Bei 40 (62 %) wurden einer oder mehrere Keime nachgewiesen. 31 (48 %) der Tupfer wiesen Koagulase-negative Staphylokokken auf; bei fünf (8 %) Tupfern wurden Euterentzündungserreger (*S. aureus*, *S. uberis*) nachgewiesen. 21 (33 %) Tupfer waren gering mit einer unspezifischen Mischflora kontaminiert; drei (5 %) waren hochgradig verschmutzt und bei vier (6 %) wurden coliforme Keime nachgewiesen. Die Ergebnisse der 256 Tupferproben der Melkbecher nach der Zwischenreinigung bzw. -desinfektion ergaben 67 (26 %) Tupfer ohne Keimnachweis. Bei 189 (74 %) wurden einer oder mehrere Keime nachgewiesen. 150 (59 %) der Tupfer wiesen Koagulase-negative Staphylokokken auf; bei 16 (6 %) Tupfern wurden Euterentzündungserreger (*S. aureus*, *S. uberis*) nachgewiesen. 92 (36 %) Tupfer waren gering mit einer unspezifischen Mischflora kontaminiert; 32 (13 %) waren hochgradig verschmutzt und bei 14 (5 %) wurden coliforme Keime nachgewiesen.

Die 29 antiseptisch gezogenen Milchproben vom Milchabscheider des AMS wiesen im Mittel eine aerobe Gesamtkeimzahl von 5987 Keimen und 161 000 somatische

Zellen/ml Milch auf. *E. coli* wurde in sechs (21 %) der Proben nachgewiesen. Euterentzündungserreger (*S. aureus*, *S. uberis*) waren in 25 (86 %) und Koagulase-negative Staphylokokken 26 (90 %) vorhanden.

Die entsprechenden 29 antiseptisch gezogenen Tankmilchproben der AMS-Betriebe wiesen im Mittel eine aerobe Gesamtkeimzahl von 14 829 Keimen und 166 500 somatische Zellen/ml Milch auf. *E. coli* wurde in 24 (83 %) der Proben nachgewiesen. Euterentzündungserreger (*S. aureus*, *S. uberis*) waren in 18 (93 %) und Koagulase-negative Staphylokokken 18 (62 %) vorhanden.

Abbildung 1 zeigt die durchschnittliche Zellzahl der hessischen Anlieferungsmilch der Monate Januar 2008 bis September 2010 aller hessischen Betriebe und jeweils daneben die durchschnittliche Zellzahl der Anlieferungsmilch von 68 ausgewerteten AMS-Betrieben. Es wird ersichtlich dass die Zellzahl der AMS-Betriebe immer und zum Teil deutlich höher ist als der Durchschnitt aller hessischen Betriebe. Die durchschnittliche Keimzahl der 63 ausgewerteten AMS-Betriebe liegt auch zum Teil deutlich über dem hessischen Durchschnitt (Abb. 2).

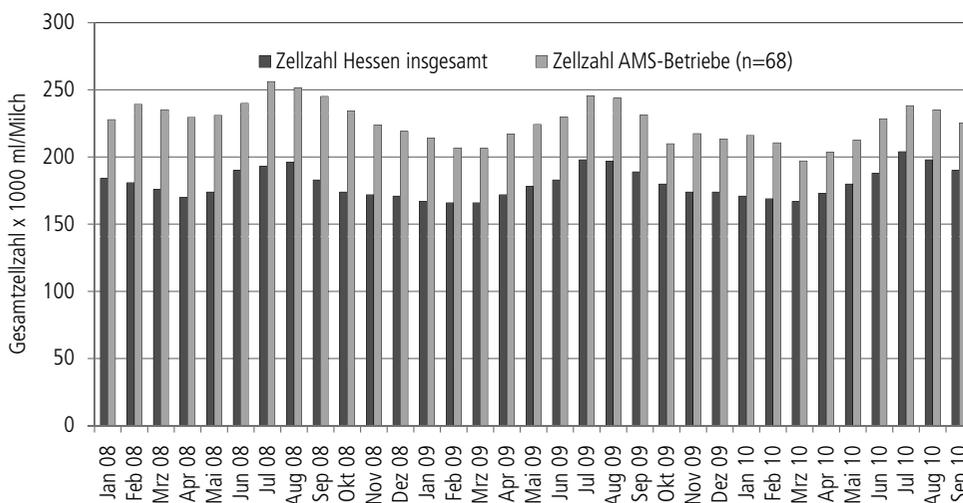


Abbildung 1: Zellzahl der hessischen Anlieferungsmilch; Vergleich der Zellzahl der Monate Januar 2008 bis September 2010 aller hessischen Betriebe mit den Zellzahlen der AMS-Betriebe.

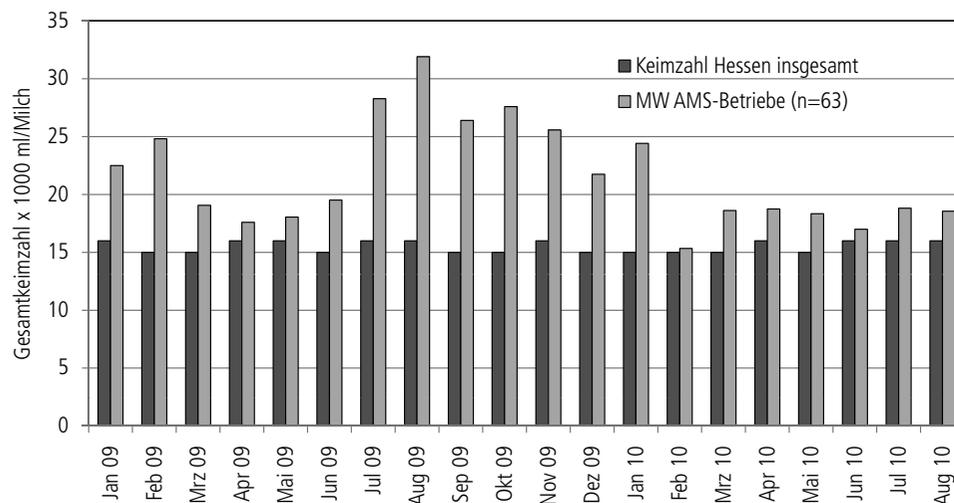


Abbildung 2: Keimzahl der hessischen Anlieferungsmilch; Vergleich der Keimzahl der Monate Januar 2009 bis August 2010 aller hessischen Betriebe mit den Keimzahlen der AMS-Betriebe.

Diskussion

Die Überprüfung der Zwischenreinigung der Euterreinigungseinrichtungen und der Melkbecher hat ergeben, dass in vielen Fällen nur mit Wasser gespült wird. Im Fall des Einsatzes von Peressigsäure oder/und Wasserstoffperoxid waren häufig die Konzentrationen zu niedrig und eine Desinfektionswirkung nicht nachweisbar. Die Betreiber der Anlagen waren weder über die notwendigen Konzentrationen informiert noch hatten sie die Möglichkeit diese zu überprüfen. 60 % der Tupfer der Bürsten bzw. des Reinigungsbeckens zeigten eine mittlere bis starke bakterielle Kontamination. Der Nachweis von coliformen Keimen auf 6 % der Tupfer ist milchhygienisch bedenklich und der Nachweis von Euterentzündungserregern in 8 % der Tupfer zeigt, dass durch diese Reinigungseinrichtungen Mastitiserreger übertragen werden können. Die Tupferergebnisse der Melkbecherschäfte und Sitzgummiköpfen sind auch milchhygienisch bedenklich. Nur 67 (26 %) von 256 Tupfern waren keimfrei. Der sehr häufige Nachweis von den die Zitzenhaut besiedelnden Koagulase-negativen Staphylokokken zeigt, dass in den allermeisten Fällen keine nennenswerte Keimreduktion durch die Zwischenreinigung der Melkbecher erfolgt. Euterentzündungserreger, hauptsächlich *S. uberis*, wurden bei 16 (6%) der insgesamt 256 Tupfer aus den Melkbechern nachgewiesen, so daß die Übertragung von Mastitiserreger von Kuh zu Kuh nicht sicher ausgeschlossen werden kann. Die Milchproben aus dem Milchabscheider des AMS zeigen unmittelbar nach dem Melkvorgang einen hohen Anfangskeimgehalt von etwa 6000 Keimen/ml Milch. *E. coli* wurde in sechs (21 %) der Milchproben nachgewiesen, was auf eine hohe Rate fäkaler Kontamination hinweist. Der Keimgehalt der Tankmilchproben steigt bis auf zirka 15 000 Keime/ml an und ist damit als hoch zu beurteilen. Der sehr häufige Nachweis von *E. coli* wiederholt sich hier. Der Vergleich der Keimzahl aller hessischen Betriebe mit den AMS-Betrieben zeigt durchschnittlich zum Teil deutlich höhere Keimgehalte. Bei differenzierter Betrachtung zeigt sich bei 83 % der Tankmilchproben ein Nachweis von *E. coli*. Die Zellgehalte der Anlieferungsmilch sind in den AMS-Betrieben gegenüber dem hessischen Durchschnitt erhöht, was auf eine erhöhte Mastitisrate hindeutet. Die mangelnde Effizienz der Zwischenreinigungseinrichtungen wirken sich negativ auf den Anfangskeimgehalt der Milch aus und gleichzeitig wird eine Ausbreitung von Mastitiserregern nicht ausreichend sicher verhindert. Hier sind dringend Verbesserungen und Weiterentwicklungen notwendig.

Erkennung von Euterentzündungen durch aktuelle Sensortechnik auf Betrieben mit Automatischem Melksystem

Monika Brandt^{1,2}, Angelika Haeussermann¹, Karin Knappstein², Eberhard Hartung¹; mbrandt@ilv.uni-kiel.de

¹Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel

²Max Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität von Milch und Fisch, D-24103 Kiel

Zusammenfassung

Automatische Melksysteme (AMS) sind mit unterschiedlichen Sensoren zur Überwachung der Milchqualität ausgestattet, die zum Beispiel die elektrische Leitfähigkeit, die Milchmenge, die Farbe oder den Gehalt der Milch an somatischen Zellen erfassen. Um die aktuell eingesetzten Sensorkombinationen im Hinblick auf ihre Zuverlässigkeit für die Erkennung von Mastitiden zu überprüfen, wurden zwölf Praxisbetriebe mit AMS der Firmen DeLaval, Lely und SAC in Schleswig-Holstein untersucht.

Die Ergebnisse der zyto-bakteriologischen Untersuchungen von Viertelanfang-Gemelksproben aller laktierenden Kühe ergaben, dass die Eutergesundheit auf den meisten Betrieben nicht zufriedenstellend war. Der Anteil bakteriologisch positiver Viertel lag zwischen 13 % und 48 %. Ein Anteil von 2 % bis 18 % der Kühe wies atrophierte Euterviertel auf. Die visuelle Überprüfung des Vorgemelks ergab in 2 % der Proben eine Abweichung in Form von Flocken. Für die Erkennung von Eutererkrankungen nutzten die Landwirte hauptsächlich die Informationen Milchmenge, Melkintervall und elektrische Leitfähigkeit sowie zusätzlich, systemabhängig, Hinweise zu Farbveränderungen und zum Zellgehalt. Die Sensitivität für die Erkennung von Vierteln, die im Untersuchungszeitraum mindestens einmal Flocken im Vorgemelk aufwiesen, lag zwischen 20 % und 100 % bei einer Spezifität von 7 % bis 81 %.

Résumé

Détection des mammites grâce à des capteurs modernes dans les exploitations avec un système de traite automatique

Les systèmes de traite automatiques (AMS) sont équipés de différents capteurs pour surveiller la qualité du lait. Ces capteurs enregistrent par exemple la conductivité électrique, la production laitière, la couleur du lait ou sa teneur en cellules somatiques. Afin de vérifier la fiabilité des capteurs actuels pour l'identification des mammites, douze exploitations du Schleswig-Holstein équipées de robots de traite DeLaval, Lely et SAC ont été étudiées.

Les résultats des analyses cyto-bactériologiques d'échantillons prélevés au début de la traite des tous les quartiers des vaches en lactation ont montré que la santé de la

mamelle n'était pas satisfaisante dans la plupart des exploitations. Le pourcentage de quartiers bactériologiquement positifs était compris entre 13 % et 48 %. Un pourcentage de 2 % à 18 % des vaches présentaient des quartiers atrophiés. Lors du contrôle visuel des premiers jets, 2 % des échantillons n'étaient pas aux normes, du fait de la présence de grumeaux (ou «bretzes»). Pour identifier les mammites, les agriculteurs ont principalement utilisé les informations suivantes : production laitière, intervalle de traite et conductivité électrique, ainsi que des indications relatives au changement de couleur et à la teneur en cellules, particulières à chaque système. La sensibilité de reconnaissance des mammites sur les quartiers, qui présentaient au moins une fois des grumeaux dans les premiers jets durant la période d'étude, était compris entre 20 % et 100 % avec une spécificité de 7 % à 81 %.

Summary

Detection of bovine mastitis through present-day sensor technology on farms with automatic milking systems

Automatic milking systems (AMS's) are equipped with different sensors for monitoring milk quality. Among other things, these sensors record the electrical conductivity, quantity, colour and somatic cell content of the milk. In order to test currently used sensor combinations in terms of their reliability in detecting mastitis, twelve working farms in the German state of Schleswig-Holstein with DeLaval, Lely and SAC AMS's were studied.

The results of the cytobacteriological analyses of quarter foremilk samples taken from all lactating cows showed udder health to be unsatisfactory on most of the farms. The percentage of bacteriologically positive quarters was between 13 % and 48 %. Between 2 % and 18 % of the cows exhibited atrophied udder quarters. In 2 % of the samples, visual inspection of the foremilk revealed an abnormality in the form of flakes. To detect diseases of the udder, farmers primarily made use of milk-quantity, milking-interval and electrical-conductivity data, as well as – depending on the system – information on changes in colour and cell count. Detection sensitivity for quarters which exhibited flakes in the foremilk at least once during the period under investigation stood at between 20 % and 100 % with a specificity between 7 % and 81 %.

Einleitung

Automatische Melksysteme (AMS) werden zunehmend für die Melkroutine auf landwirtschaftlichen Betrieben eingesetzt. Besonders in den letzten Jahren ist die Anzahl der Betriebe mit AMS deutlich gestiegen, mit derzeit etwa 5500 Systemen weltweit (Steenefeld *et al.* 2009). Ende des Jahres 2009 war in Schleswig-Holstein auf über 100 Betrieben jeweils mindestens ein AMS im Einsatz, dies entspricht 2,6 % der Milchviehbetriebe. Die meisten Betriebe nutzen Systeme der Firmen Lely (50) und DeLaval (37). Eine geringere Anzahl von Betrieben molken mit Systemen der Firmen SAC (8), Fullwood (5) und Westfalia (3) (LKV S.-H., 2009).

Die Erwartungen an die mit AMS verbundene neue Technologie sind nach wie vor hoch. Neben einer deutlichen Arbeitserleichterung werden eine Steigerung der Milchleistung und auch eine Verbesserung der Eutergesundheit durch das häufigere Melken erhofft (Rasmussen *et al.* 2001, Mathijs 2004, Baumgarten und Nolden 2009). Jedoch können diese positiven Effekte besonders im Hinblick auf die Eutergesundheit nicht immer erreicht werden. So berichteten unterschiedliche Studien von einer Verschlechterung der Eutergesundheit nach der Umstellung auf automatisches Melken (De Koning 2004, Baumgarten und Nolden 2009). In einer dänischen Untersuchung auf 69 Betrieben wurde eine Verschlechterung der Eutergesundheit nach der Umstellung auf AMS beobachtet, wenn die Betriebe nicht an einem entsprechenden Monitoring-Programm teilnahmen (Rasmussen *et al.* 2002).

Mastitis ist die Entzündung der Milchdrüse, meist verursacht durch Bakterien. Bei einer Mastitis verändern sich die Milchhaltsstoffe, insbesondere steigt der Gehalt an somatischen Zellen. Zudem sind Mastiserreger in der Milch nachweisbar. Bei einer klinischen Mastitis ist die Milch sichtbar verändert (Flocken, Farbe) und das Euter kann Entzündungssymptome, wie Schwellung oder Rötung, aufweisen (DVG 2002). Milch mit solchen abnormen Merkmalen ebenso wie Milch von Tieren mit klinischen Anzeichen einer Eutererkrankung darf nicht für den menschlichen Verzehr verwendet werden (VO (EG) Nr. 853/2004) und muss daher beim Melken erkannt werden. Diese Erkennung von klinischen Mastitiden ist zudem wichtig, um eine Behandlung des Tieres einzuleiten. Die subklinische Mastitis verursacht keine sichtbaren Veränderungen in der Milch oder am Tier, sie kommt jedoch 40-mal häufiger vor als die klinische Form. Die frühzeitige Erkennung subklinischer Mastitiden ist wichtig, um eine gute Milchqualität und eine hohe Milchleistung zu sichern, zur Vorbeugung klinischer oder chronischer Entzündungen und um die Ansteckungsgefahr für andere Kühe zu mindern (Hamann 2005, Hogeveen *et al.* 2010).

Die Zielsetzung der vorliegenden Untersuchung ist die Überprüfung der derzeit verwendeten Sensortechniken für die Kontrolle der Milch auf zwölf Praxisbetrieben mit AMS in Schleswig-Holstein. Im ersten Teil der Untersu-

chung wurde die Situation im Hinblick auf die Eutergesundheit und Ausstattung der AMS untersucht. Im Weiteren wurden die Hinweise der AMS im Hinblick auf Euterentzündungen überprüft.

Sensoren für die Erkennung von Euterentzündungen

Beim automatischen Melken muss die Kontrolle und Überwachung der Eutergesundheit von geeigneten Sensoren übernommen werden, da während des Melkprozesses kein Melker anwesend ist. In der EU-Hygieneverordnung heisst es: «Milch muss vom Melker oder nach einer Methode, die zu gleichen Ergebnissen führt, auf organoleptische sowie abnorme physikalisch-chemische Merkmale hin kontrolliert werden» (VO (EG) Nr. 853/2004). Für die Erkennung von Mastitiden ist es daher wichtig, dass möglichst alle kranken Tiere erkannt werden (hohe Sensitivität). Gleichzeitig muss die Anzahl der gesunden Tiere auf der Alarmliste möglichst gering sein (hohe Spezifität), damit der Kontrollaufwand nicht zu hoch wird und insbesondere bei der automatischen Ableitung nicht verkehrsfähiger Milch keine Milch von gesunden Tieren verworfen wird. Eine Sensitivität von mehr als 70 % und eine Spezifität von mindestens 99 % werden daher gefordert (DIN ISO 20966:2008).

Seit Einführung der AMS hat deren optionale Ausstattung mit Sensoren für die Erkennung von Euterentzündungen kontinuierlich zugenommen. Am gebräuchlichsten ist die viertelindividuelle Messung der elektrischen Leitfähigkeit (EL). Zudem verfügen nahezu alle AMS über eine Blutererkennung. Systeme der Firma Lely nutzen die Farberkennung, mit Hilfe derer die Reflexion der Farben rot, grün und blau gemessen wird, um neben der Erkennung von Blut in der Milch auch Hinweise auf Mastitis und Kolostrum zu erhalten. Seit einiger Zeit sind zwei unterschiedliche Systeme zur Bestimmung der somatischen Zellzahl (SZZ) erhältlich. Der «Online Cell Counter» (OCC, Firma DeLaval) ermittelt die SZZ durch Zählung der mit Fluoreszenzfarbstoff angefärbten Zellkerne mit Hilfe einer Bildanalyse. Die Firma Lely bietet das MQC-C an, bei welchem der Zellgehalt nach dem Prinzip des Whiteside-Tests mittels Viskositätsmessung bestimmt und in fünf Kategorien ausgegeben wird (Whyte *et al.* 2004).

Techniken, die vermehrt auf die Bestimmung mehrerer Milchhaltsstoffe gleichzeitig setzen, sind zunehmend am Markt zu finden, jedoch noch selten auf Praxisbetrieben im Einsatz. Hierzu zählen der Inline Milk Analyzer (IMA) der Firma Fullwood, der den Gehalt an Fett, Eiweiss und Laktose in der Milch mittels Nahinfrarotspektroskopie schätzt, sowie der Herd NavigatorTM der Firma DeLaval. Letzterer schätzt den Gehalt an Laktatdehydrogenase (LDH), Progesteron, Harnstoff und Betahydroxybuttersäure (BHB) in der Milch durch die automatische Auswertung von Teststreifen und bietet somit die Möglichkeit für die Überwachung der Eutergesundheit, der Fruchtbarkeit,

der Fütterung und der Erkennung von Stoffwechselproblemen. Weitere Techniken befinden sich in der Entwicklung oder in der Erprobungsphase (Brandt *et al.* 2010).

Material und Methode

Betriebe

Zwölf Praxisbetriebe in Schleswig-Holstein wurden hinsichtlich ihrer Eutergesundheit, ihrer Sensorausstattung am AMS und der Hinweise, die das AMS in Bezug auf die Eutergesundheit ausgab, untersucht. Die Betriebe waren mit einem oder zwei AMS der Hersteller Lely, DeLaval oder SAC ausgestattet. Folgende Auswahlkriterien für die Teilnahme der Betriebe an der Untersuchung wurden zugrunde gelegt:

- MS seit mindestens einem Jahr in Betrieb
- Bereitschaft der Landwirte zur Teilnahme an der Untersuchung
- Teilnahme an der Milchleistungsprüfung (MLP)
- Gleichmässige Verteilung auf die verschiedenen Hersteller
- Ausstattung der AMS hinsichtlich aktuell erhältlicher Sensortechnik

Die Datenerhebung erfolgte im Zeitraum von Juni 2009 bis April 2010. Die untersuchten Betriebe mit dem jeweiligen Untersuchungszeitraum sind in Tabelle 1 dargestellt. Alle Systeme erfassten die Milchmenge und die EL, um Hinweise auf Euterentzündungen zu liefern. Zudem wurden bei den Systemen der Firma Lely die Milchtemperatur und die Milchfarbe erfasst. Die Systeme der Firma DeLaval verfügten zusätzlich zur Messung der Milchmenge und der EL über eine Bluterkennerung. Die Betriebe 7 und 11 (DeLaval) sowie 9 und 12 (Lely) waren darüber hinaus mit einer online Erfassung des Zellgehaltes ausgestattet.

Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Leistungsdaten aus der Milchleistungsprüfung (MLP) der untersuchten Betriebe, dargestellt als 305-Tage-Leistung der Tiere aus dem Zeitraum vor der Untersuchungsperiode. Die Anzahl der Kühe lag zwischen 51 und 167, wobei die Betriebe 4, 6 und 7 mit zwei AMS und die Betriebe 5, 8 und 10 mit einer Doppelbox (SAC) arbeiteten. Auf Betrieb 11 war neben dem AMS (etwa 60 Tiere) ein Melkstand im Einsatz (Tab. 1). Die Kühe gehörten überwiegend der Rasse Deutsche Holstein Schwarzbunt an. Die mittlere Milchleistung lag

zwischen 7046 kg (Betrieb 7) und 9976 kg (Betrieb 2), der mittlere Zellgehalt zwischen 131 000 Zellen/ml und 449 000 Zellen/ml (Tab. 2). Die Tiere wurden alle in Laufstallsystemen gehalten. Der Tierumtrieb wurde auf den Betrieben, die mit einem DeLaval System arbeiteten, nach dem Feed-First-Prinzip (Betriebe 1, 4, 7 und 11), auf den übrigen Betrieben im freien Kuhverkehr geleitet.

Datenerfassung

Um den Eutergesundheitsstatus der einzelnen Betriebe zu erfassen, wurden Viertelgemelksproben von nahezu allen laktierenden Tieren zyto-bakteriologisch untersucht und das Vorgemelk der Tiere visuell überprüft. Jedes Tier

Tabelle 1: Untersuchungszeitraum und untersuchte Betriebe

Betrieb	Untersuchungszeitraum	AMS	Modell	Melkboxen	Inbetriebnahme
01	02.06.09 – 16.06.09	DeLaval	VMS 2006	1	Mär 2007
02	23.06.09 – 07.07.09	Lely	A3	1	Nov 2007
03	21.07.09 – 04.08.09	SAC	RDS FL	1	Nov 2007
04	18.08.09 – 01.09.09	DeLaval	VMS 2007	2	Jun 2008
05	22.09.09 – 06.10.09	SAC	RDS FL	2 (Doppelbox)	Feb 2008
06	20.10.09 – 03.11.09	Lely	A3	2	Jun 2007
07	10.11.09 – 24.11.09	DeLaval	VMS 2007	2	Dez 2008
08	01.12.09 – 15.12.09	SAC	RDS FL	2 (Doppelbox)	Mai 2008
09	12.01.10 – 26.01.10	Lely	A3	1	Aug 2008
10	02.02.10 – 16.02.10	SAC	RDS FL	2 (Doppelbox)	Jun 2008
11	23.02.10 – 09.03.10	DeLaval	VMS 2007	1 (+ Melkstand)	Jul 2008
12	16.03.10 – 30.03.10	Lely	A3	1	Jan 2007

Tabelle 2: Durchschnittliche 305-Tage Leistung der Betriebe aus dem Zeitraum vor der Untersuchungsperiode

Betrieb	Kühe	Rasse	Milch (kg)	Fett (%)	Eiweiss (%)	SZZ/ml
01	63	Sb	8255	3,84	3,49	443 000
02	51	Sb, Rb	9976	3,98	3,43	276 000
03	65	Sb, Rb, AR	7989	4,61	3,35	264 000
04	115	Sb, Rb	8490	4,03	3,53	319 000
05	99	Sb, Rb	9149	3,98	3,41	309 000
06	118	Sb	9538	3,96	3,42	443 000
07	110	Sb	7046	4,29	3,51	316 000
08	133	Sb	8271	4,23	3,36	293 000
09	61	Sb	9212	3,97	3,42	449 000
10	90	Sb	8362	4,02	3,40	131 000
11	167	Sb	7810	4,14	3,47	443 000
12	63	Sb	8492	4,44	3,31	400 000

AR: Angler Rind, Rb: Rotbunt, Sb: Schwarzbunt (Quelle: Milchleistungsprüfung, LKV, Kiel, GER)

wurde insgesamt dreimal beprobt, die Probenahmen erfolgten im Abstand von jeweils einer Woche. Auf den Betrieben 4 und 11 wurde nur eine Gruppe der Herde und auf Betrieb 7 wurden nur 70 zufällig ausgewählte Tiere beprobt. Die Erfassung der Daten der Herdenmanagementprogramme der AMS begann fünf Tage vor der ersten und endete fünf Tage nach der letzten Probennahme. Zudem wurden Daten aus der MLP erhoben.

Die Gewinnung der Viertelgemelksproben erfolgte in der Mehrzahl der Betriebe in der Melkroboterbox direkt nachdem die Kuh die Box betreten hatte und bevor das System mit der Reinigung begann. Auf den Betrieben 2 und 8 wurden die Proben in einem noch vorhandenen Melkstand genommen. Die Probennahme erfolgte in Anlehnung an die Vorgaben der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG 20090). Zuerst wurde das Vormelk in einen Vormelkbecher gemolken und visuell auf Veränderungen der Homogenität und Farbe untersucht. Danach wurden das Euter, die Zitzen und insbesondere die Zitzenkuppen mit 70-%-igem Ethanol gereinigt und desinfiziert. Anschliessend wurden unter antiseptischen Bedingungen die Viertelgemelksproben in sterile Probenröhrchen ermolken. Die Proben wurden gekühlt und am Folgetag im Labor untersucht. Der Zellgehalt wurde mit dem Gerät Fossomatic® 5000 (FOSS Electric, Hillerød, Dänemark) nach der Norm ISO 13366-2 bestimmt. Eine bakteriologische Untersuchung der Milchproben erfolgte in Anlehnung an die Leitlinien der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft (DVG 2009).

Die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung wurden je Viertel zu einem Befund zusammengefasst. Ein Viertel galt als infiziert, wenn der gleiche Erreger in mindestens zwei von drei Proben nachgewiesen wurde. Zudem wurde ein Viertel als infiziert betrachtet, wenn ein Major Pathogen in nur einer der drei Proben nachgewiesen wurde und die SZZ über 200 000 Zellen/ml lag. Der Zellgehalt unterliegt aufgrund der unterschiedlichen Zwischenmelkzeiten im AMS allgemein hohen Schwankungen. Daher gingen alle Messwerte in die Auswertung zur Verteilung der Zellgehalte ein. Hierfür wurde eine Einteilung in fünf Zellgehaltsklassen vorgenommen: (1) < 100, (2) 100–200, (3) 200–500, (4) 500–1000 und (5) > 1000 * 1000 Zellen/ml.

Für die Auswertung der Daten der Herdenmanagementprogramme der AMS wurden im ersten Schritt zunächst ausschliesslich die Hinweise, die die Managementprogramme auf Basis der Messwerte der Sensoren, zum Beispiel in Form von Alarmlisten oder eines Farbsystems ähnlich einer Ampel, an die Landwirte gegeben hatten. Für diese Auswertung wurde ein Hinweis gewertet, wenn das Viertel mindestens einmal im Untersuchungszeitraum einen Hinweis durch das System erhielt. Ein Viertel wurde als klinisch erkrankt angesehen, wenn in mindestens einer der drei Proben Flecken nachgewiesen wurden.

Ergebnisse und Diskussion

Eutergesundheitsstatus

Die Anzahl der untersuchten Tiere je Betrieb variierte zwischen 46 und 116. Insgesamt wurden die Milchproben von 832 Kühen bzw. 3234 Vierteln zyto-bakteriologisch untersucht. Neben der Überprüfung des Vormelks und der Untersuchung der Viertelgemelksproben wurde der Anteil an Kühen mit atrophierten Vierteln je Betrieb notiert. Dieser lag zwischen 2 % und 18 %. Nach Wendt *et al.* (1998) sollte der Anteil an Tieren mit atrophierten Vierteln in eutergesunden Herden unter 3 % liegen. Mit Ausnahme des Betriebs 11 lagen alle untersuchten Betriebe teilweise deutlich über diesem Grenzwert. Ein hoher Anteil an atrophierten Vierteln auf AMS-Betrieben wurde auch in anderen Studien festgestellt (Pallas 2002, Rasmussen 2009). Eine mögliche Ursache könnte eine zu späte Erkennung von Euterentzündungen sein. Zudem gaben die Landwirte in dieser Untersuchung an, dass die Tiere mit atrophierten Vierteln länger in der Herde verbleiben als beim konventionellen Melken, da das Melken dieser Tiere am AMS technisch unproblematisch ist.

Insgesamt wiesen 34 % der untersuchten Viertel Infektionen mit Mastitiserregern auf, wobei der Anteil je nach Betrieb zwischen 13 % (Betrieb 10) und 48 % (Betrieb 12) variierte (Tabelle 3). Minor Pathogene waren in 7 % (KNS) bzw. 13 % (Coryneforme Bakterien) der untersuchten Viertel nachweisbar und hatten somit auf allen Betrieben den grössten Anteil an den Infektionen. Dieser lag für die KNS umgerechnet bei 21 % und für die coryneformen Bakterien bei 40 %. Wie in Tabelle 3 ersichtlich, variierten die Infektionen mit Major Pathogenen deutlich zwischen den Betrieben. Die Betriebe 6, 8 und 11 wiesen hohe Anteile an Infektionen mit *S. aureus* auf. Auf den Betrieben 1 und 7 wurden Infektionen mit *Sc. agalactiae*, dem Erreger des Gelben Galts, nachgewiesen, wovon auf Betrieb 7 mehr als 7 % der Viertel betroffen waren. Die Betriebe 1 und 12, aber auch der Betrieb 8, wiesen hingegen einen hohen Anteil an Infektionen mit Umweltstreptokokken (*Sc. uberis*, Enterokokken) auf. Im Vergleich zu Infektionen mit Minor Pathogenen verlaufen Infektionen mit Major Pathogenen häufiger klinisch, verursachen meist einen deutlichen Anstieg im Zellgehalt und höhere ökonomische Verluste (Harmon 1994).

Beim automatischen Melken wird die gesamte Herde mit denselben Melkbechern gemolken, wodurch das Übertragungsrisiko für kontagiöse Erreger wie *S. aureus* und *Sc. agalactiae* steigt. Daher ist eine gute Zwischendesinfektion der Melkbecher besonders wichtig, ebenso wie eine Desinfektion des Zitzenreinigungssystems. Durch das häufigere Melken und die mitunter sehr kurzen Zwischenmelkzeiten am AMS kann das Zitzengewebe gereizt werden und der Strichkanal ist häufiger geöffnet. Dies kann bei entsprechendem Keimdruck im Stall die Ansteckung mit Umwelterregern begünstigen (Hamann und Osteras 1994, Rasmussen *et al.* 2001).

Tabelle 3: Verteilung der Matitiserreger auf den untersuchten Betrieben (Angabe in % der untersuchten Viertel)

Betrieb	Viertel	<i>S. aureus</i>	<i>Sc. agalactiae</i>	<i>Sc. dysgalactiae</i>	Umweltstreptokokken	Gram-negative Erreger	KNS	Coryneforme Bakterien	Sonstige	gesamt
1	215	0,0	0,5	0,0	14,4	0,0	6,5	22,3	0,0	43,7
2	191	1,6	0,0	0,0	5,2	0,0	8,4	18,8	0,5	34,6
3	210	0,5	0,0	1,9	4,8	0,5	8,6	13,3	0,0	29,5
4	211	2,4	7,1	2,8	3,8	0,0	8,5	10,4	0,5	35,5
5	302	4,6	0,0	3,0	3,0	0,3	7,6	23,5	1,0	43,0
6	260	7,7	0,0	0,0	6,9	2,7	5,4	17,7	0,0	40,4
7	437	5,9	0,0	1,6	1,1	0,9	5,9	12,1	0,5	28,1
8	388	16,8	0,0	0,3	8,8	0,5	3,6	9,5	0,8	40,2
9	201	4,0	0,0	1,0	2,0	1,5	14,9	5,0	4,0	32,3
10	308	0,6	0,0	0,3	1,6	0,0	3,6	6,5	0,0	12,7
11	231	7,8	0,0	0,0	3,5	0,0	9,5	12,6	0,4	33,8
12	176	5,7	0,0	1,1	9,7	1,1	11,4	18,8	0,6	48,3
total	3130	5,3	0,5	1,0	5,1	0,6	7,0	13,4	0,6	33,6

Umweltstreptokokken: *Sc. uberis*, Enterokokken,

Gram-negative Bakterien: *E. coli*, *Enterobacter* spp., *Proteus* spp., *Pasteurella* spp.

Sonstige: Hefen, *Actinomyces pyogenes*, *Sc. canis* (nur Betrieb 5)

Der somatische Zellgehalt ist der am weitesten verbreitete Indikator für Mastitis. In gesunden Eutervierteln liegt er in der Regel unter 100 000 Zellen/ml (DVG 2002). Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Viertelgemelksproben in den fünf Zellzahlkategorien, separat für nicht infizierte Euterviertel und für Viertel, die Infektionen mit coryneformen Bakterien, KNS oder Major Pathogenen aufwiesen. Ein Anteil von 80 % der Proben der nicht infizierten Euterviertel lag im Bereich unter 100 000 Zellen/ml. Viertel, die mit Minor Pathogenen infiziert waren, zeigten einen moderaten Anstieg im Zellgehalt mit 71 % (Coryneforme Bakte-

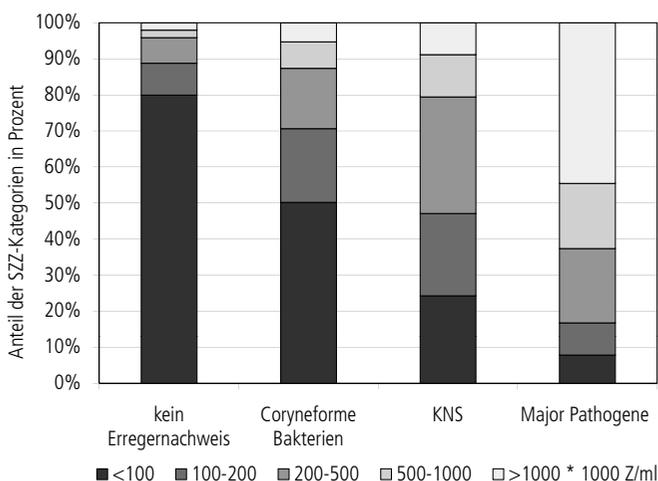


Abbildung 1: Verteilung der Viertelgemelksproben in den fünf Zellzahlkategorien.

rien) bzw. 48 % (KNS) der Milchproben im Bereich unter 200 000 Zellen/ml. Den deutlichsten Anstieg im Zellgehalt verursachten die Major Pathogenen mit 45 % der Proben im Bereich oberhalb 1 Mio. Zellen/ml. Jedoch lagen knapp 10 % der mit Major Pathogenen infizierten Proben im Bereich unter 100 000 Zellen/ml und damit im Bereich einer latenten Infektion.

Das Vorgemelk wurde visuell auf Veränderungen in Farbe und Konsistenz (Flocken) untersucht, um Hinweise auf Erkrankungen mit klinischer Mastitis zu erhalten. Ein Anteil von 2 % (178 Proben) der Vorgemelke wies Flocken auf und 0,4 % (38 Proben) Farbveränderung (rötlich, gelblich oder wässrig). Die Prävalenz für klinische Mastitis lag für die untersuchten Betriebe im Mittel bei 4 % der untersuchten Viertel. Die geringste Prävalenz wurde auf den Betrieben 2 und 6 mit 2,6 % festgestellt, während Betrieb 1 mit 5,9 % den höchsten Anteil an Tieren mit klinischer Mastitis aufwies.

Informationsbasis für die Erkennung von Euterentzündungen

Für die Erkennung von Euterentzündungen nutzten die Landwirte auf den untersuchten Betrieben hauptsächlich die Informationen der Messung der EL. Zudem gaben die Landwirte an, dass sie zu lange Zwischenmelkzeiten oder unvollständige Gemelke als Hinweise für Auffälligkeiten der Tiere heranziehen. Flocken auf dem Milchfilter dienten als Hinweis dafür, dass ein Tier der Herde an einer klinischen Mastitis erkrankt war. Den Betrieben, die mit einem System der Firma Lely arbeiteten, lagen zusätzlich die Hinweise aus der Farbmessung vor, um erkrankte Tiere zu erkennen. Die Betriebe 9 und 12 waren zudem mit dem Lely MQC-C, welches den Zellgehalt der Tiere viertelindividuell in fünf Kategorien bestimmt, ausgestattet. Betrieb 12 nutzte das System nur unregelmäßig für verdächtige Kühe. Betrieb 9 liess die Messung zumeist einmal pro Woche für alle Tiere durchführen. Die Zellzahlmessung der Firma DeLaval, das OCC, bestimmt die SZZ auf Einzeltierebene. Das System war auf den Betrieben 7 und 11 vorhanden und wurde in der Regel bei jeder Melkung eingesetzt. Im Hinblick auf Euterentzündungen auffällige Tiere wurden von den Landwirten separiert und die Milch wurde visuell begutachtet, teilweise wurde auch ein Schalmtest durchgeführt. Bei Anzeichen von klinischer Mastitis wurden die Tiere überwiegend antibiotisch behandelt.

Die Managementprogramme der AMS geben Alarme und/oder Hinweislisten für auffällige Tiere heraus.

Tabelle 4: Parameter für die Hinweise zur Eutergesundheit mit den vom Hersteller empfohlenen Grenzwerten

System	Hinweis bei Abweichung der					
	Milchmenge	Elektrische Leitfähigkeit		Farbe	Somatische Zellzahl	
Lely	x	x		x	x (B. 9 u. 12)	
	Reduktion um 4 kg oder 20 %	Vierteldifferenz: 20 % Abweichung vom gleitenden Mittelwert: 20 %			SZZ-Kategorien IV und V (>800 000 Z/ml)	
DeLaval	x	x		Blut	x (B. 7 u. 11)	
	Reduktion um 30 %	Absolut: 7000 µS/cm Vierteldifferenz: 15 %		600 ppm	200 Z/ml	
SAC	x	x		Nicht verfügbar	Nicht verfügbar	
	Abweichung vom gleitenden Mittelwert (abhängig vom Laktationstag)					
	Untergrenze	Obergrenze	Untergrenze			Obergrenze
	50 %	40–65 %	50 %			7–14 %

B.: Betriebe

Tabelle 4 gibt einen Überblick über die jeweils verwendeten Indikatoren und die entsprechenden vom Hersteller empfohlenen Grenzwerte. Für die EL wird entweder die Vierteldifferenz oder der gleitende Mittelwert einer Kuh herangezogen, da diese aussagekräftiger sind, als der absolute Messwert. Bei der Firma SAC werden die Grenzwerte in Abhängigkeit vom Laktationstag festgelegt. Die Grenzwerte können bei allen drei Systemen vom Landwirt verändert werden, was aber bei den untersuchten Betrieben nur auf den Betrieben 1 und 2 in geringem Masse getan wurde. Die Systeme der Firmen DeLaval und Lely bieten die Möglichkeit, auffällige Milch bei Überschreiten gewisser Grenzwerte für EL, Farbe oder Blut automatisch durch das System ableiten zu lassen. Diese Funktion war nur bei den Betrieben 1 und 7 aktiviert.

Betriebe mit einem AMS des gleichen Herstellers und vergleichbarer technischer Ausstattung wiesen zum Teil deutliche Unterschiede hinsichtlich ihres Eutergesundheitsstatus auf. Zum Beispiel hatten die Betriebe 8 und 10 beide eine SAC Doppelbox annähernd gleichen Alters und mit gleicher Ausstattung, jedoch unterschied sich die Eutergesundheit der Herden erheblich. Auf Betrieb 8 wiesen 40 % der Euterviertel Infektionen auf, auf Betrieb 10 hingegen nur 13 %. Dies macht deutlich, dass die Informationen, die der Landwirt vom Sensorsystem bekommt, zwar ein wichtiges Hilfsmittel sind, um kranke Tiere frühzeitig zu erkennen, neben den Sensorsystemen jedoch weitere Einflussfaktoren mit entscheidend für eine gute Eutergesundheit der Kühe sind. Hierzu zählen vor allem der Eutergesundheitsstatus vor der Umstellung auf das AMS sowie ein insgesamt gutes Eutergesundheitsmanagement.

Erkennung von Euterentzündungen

Um die Hinweise der Sensorsysteme zu evaluieren, wurden die Sensitivitäten und Spezifitäten für die Erkennung von klinischer Mastitis (Flocken in der Milch) ausgewertet. Sie sind in den Tabellen 5 bis 7 getrennt für die Betriebe mit AMS der einzelnen Hersteller dargestellt. Bei den Systemen der Firma DeLaval (Tabelle 5) wiesen die Daten aus

Tabelle 5: Sensitivität und Spezifität für die Erkennung von klinischer Mastitis (Betriebe mit AMS der Firma DeLaval)

Be- trieb	Untersuchte Viertel	Klinische Mastitis (Flocken)		
		Erkrankte Viertel	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
1	180	6	83	15
4	203	10	50	44
7	446	21	95	28
11	230	6	67	55

Betriebe 7 und 11: inklusive Zellzahlmessung

dem Managementprogramm darauf hin, dass ein bestimmtes Viertel aufgrund von Abweichungen im Bereich der Leitfähigkeit, Milchmenge, Blutgehalt oder des Zellgehaltes kontrolliert werden sollte. Die Sensitivität für die Erkennung von Vierteln mit klinischer Mastitis lagen je nach Betrieb zwischen 50 % (Betrieb 4) und 95 % (Betrieb 7). Die Spezifität lag mit 15 % (Betrieb 1) bis 55 % (Betrieb 11) jedoch recht niedrig.

Bei den Systemen der Firma Lely (Tab. 6) beruhten die ausgegebenen Hinweise auf den Messungen des MQC (Milk quality control) System, welches die Farbmessung und die Leitfähigkeitsmessung beinhaltet. Die Betriebe 9 und 12 verfügten weiterhin über das MQCC, welches zusätzlich eine Bestimmung des Zellgehaltes ermöglichte. Für die Sensitivität der Erkennung klinischer Mastitiden wurden je nach Betrieb Werte zwischen 20 % (Betrieb 2) und 100 % (Betrieb 9) erreicht, während die Spezifität zwischen 7 % (Betrieb 9) und 81 % (Betrieb 2) lag. Wurden die Hinweise auf Basis der SZZ-Bestimmung (Zellgehalt über 800 000/ml) mit in die Berechnung einbezogen, steigerte sich die Sensitivität für Betrieb 12 von 33 % auf 50 %. Für den Betrieb 9 änderten sich die Werte nicht, da hier die Sensitivität auch ohne die SZZ-Bestimmung bei 100 % lag; jedoch verbesserte sich hierdurch auch die Spezifität nicht.

Tabelle 6: Sensitivität und Spezifität für die Erkennung von klinischer Mastitis (Betriebe mit AMS der Firma Lely)

Be- trieb	Untersuchte Viertel	Klinische Mastitis (Flocken)		
		Erkrankte Viertel	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
2	194	5	20	81
6	270	7	71	65
9 ohne SZZ	206	8	100	7
9 mit SZZa	206	8	100	7
12 ohne SZZ	154	6	33	81
12 mit SZZa	154	6	50	71

a: inklusive Zellzahlbestimmung

Die Hinweise für die Systeme der Firma SAC liegen derzeit nur einzeltierbezogen für zu geringe Milchmenge oder zu kurze Melkdauer vor. Eine Auswertung der weiteren Daten (Leitfähigkeit, viertelbezogen) folgt. Wie in Tabelle 7 ersichtlich, lag die Sensitivität für die Erkennung klinischer Mastitiden trotz der geringen Datenbasis in einem guten Bereich von 80 % (Betrieb 5) bis 100 % (Betrieb 10). Die Spezifität für die Erkennung von klinischen Mastitiden war mit 13 % (Betrieb 10) bis 35 % (Betrieb 8) jedoch gering. Die viertelindividuelle Auswertung der einzelnen Sensordaten könnte hier eine Verbesserung insbesondere der Spezifität liefern.

Die ersten Auswertungen bezüglich der Sensitivität und Spezifität der Sensorsysteme der AMS haben teilweise sehr gute Erkennungsraten ergeben. Jedoch gehen diese meist mit sehr geringen Werten für die Spezifität einher, so dass deutlich zu viele gesunde Tiere einen Hinweis erhalten. Für den Landwirt bedeutet dies einen vermehrten Kontrollaufwand, was zu einer selteneren Kontrolle der Tiere führen kann (Rasmussen 2004). Für eine automatische Ableitung nicht verkehrsfähiger Milch (Flocken, Farbveränderungen) reichen die Erkennungsraten zwar

Tabelle 7: Sensitivität und Spezifität für die Erkennung von klinischer Mastitis (Betrieb mit AMS der Firma SAC) – bisher nur einzeltierbezogene Ergebnisse für zu geringe Milchmenge oder zu kurze Melkdauer

Be- trieb	Untersuchte Kühe	Klinische Mastitis (Flocken)		
		Erkrankte Kühe	Sensitivität (%)	Spezifität (%)
3	53	8	88	18
5	85	10	80	24
8	99	16	81	35
10	77	6	100	13

teilweise aus (Sensitivität > 70 %, DIN ISO 20966:2008) jedoch wurde die geforderte Spezifität von mindestens 99 % (DIN ISO 20966:2008) in keinem der bisher untersuchten Fälle erreicht. Würde auf dieser Basis Milch automatisch abgeleitet, so würde das zu hohen wirtschaftlichen Verlusten führen, da in hohen Mengen Milch verworfen würde, die keine visuell erkennbaren abnormen Veränderungen aufweist. Anzumerken ist, dass die in der vorliegenden Untersuchung dargestellten Werte jedoch auf der Einstellung der Grenzwerte der Sensordaten für Hinweismeldungen beruhen. Für die automatische Ableitung werden in der Regel höhere Grenzwerte angenommen. Nur zwei Betriebe (1 und 6) hatten ihre Systeme so eingestellt, dass Milch bei Überschreitung gewisser Grenzwerte automatisch abgeleitet wurde. Dieser Umstand scheint darauf hinzudeuten, dass die Landwirte der automatischen Ableitung wenig Vertrauen entgegenbringen und die Systeme in diesem Bereich noch verbesserungswürdig sind.

Die für die Sensitivität und die Spezifität ermittelten Werte unterschieden sich teilweise sehr deutlich zwischen den Betrieben mit AMS des gleichen Herstellers. Die Grenzwerte für die Alarmmeldungen waren jedoch grösstenteils identisch. Mögliche Erklärungsansätze könnte die weitere Auswertung im Hinblick auf die einzelnen Sensorsignale sowie die Einbindung der entzündeten Viertel, die nicht mit sichtbaren Veränderungen der Milch einhergingen, in die Auswertung liefern. Zudem wurde in der vorliegenden Untersuchung der gesamte Untersuchungszeitraum betrachtet. Ein näherer zeitlicher Bezug zwischen den Alarmmeldungen und den Untersuchungen der Proben soll daher in nachfolgenden Auswertungen noch hergestellt werden.

Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Für die Evaluierung der Sensortechniken, die derzeit für die Kontrolle der Milch in AMS eingesetzt werden, wurden Milchproben und Daten der Herdenmanagementprogramme auf zwölf Praxisbetrieben mit AMS in Schleswig-Holstein gewonnen. Die Studie beinhaltet einen Überblick über den Eutergesundheitsstatus und die Sensorausstattung der untersuchten Betriebe. Des Weiteren wurden die Daten der AMS im Hinblick auf ihre Zuverlässigkeit, mit der sie Hinweise auf Eutererkrankungen liefern, ausgewertet. Folgende vorläufigen Schlussfolgerungen können zum derzeitigen Stand der Untersuchung gezogen werden:

- Die Eutergesundheit war auf den meisten Betrieben nicht zufriedenstellend;
- Betriebe mit gleicher technischer Ausstattung der AMS zeigten teilweise erhebliche Unterschiede in der Eutergesundheit;
- Der Eutergesundheitsstatus der Herde scheint von mehreren Faktoren abhängig zu sein. Dazu können der Eutergesundheitsstatus vor der Umstellung auf das AMS sowie ein insgesamt gutes Eutergesundheitsmanagement zählen;

- Erste Auswertungen zu den Daten der Herdenmanagementprogramme zeigen dass die Sensitivität für die Erkennung von klinischen Mastitiden zwar überwiegend sehr gut, die Spezifität jedoch insgesamt zu gering für eine sichere Erkennung ist.

Neben einem verlässlichen Sensor- und Alarmsystem der AMS ist von Seiten des Landwirts ein sehr gutes Management und ein ausgeprägtes Bewusstsein für die Eutergesundheit notwendig, um einen hohen Eutergesundheitsstatus in der Herde zu erhalten oder zu erreichen. Fortbildungen im Eutergesundheitsmanagement könnten eine sinnvolle Ergänzung für die Landwirte sein, insbesondere für Betriebe mit AMS.

Literatur

- Baumgarten W., Nolden A. 2009. Hygiene beim Melkroboter. *Milchpraxis* 1/2009, 17–21.
- Brandt M., Haeussermann A., Hartung E. 2010. Invited review: Technical solutions for analysis of milk constituents and abnormal milk. *J. Dairy Sci.* 93, 427–436.
- De Koning K., Slaghuis B., van der Vorst Y. 2004. Milk quality on farms with an automatic milking system. In A. Meijering, H. Hogeveen u. C. J. A. M. de Koning (Eds.), *Automatic milking – a better understanding* (pp. 311–320). Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
- Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG), Sachverständigenausschuss «Subklinische Mastitis». 2009. Leitlinien zur Entnahme von Milchproben unter aseptischen Bedingungen und Leitlinien zur Isolierung und Identifizierung von Mastitiserregern. 2. Auflage, Giessen, Juni 2009.
- Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG), Sachverständigenausschuss «Subklinische Mastitis». 2002. Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandsproblem. Hannover, Mai 2002.
- Hamann J., Osteras O. 1994. Teat tissue reactions to machine milking and new infection risk. *Special aspects. Bull. Int. Dairy Fed.*, No. 297, 1994, S. 35–40.
- Hamann J. 2005. Diagnosis of mastitis and indicators of milk quality. In H. Hogeveen (Ed.), *Mastitis in dairy production: Current knowledge and future solutions* (82–91). Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
- Harmon R.J. 1994. Symposium: Mastitis and genetic evaluation for somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 77, 2103–2112.
- Hogeveen H., Kamphuis C., Steeneveld W., Mollenhorst H. 2010. Sensors and milk quality – the quest for the perfect alert. *The First North American Conference on Precision Dairy Management*, 2–5 Mar, 2010, Toronto, Canada.
- ISO 13366-2:2006: Milch – Zählung somatischer Zellen – Teil 2: Leitfaden zum Betrieb fluoreszenzoptischer Zählgeräte. International Standard Organization.
- DIN ISO 20966:2008: Automatische Melksysteme – Anforderungen und Prüfung. International Standard Organization.
- Landeskontrollverband Schleswig-Holstein e.V. (LKV). 2009. Die Leistungsergebnisse des Jahres 2009. Jahresbericht, Kiel.
- Mathijs E. 2004. Socioeconomic aspects of automatic milking. In A. Meijering, H. Hogeveen u. C. J. A. M. de Koning (Eds.), *Automatic milking – a better understanding* (pp. 46–55). Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
- Pallas S. 2002. Analyse von Eutergesundheit und Rohmilchqualität im automatischen Melksystem. *Digitale Dissertation*, Fachbereich Veterinärmedizin der Freien Universität Berlin.
- Rasmussen M.D., Bjerring M., Justesen P., Jepsen L. 2002. Milk quality on Danish farms with automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 85, 2869–2878.
- Rasmussen M.D., Blom J. Y., Nielsen L.A.H., Justesen P. 2001. Udder health of cows milked automatically. *Livest. Prod. Sci.* 77, 984–993.
- Rasmussen M.D. 2004. Detection and separation of abnormal milk in automatic milking systems. In A. Meijering, H. Hogeveen u. C. J. A. M. de Koning (Eds.), *Automatic milking – a better understanding* (pp. 189–197). Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.
- Rasmussen M.D. 2009. Melken mit einem automatischen Melksystem. In P. Winter (Ed.), *Praktischer Leitfaden Mastitis, Parey in MVZ Medizinverlage Stuttgart GmbH & Co.KG*.
- Steeneveld W., van der Gaag L.C., Barkema H.W., Hogeveen H. 2009. A cow-specific probability of having clinical mastitis for use in automatic milking systems. *Precision livestock farming*, 323–330.
- Verordnung (EG) NR. 853/2004 des europäischen Parlaments und des Rates vom 29. April 2004 mit spezifischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs. *ABl. EG Nr. L 226 vom 25.06.2004*, S. 22
- Wendt K., Lotthammer K.-H., Fehlings K., Spohr M. 1998. *Handbuch Mastitis*. Kamlage Verlag, Osnabrück.
- 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 A. Meijering, H. Hogeveen u. C. J. A. M. de Koning (Eds.), *Automatic milking – a better understanding* (pp. 235–240). Wageningen Academic Publishers, the Netherlands.

Analyse von Milchinhaltsstoffen auf Basis der NIR-Spektroskopie

Andreas Melfsen, Angelika Haeussermann und Eberhard Hartung; amelfsen@ilv.uni-kiel.de
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel

Zusammenfassung

Der Gesundheitszustand der laktierenden Milchkuh kann mit Hilfe der Ermittlung der Ausprägung der Milchinhaltsstoffe überwacht werden. Hilfsgrößen, wie die Zellzahl oder der Fett-Eiweiss-Quotient, liefern wichtige Hinweise, um Euter- und Stoffwechselerkrankungen frühzeitig zu erkennen. Bisher werden die Milchzusammensetzung (Fett, Eiweiss, Harnstoff, Laktose) sowie die Zellzahlen in der Regel einmal im Monat im Rahmen der Milchleistungsprüfung der Landeskontrollverbände erfasst. Die Nahinfrarot-Spektroskopie (NIR) ermöglicht durch eine nichtinvasive Messmethode prinzipiell eine zeitlich hoch aufgelöste Erfassung der Milchinhaltsstoffe direkt auf dem landwirtschaftlichen Betrieb und liefert dem Milcherezeuger somit direkt Informationen für ein verbessertes Herdenmanagement. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es daher, das Potential der Nahinfrarot-Spektroskopie zur Bestimmung verschiedener Milchinhaltsstoffe abzuschätzen sowie tier- und laktationsindividuelle Einflüsse auf die Kalibration der Milchinhaltsstoffe zu bestimmen.

Hierfür wurden mittels NIR-Spektroskopie Milchproben von 38 Milchkühen analysiert. Diese wurden an vier Terminen pro Woche über einen Zeitraum von mehreren Monaten gewonnen. Die Ergebnisse der chemometrischen Analyse der Spektren sowie deren Vergleich mit Referenzanalysen zeigen vielversprechende Möglichkeiten, die Milchinhaltsstoffe Fett und Eiweiss mit einem Bestimmtheitsmass von $> 0,9$ und die Laktose mit einer guten Genauigkeit zu schätzen. Die Schätzung des Gehalts an Harnstoff und Zellzahl in der Milch war mit mittlerer bis geringer Genauigkeit möglich. Einflussfaktoren auf die Schätzgenauigkeit aller Milchinhaltsstoffe waren die Art der Probenpräsentation sowie die Qualität der Spektren und der Kalibration.

Résumé

Analyse des composants du lait sur la base de la spectroscopie NIR

L'état de santé de la vache laitière en lactation peut être surveillé en déterminant l'évolution des composants du lait. Les valeurs comme le nombre de cellules, le quotient matières grasses-protéines, apportent des indications importantes permettant d'identifier à temps les maladies du métabolisme et les mammites. Jusqu'à présent, la composition du lait (matières grasses, protéines, urée, lactose) ainsi que le nombre de cellules étaient généralement rele-

vés une fois par mois dans le cadre du contrôle laitier officiel. La spectroscopie proche infrarouge (NIR) permet grâce à une méthode de mesure non invasive de déterminer les composants du lait en temps réel directement dans l'exploitation agricole. Cette technologie offre ainsi au producteur de lait des informations qui lui permettent d'améliorer le management de son troupeau. Par conséquent, la présente étude avait pour objectif d'évaluer le potentiel de la spectroscopie proche infrarouge pour déterminer les différents composants du lait, ainsi que l'influence de l'animal et de la lactation sur le calibrage de ces composants.

Pour ce faire, des échantillons de lait de 38 vaches laitières ont été analysés par spectroscopie NIR. Ces échantillons ont été prélevés quatre fois par semaine sur une période de plusieurs mois. Les résultats de l'analyse spectrale chimométrique ainsi que leur comparaison avec les analyses de référence sont prometteurs quant aux possibilités d'estimer les composants du lait que sont les matières grasses et les protéines avec un coefficient de certitude de $> 0,9$ et le lactose avec une bonne précision. La teneur en urée et le nombre de cellules dans le lait ont pu être estimés avec une précision moyenne à faible. Les facteurs influençant la précision d'estimation des composants du lait étaient le mode de présentation des échantillons ainsi que la qualité des spectres et du calibrage.

Summary

Analysis of milk contents based on NIR spectroscopy

Determining milk-content characteristics can be helpful in monitoring the state of health of lactating dairy cows. Auxiliary variables such as cell count or fat/protein ratio provide important clues for the early detection of udder and metabolic diseases. Until now, milk composition (fat, protein, urea, lactose) and cell counts were usually recorded once a month within the framework of the provincial recording associations' milk-yield test. Basically, near-infrared spectroscopy (NIR) uses a non-invasive measuring method to enable a high-temporal-resolution recording of milk contents right on the farm, thereby directly providing the milk producer with information for improved herd management. The aim of the present investigation was therefore to gauge the potential of near-infrared spectroscopy for determining the various contents of milk, as well as to determine animal- and lactation-specific influences on the calibration of the milk contents.

For this, milk samples from 38 dairy cows were analysed via NIR spectroscopy. The samples were obtained on four different dates per week over a period of several months. The results of the chemometric spectral analysis as well as the comparison of the said results with reference analyses show promising possibilities for estimating the milk contents of fat and protein with a coefficient of determination of > 0.9 and lactose with a high degree of accuracy. The urea and somatic-cell content in the milk could only be estimated with an average-to-low degree of accuracy. Factors influencing the accuracy with which all milk contents could be estimated were sample-presentation type and the quality of both the spectra and the calibration.

Einleitung

In der Milcherzeugung ist die Überwachung der Tiergesundheit ein wichtiger Faktor des Herdenmanagements. Als Hilfsmittel wird hierfür häufig die Veränderung der Milchezusammensetzung herangezogen. In der Regel werden dabei die Konzentrationen für Fett, Eiweiss, Laktose und Harnstoff sowie Zellzahlen in der Milch einmal im Monat im Rahmen der Milchkontrolle der Landeskontrollverbände erfasst. Diese Daten dienen hauptsächlich der Erfassung von Leistungsdaten für die Zuchtwertschätzung.

Weiterhin können über die Fettkonzentration in der Milch Aussagen zum Strukturwert der Futterration oder des Rohfaseranteils gemacht werden. Der Fett-Eiweiss-Quotient weist bei Werten von < 1 bzw. $> 1,5$ auf die Stoffwechselerkrankungen Pansenazidose respektive Ketose hin. Über den Eiweiss- und Harnstoffanteil in der Milch können Rückschlüsse über die Ausgewogenheit von Energiedichte und Eiweisskonzentration in der Futterration getroffen werden.

Die Interpretationen dieser Inhaltsstoffwerte in der monatlichen Untersuchung sind aufgrund des Zeitverzuges bis sie auf dem landwirtschaftlichen Betrieb verfügbar sind nur zum Teil für das Herdenmanagement nutzbar. Eine tierindividuelle Erfassung von Milchinhaltsstoffen bereits während des Melkvorgangs würde deutliche Vorteile für ein verbessertes Herdenmanagement bieten.

Mit der Nahinfrarot-Spektroskopie (NIRS) kann gleichzeitig eine Vielzahl an Inhaltsstoffen bestimmt werden, ohne den untersuchten Stoff selbst zu beeinflussen. Der Spektralbereich des nahen Infrarots (NIR) liegt zwischen dem visuell wahrnehmbaren Abschnitt (VIS) und dem mittleren Infrarotbereich (MIR) des Elektromagnetischen Spektrums. Er umfasst den Wellenlängenbereich von 750 nm bis 2500 nm.

Die NIRS konnte bereits in der Futtermittelanalytik, in der nährstoffgesteuerten Gülleausbringung (Zimmermann *et al.* 2008) sowie in der Überwachung von Biogasanlagen (Jacobi *et al.* 2008) prinzipiell etabliert werden.

Der grundsätzliche Einsatz der NIRS zur Analyse von Rohmilch wurde bereits in mehreren Untersuchungen

überprüft. Tsenkova *et al.* (2001) und Tsenkova *et al.* (2006) kalibrierten in einem statischen Messaufbau die Konzentration an Fett, Eiweiss und Laktose in Milchproben sowie die Anzahl der somatischen Zellen mittels NIRS. Die Untersuchungen wurden im Spektralbereich von 700 bis 1100 nm und 1100 bis 2500 nm in Transmission bzw. Transfektion durchgeführt. Kawamura *et al.* (2003) zeichneten während des Melkprozesses Spektren im VIS/NIR-Bereich (600–1050 nm) von Rohmilch auf. Die Spektren wurden in diffuser Transmission gemessen und für die Schätzung der Inhaltsstoffe Fett, Eiweiss, Laktose und Harnstoff genutzt.

Ziel der eigenen Untersuchungen ist die Entwicklung und Evaluierung eines NIR-Analysegerätes für die On-farm-Analyse von Milch. Das erste Teilziel ist hierbei die Überprüfung, mit welcher Genauigkeit die bereits beschriebenen Milchinhaltsstoffe mit der verwendeten Technik unter optimalen Bedingungen bestimmt werden können und ob diese Ergebnisse vergleichbar zu den oben dargestellten Studien sind. Die Ergebnisse dienen somit als Grundlage für darauf aufbauende Fragestellungen. Hierzu gehören die optimale Eingliederung der Messtechnik in die Melkanlage, die Analyse zusätzlicher Milchinhaltsstoffe sowie die Einschätzung der NIRS-Messtechnik für ein qualitatives Gesundheitsmonitoring.

Material und Methoden

Gewinnung der Milchproben

Über einen Zeitraum von 85 Tagen wurden von 1610 Rohmilchproben Spektren im NIR-Bereich (851–1649 nm) aufgenommen. Die Proben wurden an vier Terminen pro Woche von 38 Kühen der Rasse Holstein-Friesian (HF) gewonnen (8–49 Proben je Kuh). Die Probenahme erfolgte an je zwei Abend- und zwei Morgengemelken je Woche am Versuchsgut Karkendamm.

Von den 38 Kühen waren 35 erstlaktierend, die restlichen drei Tiere waren in der zweiten, dritten und fünften Laktation. Während des Untersuchungszeitraums befanden sich die Tiere zwischen dem 4. und 398. Laktationstag. Die Proben waren Teil des Gesamtgemelks je Tier (Metatron MB, GEA Farm Technologies, Bönen, Deutschland). Hier-von wurden 45 ml mit Bronopol konserviert und für die Referenzanalyse genutzt. Weitere 150 ml wurden nach dem Melken gekühlt innerhalb von vier Stunden für die NIR-Untersuchungen genutzt.

Die Referenzanalyse wurde durch den Landeskontrollverband Schleswig-Holstein (LKV SH) durchgeführt. Alle Proben wurden mit der Routinemethode für die Untersuchung von Fett, Eiweiss, Laktose und Harnstoff mit dem MilkoScan FT+ und für die Zellzahlbestimmung mit dem System Fossomatic FC (beide Foss-Electric A/S, Hillerød, Dänemark) untersucht.

Genauigkeit der Messmethode

Bei Teilnahme der Landeskontrollverbände und Milchprüf-ringe an Ringversuchen werden von der Arbeitsgemein-

schaft Deutscher Rinderzüchter e.V. Grenzwerte zur Vergleichbarkeit (R) von Milchqualitätsprüfungen empfohlen (ADR-Empfehlungen, 2007). Dabei berechnet sich die Vergleichbarkeit R aus der Standardabweichung s der Vergleichsmessung im Ringversuch, mit:

$$R = 2,83 \times \sigma \quad (1)$$

Nach Köhler *et al.* (2002) befinden sich statistisch gesehen 95 % der Validationsproben im Bereich des zweifachen Standardfehlers der Vorhersage ($2 \times \text{SEP}$). Läge dieser Wert unterhalb dessen der Vergleichbarkeit (R), so würde die NIR-Methode hinsichtlich der Präzision der Referenzanalytik gleichwertig sein.

NIR Spektren/Referenzierung

Für die NIR-Analyse wurden die Milchproben in einem Wasserbad auf 40 °C erhitzt. Die Aufnahme der NIR-Spektren erfolgte in diffuser Reflexion, mit einem Diodenzeilen-Spektrometer im Wellenlängenbereich von 851 bis 1649 nm (PSS-1720 Polytec GmbH, Waldbronn). Für jede Milchprobe wurden innerhalb von 30 Sekunden drei Wiederholungsspektren aufgezeichnet. Diese Wiederholungsspektren wurden zur Bildung eines Mittelwert-Spektrums herangezogen.

Zur Referenzierung des Spektrometers wurde vor jeder Spektrenaufnahme der Dunkelstrom aufgezeichnet, die Vermessung der Weissreferenz erfolgte im 30-minütigen Abstand (rund alle 20 Proben).

Datenvorbehandlung und Kalibrationserstellung

Die Kalibration für die Milchqualitätsparameter wurde mit Hilfe chemometrischer Methoden erstellt. Zu diesem Zweck wird auf das Softwareprogramm SL Calibration Wizard v.1.0.0 (SensoLogic GmbH Norderstedt) genutzt. Zur Erstellung optimaler Kalibrationen wurden auf die

Spektren unterschiedliche Datenvorbehandlungen als Signalverstärkung angewandt. Dabei wurde in erster Linie auf die 1. und 2. Ableitung der Spektren zurückgegriffen. Der Gesamtdatensatz wurde, randomisiert, in ein Kalibrations- ($n = 1073$) und ein Validationsset ($n = 537$) geteilt, zu denen zirka zwei bzw. ein Drittel der Daten gehörten. Für jeden einzelnen Inhaltsstoff wurde ein PLS-Modell (Partial-Least-Square) erstellt und anhand des zuvor erstellten Validationssets überprüft. Die Überprüfung erfolgte anhand der Evaluierungskriterien Bestimmtheitsmass (R^2), RPD¹ und RMSEP². Hierbei bezeichnet der RPD-Wert das Verhältnis des Standardfehlers der Vorhersage zur Standardabweichung des Validationssets (Williams 2001) und der RMSEP (Root Mean Squared Error of Prediction) die Wurzel des mittleren quadratischen Fehlers bei der Vorhersage des Validationssets.

Ergebnisse und Diskussion

Einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Genauigkeit der NIR-Analyse übt der Variationsbereich der einzelnen Milch Inhaltsstoffe im Kalibrations- bzw. im Validationsset aus. Tabelle 1 stellt diese im Überblick dar. Insbesondere der Fettanteil unterlag mit Werten von 1,8 bis 6,7 % hohen Schwankungen. Der Wertebereich zeigte im Vergleich mit Literaturwerten (Grabowski 2000) eine grosse Spannweite, bei einer nicht übermässig hohen Standardabweichung von 0,63/0,66. Ähnliches galt auch für die Laktose- und Harnstoffkonzentrationen. Die Kennwerte zur Eiweisskonzentration entsprachen jenen der Literatur (Grabowski 2000).

Die statistischen Kennzahlen der Modellerstellung (Kalibration) und die Genauigkeit der NIRS für die Schätzung der Milch Inhaltsstoffe Fett, Eiweiss, Laktose und Harnstoff (Validation) sind in Tabelle 2 dargestellt. Bei Betrachtung

Tabelle 1: Überblick über die Variation der Milch Inhaltsstoffe

	Fett [%]		Eiweiß [%]		Laktose [%]		Harnstoff [mg/l]	
	Kal.	Val.	Kal.	Val.	Kal.	Val.	Kal.	Val.
Wertebereich	1,9–6,7	1,8–6,7	2,65–4,5	2,8–4,5	4,3–5,3	4,3–5,3	109–400	102–402
Mittelwert	3,7	3,6	3,4	3,4	4,8	4,8	261	264
Std-Abw	0,63	0,66	0,30	0,29	0,16	0,18	47,0	48,0

Kal. – Kalibrationsset; Val. – Validationsset

Tabelle 2: Kennzahlen zur Kalibrationserstellung und Validation des Modells

	Calibration (n=1073)			Validation (n=537)				
	SEC	RMSECV	R ² cal	SEP	RMSEP	Bias	RPD	R ² val
Fett [%]	0,04	0,04	0,995	0,04	0,04	0,00	15,46	0,996
Eiweiss [%]	0,08	0,09	0,92	0,08	0,08	0,00	3,40	0,91
Laktose [%]	0,07	0,08	0,81	0,09	0,09	0,00	1,92	0,73
Harnstoff [mg/l]	37,31	40,11	0,38	40,19	40,16	0,35	1,20	0,31

SEC – Standardfehler der Kalibration; SEP – Standardfehler der Validation; RMSECV – Root Mean Squared Error of Cross-Validation

des Bestimmtheitsmasses der Validation (R^2_{val}) wird deutlich, dass unter den gegebenen Messbedingungen mehr als 99, 91 bzw. 73 % der Variation der Inhaltsstoffe Fett, Eiweiss und Laktose mit Hilfe der NIR-Spektren erklärt werden konnten.

Im Vergleich zum Wertebereich der unterschiedlichen Milch Inhaltsstoffe waren die ermittelten Standardfehler (SEP) für Fett und Eiweiss mit 0,04 bzw. 0,08 sehr klein. Dies wird auch durch den hohen RPD-Wert von 15,46 und 3,40 für Fett bzw. Eiweiss bestätigt. Ein RPD-Wert von > 8 bezeichnet nach Williams (2001) eine sehr gute Kalibration, RPD-Werte von über 3 gelten als adäquat für analytische Zwecke in den meisten NIR-Anwendungen für landwirtschaftliche Produkte.

Im Vergleich mit Tsenkova *et al.* (2001) und Sarawong und Kawano (2008) zeigt sich, dass mit der in den vorliegenden Untersuchungen eingesetzten robusten Messgeometrie gute Kalibrationen mit hohen RPD-Werten erstellt werden konnten (Tabelle 3).

Lediglich in der ersten Untersuchung von Sarawong und Kawano (2008) konnten höhere RPD-Werte für die Inhaltsstoffe Fett, Eiweiss und Laktose erzielt werden. Die Schätzung der Harnstoffkonzentration war in keiner der hier dargestellten Literaturvergleiche Gegenstand der Untersuchungen.

Vergleich zur Referenzanalytik

Die Genauigkeit der NIR-Vorhersage der Milch Inhaltsstoffe kann maximal der Vergleichsgenauigkeit der Referenzanalyse entsprechen. Tabelle 4 zeigt, dass bei der Schätzung des Fettgehalts der Milch die NIR-Methode mit den Vorgaben zur Vergleichsgenauigkeit der Routinemethode vergleichbar ist.

Bei den Schätzungen von Eiweiss, Laktose und insbesondere Harnstoff kann die Genauigkeit der Referenzanalyse nicht erreicht werden.

Eine Gegenüberstellung der absoluten Vorhersagedifferenz (Δ_{ABS}) zur Vergleichsgenauigkeit (R) für die einzelnen Milch Inhaltsstoffe gibt den prozentualen Anteil der Proben wieder, die ausserhalb des Wertebereichs der Vergleichsgenauigkeit liegen (Tabelle 5).

Fazit

Die ersten Ergebnisse der chemometrischen Analysen der vorliegenden Untersuchung zeigen vielversprechende Möglichkeiten auf, die Milch Inhaltsstoffe Fett und Eiweiss mit einem hohen Bestimmtheitsmass zu schätzen. Neben

einer guten Schätzung des Laktosegehalts in der Milch ist es bisher nur mit sehr geringer Genauigkeit gelungen die Harnstoffkonzentration zu bestimmen. Die vorliegenden Ergebnisse sind mit den Angaben in der Literatur vergleichbar. Ein Vergleich zwischen verschiedenen Untersuchungen ist dabei immer nur unter Berücksichtigung der Inhaltsstoffvariation möglich. Dies ist über die Angabe des RPD-Wertes oder auch über die Kombination aus Bestimmtheitsmass (R^2) und Standardfehler der Vorhersage (SEP) möglich, doch sind diese Werte leider nur selten aus den Veröffentlichungen zu entnehmen, so dass keine direkte Vergleichbarkeit der Genauigkeit der NIRS-Kalibration gegeben ist.

Tabelle 3: Übersicht zu den Kennzahlen der Validation von Modellen verschiedener Autoren

Autor, Messgeometrie und Spektralbereich		RPD	SEP	Wertebereich Test Set	n Test Set
Tsenkova <i>et al.</i> 2001	Fett [%]	7,64	0,259	0,65–9,10	86
Transmission	Eiweiss [%]	1,68	0,131	2,60–3,62	86
(700–1100 nm)	Laktose [%]	1,9	0,084	4,08–4,74	86
	Harnstoff [mg/l]	–	–	–	–
Sarawong und Kawano (2008)-I	Fett [%]	21,3	0,03	2,63–5,47	47
Transmission	Eiweiss [%]	4,2	0,07	2,86–3,81	43
(400–1100 nm)	Laktose [%]	2,4	0,09	3,99–4,80	46
	Harnstoff [mg/l]	–	–	–	–
Sarawong und Kawano (2008)-II	Fett [%]	11,6	0,06	2,63–5,47	47
Transflekation	Eiweiss [%]	3,3	0,08	2,86–3,81	43
(600–1000 nm)	Laktose [%]	1,2	0,17	3,99–4,80	46
	Harnstoff [mg/l]	–	–	–	–

Tabelle 4: Gegenüberstellung Vergleichbarkeit (R) und 2*SEP der NIR Vorhersage

	Empfehlung ADR zur Vergleichbarkeit R	2-facher Standardfehler der NIR Vorhersage (2*SEP)
Fett [%]	0,07	0,08
Eiweiss [%]	0,07	0,17
Laktose [%]	0,07	0,19
Harnstoff [mg/l]	25,00	80,39

R = 2,83 *Standardabweichung der Vergleichsmessung

Tabelle 5: Anteil der absoluten Vorhersagedifferenz (Δ_{ABS}) der grösser als die Vergleichsgenauigkeit ist ($n_{VAL} = 537$)

	$\Delta_{ABS} > = R$	MAX Δ_{ABS}
Fett [%]	7,2 %	0,29
Eiweiss [%]	36,1 %	0,34
Laktose [%]	44,3 %	0,43
Harnstoff [mg/l]	52,5 %	129,34

Der Standardfehler der NIR-Vorhersagewerte der Milch Inhaltsstoffe der vorliegenden Untersuchung erreicht für die Inhaltsstoffe Eiweiss, Laktose und Harnstoff nicht die für die Referenzanalytik geforderte Genauigkeit. Inwieweit die Schätzung von Milch Inhaltsstoffen mittels NIRS dennoch sinnvoll auf dem landwirtschaftlichen Betrieb genutzt werden kann, ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

Literatur

- Arbeitsgemeinschaft Deutscher Rinderzüchter (ADR) 2007. Empfehlung: Kenndaten der Qualitätssicherung bei der Routineuntersuchung von Rohmilch in den Laboratorien der LKV und MPR.
- Grabowski N. T. 2000. Körpergewichtsentwicklung, Milch Inhaltsstoffe und Milchmengenleistung als Kriterien zur laktationsbegleitenden Beurteilung des Gesundheitszustandes hochleistender DSB-Kühe in Laufstallhaltung. Dissertation Veterinärmedizin Tierärztliche Hochschule Hannover.
- Jacobi H. F., Andree H., Thiessen E., Hartung E. 2008. Near-Infrared-Spectroscopy-Online-Monitoring of the Biogas Process. International Conference on Agricultural Engineering. Hersonissos, Kreta, Griechenland.
- Kawamura S., Tsukahara M., Natsuga M., Itoh K. 2003. On-line Near Infrared Spectroscopic Sensing Technique for Assessing Milk Quality during Milking. 2003 ASAE Annual International Meeting Presentation.
- Köhler W., Schachtel G., Voleske P. 2002. Biostatistik. Eine Einführung für Biologen und Agrarwissenschaftler. 3. Aufl. Berlin: Springer-Verlag.
- Sarawong S., Kawano S. 2008. System design for non-destructive near infrared analyses of chemical components and total aerobic bacteria count of raw milk. *J. Near Infrared Spectrosc.* 16, 389–398.
- Tsenkova R., Atanassova S., Ozaki Y., Toyoda K., Itoh K. 2001. Near-infrared spectroscopy for biomonitoring: influence of somatic cell count on cow's milk composition analysis. *Int. Dairy Journal* 11 779–783.
- Tsenkova R., Atanassova S., Morita H., Ikuta K., Toyoda K., Iordanova I. K., Hakogi E. 2006. Near infrared spectra of cows' milk for milk quality evaluation: disease diagnosis and pathogen identification. *J. Near Infrared Spectrosc.* 14, 363–370.
- Williams P. C. 2001. Implementation of Near-Infrared Technology. In: Williams P. & Norris K. H. (Hrsg.) *Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries*. St. Paul Minn.: American Association of Cereal Chemists, S. 145–170.
- Zimmermann A., Thiessen E., Hartung E. 2008. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) for a Nutrient Based Slurry Application. International Conference on Agricultural Engineering. Hersonissos, Kreta (Griechenland).

Auswirkung dreieckiger Zitzengummis auf Milchabgabe und Zitzenkondition

Angelika Haeussermann¹, Hans-Jürgen Rudovsky², Günter Schlaiss³; ahaeussermann@ilv.uni-kiel.de

¹Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel

²D-04349 Leipzig

³DeLaval GmbH, D-21503 Glinde

Die Studie wurde im Rahmen der Arbeitsgruppe Melken und Melktechnik der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater (WGM) e. V. durchgeführt

Zusammenfassung

Die Art und Intensität der Massagewirkung auf die Zitze während des maschinellen Milchentzugs wird von den Zitzengummieigenschaften, der Pulsation und der Vakuumbhöhe beeinflusst. Nur wenn das Zusammenspiel dieser drei Faktoren funktioniert, wird die natürliche Abwehrfunktion der Zitze unterstützt und eine physiologisch optimale Milchflussrate erzielt. Ziel der Untersuchung war der Vergleich eines dreieckigen mit einem rund geformten Zitzengummischäfte. Die Untersuchungen wurden in Form eines Halbeuterversuchs in einem Milchviehbetrieb mit Automatischem Melksystem durchgeführt. Die Zitzen wurden vor, während und nach dem Versuch bezüglich ihrer Farbe, Veränderungen an der Basis (Ringbildung) und an der Zitzenspitze (Hyperkeratosen, Verhärtungen) bonitiert. Weiterhin wurden viertelindividuell Daten zum Milchfluss und zur Milchleistung aufgezeichnet. Die Ergebnisse unterstreichen erste Vermutungen, dass dreieckige Zitzengummischäfte das Auftreten von Hyperkeratosen verringern können. Die im Versuch eingesetzten runden Zitzengummis wiesen demgegenüber tendenziell bessere Melkeigenschaften in Bezug auf den Milchfluss und die Milchmenge auf. Aufgrund der aufgetretenen lokalen Quetschungen an der Zitze beim Einsatz dreieckiger Zitzengummis werden letztere für Fleckvieh und für Automatische Melksysteme derzeit nicht empfohlen.

Résumé

Effet des manchons triangulaires sur la production de lait et la condition des trayons

Le type et l'intensité du massage des trayons pendant la traite mécanique dépend des propriétés des manchons trayeurs, de la pulsation et du niveau de vide. Si, et seulement si, ces trois facteurs sont en harmonie, la fonction de défense naturelle des trayons est préservée et le débit de lait obtenu est physiologiquement optimal. L'étude avait pour but de comparer un manchon triangulaire et un manchon de section ovale. Les travaux se sont déroulés sous la forme d'un essai sur demi-mamelles dans une exploitation de vaches laitières équipée d'un système de traite

automatique. Les trayons ont été évalués avant, pendant et après l'essai selon les critères suivants : couleur, modifications à la base (formation d'anneaux) et à la pointe du trayon (hyperkératoses, durcissements). De plus, des données relatives au débit de lait et à la production laitière ont été relevées par quartier. Les résultats permettent de faire de premières suppositions, selon lesquelles les manchons triangulaires peuvent diminuer l'apparition des hyperkératoses. Les manchons ovales employés dans l'essai ont en revanche tendance à avoir de meilleures propriétés en termes de flux et de quantité de lait. Etant donné les traces d'écrasement qui ont été constatées localement sur le trayon en cas d'utilisation des manchons triangulaires, ces derniers ne sont pour l'instant pas recommandés pour les vaches de la race Simmental et pour les systèmes de traite automatique.

Summary

Effect of triangular teat-cup liners on milk ejection and teat condition

The type and intensity of massage effect on the teat during machine milking is influenced by the properties of the teat-cup liner, pulsation, and vacuum level. Only with the proper interplay of these three factors is the natural defence function of the teat supported and a physiologically optimal milk-flow rate achieved. The aim of the study was to compare a triangular teat-cup liner shaft with a round one. The studies were carried out in the form of a half-udder trial on a dairy farm with an automatic milking system. The cows' teats were inspected before, during and after the trial with respect to colour, changes on the base (ring formation) and on the tip of the teat (hyperkeratoses, indurations). In addition, individual-quarter data on milk flow and milk yield was recorded. The findings underscore initial suppositions that triangular teat-cup liner shafts may reduce the occurrence of hyperkeratoses. By contrast, the round teat-cup liners used in the trial tended to exhibit better milking characteristics in terms of milk flow and milk quantity. Because of local bruising on the teat when triangular teat-cup liners are used, the latter are currently not recommended for Simmental cattle or automatic milking systems.

Einleitung

Die Art und Intensität der Massagewirkung auf die Zitze während des maschinellen Milchentzugs ist das Ergebnis des Zusammenspiels der Sitzengummieigenschaften, der Sitzengummibewegung und der Vakuumböhe an der Zitze. Der Sitzengummi stellt hierbei das verbindende Glied zwischen Maschine und Gewebe dar. Nur wenn das Zusammenspiel funktioniert, wird die natürliche Abwehrfunktion der Zitze unterstützt und eine optimale Milchflussrate erzielt. Ziel der Untersuchung war der Langzeitvergleich eines dreieckigen mit einem rund geformten Sitzengummischicht bezüglich der Auswirkung auf Milchfluss, Milchleistung und Zitzenkonditionsmerkmale.

Material und Methode

Versuchsbetrieb und zeitliche Durchführung des Versuchs

Die Untersuchung wurde in einem Milchviehbetrieb mit Automatischem Melksystem (VMS, DeLaval) durchgeführt. Gemolken wurden im Betrieb etwa 60 Tiere der Rasse Fleckvieh mit einer mittleren Jahresleistung, entsprechend MLP, von 8546 kg Milch. Die Tiere befanden sich während der Untersuchung in der ersten bis fünften Laktation (Ø 2,3). Sie wiesen eine Zitzenlänge von im Mittel etwa 54 mm (vordere Viertel) bzw. 45 mm (hintere Viertel) auf. Der Durchmesser der vorderen und hinteren Zitzen lag im Mittel bei 28 mm. Der somatische Zellgehalt der Tiere lag anfangs im Mittel bei 93 000 Zellen/ml und zum Versuchsende bei 108 000 Zellen/ml Milch und somit in einem sehr guten Bereich. Hierbei wurde kein Dippmittel eingesetzt, also keine Zitzendesinfektion nach dem Melken durchgeführt. Die Tiere wurden auf Tiefstreuboxen, die mit einem Kalkstrohgemisch eingestreut waren, gehalten.

Gemolken wurden die Tiere durchschnittlich 2,6-mal pro Tag, mit einer Spannweite von einer bis zu fünf Melkungen pro Tag. Das Betriebsvakuum des VMS lag bei 48 kPa. Der während der Untersuchung verwendete Referenzsitzengummi mit einem rund geformten Schaft (DeLaval, Art.-Nr. 927259-01) war bereits vor und nach dem Versuchszeitraum im Einsatz. Im Zeitraum I wie auch im Zeitraum III (Tab. 1) waren alle vier Melkbecher mit Sitzengummis des oben genannten Typs ausgestattet. Ein Sitzengummiwechsel wurde nach

den üblichen Wechselintervallen des Betriebs durchgeführt (etwa 4200–5700 Melkungen). Im Zeitraum II, von Ende November bis Ende März, waren die beiden Melkbecher der linken Euterseite kontinuierlich mit den genannten Sitzengummis mit einem runden Schaft ZGS_{rund} (DeLaval, Art.-Nr. 927259-01), die beiden Melkbecher der rechten Euterseite kontinuierlich mit Sitzengummis mit einem dreieckigen Schaft ZGS_Δ (Milkrite, Art.-Nr. TLC–A6) ausgestattet (Tab. 1). Hierbei wurden die für die runden Sitzengummis üblichen, rund geformten Becherhülsen (DeLaval) und die für diese Becherhülsen vertriebenen ZGS_{rund} und ZGS_Δ verwendet.

Ein Wechsel der Sitzengummis ZGS_Δ und ZGS_{rund} wurde im Zeitraum II an vier Terminen durchgeführt (21.11.2008; 17.12.2008; 15.01.2009; 21.02.2009); am 24.03.2009 wurde auf die Sitzengummis ZGS_{rund} zurückgewechselt.

Datenerhebung Zitzenbonitur

Die Bonitierung der Zitzen wurde an insgesamt vier Terminen durchgeführt, davon ein Termin vor Einsatz der ZGS_Δ; zwei Termine im Zeitraum II, davon einer mittig und einer zum Ende des Zeitraums; und ein Termin nach dem Rückwechsel auf die ZGS_{rund} (Tab. 1). Bonitiert wurden die Zitzen aller zum Zeitpunkt der Bonitierung melkenden Tiere. Diese erfolgte einerseits mit Blick auf die Ausprägung der Hyperkeratosen an der Zitzenspitze vor dem Melken sowie andererseits hinsichtlich der Zitzenfarbe, der Ringbildung an der Zitzenbasis und möglicher Verhärtungen an der Zitzenspitze unmittelbar nach Melkbecherabnahme. Die Bonitierung wurde nach dem in Tabelle 2 beschriebenen Schema durchgeführt. Die durchschnittli-

Tabelle 1: Versuchszeiträume vor (I), während (II) und nach (III) Einsatz des Sitzengummis ZGS_Δ¹ und Termine für die Bonitierung der Zitzenkondition

Versuchszeitraum	Bonitierung	Anzahl bonitierter Tiere	Variante ¹
I 01.08.2008 bis 20.11.2008	1: 28.10.2008	62	Links: ZGS _{rund} ; Rechts: ZGS _{rund}
II 21.11.2008 bis 23.03.2009	2: 14.01.2009	60	Links: ZGS _{rund} ; Rechts: ZGS _Δ
	3: 05.03.2009	53	
III 24.03.2009 bis 31.07.2009	4: 08.06.2009	66	Links: ZGS _{rund} ; Rechts: ZGS _{rund}

¹Zitengummi mit rundem (ZGS_{rund}) bzw. dreieckigem (ZGS_Δ) Zitengummischicht

Tabelle 2: Bonitierungsschema für die Zitzenkonditionsmerkmale

Note	Zitzenfarbe	Ringbildung	Hyperkeratosen	Verhärtungen
an	Zitze	Zitzenbasis	Zitzenspitze	Zitzenspitze
1	Natürlich rosa	Kein Ring	Kein Ring	Zitzenspitze weich
2	Rot	Sichtbarer Ring	Glatter, weisser Ring	Spitze geschwollen, verhärtet
3	Blau	Schwellung/fühlbare Verdickung	Mässig zerklüftet (bis 2 mm)	Spitze gequetscht («Bügefalte»)
4	–	–	Stark zerklüftet (> 2 mm)	–
5	–	–	Stark zerklüftet mit Läsionen	–

che Note errechnete sich als Mittelwert aus den Einzelnoten der bonitierten links- bzw. rechtsseitigen Zitzen.

Aufzeichnung und Aufbereitung der Melkdaten

Die Daten bezüglich der Milchabgabe und des Melkvorgangs wurden über den gesamten Versuchszeitraum durch das Herdenmanagementprogramm des VMS aufgezeichnet. Die viertelindividuelle Erfassung der Milchmenge und des Milchflusses erfolgte hierbei mit Milchmengenmessgeräten des Typs VCC (DeLaval International, Tumba, Schweden).

Für die weitere Auswertung der Daten wurden zunächst Mittelwerte des mittleren und höchsten Milchflusses sowie die Summe für die Milchmenge je Viertel, Tag und Kuh und die Differenz zwischen den rechten und linken Vierteln («Rechts-links-Differenz»), jeweils separat für die hinteren und vorderen Viertel, errechnet. Milchflüsse, deren Wert Null betrug, wurden vor der Mittelwertbildung gelöscht, da diese den Wert für den tatsächlichen mittleren bzw. höchsten Milchfluss des jeweiligen Viertels der Kuh verfälschen würden. Entfernt wurden nachfolgend aus dem Datensatz weiterhin folgende Tage:

- Tage an denen eine Bonitur der Zitzen oder ein Zitzengummiwechsel durchgeführt wurde (siehe Tab. 1),
- Tage, bei denen die Rechts-links-Differenz der vorderen oder der hinteren Viertel der gesamten Herde bezüglich der Milchmenge oder des Milchflusses um mehr als zwei Standardabweichung vom Mittelwert der Herde abwich.

Da nicht jede Aktion auf dem Betrieb vollständig aufgezeichnet werden konnte, wurden so auffällige Tage und somit äussere Störgrößen, die sich auf die Vierteldifferenz der gesamten Herde ausgewirkt hatten, minimiert. Von 365 Tagen im Ausgangsdatsatz verblieben somit 296 Tage für die Auswertung, davon 87 Tage im Zeitraum I, 109 Tage im Zeitraum II und 100 Tage im Zeitraum III.

Des Weiteren wurden folgende Tiere aus dem Datensatz entfernt:

- Tiere mit atrophen Vierteln ($n = 2$),
- Tiere, deren Vierteldifferenz, z. B. aufgrund einer Infektion bzw. nicht näher untersuchten Ursachen, um mehr als zwei Standardabweichungen von der Herde abwich ($n = 13$) sowie
- Tiere, die nur in einem bzw. in zwei der drei Zeiträume gemolken wurden ($n = 11$).

Für die Auswertung verblieben 43 Tiere im Datensatz, deren Milchmenge sowie mittlerer und höchster Milchfluss je Zeitraum zu jeweils einem Wert je Tier gemittelt wurden. Die statistische Auswertung (SPSS Version 17.0) und Bewertung der Zitzengummivarianten wurde anhand der Veränderung in der Vierteldifferenz zwischen rechtem und linkem Viertel der Milchmenge sowie des mittleren und höchsten Milchflusses im Verlauf des Untersuchungszeitraums durchgeführt. Verglichen wurden die Mittelwerte der Tiere in den Zeiträumen I und II, II und III sowie I und III mit Hilfe des T-Tests für gepaarte Stichproben (vor und nach einer Veränderung). Die Normalverteilung der Daten wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest überprüft. Die Auswertung stützt sich auf die Annahme, dass die Differenz zwischen rechtem und linkem Euterviertel hauptsächlich durch den Melkvorgang, in diesem Fall durch den verwendeten Zitzengummi, beeinflusst wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Zitzenbonitur

Die unterschiedlichen Zitzengummivarianten beeinflussten weder die mittlere Note für die Zitzenfarbe noch die für die Ringbildung an der Zitzenbasis (Tab. 3). Letztere unterschied sich für die beiden Euterhälften bereits zu Beginn der Untersuchungen im Versuchszeitraum I, eine davon abweichende eindeutige Entwicklung war nicht erkennbar.

Tabelle 3: Mittlere Noten für die Zitzenkondition an den vier Bonitierungsterminen

Zeitraum	I	II	III
Termin	1: 28.10.2008	2: 14.01.2009	3: 05.03.2009
Zitzenfarbe			
Linke Zitzen	ZGS _{rund} : 1,2 ^{ab}	ZGS _{rund} : 1,1 ^a	ZGS _{rund} : 1,2 ^{ab}
Rechte Zitzen	ZGS _{rund} : 1,2 ^b	ZGS _Δ : 1,2 ^b	ZGS _{rund} : 1,2 ^b
Ringbildung			
Linke Zitzen	ZGS _{rund} : 1,4 ^b	ZGS _{rund} : 1,5 ^b	ZGS _{rund} : 1,6 ^b
Rechte Zitzen	ZGS _{rund} : 1,3 ^a	ZGS _Δ : 1,5 ^{ab}	ZGS _Δ : 1,4 ^a
Hyperkeratosen			
Linke Zitzen	ZGS _{rund} : 1,2 ^a	ZGS _{rund} : 1,5 ^d	ZGS _{rund} : 1,5 ^d
Rechte Zitzen	ZGS _{rund} : 1,2 ^a	ZGS _Δ : 1,4 ^c	ZGS _Δ : 1,4 ^b
Verhärtungen			
Linke Zitzen	ZGS _{rund} : 1,2 ^a	ZGS _{rund} : 1,2 ^a	ZGS _{rund} : 1,2 ^a
Rechte Zitzen	ZGS _{rund} : 1,2 ^a	ZGS _Δ : 1,6 ^b	ZGS _Δ : 1,6 ^b

a, b, c, d Werte mit verschiedenen Kennzahlen in einer Zeile und innerhalb eines Feldes unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

Ein geringfügiger Einfluss der Zitzengummivariante war auf die mittlere Ausprägung der Hyperkeratosen an der Zitzenspitze zu erkennen (Tab. 3). Diese waren über den gesamten Versuchszeitraum für alle vier Zitzen im Mittel sehr gering ausgeprägt bzw. bei der Mehrzahl der Zitzen nicht vorhanden. Ihre Ausprägung nahm jahreszeitlich bedingt von Oktober bis Januar an allen vier Zitzen geringfügig zu, blieb bis März nahezu konstant und verringerte sich bis Juni wieder geringfügig. Ursachen für die Zunahme der Hyperkeratosen in der kälteren Jahreszeit sind in erster Linie witterungsbedingte Einflüsse (vgl. Rudovsky *et al.* 2011). Hierbei fiel der Anstieg bei den mit den Zitzengummis ZGS_Δ gemolkenen Zitzen mit einer durchschnittlichen Benotung von 1,4 etwas geringer aus als bei den mit ZGS_{rund} gemolkenen Zitzen, die eine mittlere Benotung von 1,5 im Zeitraum II und von 1,2 bzw. 1,4 in den Zeiträumen I und III erhielten. Eine Verringerung der Ausprägung von Hyperkeratosen durch den Einsatz von Mehrebenen-zitzengummis (dreieckig bzw. viereckig geformter Schaft) wurde bereits mehrfach in der Literatur, in erster Linie im nordamerikanischen Raum, beschrieben (Schukken *et al.* 2006, Kochman und Laney 2009). Nach Hamann (1989) ist die Ursache für Hyperkeratosen in erster Linie in der Höhe des durch den Zitzengummi verursachten Massage- oder Klemmdrucks auf die Zitze zu suchen. Gering ausgeprägte Hyperkeratosen (glatter weisser Ring) können als normale, physiologische Reaktion des Gewebes auf die wiederholte mechanische Beanspruchung beim Milchentzug betrachtet werden. Darüber hinaus können Dippmittel und witterungsbedingte Einflüsse eine zum Teil erhebliche Zunahme an Hyperkeratosen bewirken (Ohnstad *et al.* 2007, Rudovsky *et al.* 2011).

Der Einfluss eines zu hohen bzw. zu niedrigen Massagedrucks auf das Auftreten von Hyperkeratosen und Ödemen an der Zitzenspitze ist unter anderem in Mein *et al.* (2003) beschrieben. Faktoren, die die Höhe des Massagedrucks an der Zitzenkuppe und die Dauer der Druckphase beeinflussen, sind unter anderem die Höhe des Vakuums an der Zitzenkuppe, insbesondere in der Entlastungsphase, die Dauer der d-Phase, Eigenschaften des Zitzengummis, wie Massagedruck und Vorspannung, Kennwerte der Pulscurve, die Dauer der Blindmelkphase und die Tiere selbst, zum Beispiel über ihre Zitzenmorphologie oder einen niedrigen Milchfluss bei schwermelkenden Tieren (Hamann 1989, Mein *et al.*, 2003, Ohnstad *et al.* 2007, Haeussermann *et al.* 2009). Die Anwendung pulsierungsfreier Systeme trägt einerseits zwar zur Eliminierung von Hyperkeratosen bei, sie führt andererseits jedoch dazu, dass das Infektionsrisiko steigt (Hamann 1989).

Ein Anstieg der Neuinfektionsrate gegenüber Tieren mit geringen Hyperkeratosen (Note 2; glatter, weisser Ring) wurde in der Literatur sowohl für Tiere beschrieben, die eine mässig oder stark zerklüftete Keratinbildung an den Zitzenspitzen aufwiesen (Note 3 bis 5), als auch für Tiere, die keine Hyperkeratosen (Note 1; kein Ring) erkennen liessen (Neijenhuis 2004). Mögliche Ursachen für die statistisch erhöhte Neuinfektionsrate bei Zitzen ohne sichtba-

ren Keratinring sind die Funktion des Keratins bei der Infektionsabwehr im Strichkanal wie auch die Zunahme an Ödemen im Zitzenkuppenbereich als Folge eines zu geringem Massagedrucks.

Der mit dem Einsatz von ZGS_Δ einhergehende geringere Anstieg der Ausprägung der Hyperkeratosen könnte somit insgesamt ein Indiz auf eine, gegenüber dem ZGS_{rund}, verringerte punktuelle Massagewirkung des Zitzengummis auf die Zitzenkuppe sein, die sich je nach Ausgangssituation entweder positiv oder auch negativ auf die Eutergesundheit auswirken kann. Aufgrund der in diesem Versuch bereits in der Ausgangssituation im Mittel eher geringgradig ausgeprägten Keratinbildung an den Zitzenspitzen und der im Absolutwert nur geringen Differenz zwischen den Varianten und Zeiträumen ist durch die hier beobachtete Veränderung der Hyperkeratosen jedoch weder mit einem negativen noch mit einem positiven Einfluss auf die Eutergesundheit zu rechnen.

Ein weitaus deutlicher Einfluss der Zitzengummivarianten zeigte sich demgegenüber in Bezug auf Verhärtungen im Bereich der Zitzenkuppe. Die mittlere Note war mit 1,6 für den ZGS_Δ im Zeitraum II deutlich schlechter als für den ZGS_{rund} mit einer mittleren Note von 1,2 in den Zeiträumen I, II und III. Ursache für die schlechtere Note des ZGS_Δ waren häufig beobachtete, deutlich sichtbare lokale Quetschungen im Bereich der Zitzenkuppe, sogenannte «Büggelfalten», bei denen davon auszugehen ist, dass die betroffenen Bereiche nur mangelhaft durchblutet werden. Da im Automatischen Melksystem die Zitzen grundsätzlich immer mit denselben Melkbechern gemolken werden, treten durch Zitzengummis verursachte Quetschungen deutlicher und langfristiger zu Tage, als dies beim Melken im Melkstand der Fall ist. Mögliche Einflüsse auf die Abwehrfunktionen der Zitze und somit auf die Eutergesundheit wurden bisher nicht näher untersucht.

Milchabgabe

Die Tagesmilchmenge (Abb. 1) wie auch der mittlere und höchste Milchfluss je Tier zeigten im Mittel zwischen dem Zeitraum vor (I) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ für alle Viertel einen höchst signifikanten Anstieg ($p < 0,001$). Der Verlauf der aus den Einzelmelkungen je Tag aufsummierten mittleren Tagesmilchmenge ist, separat für die vier Viertel, in Abbildung 1 dargestellt. Die Tiere waren im Zeitraum I im Mittel 155 Tage laktierend (Spannweite: 1–348 Tage), im Zeitraum II 153 Tage (1–374 Tage) und im Zeitraum III 147 Tage (1–521 Tage). Erstlaktierend waren zu Beginn des Zeitraums I 22 Tiere; zu Beginn des Zeitraums II 20 Tiere und zu Beginn des Zeitraums III 18 Tiere. Die variierenden Zahlen entstehen dadurch, dass Tiere während eines Zeitraums oder zwischen zwei Zeiträumen ihren Laktationsstatus veränderten.

Die hinteren Viertel wiesen erwartungsgemäss im Mittel eine höhere Milchmenge auf als die vorderen Viertel. Augenfällig ist in Abbildung 1 die für die Viertel hinten links (unterbrochene helle Linie oben) mit Versuchsbeginn

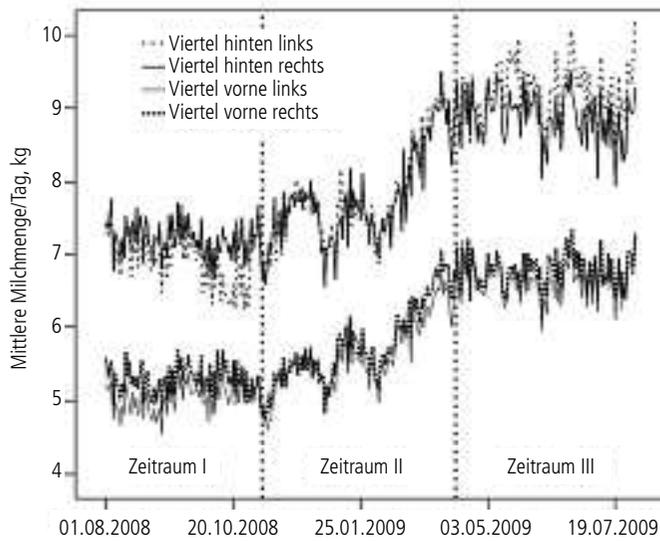


Abbildung 1: Mittlere Milchmenge je Tag und Viertel der betrachteten Tiere in den Zeiträumen vor (I), während (II) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ.

(Zeitraum I) im Mittel geringere Milchmenge gegenüber den Vierteln hinten rechts (durchgehende dunkle Linie oben). Die mittlere Milchmenge der Viertel hinten links glich sich im Zeitraum II zunächst an die der Viertel hinten rechts an und ging zum Ende des Versuchs (Zeitraum III) in eine, gegenüber den Vierteln hinten rechts, höhere Milchmenge über. Eine weit geringere Veränderung über den Versuchszeitraum war in der Differenz der beiden vorderen Viertel (unterbrochene dunkle Linie und durchgehende helle Linie unten) zu erkennen (Abb. 1).

In Tabelle 4 sind die Mittelwerte der erfassten Milchabgabeparameter für die vorderen und hinteren linken Viertel in den Zeiträumen vor (I), während (II) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ dargestellt. Zwischen dem Zeitraum I und dem Zeitraum II war ein signifikanter Anstieg nur für den mittleren Milchfluss der hinteren Viertel links zu erkennen ($p = 0,003$). Für die vorderen Viertel ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Ein deutlicher Anstieg der mittleren Milchmenge ($p < 0,05$) wie auch der Milchflüsse ($p < 0,001$) war im Vergleich der Zeiträume II und III zu erkennen (Tab. 4).

Die mittlere Differenz für die Milchmenge und den Milchfluss der rechten Viertel zu den paarseitigen Vierteln links ist, separat für die hinteren und vorderen Viertel, in Tabelle 5 dargestellt. Demnach wichen die rechten Viertel zu Versuchsbeginn (Zeitraum I; beide Seiten ZGS_{rund}) von den linken Vierteln im Mittel jeweils um etwa 220 g

Milch pro Tag (n. s.) und um 46 g/min ($p = 0,026$) bzw. um -26 g/min (n. s.) im mittleren Milchfluss der hinteren bzw. vorderen Viertel ab (Tab. 5). Mit dem jeweils gleichen Vorzeichen wie der mittlere Milchfluss unterschied sich der höchste Milchfluss der rechten Seite hoch signifikant von dem der linken Seite ($p = 0,003$). Durch den Anstieg des mittleren Milchflusses der hinteren linken Viertel (ZGS_{rund}) im Zeitraum II im Vergleich zum Zeitraum I (Tab. 4) glich sich dieser dem der hinteren rechten Viertel (ZGS_Δ) auf eine Differenz von Null an (Tab. 5). Ebenso nahm die Milchmenge der Viertel hinten links im Vergleich der Zeiträume vor und während des Einsatzes des ZGS_Δ tendenziell etwas mehr zu als die der Viertel hinten rechts (n. s.). Aufgrund der zum Teil signifikanten Unterschiede zwischen den rechten und linken Vierteln zu Versuchsbeginn wurden für die Beurteilung des Einflusses der Varianten nicht die absoluten Veränderungen der Milchmenge und des mittleren und höchsten Milchflusses, sondern die Veränderung der jeweiligen Differenz zwischen den rechten und linken Vierteln im Vergleich der Zeiträume I, II und III herangezogen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit p für den Vergleich der Mittelwerte der beiden jeweils miteinander verglichenen Zeiträume ist in Tabelle 6 dargestellt.

Im Vergleich der Zeiträume I und II war eine signifikant abgesicherte Veränderung der rechts-links Differenz nur für den mittleren Milchfluss der hinteren Viertel erkennbar (Tab. 5; Tab. 6). Die Milchmenge wie auch der höchste

Tabelle 4: Mittlere Tagesmilchmenge sowie mittlerer und höchster Milchfluss der Viertel links im Zeitraum vor (I), während (II) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ

Viertel	Milchmenge/Tag kg		Mittlerer Milchfluss g/min		Höchster Milchfluss g/min	
	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne
Zeitraum I	6,88 ^a	5,04 ^a	864 ^a	829 ^a	1311 ^a	1246 ^a
Zeitraum II	7,77 ^a	5,44 ^a	943 ^b	806 ^a	1365 ^a	1198 ^a
Zeitraum III	9,62 ^b	6,69 ^b	1089 ^c	929 ^b	1565 ^c	1360 ^b

^{a, b, c} Werte mit verschiedenen Kennzahlen in einer Spalte unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$) (T-Test; gepaarte Stichproben)

Tabelle 5: Mittlere Abweichung der Milchmenge sowie des mittleren und höchsten Milchflusses der Viertel rechts von den paarseitigen Vierteln links in den Zeiträumen vor (I), während (II) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ

Viertel	Milchmenge/Tag kg		Mittlerer Milchfluss g/min		Höchster Milchfluss g/min	
	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne
Zeitraum I	+0,22 ^a	+0,22 ^a	+46 ^a	-26 ^a	+74 ^a	-55 ^a
Zeitraum II	-0,08 ^{a, b}	+0,15 ^a	0,0 ^b	-36 ^a	+44 ^a	-47 ^a
Zeitraum III	-0,36 ^b	+0,09 ^a	-14 ^b	-24 ^a	+11 ^b	-41 ^a

^{a, b} Werte mit verschiedenen Kennzahlen in einer Spalte unterscheiden sich signifikant ($p < 0,05$)

Tabelle 6: Irrtumswahrscheinlichkeit für den Einfluss der Variante auf die Differenz zwischen dem Viertel rechts und dem paarseitigen Viertel links im Vergleich der Zeiträume vor (I), während (II) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ

	Milchmenge/Tag, kg		Mittlerer Milchfluss, g/min		Höchster Milchfluss, g/min	
	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne
p (II, I)	0,148	0,541	0,014	0,500	0,152	0,677
p (III, II)	0,145	0,663	0,402	0,535	0,045	0,801
p (III, I)	0,014	0,361	0,009	0,860	0,010	0,349

p: Irrtumswahrscheinlichkeit (T-Test; gepaarte Stichproben)

Milchfluss zeigten eine tendenzielle Veränderung (n.s.), ebenfalls zu Gunsten der linken Viertel (ZGS_{rund}). Demgegenüber liess sich für die Viertel vorne eindeutig kein Einfluss der beiden Varianten feststellen ($p \geq 0,50$; Tab. 6). Im Zeitraum III, nach dem Einsatz des ZGS_Δ, passte sich, im Vergleich zum Zeitraum II, zum einen die Rechts-links Differenz des höchsten Milchflusses der Viertel hinten weiter an ($p = 0,045$; Tab. 6), zum anderen liess die Rechts-links-Differenz der Milchmenge der hinteren Viertel in der Tendenz eine weitere Verbesserung zu Gunsten der linken Viertel erkennen. Diese wiesen im Zeitraum III im Mittel eine um etwa 360 g höhere Milchmenge auf als die Viertel hinten rechts (Tab. 5). Im Vergleich der Zeiträume vor und nach dem Einsatz des ZGS_Δ rechts (Zeiträume I und III) hatte sich insgesamt die Rechts-links-Differenz der hinteren Viertel der Milchmenge und des mittleren und höchsten Milchflusses signifikant zu Gunsten der linken Viertel verändert (Tab. 6). Die vorderen Viertel liessen im Gegensatz hierzu im Vergleich der Zeiträume I und III keine, auch nur in der Tendenz, signifikanten Unterschiede erkennen.

Inwieweit die Veränderung der Rechts-links-Differenz der hinteren Viertel vom Zeitraum II zum Zeitraum III eine Folge der getesteten Variante ist oder auf eine parallel hierzu ablaufende Entwicklung der Vierteldifferenz hindeutet, lässt sich nicht eindeutig absichern. Denkbar wäre eine verzögerte oder über die eigentliche Einsatzdauer der Variante hinaus wirkende Beeinflussung der Milchproduktion der jeweiligen Viertel. Eine in der Laktation ausmelkbedingte einmal eingetretene Ertragsdepression innerhalb des Euters gleicht sich erfahrungsgemäss erst in der nächsten Laktation aus (Ebendorf *et al.* 1986). Für die Rechts-links-Differenz des Milchflusses war die Veränderung nach dem Rückwechsel, also vom Zeitraum II zum Zeitraum III, nicht signifikant und fiel zudem wesentlich geringer aus als vorhergehend, sodass die Veränderung vom Zeitraum I auf den Zeitraum II mit hoher Wahrscheinlichkeit auf den Einsatz des ZGS_Δ zurückzuführen ist.

Bemerkenswert ist jedoch auch, dass nicht alle Tiere in der gleichen Weise auf den jeweiligen Zitzengummi reagierten. Die

Anzahl an Tieren, die sich in ihrer Rechts-links-Differenz jeweils für die rechte Seite positiv oder negativ mit dem Wechsel des Zitzengummis veränderten, ist in Tabelle 7 dargestellt. Die Anzahl berücksichtigt hierbei nur, ob eine Abweichung in eine der beiden Richtungen vorliegt, unabhängig davon, ob diese Abweichung signifikant ist oder wie hoch deren Wert ist. Die Rechts-links-Differenz der Milchmenge hinten veränderte sich zum Beispiel für die rechte Seite bei 28 Tieren negativ mit Einsatz des ZGS_Δ, für 15 Tiere veränderte sie sich rechts in positiver Weise (Tab. 7). Von den erstgenannten 28 Tieren reagierten 16 Tiere mit

dem Rückwechsel auf den ZGS_{rund} allerdings erneut rechts negativ, nur 12 der Tiere reagierten rechts positiv (nicht in der Tabelle dargestellt). Demgegenüber zeigten 11 der 15 Tiere, die mit Einsatz des ZGS_Δ eine positive Veränderung gezeigt hatten, mit Rückwechsel auf den ZGS_{rund} ebenfalls eine negative Veränderung, wodurch sich insgesamt im Vergleich der Zeiträume II und III erneut ein höherer Anteil an Tieren mit negativer Veränderung als mit positiver Veränderung ergab (27:16; Tab. 7). Würde man potentiell langfristige Effekte des Einsatzes des ZGS_Δ auf die Milchmenge grundsätzlich bei Seite stellen, ergäbe sich nur ein sehr geringer Vorteil für den ZGS_{rund} von 12 versus 11 Tieren, die eine eindeutige Präferenz pro bzw. contra erkennen liessen. Die 16 Tiere, die sich in beiden Fällen negativ veränderten, wären demnach als Tiere zu deuten, die grundsätzlich negativ auf einen Wechsel des Zitzengummityps reagieren oder auch rein zufällig beeinflusst wurden.

Etwas eindeutiger als für die Milchmenge war das Ergebnis mit Blick auf den mittleren Milchfluss. Hier veränderten sich mit dem Wechsel auf den ZGS_Δ 27 Tiere rechts negativ, 16 Tiere veränderten sich rechts positiv (Tab. 7). Von den 27 Tieren, die sich beim Wechsel auf den ZGS_Δ negativ verändert hatten, veränderten sich 13 Tiere mit dem späteren Wechsel auf den ZGS_{rund} rechts wieder in positiver Weise (Tiere mit Präferenz für ZGS_{rund}). Diesen standen hier nur 10 Tiere gegenüber, die sich in ihrer rechts-links Differenz rechts zunächst positiv (Wechsel auf ZGS_Δ) und dann negativ (Wechsel auf ZGS_{rund}) veränderten (Tiere mit Präferenz für ZGS_Δ). Ein Rückgang des mittleren Milchflusses kann zum Beispiel durch eine zu geringe Rückmassage von Blut und Lymphe und einem dadurch verengten Durchmesser

Tabelle 7: Anzahl an Tieren N, deren rechts-links Differenz sich im Vergleich der Zeiträume vor (I), während (II) und nach (III) dem Einsatz des ZGS_Δ rechts negativ (neg) bzw. positiv (pos) für die Viertel rechts veränderte

Viertel	Milchmenge/Tag kg		Mittlerer Milchfluss, g/min		Höchster Milchfluss, g/min	
	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne	Hinten	Vorne
NI-I (neg:pos)	28:15	27:16	27:16	20:23	26:17	18:25
NI-II (neg:pos)	27:16	26:17	24:19	21:22	28:15	22:21

des Strichkanals verursacht sein, was dann entweder in einem verlängerten An- oder Abstieg der Milchflusskurve oder in einer veränderten Plateauphase zum Ausdruck kommt. Inwieweit die unterschiedliche Reaktion der Tiere eine statistisch zufällige Reaktion der Tierindividuen darstellt oder durch messbare Einflussfaktoren wie zum Beispiel der Zitzenmorphologie beeinflusst wurde, wäre hierbei eine Fragestellung, deren Beantwortung den zukünftigen Einsatz tier- oder herdenindividuell angepasster Zitzengummis erheblich verbessern könnte.

Schlussfolgerungen

In einem halbeuterseitig durchgeführten Versuch wurde in einem Automatischen Melksystem die Auswirkung von Zitzengummis mit dreieckigem Schaft auf das Erscheinungsbild der Zitze, die Milchmenge und den Milchfluss untersucht. Im Vergleich zum Zitzengummi mit rundem Schaft konnten folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Die Zitzenbeschaffenheit war im Mittel der Herde durchgehend für alle Zitzen auf einem hervorragenden Niveau und wurde durch den Versuch nur geringfügig beeinflusst. Ausnahme bildeten deutlich sichtbare Quetschungen, sogenannte «Bügefalten», die lokal an der Zitzenkuppe während des Einsatzes der ZGS_Δ auftraten und auf deren Einfaltverhalten sowie die Tatsache, dass die Zitzen im AMS, im Gegensatz zum Melkstand, immer an der selben Stellen belastet werden, zurückzuführen sind. Aufgrund der aufgetretenen lokalen Quetschungen an der Zitze beim Einsatz der ZGS_Δ werden diese für Fleckvieh und für automatische Melksysteme derzeit nicht empfohlen.
- Die Ausprägung der Hyperkeratosen ging durch die Verwendung der ZGS_Δ im Mittel der Herde leicht zurück. Aufgrund der geringen Differenz und des im Mittel hervorragendem Ausgangsniveaus sind hierdurch jedoch weder positive noch negative Effekte auf die Eutergesundheit zu erwarten.
- Mit dem Einsatz der ZGS_Δ war in der hier untersuchten Herde, in Relation zum Referenzviertel hinten links, im Mittel ein Rückgang des mittleren Milchfluss der Viertel hinten rechts verbunden. Für die Milchmenge war in der Tendenz ebenfalls ein Rückgang erkennbar. Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Milchmenge der Viertel hinten rechts auch mit dem nachfolgenden Rückwechsel auf den ZGS_{rund} im Mittel relativ zum linken Viertel weiter zurückging.
- Die Differenz der Milchmenge wie auch des mittleren und des höchsten Milchflusses der beiden vorderen Viertel blieb im Mittel der betrachteten Tiere von den Zitzengummiwechseln nahezu unbeeinflusst.
- Die Kühe reagierten individuell unterschiedlich auf den Zitzengummiwechsel. Hierbei gab es sowohl Tiere, die auf den Einsatz des ZGS_Δ positiv reagierten als auch solche, und diese waren leicht in der Überzahl, bei denen sich die Milchmenge und der Milchfluss des betreffenden Viertels mit Wechsel zum ZGS_Δ negativ und beim Rückwechsel zum ZGS_{rund} wieder positiv veränderten.

Ein relativ hoher Anteil der Tiere reagierte auf beide Wechsel mit einer negativen Veränderung der Milchmenge und/oder des Milchflusses.

- Zur Verbesserung der Aussagesicherheit sollten weitere Untersuchungen mit anderen Rassen und nach Zitzenmerkmalen erfolgen.

Literatur

- Ebendorf W., K. Kram, Hartmann K. 1986. Untersuchungen zum Einfluss eines ständigen Unterlassens des Nachmelkens auf die Milchleistung und Eutergesundheit von Kühen. Arch. Tierz. 29, 117-133.
- Kochman A.K., Laney C. 2009. The effect of liner barrel shape on teat end condition. Proc. 48th Annual Meeting of the National Mastitis Council, pp. 230–231.
- Haeussermann A., A. Melfsen, H. Toensfeldt, M. Brandt, Hartung E. 2009. Influence of Milking Technology on the Frequency and Severity of Hyperkeratoses at the Teat End. Proc. XIV ISAH Congress, Vechta, Germany, pp. 123–126.
- Hamann J. 1989. Maschinelles Milchentzug und Mastitis. Zum Einfluss des maschinellen Milchentzugs auf die Infektionsgefahr für die bovine Milchdrüse. Habilitationsschrift. Ferdinand-Enke-Verlag, Stuttgart, Deutschland.
- Mein G.A., Williams D.M.D, Reinemann D.J. 2003. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: Mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. Proc. 42nd Annual Meeting of the National Mastitis Council, Fort Worth Texas, USA.
- Neijenhuis F. 2004. Teat condition in dairy cows. Ph.D. thesis, Utrecht University, The Netherlands.
- Ohnstad I., G.A. Mein, J.R. Baines, M.D. Rasmussen, R. Farnsworth, B. Pocknee, T.C. Hemling, Hillerton J.E. 2007. Addressing Teat Condition Problems. 46th Annual Meeting of the National Mastitis Council, San Antonio, Texas, USA.
- Rudovsky H.-J., S. Pache, Schulz J. 2011. Hyperkeratosen – Wo liegen die Ursachen? Tagungsband der 3. Tänniker Melktechniktagung – Optimierte Milchgewinnung. ART-Schriftenreihe 15, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Schweiz, S. 75–78.
- Schukken Y.H., L.G. Petersson, Rauch B.J. 2006. Liners and teat end health. Proc. 45th Annual Meeting of the National Mastitis Council, pp. 183–196.

Vergleich der Vakuumverhältnisse in einem Automatischen und in einem viertelindividuellen Melksystem für Melkstände

Ulrich Ströbel, Sandra Rose-Meierhöfer, Reiner Brunsch; ustroebel@atb-potsdam.de
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., D-14469 Potsdam

Zusammenfassung

Viertelindividuelle Melktechnik wird von Landwirten bei Ersatzinvestitionen der Melktechnik immer häufiger bevorzugt. In der vorliegenden Studie wurde ein viertelindividuelles Melksystem für Melkstände Multilactor® (MUL) mit einem Automatischen Melksystem (AMS) verglichen. Die ersten Melksysteme mit Einzelschlauchführung auf dem Markt waren AMS. Bei Beginn der AMS Entwicklung wurde eine Erhöhung der somatischen Zellzahlen automatisch gemolkener Kühe festgestellt. Neuere Forschungsergebnisse zeigen jedoch, dass bei den wichtigsten Messgrößen wie zum Beispiel Zellzahl und Milchezusammensetzung mittlerweile nur noch geringe Unterschiede zwischen konventioneller und viertelindividueller Melktechnik bestehen. Die viertelindividuelle Melktechnik bietet jedoch weitere Vorteile zum Beispiel viertelweise Gesundheits- und Tierüberwachung, Melkerentlastung und die Möglichkeit zur viertelweisen Vakuumregelung. Dadurch wird die Melktechnik in Zukunft noch präziser. Aufgrund dieser Vorteile wurde das Melksystem Multilactor® entwickelt und ermöglicht nun erstmals die Nutzung der viertelindividuellen Technik im Melkstand. Der Multilactor® verfügt über sequentielle Pulsation und über periodischen Lufteinlass durch Biomilker®-Ventile. Ziel der vorliegenden Studie war es festzustellen, welches durchschnittliche Vakuum in den beiden Melksystemen am Zitzenende bei unterschiedlichen Milchflüssen in der b- und d-Phase (Vakuum- und Druckphase des Pulszyklus) anliegt. Es wurde festgestellt, dass das Melkvakuum am Zitzenende in der b-Phase bei einem Durchfluss von 4,8 l/min bei 41,7 kPa im AMS und bei 33,3 kPa im Multilactor® lag. Das Anlagenvakuum betrug 47,0 und 35,0 kPa. Für die d-Phase wurde beim gleichen Durchfluss ein Vakuum von 36,9 kPa im AMS und von 12,8 kPa im Multilactor® gemessen. Der Multilactor® erreicht ein derart niedriges Vakuum in der d-Phase nur deshalb, weil er mit Biomilker®-Ventilen ausgestattet ist. Da eine Vakuumreduktion in der d-Phase die Melkdauer nicht verzögert, die Zitze jedoch entlastet, kann davon ausgegangen werden, dass der Einsatz von Biomilker®-Technologie in viertelindividuellen Melksystemen zu einer Verbesserung der Vakuumapplikation führt. Damit kann voraussichtlich ein Beitrag zur Reduktion von Eutererkrankungen geleistet werden.

Résumé

Comparaison des conditions de vide dans un système de traite automatique et dans un système de traite par quartier pour les salles de traite

Les agriculteurs privilégient de plus en plus souvent une technique de traite par quartier lorsqu'ils doivent investir pour remplacer leur équipement. La présente étude a comparé un système de traite par quartier pour salles de traite Multilactor® et un système de traite automatique (AMS). Les premiers systèmes avec traite individuelle des quartiers disponibles sur le marché étaient des AMS. Au début du développement des AMS, on a constaté une augmentation des cellules somatiques chez les vaches traitées automatiquement. Les derniers résultats de recherche montrent toutefois que pour les principaux paramètres mesurés comme le nombre de cellules et la composition du lait, il n'existe plus que des différences minimales entre la technique de traite traditionnelle et la technique de traite par quartier. Cette dernière offre en outre d'autres avantages comme la surveillance de l'état de santé de la mamelle par quartier. Elle représente également un soulagement pour le trayeur et permet de régler le vide par quartier. La technique de traite sera donc encore plus précise à l'avenir. C'est pour tirer parti de ces avantages qu'a été développé le système de traite Multilactor® qui permet pour la première fois d'utiliser la technique de traite par quartier en salle de traite. Le Multilactor® est équipé d'une pulsation séquentielle et d'une arrivée d'air périodique grâce à des soupapes Biomilker®. La présente étude avait pour but de relever le niveau de vide moyen dans les deux systèmes de traite à l'extrémité des trayons pour différents débits de lait dans les phases b et d. On a constaté que le vide de traite à l'extrémité des trayons en phase b pour un débit de 4,8 l/min était de 41,7 kPa dans l'AMS et de 33,3 kPa dans le Multilactor®. Le vide de l'installation était de 47,0 et de 35,0 kPa. Avec un débit similaire, on a mesuré en phase d un vide de 36,9 kPa dans l'AMS et de 12,8 kPa dans le Multilactor®. Le Multilactor® atteint un niveau de vide si bas en phase d uniquement grâce au fait qu'il est équipé de soupapes Biomilker®. Comme une réduction du vide en phase d ne rallonge pas la durée de la traite, mais soulage le trayon, on peut s'attendre à ce que l'emploi de la technologie Biomilker® entraîne une amélioration de l'application du vide dans les systèmes de traite par quartier. Cette innovation pourrait contribuer à réduire les mammites.

Summary

Comparison of vacuum conditions in an automatic milking system and in an individual-quarter milking system for milking parlours

Individual-quarter milking technology is becoming ever more popular with farmers making replacement investments in milking technology. The present study compares a Multilactor® individual-quarter milking system for milking parlours with an automatic milking system (AMS). The first milking systems with individual hose guides on the market were AMS's. When AMS's were first developed, an increase in the somatic cell count of automatically milked cows was identified. Now, however, more-recent research findings show that for the most important measurement parameters such as cell count and milk composition, only slight differences between conventional and individual-quarter milking technology still persist. What's more, individual-quarter milking technology offers further advantages, e.g. quarter-by-quarter health and livestock monitoring, an easing of the stress and strains to which milkers are subject, and the option of quarter-by-quarter vacuum control. In this way, milking technology is set become even more precise in future. The Multilactor® milking system was developed on the basis of these advantages, and now for the first time enables the use of individual-quarter technology in the milking parlour. The Multilactor® features sequential pulsation and periodic air intake through Biomilker valves®. The aim of the present study was therefore to determine the average vacuum present at the teat-end for different milk flows in the 'b' and 'd' phases for the two milking systems. It was discovered that the milking vacuum at the teat-end in the 'b' phase at a flow rate of 4.8 litres/min was 41.7 kPa in the AMS and 33.3 kPa in the Multilactor®. The system vacuum stood at 47.0 and 35.0 kPa, respectively. For the 'd' phase, a vacuum of 36.9 kPa in the AMS and 12.8 kPa in the Multilactor® was measured for the same flow rate. It is only because it is equipped with Biomilker valves® that the Multilactor® manages to achieve such a low vacuum in the 'd' phase. Since a vacuum reduction in the 'd' phase does not increase milking duration but does relieve stress on the teat, it may be assumed that the use of Biomilker® technology in individual-quarter milking systems leads to an improvement of the vacuum application, which in turn can presumably contribute to a reduction in udder complaints.

Einleitung

Die agrartechnische Forschung hat in den vergangenen Jahren zu einer starken wirtschaftlich-technischen Optimierung des Melkprozesses geführt. Die Kombination des Zweiraummelkbeckers mit dem bereits erfundenen Pulsator hat die Voraussetzungen für eine funktions-sichere Melkmaschine geschaffen (Schlaiss 1994). Seither entfällt das Handmelken als schwere körperliche Arbeit

weitgehend. Die Entwicklung von Melkständen ermöglichte es, in einer stehenden Position zu melken, was eine Steigerung der Arbeitseffizienz zur Folge hat. Automatische Melksysteme (AMS) gehören zu den am meisten Aufsehen erregenden Erfindungen der Agrartechnik des zwanzigsten Jahrhunderts (Maris und Roe 2004). In Automatischen Melksystemen vermindert sich die Arbeitszeit, welche der Landwirt direkt mit Melken verbringt, nochmals deutlich. Dafür muss mehr Zeit für Herdenmanagement aufgewandt werden. Die Arbeit am AMS ist körperlich weniger belastend und nicht so eintönig wie im Melkstand. Der Anteil der AMS-Betriebe in Deutschland ist bisher jedoch relativ niedrig, allerdings bei deutlich steigender Tendenz (Harms 2009). Dies hat ökonomische Gründe. Besonders bei Grossbetrieben werden bisher meist die monatlich anfallenden Lohnkosten für Melkpersonal den hohen Anfangsinvestitionen und Servicekosten der AMS vorgezogen. Somit ist zu erwarten, dass das Melkverfahren mit Melkständen weltweit für einen noch langen Zeitraum das am häufigsten angewandte Verfahren bleiben wird. Das Melksystem MultiLactor® (MUL) kann hier eine Marktlücke schliessen. Es kann dazu beitragen, die Arbeitsbelastung für die melkende Person im Melkstand zu reduzieren. Das Melksystem kommt ohne Milchsammelstück aus. Da jeder Melkbecher einzeln angesetzt werden kann, entfällt das anstrengende Halten des Melkzeuges vor dem Ansetzen. Gegenüber Automatischen Melksystemen kann eine intensive Tier- und Euterbeobachtung schon beim Melkprozess stattfinden. Doch neben den Vorteilen, die der MultiLactor® für das Melkpersonal bietet, ergeben sich weitere Vorteile für die Tiergesundheit und Milchqualität. Weiter bietet das Melkkarussell AMRTM von DeLaval mit Roboteransetzarm für das Melkpersonal noch weitergehende Entlastung als der MultiLactor®. Informationen zum Vakuumverhalten und zur Funktionssicherheit dieses neuen Karussells sind bisher noch nicht ausreichend verfügbar.

Material und Methoden

Das Melksystem MultiLactor® wurde von der Firma Siliconform GmbH entwickelt, wird in Deutschland produziert (Abb. 1) und kann aufgrund vieler neuer Baugruppen als bedeutende Neuheit eingestuft werden.

Die Handhabung des MultiLactors® unterscheidet sich von der Arbeit mit einem konventionellen Melkzeug grundlegend. Zum Ansetzen schwenkt das Melkmagazin automatisch unter das Euter. Die Melkbecher werden dann manuell entnommen und paarweise angesetzt. Das Abnehmen der Melkbecher erfolgt automatisch, allerdings nicht viertelindividuell (Rose u. Brunsch 2007). Weitere technische Neuheiten am Melksystem MultiLactor® sind eine Automatische Melkzeugzwischenreinigung, sequentielle Pulsation und eine Vakuumabschaltautomatik separat für jedes Euterviertel. Beim Abfall von Melkbechern kann somit weder Luft noch Schmutz eingesogen werden. Ausserdem wurde ein pneumatischer Arm eingebaut, der die vier Milchschräume regelmässig bewegt, wodurch die Euter-



Abbildung 1: Melksystem MultiLactor® (links) eingebaut in einem Tandem Melkstand und das verwendete automatische Melksystem (rechts), ebenfalls bei einer Melkung dargestellt.

muskulatur gelockert wird. Eine weitere Besonderheit ist die Nutzung von Melkbechern mit periodischem Lufteinlass (Rose u. Brunsch 2007), die unter Verwendung von 2100 mm langen Milchsschläuchen mit einem Schlauchinnendurchmesser von nur 10 mm zu niedrigen Vakuum-schwankungen beitragen. Die Einzelschlauchführung kann zusätzlich die Verhinderung von Keimübertragung zwischen den Eutervierteln bewirken. Der MultiLactor® wird mit Niedrigvakuum betrieben. Das Anlagenvakuum beträgt hier 35 kPa.

Beide verwendeten Melksysteme waren so eingestellt, wie sie nach Herstellerangaben in der Praxis genutzt werden sollen. MUL kann in Gleichtakt-, in Wechseltakt- und in sequentieller Pulsation betrieben werden. Eine Studie zeigte, dass MUL mit sequentieller Pulsation wünschenswerte Vakuumverhältnisse an der Zitze schafft (Ströbel et al. 2009). Da MUL in der Praxis vorwiegend in sequentieller Pulsation betrieben wird, wurde diese Pulsationsart beim Systemvergleich eingesetzt, während das AMS bei Wechseltaktpulsation betrieben wurde. Details zur Schlauchführung der beiden Melksysteme sind schematisch in Abbildung 2 dargestellt. Weiterführende technische Angaben sind zusätzlich in Tabelle 1 enthalten damit ein umfassender Überblick zur Schlauchführung beider Systeme entsteht. Die Melkbecher unterscheiden sich in der Art, dass beim AMS Melkbecher mit kontinuierlichem Lufteinlass am Becherende verwendet wurden. Bei MUL wurden hingegen Melkbecher verwendet, die mit Biomilker®-Ventilen ausgestattet sind (Hoefelmayer u. Maier 1979b). Um den zitzenah am Euter anliegenden Vakuumzustand über längere Zeit bei mehreren konstanten Durchflussraten erfassen zu können, wurden Vakuummessungen nach DIN ISO 6690 (2007) mit Wasser als Testflüssigkeit am MultiLactor® und im AMS durchgeführt.

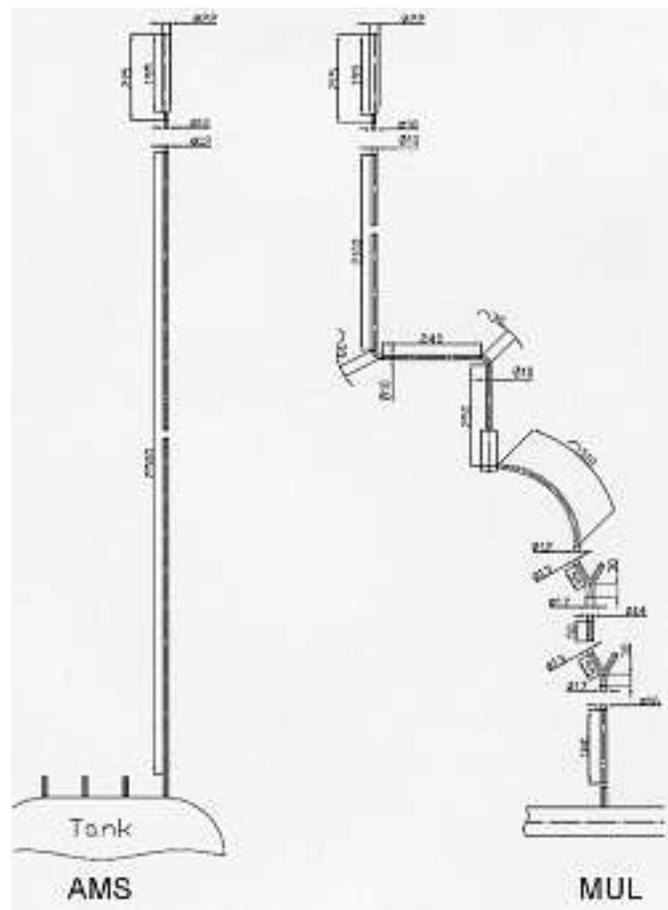


Abbildung 2: Schematische Darstellung der Schlauchführung der beiden im Versuch verwendeten Melksysteme AMS und MUL mit Angaben zur Schlauchlänge und zum Schlauchinnendurchmesser.

Bei den durchgeführten Nassmessungen (DIN ISO 6690, 2007) lagen die vorgegebenen Durchflussraten pro Euter zwischen 0,8 und 6,0 Liter pro Minute. Die Nassmessung ermöglicht es, den Melkvorgang zu simulieren. Vorratsbehälter, Durchflussregler und künstliche Zitzen sind durch Schläuche verbunden. Die vier Melkbecher des jeweiligen Melksystems werden an einer Halterung befestigt und die künstlichen DIN ISO-Zitzen werden eingesetzt (DIN ISO 6690, 2007). Zur Vakuummessung wurde das Messgerät Bovipress (A & R Trading GmbH, Echem, Deutschland) mit einer Messgenauigkeit von $\pm 2\%$ verwendet (DIN ISO 6690, 2007). Bei jeder Messung wurde das Vakuum für sieben Pulszyklen aufgezeichnet. Das Vakuum wurde jeweils an der DIN ISO-Zitzenspitze (DIN ISO 6690, 2007), im Pulschlauch und in der Hauptvakuumleitung gemessen und aufgezeichnet. Jede Messung wurde achtmal wiederholt.

Das mittlere Vakuum in der b- und d-Phase des Pulszyklus (Vakuum- und Druckphase) wurde errechnet. Die Auswertung der gewonnenen Daten erfolgte, indem die gemessenen Vakuumwerte über die Zeit aufgetragen wurden. Der Vakuumabfall ist die Differenz zwischen Anlagenvakuum und mittlerem Melkvakuum. Somit konnte der Vakuumabfall für die b- und d-Phase jeweils bei allen untersuchten Milchflüssen berechnet werden. Alle weitere

technischen Details, die für die Studie von Belang sind, wurden in Tabelle 1 dargestellt.

Ergebnisse und Diskussion

In Abbildung 3 wird ein Ausschnitt des charakteristischen Vakuumverlaufs für AMS und MUL in zeitlicher Abfolge, bei einem Milchfluss von 2,0 l/min, dargestellt. Die Messung wurde bei einem Saug- und Entlastungsverhältnis von 65:35 durchgeführt, wobei die Pulsation sequentiell erfolgte. Gemessen wurden das Vakuum im Milchschauch an der Zitzenspitze einer DIN ISO-Zitze (DIN ISO 6690, 2007; Kurve c in Abbildung 3), das Pulsvakuum (Kurve b) und das Anlagenvakuum (Kurve a).

Für MUL zeigt sich, dass der Verlauf des Melkvakuums (Kurve c) während der Auffaltphase (a-Phase), Vakuumphase (b-Phase) und Einfaltphase (c-Phase) des Pulszyklus fast deckungsgleich mit dem Verlauf des Pulsvakuums (Kurve b) ist. Nur in der Druckphase (d-Phase) fällt das Vakuum auf ein Niveau ab, das zwischen 10 kPa und 30 kPa liegt. Beim MultiLactor® wird somit eine starke Vakuumverminderung in der Druckphase erreicht, was zu einer Entlastung des Zitzengewebes führt. Beim AMS liegt hingegen – absolut gesehen – sowohl während dem gesamt-

Tabelle 1: Technische Details und Einstellungen der beiden untersuchten Melksysteme AMS und MUL

Melksystem	AMS	MUL
Baujahr	2008	2008
Anlagenvakuum	47 kPa	35 kPa
Testflüssigkeit	Milch	Wasser
Pulsationsverhältnis	65:35	65:35
Pulsationsdauer	60 min	60 min
Pulsationstyp	alternativ	sequentiell
Aufbau der Melkeinheit	Viertel-individuell	Viertel-individuell
Milchschauchlänge vom Melkbecher zum ersten Sammelstück	2,500 mm	3,095 mm
Milchschauchlänge vom Melkbecher zur Milchleitung bzw. zum Sammeltank	2,500 mm	3,360 mm
Innendurchmesser der vier Milchschräume	12 mm	10 mm
Ort des Lufteinlasses	Unter dem Melkbecher	Biomilker® am Melkbecher
Dauer des Lufteinlasses	Kontinuierlich	Periodisch (Biomilker®)

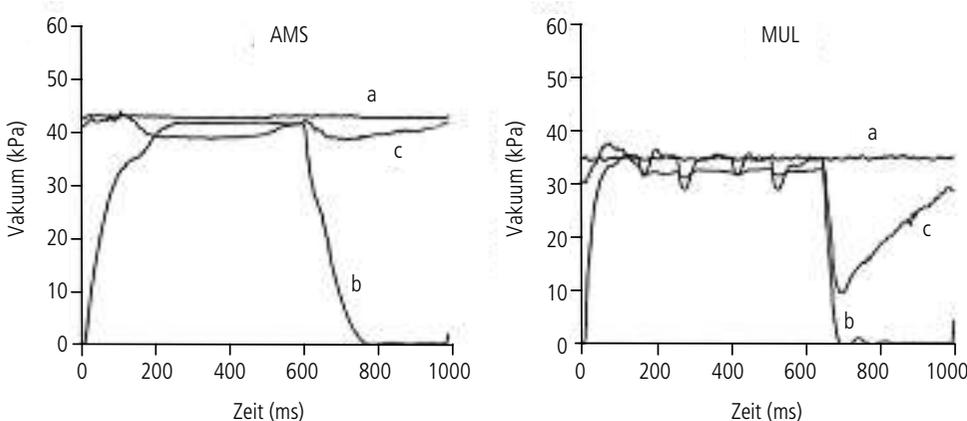


Abbildung 3: Typischer Vakuumverlauf bei AMS und MUL bei einem Durchfluss von 2,0 l/min mit den Kurven a für das Anlagenvakuum, b für das Pulsvakuum und c für das zitzenendige Melkvakuum.

ten Pulszyklus (a-, b-, c- und d-Phase) ein höheres Vakuum an, was vorwiegend durch das höhere Anlagenvakuum bedingt ist. Für die Vakuumphase (b-Phase) ist das Melkvakuum beim AMS durchgehend um 8,4 bis 11,1 kPa höher als beim MUL. Für die Druckphase (d-Phase) erhöht sich dieser Abstand noch weiter, da beim MUL neben dem niedrigen Anlagenvakuum die Biomilker®-Funktion in der Druckphase zusätzlich ihre vakuumsenkende Wirkung entfaltet. Insbesondere bei niedrigen Milchflüssen kann von der Vakuumapplikation des AMS eine beträchtliche Gefahr für die Gesundheit der Zitzen ausgehen, da hohes Vakuum vor allem bei empfindlichen Kühen zu einer übermäßigen Belastung des Zitzengewebes führen kann, was Zitzenerkrankungen wie Hyperkeratosen und Einschnürungen nach sich ziehen kann (IDF, 1994). Sagkob *et al.* (2010) kommt beim Vergleich eines konventionellen mit einem AktivPlus®-Melkzeug des Herstellers System Happel (Friesenried, Deutschland) zum Ergebnis, dass eine signifikante Verbesserung der Ringbildungen und der Hyperkeratosen, unter Verwendung von AktivPuls®, auftreten. Das AktivPuls®-Melkzeug sorgt, ähnlich wie die Biomilker®-Technologie, für Vakuumentlastung in der d-Phase (Entlastungsphase) des Pulszyklus. Bereits aus einer vor längerer Zeit durchgeführten Studie (Thiel u. Mein 1979) kann abgeleitet werden, dass niedriges Vakuum sich bei niedrigem Milchfluss meist positiv auf die Nachgemelkmengen auswirkt. So schreiben Thiel und Mein (1979), dass eine Erhöhung des Anlagenvakuums zu höheren Milchflüssen führt, aber dass dies auch die Nachgemelke erhöht. Rasmussen und Madsen (2000) berichten wiederum, dass das Melken bei niedrigem Vakuum (26–30 kPa am Zitzenende), im Gegensatz zu hohem Vakuum (33–39 kPa am Zitzenende) die durchschnittliche Melkdauer verlängert und die Häufigkeit von kletternden Zitzengummis erhöht. Für hohes Vakuum konnte hingegen gezeigt werden, dass es die durchschnittliche Melkdauer mässig verkürzt (Reinemann 2001), aber die Anzahl offener Zitzenenden nach dem Melken erhöht. Weiter erhöhte sich auch die Zeitdauer, welche die Zitzenenden benötigen, um sich wieder zu verschliessen, und hohes Vakuum vermehrte die Hyperkeratosen am Zitzenende (Mein, Williams u. Reinemann 2003). Hyperkeratosen können langfristig das Mastitisrisiko erhöhen. Hamann (1987) kam zur Schlussfolgerung, dass Mastitis durch nicht optimale Einstellungen an der Melktechnik verursacht werden kann.

Ob sich hohes Vakuum zitzenschädigend auswirkt, hängt zusätzlich von der Dauer der Belastung, zum Beispiel vom Pulsverhältnis und von der Zyklusdauer ab (Reinemann 2010), die hier allerdings bei beiden Geräten im wünschenswerten Bereich lagen. Bei höheren Milchflüssen ergibt sich beim AMS jedoch nur eine moderat höhere

Vakuumentlastung in der Druckphase (d-Phase). Milchflüsse über 4,0 l/min nehmen jedoch üblicherweise nur einen geringen prozentualen Anteil der Melkdauer einer Kuh ein. Die Kurve des MUL wird durch das Zusammenwirken von periodischem Lufteinlass und Pulsansteuerung erreicht. In der Vakuumphase (b-Phase) in Abbildung 3 ist der maximale Vakuumabfall beim MUL mit zirka 4 kPa unter Anlagenniveau relativ gering. Somit erzeugen beide Melksysteme zitzennah einen stabilen Vakuumverlauf, wobei das Vakuumniveau beim AMS sehr hoch ist. Bei allen untersuchten Durchflussraten wurde ein charakteristischer Kurvenverlauf für die beiden Melksysteme festgestellt, der dem Vakuumverlauf bei einem Durchfluss von 2,0 l/min (Abb. 3) ähnlich ist. Das mittlere Vakuum bei anderen Durchflüssen wird nachfolgend in Tabelle 2 dargestellt.

In Tabelle 2 sind die Ergebnisse der durchgeführten Vakuummessung für jeweils vier Durchflussmengen angegeben. Dabei zeigt sich, dass das zitzenendige Vakuum im AMS bei allen Milchflüssen deutlich höher lag als im MUL. Diese Erkenntnis stimmt mit den Ergebnissen aus Abbildung 3 überein. Weiterhin sinkt das zitzenendige Vakuum in beiden Melksystemen und in beiden untersuchten Melkphasen (b- und d-Phase) mit steigendem Milchfluss. In der b-Phase (Vakuumphase), in welcher der Milchentzug stattfindet, weist MUL einen geringeren Vakuumabfall bei steigendem Milchfluss auf als das AMS. Der Vakuumabfall beim AMS beträgt beim maximalen Durchfluss von 6,0 l/min somit 6,5 kPa während er beim MUL beim gleichen Durchfluss nur 2,9 kPa beträgt. Damit kommt

Tabelle 2: Mittleres Melkvakuum am Zitzenende einer DIN-ISO Zitze für unterschiedliche Durchflüsse für die b- und d-Phase des Pulszyklus in beiden untersuchten Melksysteme AMS und MUL (DIN ISO 6690, 2007)

Durchfluss in l/min pro Euter	Vakuum am Zitzenende in kPa AMS*		Vakuum am Zitzenende in kPa MUL**	
	Mittelwert	Standard- abweichung	Mittelwert	Standard- abweichung
In der Vakuumphase (b-Phase) des Pulszyklus				
0,8	45,2	0,45	34,1	1,23
2,0	43,5	0,96	34,4	1,56
4,8	41,7	1,28	33,3	1,12
6,0	40,5	1,72	32,1	1,26
In der Druckphase (d-Phase) des Pulszyklus				
0,8	43,9	1,08	26,4	0,92
2,0	41,9	1,73	20,7	0,87
4,8	36,9	1,52	12,8	1,77
6,0	34,2	3,59	9,9	1,43

* Anlagenvakuum AMS = 47 kPa

** Anlagenvakuum MUL = 35 kPa

beim MUL in der b-Phase (Vakuumphase) mehr vom verfügbaren Anlagenvakuum an der Zitze an. Nur deshalb kann der MUL bei einem so niedrigen Anlagenvakuum betrieben werden. In der d-Phase (Druckphase) in der die Zitze entlastet werden soll, erreicht MUL durch die Biomilker®-Technologie mit Lufteinlass deutlich niedrigere Vakuumwerte, was eindeutig zur Entlastung des Zitzengewebes im Melkprozess führt (Hoefelmayr u. Maier 1979a). Dies wird durch viele Studien belegt, zuletzt nachgewiesen von Sagkob *et al.* (2010). Das AMS erreicht hingegen in der d-Phase (Druckphase) mit einem kontinuierlichen Lufteinlass am Melkbecher nur moderat höhere Vakuumentlastungen, als sie beim AMS in der b-Phase (Vakuumphase) auftreten. Insbesondere bei niedrigen Milchflüssen erfolgt beim AMS damit nur eine geringe Entlastung des Zitzengewebes in der d-Phase. Beim MUL wird hingegen eine Vakuumverminderung erreicht, die zwischen 26,4 und 9,9 kPa liegt. Nach Hömberg (2008) sollte das zitzenendige Vakuum in der d-Phase unter 20 kPa liegen. Damit ist es im AMS in der d-Phase bei allen dargestellten Milchflüssen zu hoch.

Selbst beim MUL ist das zitzenendige Vakuum in der d-Phase für den Milchfluss 0,8 l/min mit 26,4 kPa noch etwas zu hoch. Durch die Konstruktion einer Vakuumregelungseinheit für das zitzenendige Vakuum könnte der Einfluss des Milchflusses auf das zitzenendige Vakuum vermindert werden. Somit wäre es möglich, bei allen Milchflüssen konstant niedriges zitzenendiges Vakuum bereitzustellen, das bei allen möglichen Milchflüssen zum Beispiel im Bereich von etwa 15 kPa liegen könnte. Grundsätzlich kann durch eine Absenkung des zitzenendigen Vakuums – insbesondere in der d-Phase (Druckphase) – eine bessere Eutergesundheit erreicht werden. Allerdings muss ein solches Melkregime eng mit den weiteren Einstellungen der Melkanlage und mit dem übrigen Herdenmanagement abgestimmt sein.

Somit kann abschliessend festgestellt werden, dass durch die Biomilker®-Technologie bzw. eine technische Einrichtung zur Vakuumverminderung in der d-Phase, in allen viertelindividuellen Melksystemen mit langen viertelweise geführten Milchschräuchen zu einer Verbesserung der Vakuumapplikation beitragen könnte, da sie geringe Vakuumabfälle in der b-Phase (Vakuumphase) und Vakuumentlastung in der d-Phase gewährleistet. Weiter kann eine viertelindividuelle Vakuumregelungseinheit dazu beitragen, dass auch bei niedrigen Milchflüssen eine grössere Vakuumentlastung der Zitze in der d-Phase des Pulszyklus erreicht wird.

Ausblick

Der MultiLactor® ist ein viel versprechendes neues Produkt am Markt, der sich von anderen Melksystemen durch seine Vakuumapplikation vom verwendeten AMS deutlich unterscheidet. Er verfügt über das Potential einige Problembereiche der Milchgewinnung im Melkstand zu lösen. Beim automatischen Melken stand bisher die optimale Ansetztechnik im Vordergrund der Forschung und Entwicklung, da hierüber eine höhere Auslastung des AMS ermöglicht wird. Dadurch konnte die ökonomische Attraktivität des automatischen Melkens schnell vorangetrieben werden. Nun ist es jedoch an der Zeit auch beim automatischen Melken den Fokus stärker auf das Geschehen am Euter zu lenken. Wie mit dieser Studie gezeigt wird, besteht hier noch Optimierungspotential. Die Vakuumapplikation des MultiLactors® kann hierbei als richtungweisend angesehen werden. Trotzdem wird das automatische Melken aufgrund der Zeitersparnis auf Dauer besonders in den Hochlohnländern deutlich Marktanteile hinzugewinnen. Insbesondere da vom Hersteller DeLaval (Glinde, Deutschland) mit AMRTM, dem Melkkarusell mit Robotoransetzarm, nun ein Produkt geschaffen wurde, das die Vorteile des automatischen und viertelindividuellen Melkens mit den Vorteilen der Rationalität des Melkkarusells verbindet. Dabei kann insbesondere bei Grossbetrieben das vorhandene Management- und Fütterungssystem aufrechterhalten werden, was beim Einsatz der bisherigen AMS-Boxenanlagen so nicht möglich ist, da die Kühe hier mit Futter in die Melkbox gelockt werden müssen.

Dennoch werden viele Betriebe auch in Ländern mit niedrigeren Löhnen in Zukunft die Variante des viertelindividuellen Melkens im Melkstand nutzen, insbesondere da diese Technik – wie gegenwärtig beim MultiLactor® – eine hervorragende Vakuumapplikation, sehr gute hygienische Bedingungen und die beste Entlastung für die Melkperson bietet, die es in nichtautomatischen Melksystemen je gab. Somit wird die Idee des viertelindividuellen Melkens durch AMS, MUL und AMRTM weiter vorgebracht. Insbesondere, da dieser Fortschritt den Einzug noch präziserer Techniken ermöglicht. Beispiele hierfür sind die bereits angeführte viertelweise Vakuumregelung, die derzeit am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB) entwickelt wird, die viertelweise Abtrennung nicht marktfähiger Milch und die Verhinderung des Keimübertrages von Euterviertel zu Euterviertel durch die langen Milchschräuche. Ein weiterer Vorteil der viertelindividuellen Technik besteht darin, dass bessere Überwachungsmöglichkeiten durch viertelweise erhobene Daten zu Zellzahlen weitere eutergesundheitsrelevante Parameter geschaffen werden. Weiter kann der MultiLactor® auch in grösseren AMS-Melkbox-Betrieben zur Betreuung der nicht roboterfähigen Kühe und der Frischkalbenden zum Einsatz kommen. Das viertelindividuelle Melken wird somit auch in Zukunft die Melktechnik voran bringen.

Literatur

- DIN ISO 6690. 2007. Milking machine installations – mechanical tests. International Organization for Standardization.
- Hamann J. 1987. The role of machine factors in the aetiology and pathogenesis of mastitis. Hohenheimer Arbeiten. Research on Milk Production, Stuttgart, Germany, S. 22–56.
- Harms J. 2009. Automatisches Melken – Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. ART-Schriftenreihe 9: 105-113. Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Hoefelmayr T., Maier J. 1979a. Vom klassischen Zweiraumbecher und seinen Funktionsmängeln. Milchpraxis 17: 62–64.
- Hoefelmayr T., Maier J. 1979b. So arbeitet der Bio-Milker. Milchpraxis 17: 65.
- Hömberg D. 2008. Wenn Vakuumverluste Kühe krank machen. DLZ Agrarmagazin 11: 119–121.
- IDF. 1994. Teat tissue reactions to machine milking and new infection risk. Bulletin of the international dairy federation.
- Maris U., Roe K. 2004. Milk in the news. Hrsg.: Meijering A., Hogeveen H. & de Koning C.J.A.M., Automatic Milking – a better understanding. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands, S. 27–36.
- 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. Journal of Dairy Science 83 (1): 77–84.
- Reinemann D. J., Davis M. A., Costa D., Rodriguez A. C. 2001. Effects of Milking Vacuum on Milking Performance and Teat Condition. Proceedings, Annual meeting of the National Mastitis Council. International Symposium on Mastitis and Milk Quality.
- Reinemann D. J. 2010. Review of some of the potential benefits of quarter-milking. S. 7–15; International Workshop; The future of the quarter individual milking; 14.–15.09.2010 Potsdam. Bornimer Agrartechnische Berichte; Heft 76.
- Rose S., Brunsch R. 2007. Viertelindividuelles Melken in konventionellen Melksystemen. Landtechnik 62 (3): 170–171.
- Mein G. A., Williams D. M., Reinemann D. J. 2003. Effects of milking on teat-end hyperkeratosis: 1. mechanical forces applied by the teatcup liner and responses of the teat. Proceedings, 42nd annual meeting of the national mastitis council, 26.–29.01.2003, Fort Worth, USA.
- Sagkob S., Rudovsky H-J., Pache S., Herrmann H-J., Bernhardt H. 2010. Auswirkungen verschiedener Melkzeuge auf Zitzenkondition und Milchabgabeparameter. Landtechnik 65 (1): 27–30.
- Schlaiss G. 1994. Einfluss von modifizierten Zitzengummibewegungen auf Milchabgabeparameter und zyklische Vakuumschwankungen. Dissertation. Forschungsbericht Agrartechnik des AK Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG), Nr. 255. Eigenverlag, Hohenheim.
- Ströbel U., Rose-Meierhöfer S., Ammon C., Brunsch R. 2009. Quarter individual milking with Multilactor® in milking parlours. Landtechnik 64 (2): 106–108.
- Thiel C.C., Mein G.A. 1979. Action of the cluster during milking. Hrsg.: Thiel C.C. & Dodd F.H.; Machine Milking. National Institute for Research in Dairying (NIRD), Reading, Grossbritannien, S. 116–155.



Aktivität und Liegeverhalten von Milchkühen in Ställen mit Automatischem Melksystem (AMS)

Simone Helmreich¹, Lorenz Gyga², Beat Wechsler², Rudolf Hauser²; simone.helmreich@lazbw.bwl.de

¹ Landwirtschaftliches Zentrum für Rinderhaltung Grünlandwirtschaft, Milchwirtschaft, Wild und Fischerei Baden-Württemberg, D-88326 Aulendorf

² Zentrum für tiergerechte Haltung: Wiederkäuer und Schweine, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8536 Ettenhausen

Zusammenfassung

Durch den Einsatz eines AMS haben Kühe die Freiheit, ihren Tagesrhythmus selbst zu bestimmen. Verschiedene Umtriebssysteme, die den Zutritt zu bestimmten Stallbereichen regeln, schränken diese Freiheit allerdings ein und können somit den individuellen Tagesrhythmus der Kühe negativ beeinflussen. Ein wichtiger Indikator für das Wohlbefinden ist daher das individuelle Zeitbudget der Kühe. Verkürzte Liege- oder geringe Fresszeiten können einen Hinweis auf fehlenden Tierkomfort geben (Fregonesi und Leaver 2001).

In dieser Studie wurden auf vier Betrieben mittels eines Ortungssystems die Aufenthaltszeiten in diversen Stallbereichen gemessen. Darüber hinaus wurde auf acht Betrieben das Liegeverhalten mit Hilfe eines Beschleunigungsloggers (MSR) ermittelt. Die Auswertung der Ortungsdaten zeigte, dass sich Tiere mit einer hohen Anzahl langer Zwischenmelkzeiten von mehr als 14 h, pro Tag länger im Fressbereich aufhielten ($F_{1,207} = 3,88$; $p = 0,05$). Mit steigendem Alter nahm die Aufenthaltszeit im Liegebereich pro Tag ($F_{1,207} = 5,79$; $p = 0,02$) und pro Liegeboxbesuch zu ($F_{1,207} = 32,41$; $p < 0,0001$). Die Aufenthaltszeit im Warteraum vor dem AMS stieg mit zunehmender Anzahl unvollständiger Melkungen tendenziell an ($F_{1,207} = 3,27$; $p = 0,07$) und sank mit höherem Alter ($F_{1,207} = 5,46$; $p = 0,02$). Die mit den MSR-Loggern gemessenen Liegezeiten betragen durchschnittlich 10,8 Stunden pro Tag und in der Nacht (22–5 Uhr) 5,0 Stunden. Die tägliche Liegezeit nahm mit steigender Milchmenge ab ($F_{1,207} = 6,85$; $p = 0,01$). Einen negativen Einfluss auf die nächtliche Liegezeit hatten sowohl die Milchmenge ($F_{1,207} = 3,84$; $p = 0,05$) als auch die Anzahl Nachtmelkungen ($F_{1,207} = 3,20$; $p = 0,08$). Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl physiologische Einflussgrößen, wie das Alter und die Milchmenge, als auch durch das System verursachte Parameter, wie lange Zwischenmelkzeiten, Nachtmelkungen und unvollständige Melkungen, das Zeitbudget von Milchkühen in einem Stall mit AMS beeinflussen können.

Résumé

Activité et comportement au repos des vaches laitières dans des étables équipées de système de traite automatique (AMS)

L'emploi d'un AMS permet aux vaches de déterminer elles-mêmes leur rythme quotidien. Divers systèmes de circulation qui règlent l'accès aux différentes aires de l'étable limitent toutefois cette liberté et peuvent donc avoir un impact négatif sur le rythme quotidien individuel des vaches. Par conséquent, le budget temps individuel des vaches est un indicateur capital de leur bien-être. Un temps limité passé en position couchée ou des temps de repas courts peuvent indiquer un manque de confort (Fregonesi et Leaver, 2001).

Dans la présente étude, les temps de séjour des animaux dans les diverses aires de l'étable ont été mesurés à l'aide d'un système de repérage dans quatre exploitations différentes. En outre, dans huit autres exploitations, les chercheurs ont calculé le temps passé en position couchée par les animaux à l'aide d'un capteur d'accélération (MSR). L'analyse statistique des données a été effectuée avec des modèles généralisés à effets mixtes. L'évaluation des données de repérage montre que les animaux qui ont un grand nombre d'intervalles de traites longs, de plus 14 heures, séjournent plus longtemps dans l'aire d'affouragement par jour ($F_{1,207} = 3,88$; $p = 0,05$). Plus les vaches avancent en âge, plus le temps de séjour dans l'aire de repos par jour ($F_{1,207} = 5,79$; $p = 0,02$) et par visite des boxes ($F_{1,207} = 32,41$; $p < 0,0001$) augmente. Le temps de séjour dans l'aire d'attente avait tendance à augmenter avec le nombre de traites incomplètes ($F_{1,207} = 3,27$; $p = 0,07$) et à baisser avec l'âge ($F_{1,207} = 5,46$; $p = 0,02$). La durée passée en position couchée mesurée avec le MSR dans les huit exploitations étaient en moyenne de 10,8 heures par jour et de 5,0 heures par nuit (22.00 à 05.00 h). La durée passée en position couchée par jour diminuait avec l'augmentation de la production laitière quotidienne ($F_{1,207} = 6,85$; $p = 0,01$). La production laitière ($F_{1,207} = 3,84$; $p = 0,05$) tout comme le nombre de traites nocturnes ($F_{1,207} = 3,20$; $p = 0,08$) avaient une influence négative sur le temps passé en position couchée pendant la nuit. Les résultats montrent que les facteurs physiologiques comme l'âge et la production laitière, ainsi que les paramètres dépendants du système, comme les traites intermédiaires longues, l'égouttage et les traites incomplètes, peuvent se répercu-

ter sur le budget temps des vaches laitières dans une étable équipée d'AMS.

Summary

Activity and resting behaviour of dairy cows in barns with automatic milking systems (AMS's)

Where AMS's are used, cows have the freedom to determine their daily rhythm themselves. Various cow-movement systems governing access to specific areas of the barn limit this freedom, however. Consequently, a cow's individual time budget is an important indicator of well-being. Resting time that is cut short or low feeding times may indicate an absence of ease in the animals.

This study measured the time spent by cows in various areas of the barn on 4 farms by means of a tracking system. In addition, resting behaviour was recorded on 8 farms with the aid of an acceleration logger. Data was statistically analysed using generalised mixed-effects models. Analysis of the tracking data shows that animals with a longer milking interval (> 14 h) spent more time daily in the feeding area ($F_{1,207} = 3.88$; $p = 0.05$). With age, time spent in the resting area per day and per resting-cubicle visit increased to $F_{1,207} = 5.79$ ($p = 0.02$) and $F_{1,207} = 32.41$ ($p < 0.0001$) respectively. Time spent in the waiting area tended to rise with an increasing number of incomplete milkings ($F_{1,207} = 3.27$; $p = 0.07$), and fell with increasing age ($F_{1,207} = 5.46$; $p = 0.02$). The daily and nightly (22.00-5.00) resting times measured on the 8 farms with the MSR loggers averaged 651 min and 302 min, respectively. Daily resting time fell with increasing daily milk yield. ($F_{1,207} = 6.85$; $p = 0.01$). Both milk yield ($F_{1,207} = 3.84$; $p = 0.05$) and number of night milkings ($F_{1,207} = 3.20$; $p = 0.08$) had a negative impact on nocturnal resting time. The results show that both physiological influencing variables such as age and milk yield, as well as system-induced parameters such as long milking intervals, night milkings and incomplete milkings, can affect the activity of dairy cows in barns with AMS's.

Einleitung

Kann eine Milchkuh ihre natürlichen Verhaltensweisen ausgeprägt ausüben, wirkt sich dies positiv auf ihr Wohlbefinden, ihre Leistungsfähigkeit und Nutzungsdauer aus. Rinder sind Herdentiere und zeigen vor allem beim Fressen und Ruhen ein herdensynchrones Verhalten. Durch den Einsatz eines AMS und die damit einhergehenden individuellen Melk-, Fress- und Ruhezeiten geht diese Herdensynchronisation verloren. Ferner haben die Kühe in einem Stall mit AMS zwar die Freiheit, ihren Tagesrhythmus selbst zu bestimmen, der limitierte Zugang zu bestimmten Stallbereichen sowie Verdrängungen durch andere Herdenmitglieder und ein abgeschlossener Wartebereich vor dem AMS können diese neugewonnene Freiheit jedoch ein-

schränken. Dies kann sich negativ auf das Wohlbefinden einzelner Kühe der Herde auswirken. Lange Zwischenmelkzeiten (ZMZ), ein hoher Anteil an Nachtmelkungen, lange Wartezeiten vor dem AMS sowie kürzere Fress- und Liegezeiten können die Folge sein. Somit ist das Zeitbudget ein wichtiger Indikator für das Wohlbefinden von Kühen auf AMS-Betrieben.

Ziel dieser Studie war es, die Aufenthaltsdauer von Kühen auf AMS-Betrieben für verschiedene Stallbereiche sowie die Liegezeiten der Kühe zu bestimmen. In der Analyse sollte aufgezeigt werden, wie das Zeitbudget der Tiere durch Aspekte des Melkgeschehens (ZMZ, Nachtmelkungen, unvollständige Melkungen) sowie physiologische Parameter (Alter der Kühe, Milchleistung) beeinflusst wird.

Methoden

Auf vier Schweizer Praxisbetrieben wurden von jeweils 45 bis 60 ausgewählten Michkühen (Versuchstiere) mit Hilfe eines radarbasierten Ortungssystems der Firma ABATEC Electronic AG (Österreich) kontinuierlich Positionsdaten aufgezeichnet. Dazu wurde das System mit 12 bis 14 Basisstationen und einem Referenztransponder im Stall montiert und den Kühen Halsbänder mit Transpondern angelegt (Abb. 1). Diese Transponder sowie der Referenztransponder sendeten Signale an die Basisstationen (Abb. 2). Die Daten wurden über Glasfaserkabel an einen Zentralrechner weitergeleitet, der die 2D-Positionsdaten errechnete. Pro Tier wurden über einen Zeitraum von 48 Stunden drei bis vier Positionswerte pro Minute aufgenommen und daraus die Aufenthaltszeiten in unterschiedlichen Stallbereichen bestimmt. Die Umtriebssysteme der vier mit Tiefboxen ausgestatteten Ställe waren «frei», «frei mit geschlossenem Warteraum», «selektiv gelenkt» und «feed first». Die Laktationstage der Versuchskühe zu Beginn des Versuchszeitraums lagen im Betriebsdurchschnitt zwischen 127 ± 87 und 190 ± 150 Tagen. Die tägliche Milchmenge betrug minimal $22,3 \pm 6,5$ und maximal $26,8 \pm 8,4$ kg/Tag. Die ausgewählten Versuchstiere befanden sich in einem guten allgemeinen Gesundheitszustand.



Abbildung 1: Kuh mit Transponder und Logger.



Abbildung 2: Im Stall montierte Basisstation.

Die Datenlogger zur Erfassung des Liegeverhaltens (MSR Electronics GmbH, Schweiz) wurden am linken Hinterbein der Versuchstiere befestigt (Abb. 1). Sie zeichneten, kontinuierlich in Intervallen von 30 s, Beschleunigungswerte in Richtung der y-Achse auf. Aus diesen Werten wurden die Steh- und Liegeperioden der einzelnen Kühe ermittelt. Die MSR-Logger wurden in einem Vorversuch im Versuchsstall der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART validiert. Zwischen den mit Hilfe von Videoaufzeichnungen ermittelten Liegezeiten und den Loggerdaten wurde eine Übereinstimmung von 99,92 % ermittelt. Die Untersuchung der Liegezeiten erfolgte auf acht Schweizer Betrieben, einschliesslich der vier Betriebe, die zur Aufzeichnung der Ortungsdaten dienten. Der Liegebereich war in sieben Ställen mit Tiefboxen ausgestattet und in einem Stall mit Hochboxen mit Gummimatten. Pro Betrieb wurde das Liegeverhalten von jeweils 14 bis 36 gesunden Kühe untersucht, die im Durchschnitt 94±59 bis 175±79 Laktationstage und eine durchschnittliche Milchmenge von 22,4±6,8 bis 29,9±6,8 kg/Tag aufwiesen.

Die Analyse der Daten erfolgte mit Hilfe von generalisierten gemischte Effekte Modellen unter Verwendung von R 2.10.1 (R Development Core Team, 2009; Venables und Ripley 2000). In verschiedenen Modellen stellten jeweils die tägliche Aufenthaltszeit im Warte-, Liege- und Fressbereich sowie die Dauer jedes einzelnen Besuches in diesen Bereichen die Zielvariablen dar. Zur Analyse der MSR-Loggerdaten dienten die Liegezeit über 24 Stunden und die nächtliche Liegezeit (22–5 Uhr) als Zielvariable. Die einzelnen Betriebe bildeten in allen Modellen die fixen Effekte. Die Anzahl der Nachtmelkungen, der ZMZ von mehr als 14 Stunden Dauer und der unvollständigen Melkungen (einzelne Melkbecher wurden nicht angesetzt oder wieder abgeschlagen bzw. gemolkene Milchmenge weicht von erwarteter Milchmenge ab) wurden über einen Zeitraum von sieben aufeinanderfolgenden Tagen erfasst. Diese Parameter sowie das Alter und die durchschnittliche tägliche Milchmenge der einzelnen Kühe stellten in den Modellen die erklärenden Variablen dar.

Resultate

Die Auswertung der Positionsdaten auf den vier Betrieben ergab, dass sich die Versuchskühe pro Tag im Durchschnitt 12 Stunden im Liegebereich, 7 Stunden im Fressbereich und 1,5 Stunden im Warteraum vor dem AMS aufhielten. Sonstige Aufenthaltsorte wie Gänge und Laufhöfe wurden täglich durchschnittlich 3,5 Stunden genutzt (Abb. 3). Die Aufenthaltsdauer im Liegebereich variierte auf den vier Betrieben zwischen 10,7±2,2 und 13,7±1,9 Stunden. Wobei die zwei Betriebe, die im Herbst/Winter untersucht wurden, längere durchschnittliche Aufenthaltszeiten im Liegebereich aufwiesen. Die Kühe auf dem Betrieb, der das Umtriebssystem «Feed First» praktizierte, hielten sich im Mittel am längsten im Fressbereich auf (8,6±2,3 Stunden). Auf diesem Betrieb wurden auch die längsten täglichen Wartezeiten vor dem AMS gemessen (1,9±1,4 Stunden).

Die statistische Analyse der Positionsdaten über alle vier Betriebe ergab, dass das Alter der Tiere einen signifikant positiven Einfluss auf die tägliche Aufenthaltszeit ($F_{1,207} = 5,79$; $p = 0,02$) und die jeweilige Aufenthaltsdauer pro Besuch ($F_{1,207} = 32,41$; $p < 0,0001$) im Liegebereich hatte. Die Wartezeit vor dem AMS nahm mit steigendem Alter der Tiere ab, stieg jedoch mit zunehmender Anzahl unvollständiger Melkungen tendenziell an ($F_{1,207} = 3,27$; $p = 0,07$). Weiterhin zeigte die Auswertung der Ortungsdaten, dass sich Tiere mit einer höheren Anzahl ZMZ von mehr als 14 Stunden, täglich länger im Fressbereich aufhielten ($r = 0,27$; $F_{1,207} = 3,88$; $p = 0,05$) (Abb. 4).

Betrachtet man die auf den acht Betrieben gemessenen Loggerdaten der 217 untersuchten Versuchstiere, so betragen die täglichen Liegezeiten durchschnittlich 10,9±2,1 und die nächtlichen 5,0±1,1 Stunden. Die täglichen Liegezeiten auf den einzelnen Betrieben lagen zwischen 9,6±1,8 und 12,6±1,9 Stunden und die nächtlichen Liegezeiten zwischen 4,1±1,1 und 6,7±1,1 Stunden (Abb. 5). Der im Winter untersuchte Betrieb 2 mit freiem Umtriebssystem und geschlossenem Warteraum wies dabei die längsten durchschnittlichen Liegezeiten auf.

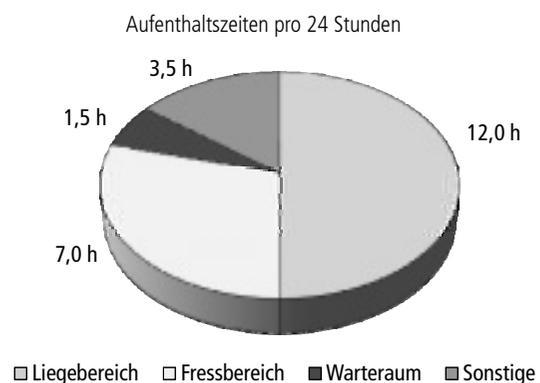


Abbildung 3: Durchschnittliche Aufenthaltszeiten aller untersuchten Kühe in unterschiedlichen Stallbereichen über 24 Stunden.

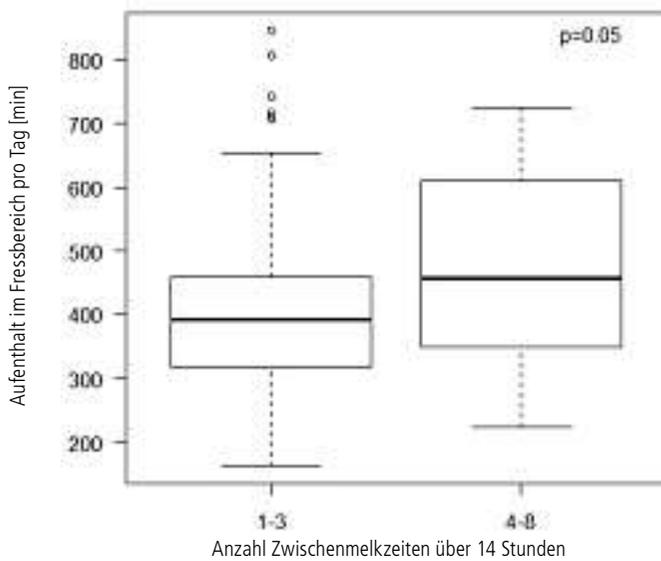


Abbildung 4: Einfluss der Anzahl der ZMZ mit einer Dauer von mehr als 14 Stunden (gemessen über einen Zeitraum von 7 Tagen) auf den Aufenthalt der Kühe im Fressbereich in min.

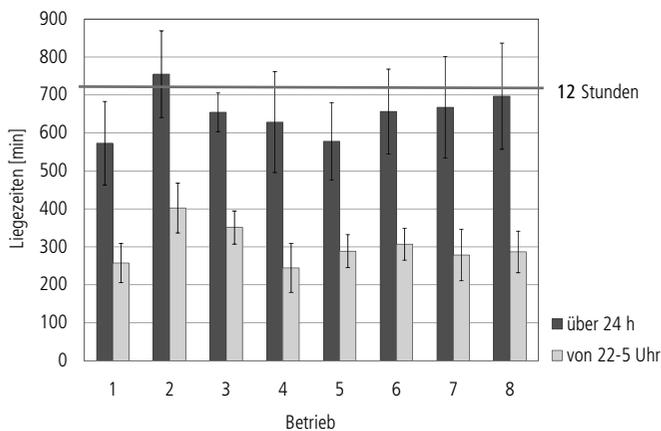


Abbildung 5: Liegezeiten von Milchkühen auf acht AMS-Betrieben.

Die tägliche Liegezeit ($F_{1,207} = 6,85; p = 0,01$) sowie auch die nächtliche Liegezeit ($F_{1,207} = 3,84; p = 0,05$) nahmen mit steigender täglicher Milchmenge ab. Mit steigender Anzahl an Nachtmelkungen erfolgte eine tendenzielle Reduzierung der nächtlichen Liegezeit ($F_{1,207} = 3,20; p = 0,08$).

Diskussion

Samraus (1971) stellte fest, dass das Alter der Tiere ein Faktor ist, der das Liegeverhalten einer Milchkuh beeinflussen kann. In der vorliegenden Untersuchung hielten sich Kühe mit zunehmendem Alter zwar täglich und auch pro Besuchsdauer länger im Liegebereich auf, das Alter hatte jedoch keinen Einfluss auf die tatsächlichen Liegezeiten. Daraus lässt sich folgern, dass ältere Tiere, möglicherweise aufgrund des reduzierten Bewegungsdranges,

häufiger im Liegebereich standen. Das Alter der Tiere hatte weiterhin einen statistisch signifikant negativen Einfluss auf die tägliche Aufenthaltsdauer im Warteraum vor dem AMS, was eine kürzere Verweilzeit bedeutet. Dies könnte dadurch zu erklären sein, dass ältere Kühe meist eine höhere Rangposition einnehmen (Reinhardt 1973, O'Connell *et al.* 1989) und somit schneller, vorbei an den rangtiefen Tieren, den AMS betreten können (Ketelaar-de Lauwere *et al.* 1996).

Nach einer unvollständigen Melkung hatten die Kühe auf den untersuchten Betrieben sofort wieder Melkberechtigung und wurden entweder direkt in den Wartebereich vor dem AMS zurückgeleitet oder kehrten selbstständig nach kürzerer Zwischenmelkzeit wieder in den Melkbereich zurück. Dies ist eine mögliche Ursache für die tendenziell längere tägliche Wartezeit mit steigender Anzahl unvollständiger Melkungen.

Konkurrenzsituationen ergeben sich auf AMS-Betrieben hauptsächlich am Fressgitter und im Zugang zum Melkbereich. Ketelaar-de Lauwere *et al.* (1996) beobachteten, dass rangtiefe Tiere den Warteraum oftmals ohne erfolgten Besuch des AMS wieder verliessen, was hohe ZMZ nach sich führte. Kühe, die in 7 Tagen eine hohe Anzahl ZMZ von mehr als 14 Stunden aufwiesen, hielten sich pro Tag länger im Fressbereich auf. Bei diesen Tieren mit langen ZMZ könnte es sich vermehrt um rangtiefe Kühe gehandelt haben, die durch ranghöhere Tiere häufiger aus dem Melkbereich sowie auch am Fressgitter verdrängt wurden und so eine längere Zeit zur Futteraufnahme benötigten.

Die längsten täglichen Wartezeiten vor dem AMS wurden auf dem Betrieb mit dem «Feed-First»-System gemessen. Auf diesem Betrieb konnte man einzelne Kühe beobachten, die häufig und vor allem nachts, im Fressbereich lagen und dadurch hohe Aufenthaltszeiten in diesem Bereich aufwiesen. Mögliche Ursachen hierfür könnte der am Selektionstor eingestellte limitierte Zugang zum Warteraum sein, der nur acht melkberechtigten Tieren gleichzeitig den Eintritt in den Warteraum ermöglichte.

Die Analyse der MSR-Loggerdaten zeigte, dass Kühe mit höherer täglicher Milchmenge kürzere Liegezeiten sowohl über 24 Stunden als auch von 22 bis 5 Uhr aufwiesen. Diesen Zusammenhang stellten auch DeVries *et al.* (2010) in ihrer Untersuchung des Liegeverhaltens von Kühen in einem AMS-Stall fest. Dies scheint den Ergebnissen von Rulquin *et al.* (1992) zu widersprechen, die feststellten, dass längere Liegeperioden durch den im Liegen erhöhten Blutfluss der hinteren Euterarterie die Milchproduktion steigerten. Da aber die Milchproduktion erwartungsgemäss positiv mit der Melkfrequenz korreliert ist (Stelwagen *et al.* 2008), ist das Ergebnis der vorliegenden Studie nicht überraschend. Hochproduzierende Kühe weisen eine höhere Melkfrequenz auf, gehen dadurch häufiger zum Melken und liegen folglich weniger. Analog kann auch der tendenziell negative Einfluss der Anzahl Nachtmelkungen auf die nächtliche Liegezeit erklärt werden. Tiere mit einer

hohen Melkfrequenz mussten auf den untersuchten AMS-Betrieben aufgrund der einzuhaltenden ZMZ eine Melkung in die Nacht verlegen, was sich auf das nächtliche Liegeverhalten auswirken kann.

Die durchschnittlichen täglichen Liegezeiten der Kühe auf den untersuchten AMS-Betrieben waren im Vergleich zu anderen Untersuchungen bei Milchkühen in Laufställen mit Melkstand (Cook *et al.* 2005) relativ kurz. Tatsächlich wurde in der vorliegenden Studie nur auf einem Betrieb, der im Winter untersucht wurde, die in der Literatur als optimal bezeichnete tägliche Liegezeit von 12 Stunden (Baumgarten und Hesse 2009, Jensen *et al.* 2005, Munksgaard *et al.* 2005), erreicht (Abb. 5). Zusammenfassend konnte in der vorliegenden Untersuchung aufgezeigt werden, dass das Zeitbudget der Kühe auf Betrieben mit AMS sowohl durch physiologische Parameter, wie das Alter und die Milchmenge, als auch durch systembedingte Einflussgrößen, wie lange ZMZ, Nachtmelkungen und unvollständige Melkungen, beeinflusst werden kann.

Danksagung

Das Forschungsprojekt wurde durch das Bundesamt für Veterinärwesen (Projekt-Nummer 2.06.02) finanziert. Wir danken den Landwirten, die uns ihren Stall und ihre Tiere für diese Untersuchung zur Verfügung gestellt haben, für Ihre freundliche Unterstützung.

Literatur

- Baumgarten W., Hesse A. 2009. Wo liegen unsere Kühe? *Milchpraxis* 4, 47. Jg.
- Cook N. B., Bennett T. B., Nordlund K.V. 2005. Monitoring indices of cow comfort in free-stall housed dairy herds. *Journal of Dairy Science* 88, 3876–3885.
- DeVries T. J., Kenneth E. L., Barkema H. W., Rodenburg J., Seguin G. 2010. Understanding the lying behaviour patterns of cows milked in automated systems. *Proceedings of the First North American Conference on Precision Dairy Management*, 70–71.
- Fregonesi J. A., Leaver J. D. 2001. Behaviour, performance and health indicators of welfare for dairy cows housed in strawyard or cubicle systems, *Livestock Production Science* 68, 205–216.
- Jensen M. B., Pedersen L. J., Munksgaard L. 2005. The effect of reward duration on demand functions for rest in dairy heifers and lying requirements as measured by demand functions. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 90, 207–217.
- Ketelaar-de Lauwere C. C., Devir S., Metz J. H. M. 1996. The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 49, 199–211.
- Munksgaard L., Jensen M. B., Pedersen L. J., Hansen S. W., Matthews L. 2005. Quantifying behavioural priorities-effects of time constraints on behavior of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 92, 3–14.
- O'Connell J., Giller, P. S., Meany, W. 1989. A comparison of dairy cattle behavioural patterns at pasture and during confinement. *Ir. J. Agric. Res.*, 28, 65–72.
- Overton M. W., Sisco W. M., Temple G. D., Moore D.A. 2002. Using time-lapse video photography to assess dairy cattle lying behaviour in a free-stall barn. *Journal of Dairy Science* 85, 2407–2413.
- Reinhardt V. 1973. Beiträge zur sozialen Rangordnung und Melkordnung bei Kühen. *Z. Tierpsychol.*, 32, 281–292.
- Rulquin H., Caudal J. P. 1992. Effects of lying or standing on mammary blood flow and heart rate of dairy cows. *Ann. Zootech.* 41, 101.
- Sambraus H. H. 1971. Zum Liegeverhalten der Wiederkäuer. *Züchtungskunde*, 43, 187–198.
- Stelwagen K., Farr V. C., Nicholas G. D., Davis S. R., Prosser C. G. 2008. Effect of milking interval on milk yield and quality and rate of recovery during subsequent frequent milking, *Livestock Science* 114, 176–180.
- Venables W. N., Ripley B.D. 2000. *S programming*. Springer-Verlag, New-York.

Melkstandtechnik und Melkprobleme auf Schweizer Milchviehbetrieben

Pascal Savary, Maren Kauke, Frauke Korth, Matthias Schick; pascal.savary@art.admin.ch
Forschungsgruppe Bau, Tier und Arbeit, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, CH-8356 Ettenhausen

Zusammenfassung

Mit Hilfe einer Umfrage bei Schweizer Milchviehhaltenden wurden anhand von Angaben zur Betriebsstruktur und von Bewertungen durch den Anwender, Melkstandtechnik und Melkprobleme analysiert.

Die Anzahl moderner Melkstände für Laufställe nahm in der Vergangenheit kontinuierlich zu. Die grösste Verbreitung hatten Fischgräten-30°- und Tandem-Melkstände. Je nach Melkstandtyp lag der Anteil der Betriebe, bei denen Melkprobleme auftraten, zwischen 9 % und 28 %. Letztere hielten mehr Kühe mit höheren Milchleistungen in älteren Stallgebäuden. Die Melkleistung unterschied sich zwischen den Betrieben mit und ohne Melkproblemen hingegen nicht deutlich. Im Vergleich zu den Fischgräte-30°-Melkständen wurden Swing-Over-, Tandem- und Autotandem-Melkstände hinsichtlich des Arbeitsplatzkomforts signifikant besser bewertet. Die Zufriedenheit insgesamt war bei allen Melkstandtypen gut. Allerdings gaben die Landwirte bei den Fischgräten-30°, Fischgräten-50°, Side by Side-, Swing-Over- und Tandem-Melkständen in Bezug auf die Zufriedenheit insgesamt eine tiefere Note, wenn Melkprobleme auftraten.

Zusammenfassend zeigt die Umfrage, dass die verschiedenen Melkstände zwar von den Landwirtinnen und Landwirten positiv bewertet wurden, der Anteil Betriebe mit Melkproblemen ist aber als sehr hoch anzusehen. Es zeigt sich, dass hohe Tier- und Melkleistungen nicht unbedingt als Parameter für optimale Melkbedingungen herangezogen werden können.

Résumé

Techniques de salles de traite et problèmes de traite dans les exploitations de production laitières en suisse

Dans le cadre d'une enquête réalisée auprès des producteurs de lait suisse, les techniques de salles de traite et les problèmes concernant la traite ont été analysés, à l'aide de données structurelles des exploitations et de l'évaluation par le trayeur.

Dans le passé, le nombre de salles de traite pour les stabulations libres a augmenté continuellement. Les salles de traite en épi à 30° et tandem étaient les plus répandues.

Suivant le type de salle de traite, le pourcentage d'exploitations avec des problèmes concernant la traite variait entre 9 % et 28 %. Ces exploitations détenaient plus de vaches avec des performances laitières plus élevées dans des étables plus âgées. Par contre leurs performances de traite ne se différenciaient pas de façon distinctive. Relatif au confort de la place de travail, ce sont les salles de traite swing-over, tandem et autotandem qui furent le mieux notées. La satisfaction générale était bonne pour tous les types de salles de traite. Cependant, les salles de traite en épi 30° et 50°, side by side, swing-over et tandem ont reçu une note moins élevée concernant la satisfaction générale, lorsqu'il y avait des problèmes de traite.

En résumé, cette enquête montre que les différents types de salles de traite ont été évalués par les agricultrices et les agriculteurs de façon positive. Malgré tout, la proportion d'exploitations avec des problèmes concernant la traite est à considérer comme élevée. Ainsi, on peut constater que de hautes performances laitières et de traite ne peuvent pas être invoquées impérativement en tant que paramètres, décrivant une traite optimale.

Summary

Milking-Parlour Technology and Milking Problems on Swiss Dairy Farms

Milking-parlour technology and milking problems were analysed on the basis of farm-structure data and user evaluations furnished by a survey of Swiss dairy farmers.

The number of modern milking parlours for loose-housing systems rose steadily in the past. Most common were 30° herringbone and tandem milking parlours. Depending on parlour type, the percentage of farms with milking problems ranged between 9% and 28%, with these farms housing more dairy cows with higher milk yield in older barns. By contrast, milking-parlour performance did not differ appreciably between farms with and without milking problems. Swing-over, tandem and autotandem milking parlours were rated considerably better in terms of workplace comfort than the 30° herringbone milking parlours. Satisfaction levels for all types of milking parlour were good, although farmers reported a lower overall-satisfaction score for 30° herringbone, 50° herringbone, side-by-side, swing-over and tandem milking parlours when milking problems arose.

In summary, the survey shows that although the various milking parlours were rated positively by farmers, the percentage of farms with milking problems can nonetheless be characterised as very high. It can thus be seen that high milk yields and high milking parlour performance cannot necessarily be adduced as proof of optimal milking conditions.

Einführung

Die Bedeutung moderner Melkstände nimmt kontinuierlich zu. Während 1990 in der Schweiz in etwas mehr als 1100 Melkständen gemolken wurde, war deren Anzahl 2003 um ein fünffaches höher (Schweizerischer Bauernverband, 2009). Diese Entwicklung findet nicht nur in der Schweiz statt, sondern weltweit. Aus diesem Grund fokussieren Melkmaschinenhersteller ihre Forschung und Entwicklung sehr stark auf die Melkstand- und Melkrobotertechnik. Vom Fischgräten-Melkstand bis zum Melkroboter befinden sich verschiedene Formen von Melkverfahren auf dem Markt, die eine optimale Lösung für jeden Betriebstyp darstellen sollten. Diese Melkverfahren bringen jedoch neue Herausforderungen für Mensch und Tier mit sich. Hier steht unter anderem die Melkleistung der einzelnen Melkstandtypen im Vordergrund, die sehr stark von der Interaktion Mensch-Tier-Technik abhängt. Diese enge Beziehung bestimmt den optimalen Melkvorgang und damit auch die Qualität der produzierten Milch, die Tier-, die Eutergesundheit und das Wohlbefinden von Mensch und Tier.

Ziel dieser Umfrage war es, die vorhandenen Melkstandformen anhand von Angaben zu Betriebsstrukturen (z. B. Herdengröße, Milchleistung) zu analysieren und aus Sicht des Anwenders (z. B. anhand von Angaben zur Melkleistung, Arbeitsplatzkomfort) zu bewerten.

Trotz einer normgerecht installierten Melkanlage treten Probleme in verschiedenen Phasen des Melkablaufs auf. Dabei werden Symptome wie Verhaltens-, Milchejektions-, (Euter-)Gesundheitsstörungen, sowie Leistungsdepression beobachtet. Nach Savary *et al.* (2010) haben 21 % der Betriebe Melkprobleme und nennen elektrische Immissionen (Streu- und Kriechströme) im Melkstand als Ursache. Letztere sind elektrische Spannungen mit schwacher Amplitude (> 10 Volt), gemessen zwischen zwei Punkten, die ein Tier gleichzeitig berührt. Tiere können auf den von der Spannung erzeugten Strom reagieren und dadurch gestört werden. Auch Belo *et al.* (2009) stellten in ihrer Umfrage fest, dass bei 32 % der Fälle von Milchejektionsstörungen auf Grund von technischen Störungen unter anderem elektrische Immissionen vorkommen. Maître (2008) hat seit 2003 in der Romandie über 200 Milchviehbetriebe mit Problemen im Zusammenhang mit elektrischen Immissionen besucht. Mit Hilfe dieser Umfrage soll die Problematik von elektrischen Immissionen in Melkständen identifiziert und analysiert werden. Indirekt werden dabei Melkprobleme generell analysiert.

Material und Methode

Aus einer Grundgesamtheit von zirka 15 000 Betrieben, die am BTS-Programm (Besonders tierfreundliche Haltungssysteme) teilnehmen, wurden 2000 Betriebe aus der deutschen und französischen Schweiz zufällig ausgewählt und mittels Fragebogen zu ihrer Melktechnik befragt. Dabei wurden allgemeine Betriebsangaben wie die Produktionszone der Betriebe (Tal-, Hügel- und Bergregion), die Anzahl Milchkühe und das Milchkontingent (kg) erfasst. Zudem mussten die Tierhaltenden die durchschnittliche Milchleistung (kg Milch/Kuh/Jahr) ihrer Herde angeben. Betreffend Melktechnik gaben die befragten Betriebsleitenden mit Hilfe einer Auswahlliste an, welcher Melkstandtyp (Fischgräte-30° und -50°, Side by Side, Swing-Over, Tandem, Autotandem, Melkkarussell, Melkroboter oder sonstige) auf ihrem Betrieb vorhanden ist und mit wievielen Melkzeugen sie melken. Zudem mussten sie die Melkleistung (Anzahl Kühe/Stunde) ihres Melkstandes schätzen. Anhand der Melkleistung und der Anzahl Melkzeuge wurde die Melkleistung pro Melkzeug errechnet. Das Alter des Melkstandes und des Stallgebäudes wurde mittels Installations- beziehungsweise Baujahr ermittelt.

Jeder Melkstand unterlag zudem einer Bewertung nach folgenden Merkmalen:

- Lärmpegel
- Arbeitsplatzkomfort
- Zufriedenheit insgesamt

Die Bewertung erfolgte anhand einer Skala von 1 bis 6 (1 = ungenügend; 2 = mangelhaft; 3 = ausreichend; 4 = befriedigend; 5 = gut; 6 = sehr gut).

Auf die Frage ob in ihrem Melkstand elektrische Immissionen auftreten, konnten die Tierhaltenden mit nein, ja (vermutlich) und ja (erwiesenermassen) antworten. Bei der Auswertung wurden die Betriebe, die mit ja (vermutlich) und ja (erwiesenermassen) beantwortet haben, zu einer Gruppe «Betriebe mit Melkproblemen» zusammengefasst.

Von den 2000 verschickten Fragebogen wurden 1048 beantwortet, was einer Rücklaufquote von 53 % entspricht. Fünf Prozent der befragten Landwirte melken gegenwärtig noch mit einer Rohrmelkanlage am Fressgitter und fünf Prozent mit einem Durchtreibe-Melkstand. Nach Savary *et al.* (2010) werden beide Melksysteme in Zukunft keine bedeutende Rolle spielen. Somit wurden ihre Angaben nicht mit in die Auswertung einbezogen. Sowohl das Melkkarussell als auch der Melkroboter wurden aufgrund ihrer geringen Verbreitung bei den befragten Betrieben nicht in den statistischen Modellen berücksichtigt. Deren Ergebnisse werden nur deskriptiv dargestellt. Nicht jede der oben genannten Fragen wurde immer schlüssig und eindeutig beantwortet, sodass für die jeweiligen Merkmale nicht alle Fragebogen ausgewertet werden konnten.

Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit generalisierten linearen gemischte Effekte Modellen (Methode 'lme', Pinheiro and Bates, 2000 oder Methode 'glmmPQL', Venables and Ripley, 2002) in R 1.9.1 (R Development Core Team, 2004). Erklärende Variablen waren die verschiedenen Melkstandtypen (Fischgräte-30° und -50°, Side by Side, Swing-Over, Tandem und Autotandem) und die Melkprobleme (ohne oder mit). Bei dem Parameter «Lärmpegel» wurde zusätzlich die erklärende Variable «Alter des Melkstands» (vor und nach 2004) im Modell berücksichtigt. Zufällige Effekte waren die einzelnen Betriebe geschachtelt in den Produktionszonen (Tal-, Hügel- und Bergzone) und in den Melkstandtypen (Fischgräte 30° und 50°, Side by Side, Swing-Over, Tandem und Autotandem). Zur Überprüfung der Modellannahmen wurde eine graphische Residuenanalyse durchgeführt. Damit die Annahmen der statistischen Modelle erfüllt wurden, mussten die untersuchten Parameter teilweise log- und wurzel-transformiert werden.

Tabelle 1: Allgemeine Betriebsangaben nach Produktionszonen (Mittelwert ± Standardfehler)

	Tal	Hügel	Berg
Anzahl Betriebe [n]	680	265	103
Anzahl Milchkühe [n]	41 (±0,6)	37 (±1,2)	33 (±1,6)
Milchkontingent [t]	277 (±4,8)	234 (±8,4)	190 (±9,9)
Milchleistung [kg]	7665 (±39,6)	7344 (±59,3)	6883 (±95,1)

Ergebnisse

Allgemeine Betriebsangaben

Tabelle 1 stellt allgemeine Betriebsangaben nach den drei Produktionszonen Tal, Hügel und Berg dar. Mehr als die Hälfte der befragten Betriebe befanden sich in der Talzone. Sie wiesen die höhere Anzahl Milchkühe mit den höchsten Milchleistungen auf. Bezüglich des Milchkontingents lagen sie auch höher als die Betriebe aus den Hügel- und Bergzonen.

Der älteste Melkstand dieser Umfrage, ein Fischgräten-Melkstand mit 30°-Schrägstellung (FG 30°), wurde 1973 in Betrieb genommen. Seither nahm die Anzahl installierter Melkstände pro Jahr stetig zu, insbesondere die FG-30°-Melkstände und die Tandemmelkstände (TD; Abb. 1). Beide sind derzeit, mit jeweils über 25 %, die meist verbreiteten Melkstände in der Schweiz. Anfang der neunziger Jahre wurden vermehrt Side-by-Side-Melkstände (SbS) und Autotandem-Melkstände (ATD) installiert. Während ATD-Melkstände kontinuierlich zunahm, hielt diese Tendenz bei den SbS-Melkständen nur bis zur Jahrtausendwende. Danach wurden nur wenige SbS-Melkstände neu gekauft. Seit 2000 stieg dafür die Anzahl der Swing-

Over- (SO) und Fischgräten-Melkstände mit 50° Schrägstellung (FG 50°; steile Fischgräte) und liegt heute über der 5%-Grenze. Der Anteil an Melkkarussellen (Karussell) und Melkrobotern (AMS) lag 2008 jeweils bei unter 2 % der Melksysteme, sie gewannen in den letzten zehn Jahren aber stetig an Bedeutung (Abb.1).

Tabelle 2 stellt den Anteil der Betriebe ohne und mit Melkproblemen je nach Melkstandtyp dar. Melkprobleme kamen bei allen Melkverfahren vor. Insbesondere bei den FG 30°- und den ATD-Melkständen, den Karussellen sowie den AMS treten bei mindestens 20 % der befragten Betriebe Melkprobleme auf.

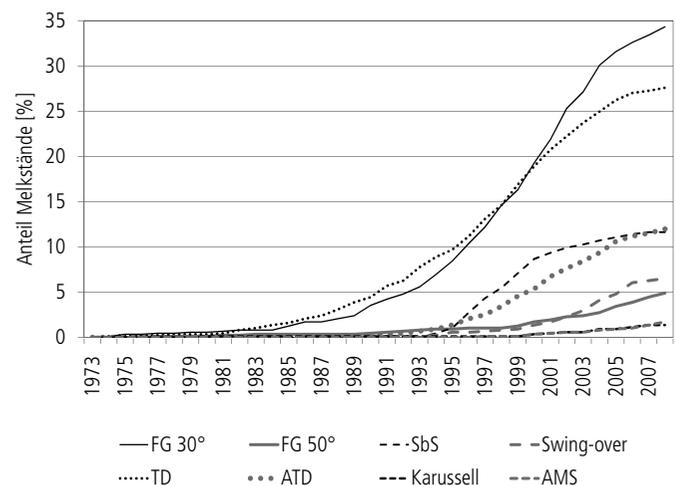


Abbildung 1: Anteil Melkstände und Melkroboter in Abhängigkeit der Zeit.

Tabelle 2: Anteil Betriebe ohne und mit Melkproblemen nach den Melkstandtypen

Melkstandtyp	Melkprobleme [%]	
	ohne	mit
Fischgräte 30°	74	26
Fischgräte 50°	88	12
Side-by-Side	72	28
Swing-Over	91	9
Tandem	82	18
Autotandem	80	20
Karussell	77	23
Melkroboter	75	25

Betriebsangaben nach Melkstandtypen und Melkproblemen

In Bezug auf die Herdengrösse konnte ein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($F_{5,10} = 7,89; p = 0,003$). Betriebe mit FG 50°- und ATD-Melkständen hielten mehr Tiere als Betriebe mit FG 30°, SbS-, SO- und Tandem-Melkständen. Am höchsten lag die Anzahl Kühe bei den

Betrieben mit Karussell und AMS. Bei beiden Melksystemen wiesen die Herden durchschnittlich mehr als 65 Kühe auf (Tab. 3). Ein statistisch gesicherter Unterschied konnte bei den Melkproblemen festgestellt werden ($F_{1,932} = 6,88$; $p = 0,009$). Betriebe, die angaben, sich mit Melkproblemen auseinander setzen zu müssen, besaßen eine höhere Anzahl Kühe.

Kühe, die in einem ATD-Melkstand gemolken wurden, zeigten tendenziell höhere Milchleistungen ($F_{5,10} = 2,76$; $p = 0,081$). Auch jene Betriebe mit Karussellen und AMS gaben höhere Werte an (Tab. 3). Im Vergleich zu den Kühen aus Betrieben ohne Melkprobleme produzierten Kühe in Betrieben mit Melkproblemen signifikant mehr Milch im Jahr ($F_{1,931} = 5,79$; $p = 0,016$; Tab. 3).

Sowohl beim Gebäudealter ($F_{5,10} = 10,01$; $p = 0,001$), als auch beim Alter des Melkstandes ($F_{5,10} = 8,53$; $p = 0,002$) konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Melkstandformen erfasst werden. Gebäude, in denen Melkverfahren vom Typ SO und ATD untergebracht sind, waren im Durchschnitt jünger als zehn Jahre (Tab. 3). Auch Karusselle und AMS wurden in neueren Ställen installiert. Die jüngsten Melkanlagen waren FG 50°, SO-Melkstand sowie Karussell und AMS. Im Schnitt wurden sie alle innerhalb der letzten zehn Jahre angeschafft (Tab.3). Stallgebäude in denen Melkprobleme auftraten waren signifikant älter ($F_{1,925} = 6,06$; $p = 0,014$), während beim Alter der Melkstände keine Unterschiede festgestellt werden konnten

($F_{1,925} = 1,77$; $p = 0,183$). In Bezug auf die Melkleistung konnte zwar tendenziell ein Einfluss der Melkprobleme nachgewiesen werden ($F_{1,894} = 3,07$; $p = 0,080$), die Unterschiede waren jedoch gering. Während FG 30°, SbS- und TD-Melkstände niedrigere Melkleistungen zeigten, wurde mit SO-Melkständen und Karussellen bei vorhandenen Melkproblemen schneller gemolken (Tab. 3). Hingegen hat die Melkstandform einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl Kühe, die pro Melkzeug und Stunde gemolken werden ($F_{5,10} = 102,31$; $p < 0,001$). Nach Abschätzung der befragten Landwirte kann mit SO-, TD- und ATD-Melkständen im Durchschnitt zirka eine Kuh pro Melkzeug und Stunde mehr gemolken werden (Tab. 3).

Melkstandbewertungen

In Bezug auf den Lärmpegel erhielten die SbS-Melkstände tendenziell eine schlechtere Note als FG 30° Melkstände ($t_{10} = -1,99$; $p = 0,075$; Tab. 4). Zwar zeigten die FG 50°- und ATD-Melkstände höhere Werte als die FG 30°-Melkstände, ein statistisch gesicherter Unterschied konnte jedoch nicht festgestellt werden. Am besten wurden die Karusselle mit einem Score von 5,5 bewertet. AMS schnitten hingegen am schlechtesten ab. Betriebe, die angaben, dass sie Melkprobleme haben, bewerteten ihren Melkstand mit einer signifikant schlechteren Note ($t_{923} = -4,31$; $p < 0,001$; Tab. 4). Zudem erhielten Melkstände, die nach 2004 installiert wurden, bessere Noten in Bezug auf den Lärmpegel ($t_{923} = 7,20$; $p < 0,001$). Die Landwirtinnen und Landwirte bewerteten den Arbeitsplatzkomfort ihrer Melkstände als gut.

Tabelle 3: Mittelwerte und Standardfehler der befragten Betriebsangaben und der Melkleistung für die einzelnen Melkstandtypen in Abhängigkeit von Melkproblemen

Melkstandtyp	Melkprobleme	Anzahl Kühe [n]	Milchleistung [kg/Jahr]	Alter Gebäude [Jahre]	Alter Melkstand [Jahre]	Melkleistung [n/Std + MZ]
Fischgräte 30°	ohne	38 (±0,9)	7463 (±67)	12 (±0,5)	11 (±0,4)	5,4 (±0,1)
	mit	42 (±2,1)	7628 (±108)	14 (±0,8)	11 (±0,7)	5,2 (±0,1)
Fischgräte 50°	ohne	47 (±2,5)	7656 (±142)	11 (±1,3)	8 (±1,1)	5,0 (±0,3)
	mit	55 (±10,3)	7683 (±504)	10 (±4,2)	4 (±1,7)	5,0 (±0,3)
Side-by-Side	ohne	36 (±1,6)	7250 (±115)	12 (±0,8)	10 (±0,4)	5,0 (±0,2)
	mit	38 (±2,2)	7399 (±195)	15 (±2,0)	10 (±0,5)	4,7 (±0,3)
Swing-Over	ohne	40 (±1,6)	7312 (±110)	9 (±1,3)	7 (±0,8)	6,6 (±0,2)
	mit	43 (±5,1)	7417 (±391)	6 (±0,8)	5 (±0,8)	7,0 (±0,7)
Tandem	ohne	34 (±0,7)	7426 (±76)	13 (±0,5)	12 (±0,4)	6,7 (±0,1)
	mit	36 (±1,6)	7767 (±137)	13 (±1,0)	13 (±1,0)	6,2 (±0,3)
Autotandem	ohne	43 (±1,5)	7722 (±96)	9 (±0,8)	8 (±0,5)	6,7 (±0,2)
	mit	48 (±3,9)	8014 (±220)	13 (±1,8)	10 (±0,7)	6,7 (±0,2)
Karussell	ohne	69 (±10,4)	8010 (±206)	9 (±3,8)	8 (±2,5)	4,7 (±0,1)
	mit	65 (±8,5)	7033 (±606)	6 (±1,0)	6 (±1,0)	5,3 (±0,5)
Melkroboter	ohne	65 (±5,1)	7759 (±206)	8 (±1,9)	5 (±0,8)	–
	mit	75 (±7,6)	7600 (±534)	8 (±3,6)	4 (±1,3)	–

Tab. 4: Mittelwerte und Standardfehler der Beurteilungsscore für die einzelnen Melkstandtypen in Abhängigkeit von Melkproblemen

Melkstandtyp	Melkprobleme	Lärmpegel	Arbeitsplatzkomfort	Zufriedenheit insgesamt
Fischgräte 30°	ohne	4,7 (±0,07)	4,9 (±0,06)	5,1 (±0,04)
	mit	4,4 (±0,14)	4,6 (±0,11)	4,4 (±0,14)
Fischgräte 50°	ohne	4,9 (±0,18)	5,0 (±0,13)	5,1 (±0,10)
	mit	4,7 (±0,56)	4,2 (±0,48)	4,2 (±0,31)
Side-by-Side	ohne	4,4 (±0,14)	4,9 (±0,12)	5,0 (±0,10)
	mit	3,8 (±0,20)	4,6 (±0,22)	4,4 (±0,21)
Swing-Over	ohne	4,7 (±0,18)	5,1 (±0,12)	5,0 (±0,14)
	mit	4,8 (±0,79)	5,0 (±0,45)	4,8 (±0,60)
Tandem	ohne	4,6 (±0,08)	5,0 (±0,06)	5,1 (±0,04)
	mit	3,9 (±0,19)	4,6 (±0,16)	4,6 (±0,15)
Autotandem	ohne	5,0 (±0,11)	5,2 (±0,09)	5,2 (±0,06)
	mit	4,5 (±0,29)	5,1 (±0,13)	5,3 (±0,10)
Karussell	ohne	5,5 (±0,22)	5,4 (±0,22)	5,0 (±0,30)
	mit	4,7 (±0,33)	5,7 (±0,33)	5,3 (±0,33)
Melkroboter	ohne	4,3 (±0,61)	4,5 (±0,62)	5,2 (±0,39)
	mit	4,4 (±0,51)	5,0 (±0,77)	5,2 (±0,37)

Im Vergleich zu FG 30°-Melkständen wurden SO- ($t_{10} = 2,26$; $p = 0,048$), TD- ($t_{10} = 2,21$; $p = 0,052$) und ATD-Melkstände ($t_{10} = 4,45$; $p = 0,001$) signifikant besser benotet (Tab. 4). Für das Karussell gab es die höchste Note. Auch beim Arbeitsplatzkomfort stellen die Betriebe mit Melkproblemen eine signifikant schlechtere Bewertung ($t_{918} = -4,60$; $p < 0,001$; Tab. 4) aus. In Bezug auf die Zufriedenheit insgesamt konnte eine signifikante Interaktion zwischen Melkstandtypen und Melkproblemen festgestellt werden. Während bei den FG-30°, FG-50°, Sbs-, SO- und TD-Melkständen ein geringerer Score bei Melkproblemen erreicht wurde, unterschied sich die Bewertung zwischen «mit» und «ohne» Melkprobleme bei den ATD-Melkständen nicht (Melkstandtyp x Melkprobleme: $t_{922} = 3,17$; $p < 0,001$). Auch bei den Karussellen und AMS gab es keine Unterschiede (Tab. 4).

Diskussion

Mehr als die Hälfte der befragten Betriebe stammten aus der Talregion. Dies entsprach nicht den statistischen Angaben des Schweizerischen Bauernverbands, wonach die Anzahl der Milchproduzenten über die drei Produktionszonen Tal-, Hügel- und Bergregion gleichmässig verteilt ist (Schweizerischer Bauernverband, 2008). Das lag daran, dass mit dieser Umfrage die Melkstandtechnik spezifisch analysiert wurde und nur Betriebe befragt wurden, die ihre Kühe im Laufstall halten. Diese Melktechniken werden bei grösseren Milchviehbetrieben benützt, die sich

wiederum vermehrt im Talgebiet befinden (Schweizer Milchproduzenten, 2007). Der Zuwachs an Melkständen in dieser Stichprobe entsprach den veröffentlichten Zahlen des Schweizerischen Bauernverbandes (2008). In dieser Studie war die Anzahl Melkstände 2003 achtmal höher als 1990. Einen grossen Anstieg zeigten die Sbs-Melkstände zwischen 1994 und 2000. Seit 2000 blieb ihre Anzahl allerdings konstant und dies wird vermutlich auch in Zukunft so bleiben. Fübbeker und Kowalewski (2006) sagen hingegen eine Zunahme der Bedeutung von Sbs-Melkständen in Deutschland voraus. Eine Erklärung könnte bei der eher schlechteren Bewertung der Sbs-Melkstände liegen. Sie wurden von ihren Anwendern in Bezug auf den Lärmpegel zwar noch als befriedigend benotet, schnitten in der Bewertung allerdings schlechter ab, als andere Melkstände. Zudem treten bei Sbs-Melkständen mit 28 % am häufigsten Melkprobleme auf.

Je nach Melkstandtyp lag der Anteil Anlagen, bei denen elektrische Immissionen vermutet wurden, zwischen 9 % und 28 %. Dies entspricht den Ergebnissen der Studien von Rodenburg (1984) und Thornton

(1984), die jeweils auf 32 % und 11 % der untersuchten Betriebe in Ontario und Alberta elektrische Immissionen nachweisen konnten. Auch Hendrickson (1991) stellte in einer Feldstudie fest, dass bei 34 % der untersuchten Melkstände in Wisconsin elektrische Immissionen vorhanden waren. Die Ergebnisse der vorliegenden Umfrage zeigen die Bedeutung dieser Thematik in der Schweiz und bestätigen den Eindruck aus der Beratungstätigkeit der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, wonach alle 21 Anfragen in Bezug auf Melkprobleme im Jahr 2010 in Zusammenhang mit elektrischen Immissionen gebracht wurden. Während der Gespräche wurde berichtet, dass elektrische Immissionen im Melkstand nachgewiesen wurden. Allerdings konnte kein Milchviehhalter eine Aussage darüber treffen, wieviel elektrischer Strom tatsächlich durch seine Kühe fliesst. Nach Lefcourt (1991), Reinemann (2008) und Rigalma *et al.* (2009) reagieren die Kühe nur auf den elektrischen Strom, der sie durchströmt. Aus der Umfrage geht ebenfalls nicht hervor, wie und wieviel elektrischer Strom in den Melkständen gemessen wurde. Ein Teil der Betriebsleiter vermutet zudem lediglich, dass elektrische Immissionen im Melkstand vorhanden sind, weshalb diese Ergebnisse nicht ausschliesslich auf elektrische Immissionen zurückgeführt werden können. Weil sie in der Praxis meistens mit Melkproblemen in Zusammenhang gebracht wurden, wurde der allgemeine Begriff «Melkprobleme» verwendet. Dabei werden unter Melkproblemen Verhaltens-, Milchejektions-, (Euter-)Gesundheitsstörungen sowie Leistungsdepressionen verstan-

den. Kühe, die in Betrieben mit Melkproblemen gehalten wurden, zeigten signifikant höhere Milchleistungen. Hier wäre das Gegenteil zu erwarten gewesen, allerdings war dieser Unterschied mit im Durchschnitt 200 kg Milch pro Jahr relativ klein, weshalb kein deutlicher Zusammenhang festgestellt werden kann. Auch Rodenburg (1984), Thornton (1984) und Hendrickson (1991) konnten keinen Kausalzusammenhang zwischen elektrischen Immissionen und der Milchleistung der untersuchten Herde feststellen.

Belo *et al.* (2009) stellten in ihrer Umfrage eine höhere Häufigkeit des Auftretens von Milchejektionsstörungen in FG 30°- (5,0 %) und SbS- (5,6 %) als in TD-Melkständen (3,8 %) fest. Dies entspricht den Verhältnissen unserer Studie.

Betriebe mit Melkproblemen hielten mehr Tiere. In ihrer retrospektiven Studie stellten Kirchhofer *et al.* (2007) ebenfalls fest, dass Betriebe mit Eutergesundheitsproblemen eine grössere Anzahl Kühe hatten als ein durchschnittlicher Schweizer Betrieb und erklären die Probleme mit der schlechteren Übersicht des Betriebsleiters über seine Herde. Belo *et al.* (2009) fanden hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen der Häufigkeit von Milchejektionsstörungen und der Herdengrösse.

Während in Bezug auf das Alter der Melkstände keine signifikanten Differenz zwischen den Betrieben mit und ohne Melkprobleme festgestellt wurden, waren die Stallgebäude von Betrieben mit Melkproblemen älter. Dieses Ergebnis könnte einen Hinweis darauf geben, dass bei älteren Gebäuden die elektrische Installation, durch verschlechterte oder defekte Kabelisolationen sowie eine mangelnde Leitfähigkeit des Potenzialausgleichs, ein höheres Risiko für das Auftreten von elektrischen Emissionen darstellt. Erklären könnte dies auch, dass Melkprobleme nicht nur im Melkstand, sondern im gesamten Stallbereich ihre Ursache haben.

Die Melkleistung basiert in dieser Studie nicht auf einer genauen Arbeitszeiterfassung beim Melken, sondern auf einer Abschätzung der Landwirte und gibt nur eine Tendenz wieder. TD- und ATD-Melkstände zeigten die höchsten Melkleistungen. Diese Ergebnisse entsprechen den von Schick (2000) durchgeführten Arbeitszeitmessungen. Auch mit SO-Melkständen wurden über sechs Kühe pro Melkzeug und Stunde gemolken. Ein negativer Einfluss der Melkprobleme auf die Melkleistung wäre zu erwarten. Insbesondere durch elektrische Immissionen können Verhaltensstörungen auftreten, die den Melkvorgang verlängern können. Betriebe mit Melkproblemen wiesen nur tendenziell eine niedrigere Melkleistung auf. Diese Ergebnisse werden von Henke Drenkard *et al.* (1985) und Lefcourt *et al.* (1985) bestätigt. Sie konnten bei ihrer experimentellen Untersuchung keine Verlängerung der Melkdauer messen. Auch Weber (2011) konnte keinen Unterschied in Bezug auf die Dauer des Eintretens der Kühe in den Melkstand und die Melkdauer zwischen Betrieben mit und ohne Melkproblemen feststellen.

Hinsichtlich des Lärmpegels, des Arbeitsplatzkomforts und der Zufriedenheit insgesamt wurden alle Melkstandtypen von befriedigend bis gut bewertet und stellen generell ein positives Bild über die Melkstandtechnik in der Schweiz dar. Trotzdem konnten Unterschiede festgestellt werden. Die Anwender empfinden den Lärmpegel in Melkständen, die nach 2004 gebaut wurden, als niedrig. Dies kann auf die von Nosal *et al.* (2004) empfohlenen und in den Richtlinien über die Installation der Melkanlagen (Schweizer Branchenstandard, Anhang 3, 2006) umgesetzten Massnahmen zur Reduktion von Lärm und Vibrationen zurückgeführt werden. Melkprobleme hatten, unabhängig von den Melkstandtypen, einen negativen Einfluss auf die Melkstandbewertung. Dieses Ergebnis weist auf die Bedeutung der Interaktion Mensch-Tier-Technik beim Melkvorgang hin.

Schlussfolgerungen

Die hohe Rücklaufquote dieser Umfrage zeigt die grosse Bedeutung der Melktechnik für die Schweizer Milchviehhaltenden auf. Nur mit einer gut funktionierenden Melktechnik kann der Landwirt dem hohen Anspruch an die Milchqualität gerecht werden, bei gleichzeitiger Gewährleistung des Wohlbefindens von Mensch und Tier. Zwar wurden die verschiedenen Melkstände von den Anwendern positiv bewertet, der Anteil Betriebe mit Melkproblemen ist aber als sehr hoch anzusehen. Es zeigt sich, dass eine optimale Beziehung zwischen Mensch, Tier und Technik beim Melkvorgang nicht immer vorhanden ist. Es zeigt sich auch, dass hohe Tier- und Melkleistungen nicht unbedingt als Parameter für optimale Melkbedingungen herangezogen werden können. Für die Optimierung der Milchgewinnung spielen deshalb das Monitoring, die Diagnostik und vor allem die Effizienz eine wichtige Rolle.

Literatur

- Belo C. J., Schlegel S., Moll J., Möstl E., Bruckmaier R. M. 2009. Milk ejection disorders in Swiss dairy cows: a field study. *J. Dairy Res.* 76, 222–228.
- Fübbeker A., Kowalewski H. H. 2006. Milchviehhalter planen für die Zukunft. *Land und Forst* (22): 34–36.
- Hendrickson S. R. 1991. Occurrence of neutral-to-hearth (N-E) voltage in the cow contact area and its relationship to milk production on randomly selected Wisconsin dairy farms. NMC: National Mastitis Council, Proceeding.
- Henke Drenkard D. V., Gorewit R. C., Scott N. R., Sagi R. 1985. Milk production, health, behaviour and endocrine response of cows exposed to electrical current during milking. *J. Dairy Sc.* 68, 2694–2702.
- Kirchhofer M., Tavel L. v., Strabel D., Fournier C., Steiner A., Graber H. U., Kaufmann T. 2007. Bestandprobleme: Eutergesundheit. Retrospektive Studie der vom Schweizer Rindergesundheitsdienst (RGD) von 1999 bis 2004 analysierten Betriebe. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 114, 338–344.

- Lefcourt A. M., Akers R. M., Miller R. H., Weinland B. 1985. Effects of intermittent electrical shock on responses related to milk ejection. *J. Dairy Sci.* 68, 391–401.
- Lefcourt A. M. 1991. Effects of electrical voltage/current on farm animals: how to detect and remedy problems. *Agriculture Handbook (USA)* 696.
- Maître A., 2008. Persönliche Mitteilung.
- Nosal D., Rutishauser R., Bilgery E., Oertle A. 2004. Lärm und Vibrationen als Stressfaktoren beim Melken. *FAT Berichte Nr. 625*, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Pinheiro J.C., Bates D.M. 2000. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. Springer, New York.
- R Development Core Team 2004. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, <http://www.R-project.org>.
- Reinemann D. J. 2008. *Literature Review and Synthesis of Research Findings on the Impact of Stray Voltage on Farm Operations*. Ontario Energy Board.
- Rigalma K., Duvaux-Ponter C., Gallouin F., Roussel S., 2009. Les courants électriques parasites en élevage. *Inra Prod. Anim.* 22 (4), 291–302.
- Rodenburg J. 1984. Tingle voltage: the results of a recent study of 140 Ontario dairy farms. *Ontario Milk Producer*. July.
- Savary P., Korthe F., Kauke M. 2010. Melkstandtechnik auf Schweizer Milchviehbetrieben. *ART-Berichte Nr. 730*, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Schick M. 2000. Arbeitszeitbedarf verschiedener Melkverfahren – Von der Eimermelkanlage zum AMS. *FAT-Berichte Nr. 544*, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Schweizerischer Bauernverband 2008. *Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung*. Brugg.
- Schweizer Milchproduzenten 2007. *Milchstatistik der Schweiz*. Statistische Schriften-Nr. 181.
- Schweizer Branchenstandard 2006. *Richtlinie über die Installation der Melkanlagen*. Anhang 3, Abs. 7.
- Thornton E. 1984. A study of stray voltages on Alberta dairy farms. *ASAE Annual International Meeting Technical Paper*, no. NR-84-309.
- Venables W.N., Ripley B.D., 2002. *Modern applied statistics with S*, fourth edition. Springer, New York.
- Weber O. 2011. *Ethologische Untersuchungen im Melkstand – Ein Vergleich zwischen Gruppen- und Einzelmelkständen*. Bachelorarbeit, Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen.

Optimierung der Milchgewinnung in der muttergebundenen Kälberaufzucht – kann der Kalbgeruch helfen?

Kerstin Barth¹, Kerstin Wilke², Angelika Haeussermann², Edna Hillmann³, Susanne Waiblinger⁴; kerstin.barth@vti.bund.de

¹Institut für Ökologischen Landbau, Johann Heinrich von Thünen Institut – Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei, D–23847 Westerau

²Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D–24118 Kiel

³Einheit für Verhalten, Gesundheit und Tierwohl, Institut für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystemwissenschaft, ETH Zürich, CH–8092 Zürich

⁴Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität, A–1210 Wien

Zusammenfassung

Milchejektionshemmungen beim maschinellen Melken standen einer breiteren Anwendung der muttergebundenen Kälberaufzucht bisher entgegen. Es wurde geprüft, ob das Vorlegen eines Tuches, mit dem das eigene Kalb zuvor abgerieben wurde, die kalbführenden Kühe beim maschinellen Melken stimuliert. 17 kalbführende Kühe (K_p) und 19 Kontrollkühe – ohne Kontakt zum Kalb – (K_0) wurden p. p. zweimal täglich maschinell gemolken. In der 4. Laktationswoche wurden die Kälber mit Tüchern abgerieben und diese einzeln in Gläsern gelagert. Beginnend mit der Abendmelkzeit nach der Probengewinnung wurde den Kühen für vier Melkzeiten entweder ein Tuch mit dem Geruch des eigenen Kalbes oder ohne Kalbgeruch vorgelegt. Dann erfolgte der Variantenwechsel. Milchflusskurven wurden aufgenommen sowie eine Milchprobe des Gesamtgemelks gezogen. Die K_p -Kühe reagierten beim maschinellen Melken mit einer Hemmung der Alveolarmilchejektion. Das Vorlegen des Tuches mit dem Geruch des eigenen Kalbes hatte keinen signifikanten Effekt auf die Milchflusskurven oder die Milchezusammensetzung. Leider konnte nicht objektiv geprüft werden, ob sich die Tücher wirklich in einer für die Kühe wahrnehmbaren Intensität olfaktorisch unterschieden. Die Frage, ob Tiere auf einen olfaktorischen Reiz mit einer Milchejektion reagieren, muss mit den vorliegenden Daten verneint, kann aber nicht abschliessend beantwortet werden.

Résumé

Optimisation de la production laitière pour des vaches allaitantes traitées – L'odeur du veau peut-elle aider?

Le système d'élevage dans lequel les vaches allaitent non seulement leurs veaux pour une certaine durée, mais sont aussi traitées à la machine à traire, est régulièrement discuté pour savoir si cette méthode d'élevage est respectueuse des animaux. Les inhibitions du réflexe d'éjection du lait lors de la traite font jusqu'ici obstacle au développement plus large de cette forme d'élevage. Nous avons étudié si le fait de présenter aux vaches un linge, avec lequel leur veau avait été préalablement frotté, pouvait remé-

dier à l'inhibition d'éjection lors de la traite mécanique. Pour ce faire, 17 vaches ont été laissées pendant cinq jours avec leurs veaux dans le box de vêlage. Puis, les vaches ont été réintégrées au troupeau, les veaux avaient accès à la stabulation libre à logettes des vaches et avaient presque un contact illimité avec leurs mères (K_p). 19 autres vaches ont été séparées de leurs veaux après le vêlage. Elles formaient le groupe de référence (K_0). Les veaux étaient abreuvés au bidon. Les vaches des deux groupes ont toujours été traitées 2 x par jour. Durant la 4^{ème} semaine de lactation, les veaux ont été frottés à l'aide de linges. Ces derniers ont été stockés dans des bocaux en verre. A partir de la traite de l'après-midi suivant le prélèvement des échantillons, un linge a été présenté aux vaches pendant quatre traites. Il était soit imprégné de l'odeur de leur veau, soit sans odeur. La deuxième variante était pratiquée durant les quatre traites suivantes. Les courbes de débit du lait ont été relevées, et un échantillon de lait a été prélevé. Comme cela avait déjà été observé, les vaches réagissaient à la traite par une inhibition de l'éjection du lait alvéolaire. La faible production totale de lait par traite et la teneur nettement plus réduite en matières grasses en témoignaient. La présentation d'un linge imprégné de l'odeur du veau n'a pas eu d'effet significatif sur les valeurs de la courbe de débit et sur la composition du lait. Hélas, il n'a pas été possible de déterminer objectivement si les linges avec et sans odeur se distinguaient vraiment par une intensité olfactive perceptible par les vaches. Il n'est donc pas possible de répondre de manière définitive à la question de savoir si les animaux réagissent par une éjection de lait à une stimulation olfactive. D'autres études sont nécessaires.

Summary

Optimisation of milk yield in mother-bonded calf rearing – can the calf's odor help?

Mother-bonded calf rearing, in which cows not only suckle their calves for longer periods of time but are also milked mechanically, is increasingly being discussed as an animal-friendly rearing process. Previously, however, the inhibition of the milk-ejection reflex during machine milking was one of the impediments to a broader use of this form

of rearing. We therefore tested whether placing before a cow a cloth used earlier to rub her own calf could counteract inhibition of the let-down response during machine milking of the said cow. For this, 17 cows were left in the calving box on their own with their calves over a period of 5 days PP. The cows were then brought back to their herd, and the calves were given access to the cows' resting cubicle with exercise pen as well as having virtually unrestricted contact with their mothers (K_p). A control group (K_0) was formed by separating the calves of a further 19 cows from their mothers after birth and artificially rearing them. The cows in both groups were milked twice daily in all cases. In the 4th week of lactation the calves were rubbed down with cloths, which were then stored individually in screw-top jars. Starting with the afternoon milking after the sample was obtained, either a cloth with the scent of her own calf or a cloth with no calf scent was placed before each of the cows for four milking sessions. The other alternative was used in the subsequent four milking sessions. Milk-flow curves were recorded, and a sample of the overall milking was taken. As already observed, the K_p cows reacted to machine milking with an inhibition of alveolar milk ejection, which was recognisable by a lower overall quantity of milk per machine milking as well as by a significantly lower fat content. Placing the cloth with the scent of her own calf before the cow had no demonstrable significant effect on MFC or milk-composition parameters. Unfortunately, it was not possible to objectively test whether the cloths with and without the calf's scent truly differed enough in terms of an olfactory intensity perceptible to the cows. The question as to whether the animals react to an olfactory stimulus with milk ejection can therefore not be answered conclusively, and requires further investigation.

Einführung

Die allgemein übliche frühzeitige Trennung der Kälber von ihren Müttern wird sowohl von Landwirten als auch von Verbrauchern zunehmend kritisch hinterfragt. Insbesondere im Bereich der ökologischen Milcherzeugung ist ein steigendes Interesse an tiergerechteren Aufzuchtverfahren festzustellen. Neben der Ammenkuhhaltung ist die muttergebundene Kälberaufzucht als eine Alternative zur konventionellen Aufzucht anzusehen. Bei diesem Verfahren erhält das Kalb entweder temporär oder permanent Zugang zur Mutter, die zusätzlich zum Saugen des Kalbes auch maschinell gemolken wird. Während die positiven Auswirkungen auf die Kälber (Roth *et al.* 2009) für eine breitere Anwendung des Verfahrens sprechen, bestehen doch erhebliche Schwierigkeiten beim Absetzen – die Kälber werden nicht zum natürlichen Zeitpunkt entwöhnt und dies bedingt sowohl Stress beim Kalb als auch beim Muttertier (Wagenaar u. Langhout 2007) – und beim Melken der Kühe, die in der Regel mit einer Hemmung der Alveolarmilchejektion auf die maschinelle Milchgewinnung reagieren (Barth *et al.* 2007, Schneider *et al.* 2007, dePassillé *et al.* 2008).

Ausgehend von der Tatsache, dass olfaktorische Reize eine Schlüsselfunktion bei der Ausprägung maternalen Verhaltens haben (Poletto 2010), war zu prüfen, ob mit Vorlegen eines Tuches, mit dem das eigene Kalb zuvor abgerieben wurde, die bei kalbführenden Kühen auftretende Hemmung der Alveolarmilchejektion beim maschinellen Melken überwunden werden kann.

Material und Methode

Die Untersuchungen wurden an 36 Kühen – 15 Deutsche Holstein (DH) und 21 Deutsche Rotbunte im Doppelnutzungstyp (Rbt) – durchgeführt. 17 Kühe (7 DH/10 Rbt) wurden nach der Kalbung mit ihren Kälbern über den Kolostralmilchzeitraum (5 Tage) separat in der Abkalbebox belassen. Anschliessend wurden die Kühe in die Herde zurückgeführt, die Kälber erhielten über ein Selektionstor Zugang zum Liegeboxenlaufstall der Kühe und hatten damit bis zum 90. Lebenstag nahezu uneingeschränkten Kontakt zu ihren Müttern (K_p). 19 weitere Kühe (8 DH/11 Rbt) wurden als Kontrollgruppe (K_0) nach der Kalbung von ihren Kälbern getrennt und diese am Tränkeautomaten aufgezogen. Die Kühe beider Gruppen wurden sowohl in der Kolostralmilchphase als auch danach in einem 2x4-Tandemmelkstand (GEA, Bönen, Deutschland) gemolken (Melkvakuum 38 kPa, 40 s Vibrationsstimulation, Nachmelken beginnend bei 800 g min⁻¹, Melkzeugabnahme bei 300 g min⁻¹). Vor dem Ansetzen des Melkzeuges erfolgte das Vormelken mit anschliessender Euterreinigung, nach dem Melken der Kontrollgruppe und das Dippen der K_0 -Tiere. In der vierten Laktationswoche wurden die Kälber in Form einer liegenden Acht mit Baumwolltüchern abgerieben und die Tücher einzeln in Schraubgläsern gelagert. Beginnend mit der Abendmelkzeit nach der Probengewinnung wurde den Kühen für vier aufeinanderfolgende Melkzeiten entweder ein Tuch mit dem Geruch des eigenen Kalbes oder ein Tuch ohne Kalbgeruch vorgelegt. In den darauffolgenden vier Melkzeiten folgte die jeweils andere Variante. Zu jeder Versuchsmelkung wurden die Milchflusskurven (MFK) mittels LactoCorder (WMB AG, Balgach, Schweiz) aufgenommen sowie eine Milchprobe des Gesamtgemelkes gezogen. Die statistische Auswertung wurde mit dem Programmpaket PASW 18.0 durchgeführt und erfolgte anhand Gemischter Effekte Modelle, die den Melkzeitpunkt (Morgen- bzw. Abendmelkung), die Rasse (DH/Rbt), den Status der Kuh (erst- bzw. mehrfachlaktierend), die Versuchsgruppe (K_p/K_0), die Versuchsvariante (Kalbgeruch ja/nein) sowie deren Interaktionen als fixe Effekte und die Kuh als zufälligen Effekt beinhalteten. Die Kenngrößen der MFK sowie der Fettgehalt stellten die Zielvariablen dar.

Ergebnisse

Das Vorlegen des Tuches mit dem Geruch des eigenen Kalbes hatte keinen signifikanten Effekt auf die erhobenen Kenngrößen der MFK und den Fettgehalt. Dagegen war ein deutlicher Effekt der Versuchsgruppe nachzuweisen. Wie schon in vorangegangenen Untersuchungen beob-

achtet, reagierten die Kühe der K_p -Gruppe beim maschinellen Melken mit einer Hemmung der Alveolarmilchejektion. Aufgrund der meist nicht mehr vorhandenen Zisternenmilch war diese Hemmung nicht an einem verstärkten Auftreten von bimodalen MFK ($K_p = 8,5\%$, $K_0 = 6,8\%$ aller Melkungen) sondern an einem geringeren Maschinengesamtgemelk je Melkung sowie an einem deutlich reduzierten Fettgehalt zu erkennen (Tabelle 1). Zudem verlängerte sich bei den K_p -Kühen zu Melkbeginn die Zeitspanne bis zum Erreichen des Schwellenwertes von 500 g min^{-1} , während die Plateauphase signifikant kürzer ausfiel. Das 2-Minuten-Gemelk war, im Vergleich zu den Kontrolltieren, ebenfalls signifikant verringert. Aufgrund der ungleichen Zwischenmelkzeiten (9 bzw. 15 Stunden) ergab sich auch ein Effekt des Melkzeitpunktes auf die geprüften Variablen, wobei zur Morgenmelkzeit mehr Milch mit einem geringeren Fettgehalt als zur Abendmelkzeit gewonnen wurde. Diese Unterschiede spiegelten sich auch in den MFK wider: Die Plateau- und die Abstiegsphase waren morgens gegenüber der Abendmelkzeit verlängert, zugleich war in der Morgenmelkzeit das 2-Minuten-Gemelk grösser als am Abend.

Diskussion

Die Vorlage eines Tuches mit dem das eigene Kalb zuvor abgerieben worden war, wirkte sich gleichermassen weder auf die Milchabgabe der kalbführenden noch die der Kontrollkühe aus. Bedingt durch die Versuchsanstellung konnte jedoch nicht geprüft werden, ob die Tiere tatsächlich nicht auf den olfaktorischen Reiz reagierten, oder ob der Reiz für die Tiere einfach nicht wahrnehmbar war. Zwar wurde beim Abreiben der Kälber darauf geachtet, die für die olfaktorische Kontrolle während des Säugens besonders wichtige Analregion mit einzubeziehen, aber es ist durchaus denkbar, dass mit dem nur zweimaligen Abreiben keine vollwertige Übertragung von Geruchsstoffen erfolgte, so dass sich die Tücher mit dem Kalbgeruch nicht von den Kontrolltüchern unterschieden. Eventuell könnte ein längerer Kontakt zwischen Tuch und Körper des Kalbes zu einer stärkeren und damit für die Kuh wahrnehmbaren Anreicherung von Geruchsstoffen führen. Andererseits ist auch denkbar, dass neben dem olfaktorischen (Kalbgeruch) und dem mechanischen (im Versuch durch die Eutervorbereitung und die Vibrationsstimulation sicher gestellt) Reiz noch weitere Stimuli, zum Beispiel visueller und akustischer Art, für die Stimulationswirkung des «Kalbsaugens» verantwortlich sind.

Tabelle 1: Anhand der Modelle geschätzte Mittelwertunterschiede der Zielvariablen in Abhängigkeit von den geprüften fixen Effekten ($p \leq 0,05$)

Zielvariable	Fixe Effekte				
	Kalbgeruch Ja-Nein	Versuchsgruppe K_p - K_0	Melkzeit morgens-abends	Status Färse-Kuh	Rasse DH-Rbt
MGG [kg]	n.s.	-6,9	+1,8	-1,4	n.s.
tS500 [min]	n.s.	+ 0,1	n.s.	+0,2	n.s.
tAN [min]	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
tPL [min]	n.s.	-0,2	+0,3	n.s.	n.s.
tAB [min]	n.s.	n.s.	+0,3	-0,4	n.s.
2MG [kg]	n.s.	-1,9	+0,3	n.s.	n.s.
Fettgehalt [%]	n.s.	-0,8	-0,6	n.s.	n.s.

MGG = Maschinengesamtgemelk, tS500 = Zeit bis Erreichen des Schwellenwertes von 500 g min^{-1} , tAN = Dauer der Anstiegsphase, tPL = Plateaudauer, tAB = Dauer der Abstiegsphase, 2MG = 2-Minuten-Gemelk, n.s. = keine signifikanten Differenzen vorhanden

Auch wenn in den Untersuchungen kein Effekt des gewählten Stimulus nachgewiesen werden konnte, so bestätigen sie doch vorangegangene Experimente zur muttergebundenen Kälberaufzucht. Insbesondere die Auswirkungen auf die ermelkbare Menge an Milch sowie deren Zusammensetzung wurden bestätigt. Zwar können die verringerte Milchmenge, die Verzögerung bis zum Erreichen der 500 g min^{-1} -Schwelle, die reduzierte Plateauphase sowie das verminderte 2-Minuten-Gemelk bei den K_p -Kühen auch auf ein – dem maschinellen Melken vorangegangenes – Saugen des Kalbes zurückgeführt werden, jedoch deutet der stark verminderte Fettgehalt auf eine wesentliche Beeinträchtigung der Alveolarmilchejektion hin, welche die Gewinnung der fettreichen Alveolarmilch verhinderte.

Des Weiteren wurde auch in dieser Untersuchung deutlich, dass das bei der Beurteilung der Stimulationswirkung verwendete Kriterium «Bimodalität der Milchflusskurve» nur angewendet werden kann, wenn sowohl Zisternen- als auch Alveolarmilch in einem Masse zur Verfügung stehen, die eine Entstehung einer bimodalen Kurve erst ermöglichen.

Etwas erstaunlich ist der in dieser Untersuchung fehlende Effekt der Rasse auf die Milchmenge sowie den Fettgehalt. Da sich die beiden unter den gleichen Managementbedingungen gehaltenen Teilherden in diesen Punkten bei Milchleistungsprüfung nachweislich unterscheiden (Jahresherdenleistung 2009: DH = 7,621 kg mit 4,35 % Fett; Rbt = 6,157 kg mit 4,52 % Fett), ist dies eigentlich nur dadurch zu erklären, dass diese Unterschiede zum Zeitpunkt der Versuchsmelkungen (4. Laktationswoche) noch nicht so ausgeprägt waren.

Schlussfolgerungen

Die Bedeutung des Geruchs des eigenen Kalbes für die Alveolarmilchejektion der Milchkühe wurde zwar wiederholt beschrieben, bisher fehlen jedoch wissenschaftliche Belege, dass sich allein der Geruch positiv auf die Milchabgabe auswirkt. Dies war ein erster Versuch, dieser Fragestellung nachzugehen. Das hier angewandte Verfahren zur Geruchsvorlage durch Abreiben der Kälber mit Baumwolltüchern lieferte keinen für eine Stimulation ausreichenden olfaktorischen Reiz. Leider konnte nicht objektiv geprüft werden, ob sich die Tücher ohne und mit Kalbgeruch wirklich in einer für die Kühe wahrnehmbaren Intensität olfaktorisch unterschieden. Die Frage, ob die Tiere auf einen olfaktorischen Reiz mit einer Milchejektion reagieren, kann somit nicht abschliessend beantwortet werden und bedarf weitergehender Untersuchungen

Literatur

- Barth, K., Rademacher C., Georg H. 2007. Melken und Kälbersäugen – geht das? In: Zikeli S., Claupein W. & Dabbert S. (eds.): Zwischen Tradition und Globalisierung. Beiträge zur 9. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Universität Hohenheim, 20.–23. März 2007, Bd. 2: 581–584.
- dePassillé A. M., Marnet P.-G., Lapierre H., Rushen J. 2008. Effects of Twice-Daily Nursing on Milk Ejection and Milk Yield During Nursing and Milking in Dairy Cows. *J Dairy Sci* 91: 1416–1422.
- Poletto A. 2010. Maternal Behaviour. In: Mills D. S. (editor-in-chief): *The Encyclopedia of Applied Animal Behaviour and Welfare*. CAB International, ISBN 978-0-85199-724-7: 402–405.
- Roth B. A., Barth K., Gygax L., Hillmann E. 2009. Influence of artificial vs. motherbonded rearing on sucking behavior, health and weight gain in calves. *Appl Anim Behav Sci* 119: 143–150.
- Schneider R. A., Roth B. A., Barth K., Hillmann E. 2007. Einfluss der muttergebundenen Aufzucht auf Milchleistung, Verhalten im Melkstand und maternales Verhalten behornter Kühe. *KTBL-Schrift* 461: 48–56.
- Wagenaar J. P. T. M., Langhout J. 2007. Practical implications of increasing 'natural living' through suckling systems in organic dairy calf rearing. *NJAS – Wageningen J Life Sci* 54: 375–386.

Gesundheitsmonitoring beim Melkpersonal im Zuge der Effizienzsteigerung

Martina Jakob; mjacob@atb-potsdam.de
Leibniz-Institut für Agrartechnik Bornim e.V., D-14469 Potsdam

Zusammenfassung

Strukturelle Veränderung in der Milchwirtschaft gehen einher mit steigenden Betriebsgrößen sowie steigenden Milchleistungen bei gleichzeitiger Rationalisierung und Optimierung der Milchgewinnung. Bei entsprechender Herdengröße können Betriebe rund um die Uhr im Mehrschichtsystem melken. Derartige Bewirtschaftungssysteme verändern jedoch auch das Tätigkeitsprofil der im Betrieb Beschäftigten. Nachgewiesenermaßen sind die im Melkprozess verbliebenen Handarbeiten, nämlich das Reinigen des Euters, das Vormelken und das Ansetzen der Melkzeuge Arbeiten mit erhöhter muskulärer Belastung. Weiterhin konnte in einer Untersuchung zur körperhaltungsabhängigen Belastung gezeigt werden, dass Arbeiten über und unter Schulterniveau belastender sind als Arbeiten auf Schulterniveau. Die Arbeitshöhe ist abhängig von der Tiefe der Melkergrube, dem Euter-Boden-Abstand der Kuh und der Schulterhöhe der Arbeitskraft. Allein der Abstand vom Euter zum Boden kann zwischen 40 und 70 cm betragen. Um auf die individuelle, körperhaltungsabhängige Belastung zu schließen, müssen alle Einflussfaktoren erfasst werden. Daraus ergibt sich ein Belastungsprofil, das mit dem Auftreten von Beschwerden im Bereich des Muskel-Skelett-Systems verglichen werden soll.

Die Auswertung der ersten Untersuchungen zeigt, dass die Melkerinnen und Melker zwischen 30 und 100 % der Zeit bei nicht optimalen Arbeitshöhen arbeiten. Eine Anpassung der Melkflurkantenhöhe gemessen am Mittelwert des Euter-Boden-Abstandes der Herde würde am Beispiel einer Melkerin den nicht optimalen Anteil der Arbeitshöhen von 84 % auf 45 % senken. Der Anteil an Personen mit Beschwerden in mindestens einer Körperregion liegt bei insgesamt 24 befragten Personen bei 83 %. Hieraus ergibt sich dringender Handlungsbedarf für das Monitoring der Gesundheit von Melkerinnen und Melkern im modernen Milchviehbetrieb.

Résumé

Monitoring de la santé du personnel de traite dans le but d'accroître l'efficience

Les modifications structurelles de l'économie laitière accompagnent la croissance des exploitations et l'augmentation des rendements laitiers, de même que la rationalisation et l'optimisation de la production laitière. Lorsque les effectifs sont conséquents, les exploitations

peuvent traire 24 heures sur 24 avec un système d'équipes. Ce type de systèmes modifie également le profil d'activité du personnel qui travaille dans les exploitations. Il a été prouvé que les travaux manuels qui subsistent dans la traite, comme le nettoyage des mamelles, le tirage des premiers jets et la pose des unités trayeuses demandent un travail physique et musculaire important. De plus, une étude sur les sollicitations physiques liées aux positions corporelles a montré que les travaux effectués au-dessus et en dessous du niveau des épaules sont plus pénibles que les travaux réalisés au niveau des épaules. La hauteur de travail dépend de la profondeur de la fosse de traite, de la distance entre la mamelle et le sol et de la hauteur des épaules de l'employé. À elle seule, la distance entre le pis et le sol peut varier entre 40 et 70 cm. Pour pouvoir déterminer les sollicitations individuelles liées à la position corporelle, il faut connaître tous les facteurs d'influence. À partir de là, on peut établir un profil de sollicitation, qui peut être comparé avec l'apparition de troubles de l'appareil locomoteur.

La mise en valeur des premiers résultats montre que les trayeuses et trayeurs travaillent entre 30 et 100 % du temps à des hauteurs qui ne sont pas optimales. L'adaptation du niveau de la fosse de traite par rapport à la moyenne de la distance mamelle/sol dans le troupeau permettrait de réduire le pourcentage de hauteurs de travail non optimales de 84 % à 45 % pour une trayeuse par exemple. Le pourcentage de personnes souffrant de troubles dans au moins une région du corps est de 83 % pour un total de 24 personnes interrogées. C'est la preuve qu'il est urgent de prendre des mesures pour contrôler la santé des trayeuses et des trayeurs dans les exploitations modernes de production laitière.

Summary

Monitoring the health of milking staff whilst increasing efficiency

Structural changes in the dairy industry go hand-in-hand with both increasing farm size and rising milk yields, at the same time as milk production is streamlined and optimised. With the corresponding herd size, farms can milk round-the-clock with a multi-shift system. Such management systems also alter the activity profile of farm employees, however. The manual tasks remaining in the milking process, namely udder cleaning, stripping and attaching the teat-cup cluster, demonstrably involve increased muscle load. Moreover, in a study on posture-dependent

load, it was shown that working above and below shoulder level places more stress on the body than working at shoulder level. Working height is dependent on the depth of the milking pit, the cow's udder-to-floor distance and the shoulder height of the employee. The udder-to-floor distance alone can range between 40 and 70 cm. To enable the individual, posture-dependent load to be determined, all influencing factors must be recorded. This yields a load profile which is meant to be compared with the occurrence of complaints in the musculoskeletal system.

Analysis of the initial studies shows that milkers are not working at optimal heights between 30 and 100% of the time. Using the example of a female milker, adjusting the milking-floor edge height based on the average of the udder-to-floor distance for the herd would lower the non-optimal percentage of the working heights from 84 to 45%. Out of a total of 24 people who were interviewed, the percentage of those with complaints in at least one region of the body stands at 83%. This leads us to conclude that there is an urgent need for action in terms of monitoring the health of milking staff in modern dairy farms.

Einleitung

Die Technologie der Milchproduktion und die Arbeitsorganisation beim Melken haben viele Betriebe in den vergangenen Jahrzehnten stark verändert. Eine betriebliche Umstellung auf den Gruppenmelkstand ist eine deutliche Arbeitserleichterung, weil kaum noch schwere Lasten zu handhaben sind und die Körperhaltung wesentlich günstiger ist. An die Umstellung ist aber auch immer die Erwartung geknüpft, Arbeitszeit zu sparen. Bereits ab einer Herdengröße von etwa 40 Kühen, die in einem Gruppenmelkstand von acht oder mehr Plätzen gemolken werden, hat die Arbeitskraft kaum noch Leerlaufzeiten.

Trotz dieser insgesamt positiven Veränderungen ist die Berufsgruppe der Melker laut Arbeitsunfähigkeitsdaten auch heute noch überdurchschnittlich oft von Erkrankungen im Bereich des Muskel-Skelett-Systems betroffen (Liebers 2009). Diesen Trend bestätigen auch Untersuchungen aus Schweden (Stal *et al.* 2003, Pinzke 2003, Pinzke *et al.* 2001) und Finnland (Tuure u. Karttunen 2007, Tuure u. Alasuutari 2009). Wo dafür genau die Ursachen liegen, ist schwer zu sagen. Im modernen Melkstand auftretende Risikofaktoren sind kurzzyklische und sich häufig wiederholende Prozesse, statische Haltearbeit, teilweise kombiniert mit ungünstigen Körperhaltungen sowie ein hohes Arbeitstempo. Welchen Einfluss die individuelle Arbeitshöhe und die zu haltenden Melkzeuggewichte auf die Belastung haben, wurde in einer umfangreichen Laboruntersuchung (Jakob *et al.* 2009, Liebers *et al.* 2009) erfasst. Anhand der muskulären Aktivität und Körperhaltungsanalysen konnte der Einfluss von unterschiedlichen Arbeitshöhen auf die Belastung quantifiziert werden. Als Ergebnis der Untersuchung wurde festgestellt, dass das Ansetzen von Melkzeugen am beanspruchungsärmsten erfolgt,

wenn die individuelle Arbeitshöhe so eingestellt wird, dass sich der Euterboden in etwas auf Schulterhöhe befindet. Weiterhin wurde ein Abweichen von 15 cm nach oben und nach unten bewertet. Erhöhte Belastungen im Bereich der Lendenwirbelsäule der Melkperson bestehen, wenn das Arbeitsniveau unterhalb der Schulterhöhe der Arbeitskraft liegt. Die oberen Extremitäten werden stärker beansprucht, wenn das Melkzeug über Schulterniveau angebracht werden soll.

Neben der Arbeitshöhe hat auch das Melkzeuggewicht einen wesentlichen Einfluss auf die Höhe der Anstrengung. In einem ersten Versuchsdurchgang wurden zwei konventionelle Melkzeuge unterschiedlichen Gewichts (1,4 und 2,4 kg ohne Milchschauch) miteinander verglichen. Bei nahezu allen untersuchten Muskelgruppen zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen leicht und schwer. In einer zweiten Untersuchungsreihe wurde das leichte Melkzeug dem sammelstückfreien Melksystem Multilactor[®] gegenüber gestellt. Hier konnte der Multilactor[®] die Belastung messbar reduzieren.

In der Praxis variiert das Verhältnis der Schulterhöhe zur Euterhöhe von Kuh zu Kuh. Die maximale Variationsbreite bei den Kühen liegt hier bei beachtlichen 49 cm (Geidel u. Graff 2001) bzw. bei einem mittleren Bodenabstand der Zitze von 45 cm. Neben der Variabilität der Euterhöhe ist auch die Körpergröße des Melkpersonals variabel. Lediglich die Grubentiefe ist als fixe, betriebsinterne Größe zu sehen, sofern kein Hubboden vorhanden ist. Im Fazit ist eine optimale Arbeitshöhe im Melkstand also eher ein Zufallsprodukt.

Zielsetzung und Methodik

Um einen möglichen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Beschwerden und der individuellen Situation im Betrieb zu klären, werden derzeit in Praxisbetrieben die Arbeitshöhen anhand der Euter-Boden-Abstände, der individuellen Schulterhöhe der Melkerinnen und Melker, der Grubentiefe sowie der Häufigkeit der Melkvorgänge pro Schicht und pro Woche ermittelt. Für jede Arbeitskraft ergibt sich daraus eine Art Belastungsprofil, da genau berechnet werden kann, zu welchen Anteilen oberhalb, auf und unterhalb des Schulterniveaus gearbeitet wird. Im Ergebnis erhält man die Angabe, wie viel Prozent der Arbeitszeit jede Melkerin bzw. jeder Melker in den untersuchten Arbeitshöhen tätig ist.

Zielsetzung der durchzuführenden Querschnittsuntersuchung ist der Abgleich der in der Praxis auftretenden Arbeitshöhen mit den als günstig ermittelten. In Kombination mit einer Abfrage jeder Arbeitskraft über den Nordischen Fragebogen (Kuorinka *et al.* 1987) wird das Auftreten von Beschwerden im Bereich des Muskel-Skelett-Systems ins Verhältnis zu den individuellen Arbeitshöhen gesetzt, um eine Korrelation der Merkmale des Belastungsprofils und Körperregionen mit Beschwerden zu überprüfen.

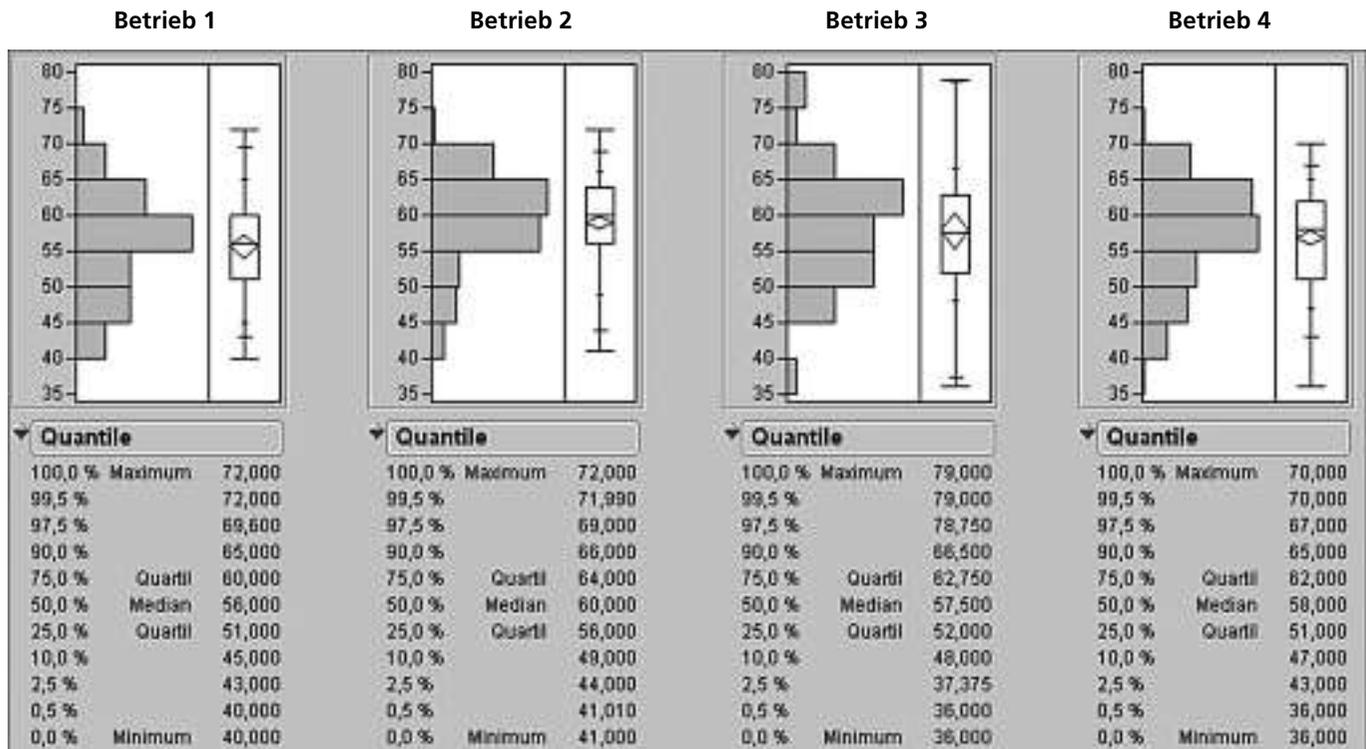


Abbildung 1: Ergebnisse der Euter-Boden Abstandsmessungen (in cm) von vier Betrieben mit der Rasse Schwarzbunt.

Ergebnisse und Diskussion

Die bisher erfassten Betriebsdaten weisen, was den Abstand des Euters vom Boden anbelangt (Abb.1), sehr ähnliche Herdenmittel zwischen 56 und 59 cm auf. Die sich durch Körpergrösse und Grubentiefe des jeweiligen Betriebes daraus ergebenden Belastungsprofile sind extrem verschieden. Abbildung 2 zeigt drei Beispiele für die prozentuale Verteilung der Arbeitshöhen. Person A arbeitet zu 70 % über Schulterniveau, während Person C zu 60 % unter Schulterniveau arbeitet. Aufgrund der grossen Streuung der Euterhöhen mit einer Spanne von 35 cm ist es nicht möglich, jederzeit optimale Arbeitshöhen zu gewährleisten. Die theoretisch optimale Schulterhöhe, die

sich aus der Summe des mittleren Abstands des Euters vom Boden und der Melkflurkantenhöhe ergibt, ermöglicht zwischen 60 und 70 % der Zeit den optimalen Arbeitsbereich.

In Tabelle 1 ist die Häufigkeit von Beschwerden in einem Betrieb für die im Nordischen Fragebogen abgefragten Körperregionen dargestellt. Nur drei der befragten Arbeitskräfte waren beschwerdefrei, was einer Quote von 14 % entspricht.

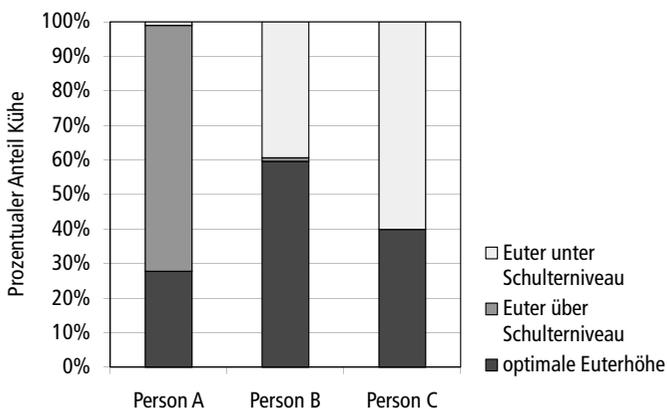


Abbildung 2: Belastungsprofile von drei Arbeitskräften mit unterschiedlicher Körpergrösse.

Tabelle 1: Anzahl an Personen mit und ohne Muskel-Skelett-Beschwerden in bestimmten Körperregionen

Beschwerden im Bereich	Ja	Nein
Nacken	15	7
Schulter	15	7
Brustwirbelsäule	7	12
Ellenbogen	2	18
Lendenwirbelsäule	13	7
Füsse	7	13
Handgelenke/Hände	11	9
Knie	6	13
Hüften	5	14

Je grösser die Anzahl der Betriebe ist, in denen die für die Belastungsprofile notwendigen Masse erfasst werden, desto gesicherter sind Aussagen möglich, ob die Ausprägung von Belastungsprofilen mit Beschwerden in bestimmten Körperregionen korreliert. Die derzeitige Ergebnislage erlaubt noch keine Aussagen. Insgesamt ist die Beschwerdesituation jedoch alarmierend, unterstreicht den Handlungsbedarf und bestätigt die Ergebnisse der eingangs aufgeführten Studien sowie die Notwendigkeit einer detaillierten Analyse des modernen Arbeitsplatzes Melkstand.

Literatur

- Geidel S., Graf K. 2001. Morphologie der Zitze und melktechnische Parameter. Jahrestagung der WGM, Berlin 12.–13.9.2001 <http://cms.wgmev.de/index.php>.
- Jakob M., Liebers F., Behrendt S. 2009. Body posture variation during machine milking regarding weight of milking unit and working height-experimental study, Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 66, S. 31–37.
- Kuorinka I., Jonsson B. Kilbom A. *et al.* 1987. Standardized Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Appl. Ergon* 18: 233–237.
- Liebers F., Caffier G. 2009. Berufsspezifische Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen in Deutschland [Job specific sickness absence due to musculoskeletal disorders in Germany]. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA): Dortmund, Berlin, Dresden, 243 p.
- Liebers F., Jakob M., Behrendt S. 2009. Physical load during machine milking regarding weight of the milking unit and working level – experimental study, Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 66, S. 38–47.
- Pinzke S., Stal M., Hansson G-A. 2001. Physical workload on upper extremities in various operations during machine milking. *Ann Agric Environ Med* 8, 63–70.
- 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: 185–195.
- Stal M., Pinzke S., Hansson G-A., Kolstrup C. 2003. Highly repetitive work operations in a modern milking system. A case study of wrist positions and movements in a rotary system. *Ann Agric Environ Med*, 10, 67–72.
- Tuure V.-M., Karttunen J. 2007. Työntekijän kannalta toimiva pihatto. In: T. Kivinen *et al.* (Eds). *Lypsykarjapihaston toiminnalliset mitoitusvaihtoehdot*, MTT:n selvityksiä 137: 1–149.
- Tuure V.-M., Alasuutari S. 2009. Reducing work load in neck-shoulder region in parlor milking. *BAB Heft 66*, ISSN 0947-7314.

Einfluss des viertelindividuellen Melkens auf den Zellzahlgehalt und die Melkbarkeit bei erstlaktierenden Kühen

Anika B. Müller, Sandra Rose-Meierhöfer, Reiner Brunsch; amueller@atb-potsdam.de
Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V., D-14469 Potsdam

Zusammenfassung

Die Melktechnik beeinflusst die Eutergesundheit und Melkbarkeit von Kühen erheblich. Viertelindividuelle Melksysteme mit Einzelschlauchführung ohne Sammelstück und mit niedrigerem Vakuum (37 kPa), wie der MultiLactor®, sollen das Eutergewebe schonen und ein gleichmäßiges Ausmelken gewährleisten. Der MultiLactor® wurde für den Einsatz in konventionellen Melkständen konzipiert. In einem Praxisversuch, betreut vom Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim (ATB), wurde das neu entwickelte Melksystem zusammen mit einem konventionellen System mit Sammelstück untersucht und verglichen. Zur Bewertung des viertelindividuellen Melkens bei erstlaktierenden Kühen wurden Milchflusskurven und Zellzahlergebnisse genutzt. Die Milchflusskurven wurden alle 14 Tage mit LactoCorder® (WMB, Balgach, Schweiz) aufgezeichnet. Zusätzlich wurde bei jeder Messung eine Probe vom Gesamtgemelk genommen und mit der Fossomatic® (FOSS, Hillerød, Dänemark) auf ihren Gehalt an somatischen Zellen untersucht. Bei Kühen, die in der ersten Laktation stehen, scheint das Melksystem keinen Einfluss auf die wichtigen Melkparameter wie Milchleistung, Melkdauer sowie den durchschnittlichen Milchfluss zu haben. Über den Versuchszeitraum betrachtet, lag der Gehalt an somatischen Zellen bei den erstlaktierenden Kühen im Mittel bei unter 100 000 Zellen/ml Milch. Damit sind die Kühe in beiden untersuchten Gruppen als gesund einzustufen.

Résumé

Influence de la traite par quartier sur le nombre de cellules et la traite des vaches primipares

La technique de traite influence considérablement la santé de la mamelle et la traite des vaches. Les systèmes de traite par quartier avec des longs tuyaux à lait individuels sans griffe et un vide réduit (37 kPa), comme le MultiLactor®, sont censés ménager les tissus du pis et assurer un égouttage régulier. Le MultiLactor® a été conçu pour être utilisé dans les salles de traite conventionnelles. Un essai pratique, sous l'égide de l'Institut Leibniz de technique agricole de Potsdam-Bornim (ATB), a permis d'étudier ce nouveau système de traite et de le comparer avec un système conventionnel avec griffe. L'évaluation de la traite des vaches primipares par quartier est basée sur des cour-

bes de débit de lait et sur le nombre de cellules. Les courbes de débit de lait ont été établies tous les quinze jours avec le LactoCorder® (WMB, Balgach, Suisse). Un échantillon de lait était prélevé à chaque mesure et sa teneur en cellules somatiques analysée à l'aide d'un appareil Fossomatic® (FOSS, Hillerød, Danemark). Chez les vaches qui sont en première lactation, le système de traite ne semble pas avoir d'influence sur les principaux paramètres de traite, comme la production laitière, la durée de traite ou le débit de lait moyen. Pendant toute la durée de l'essai, la teneur en cellules somatiques des vaches primipares s'élevait en moyenne à moins de 100 000 cellules/ml de lait. Par conséquent, on peut donc considérer que les vaches étaient en bonne santé dans les deux groupes étudiés.

Summary

Influence of individual-quarter milking on somatic-cell content and the milkability of first-time lactating cows

Milking technology significantly influences udder health and the milkability of cows. Individual-quarter milking systems with a single hose guide without clawpiece and with a low vacuum (37 kPa), such as the MultiLactor®, are meant to be gentle on the udder tissue and to ensure even, thorough milking. The MultiLactor® was designed for use in conventional milking parlours. In a practical trial supervised by the Leibniz Institute for Agricultural Engineering Potsdam-Bornim (ATB), the newly developed milking system was investigated and compared with a conventional system with clawpiece. Milk-flow curves and somatic cell-count scores were used to assess individual-quarter milking in first-time lactating cows. The milk-flow curves were recorded every 14 days with LactoCorder® (WMB, Balgach, Switzerland). In addition, at the time of each measurement, a sample of the total milking was taken and examined with the Fossomatic® (FOSS, Hillerød, Denmark) for its somatic-cell content. For cows in their first lactation, the milking system would seem to have no influence on the important milking parameters such as milk yield, duration of milking, and average milk flow. Observed over the trial period, the somatic-cell content for first-time lactating cows stood at under 100,000 cells/ml milk on average. Cows in the two groups studied are therefore to be classified as healthy.

Einleitung

Das Melken hat einen entscheidenden Einfluss auf die Melkbarkeit und Eutergesundheit von Kühen. Erkrankungen des Euters treten trotz technischer Fortschritte im Bereich der Melktechnik häufig auf. Aus diesem Grund muss neben der Melkroutine auch der eigentliche Milchentzug durch die Melkmaschine verbessert werden. Dieser sollte möglichst zügig, gleichmässig, vollständig und damit euterschonend erfolgen (Bruckmaier u. Hilger 2001). Das viertelindividuelle Melksystem MultiLactor® (Siliconform GmbH, Türkheim, Deutschland) soll den physiologischen Ansprüchen des Euters an den Melkvorgang besser gerecht werden und die Nutzungsdauer der Kühe erhöhen. Durch die einzeln hängenden Melkbecher treten am Euter keine ungünstigen Zug- und Hebelkräfte auf (Rose-Meierhöfer *et al.* 2009). Im Gegensatz zu automatischen Melksystemen ermöglicht der MultiLactor®, der in konventionelle Melkstände eingebaut wird, eine genaue Tierbeobachtung während des Melkvorgangs.

Mit Milchflusskurven kann das Milchabgabeverhalten von Kühen bewertet werden. Die optimale Milchflusskurve zeichnet sich durch eine kurze, steile Anstiegs- und Abstiegsphase sowie eine durchschnittliche Melkdauer von 5 min aus (Schallenberger 2002). Im Idealfall weist sie demnach eine kastenförmige Gestalt auf. Darüber hinaus beträgt der höchste Milchfluss in der Plateauphase im optimalen Fall 3 bis 4,5 kg/min. Milchproben aus gesunden Eutervierteln haben einen Gehalt an somatischen Zellen, der bei unter 100 000 Zellen/ml Milch liegt (Hamann 2005). Bei Erkrankungen des Euters kommt es zu einem Anstieg der Zellzahlen (Berglund *et al.* 2007). Erhöhte Zellzahlen sind oftmals mit einer Abnahme der Milchleistung verbunden und führen zu Veränderungen in der Milchezusammensetzung (Seegers *et al.* 2003).

Zielstellung und Versuchsdurchführung

Ein Praxisversuch wurde auf einem Milchviehbetrieb mit zwei Autotandem-Melkständen durchgeführt. Davon war einer mit dem MultiLactor® (Abb. 1) und der zweite mit einem konventionellen Melksystem ausgestattet. Um mögliche Unterschiede bezüglich der Milchabgabe und dem Zellzahlgehalt zwischen viertelindividuell (MUL) und konventionell (CON) gemolkenen Kühen zu bewerten, wurde eine vergleichende Studie durchgeführt. Für die Untersuchung standen 31 erstlaktierende Kühe, aufgeteilt auf zwei Versuchsgruppen, zur Verfügung. Die Kühe der zwei untersuchten Gruppen stammten aus der gleichen Herde und wurden unter identischen Haltungsbedingungen im gleichen Stall gehalten. Es wurden nur Tiere in die Gruppen aufgenommen, die klinisch gesund und im ersten Laktationsdrittel waren. Gruppe 1 (n = 15) wurde ausschliesslich viertelindividuell, Gruppe 2 (n = 16) ausschliesslich konventionell gemolken. Die Messung der Milchflusskurven erfolgte alle 14 Tage über einen Zeitraum von sieben Monaten während der Abendmelkzeit. Zu diesem Zweck wurden LactoCorder® (WMB, Balgach, Schweiz)

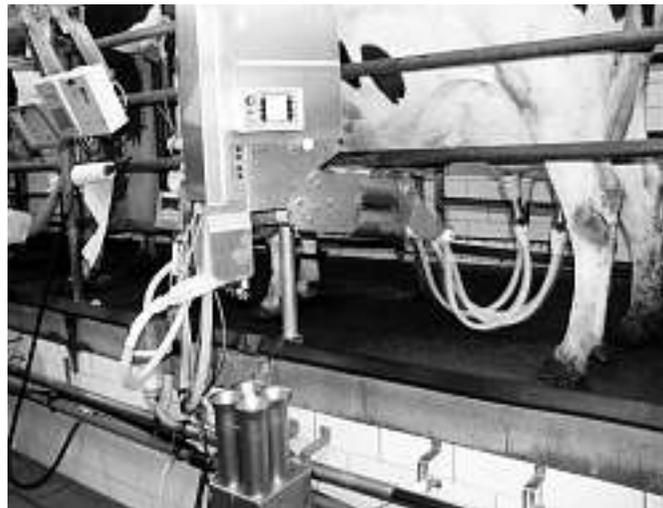


Abbildung 1: MultiLactor®-Einsatz unter Praxisbedingungen (Foto: U. Stollberg).

eingesetzt. Zusätzlich wurde bei jeder Messung eine Probe vom Gesamtgemelk genommen. Die Bestimmung des somatischen Zellzahlgehalts erfolgte mit der Fossomatic® 5000 (FOSS, Hillerød, Dänemark).

Viertelindividuelle und konventionelle Melktechnik im Praxisversuch

Der MultiLactor® zeichnet sich durch eine Einzelschlauchführung ohne klassisches Milchsammelstück aus. Durch diese Konstruktionsweise wird auch die Keimübertragung zwischen den Eutervierteln (Respray) unterbunden. Die Melkbecher arbeiten mit periodischem Lufteinlass und verfügen über Sitzgummis aus Silikon. Mit einem pneumatischen Arm (Aktuator) werden die vier Milchschräuche nach Ansetzen der Melkbecher in eine schwingende Bewegung versetzt. Die mechanische Vorstimulation der Zitzen und des Euters dauert 50 s an. Das Anlagenvakuum beträgt 37 kPa und die eingesetzte Pulsation verläuft sequenziell mit 35 % Entlastungs- und 65 % Saugphase. Bei einem Milchfluss von unter 800 g/min setzt die Bewegung des Aktuators erneut ein, um einen möglichst hohen Ausmelkgrad zu erzielen. Sobald ein Milchfluss von unter 200 g/min erreicht wird, erfolgt die gleichzeitige Abnahme aller vier Melkbecher. Die Reinigung und Desinfektion der Melkbecher von innen und aussen erfolgt automatisch nach jedem Melkvorgang.

Beim konventionellen Melkstand handelte es sich um einen Westfalia®-Autotandem, der ein Melkzeug mit Milchsammelstück besitzt. Die Vorstimulation der Euter dauerte eine Minute und erfolgte mit einer Pulsationsrate von 300 Pulsen bei einem Vakuum von 19 kPa. Das Anlagenvakuum beträgt 40 kPa und es wird eine Wechseltaktpulsation mit 60 % Saug- und 40 % Entlastungsphase eingesetzt. Auch im Westfalia®-Autotandem erfolgt nach jedem Melkvorgang eine automatische Zwischenreinigung und -desinfektion. Dazu wurde ein Backflush-System eingesetzt.

Erste Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung der Milchflussparameter hat bei den erstlaktierenden Kühen gezeigt, dass hinsichtlich der Milchleistung, Melkdauer und des durchschnittlichen Milchflusses zwischen beiden Melksystemen keine signifikanten Unterschiede aufgetreten sind. Nach Göft (1994) und Schallenberger (2002) zeichnet sich die optimale Milchflusskurve durch eine kurze, steile Anstiegsphase, eine ausgeprägte Plateauphase und eine kurze, steile Abstiegsphase aus. Abbildung 2 zeigt zwei typische Milchflusskurven für beide Melksysteme. Der MultiLactor® unterschied sich hinsichtlich der Dauer der Anstiegsphase am deutlichsten vom konventionellen Melkstand. Danach lag die Dauer der Anstiegsphase bei durchschnittlich 22 s und war damit um 32 s kürzer als bei den konventionell gemolkenen Kühen. Diese Tatsache kann auf die positive Wirkung der Aktuator-Stimulation zurückgeführt werden. Der positive Einfluss der Vorstimulation auf die Milchabgabe bei Kühen wurde auch von Tančin *et al.* (2007) bestätigt. Die konventionell gemolkenen Kühe hatten einen um durchschnittlich 0,64 kg/min höheren Spitzenmilchfluss. Das höhere Anlagenvakuum im konventionellen Melkstand könnte ein Grund gewesen sein, weshalb der Spitzenmilchfluss bei diesen Kühen höher war. Ein stufiger Abfall des Milchflusses, der auf das unerwünschte Blindmelken einzelner Euterviiertel hindeutet, trat bei den viertelindividuell gemolkenen Kühen seltener auf. Das spricht für ein gleichmässiges Ausmelken aller vier Euterviiertel. Der mittlere Gehalt an somatischen Zellen lag in beiden Gruppen, bei Betrachtung der Medianwerte, bei unter 100 000 Zellen/ml Milch. Damit sind die erstlaktierenden Kühe in beiden Gruppen über den gesamten Versuchszeitraum als gesund einzustufen. Entzündungen des Euters führen dagegen zu einem Anstieg der Zellzahlen auf über 100 000 Zellen/ml Milch (Berglund *et al.* 2007, Hamann 2005). Bei beiden Melkständen bestand zwischen der Zellzahl und den untersuchten Milchflusseigenschaften hinsichtlich des durchschnittlichen Milchflusses ($r = -0,32$ Gruppe 1 / $r = -0,30$ Gruppe 2), des höchsten Milchflusses ($r = -0,30$

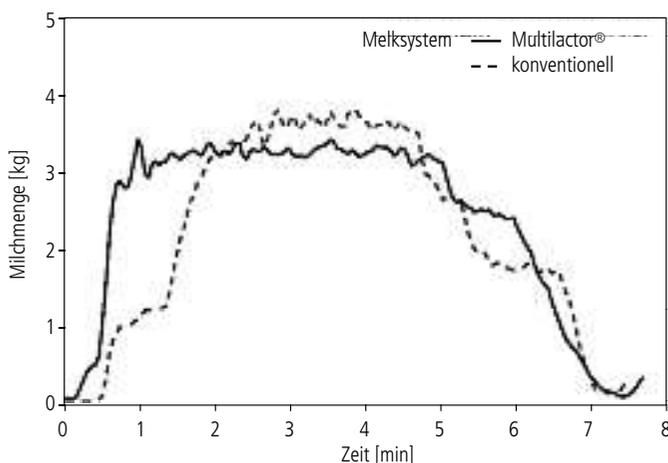


Abbildung 2: Zwei typische Milchflusskurven für viertelindividuell und konventionell gemolkene Kühe.

Gruppe 1 / $r = -0,31$ Gruppe 2) und der Milchmenge ($r = -0,21$ Gruppe 1 / $r = -0,27$ Gruppe 2) ein ähnlicher signifikant negativer Zusammenhang.

Schlussfolgerungen

Bei allen untersuchten Kühen lagen die Zellzahlen im Mittel bei unter 100 000 Zellen/ml Milch. Sowohl die viertelindividuell als auch die konventionell gemolkenen Kühe sind damit als gesund einzustufen. Im Gegensatz zum konventionellen Melkstand zeigten die MultiLactor®-Kühe eine vollwertige Milchejektion kurz nach dem Ansetzen der Melkbecher. Dies deutet auf eine verbesserte Vorstimulation durch Aktuator-Einsatz hin.

Viertelindividuelles Melken ist nicht nur ein Vorteil von automatischen Melksystemen (AMS). Mit dem Einsatz des MultiLactors® gibt es auch in Melkständen die Möglichkeit Kühe viertelindividuell zu melken.

Literatur

- Berglund I., Pettersson G., Östensson K., Svennersten-Sjaunja K. 2007. Quarter Milking for Improved Detection of Increased SCC. *Reproduction in Domestic Animals*. 42(4), pp. 427–432.
- Bruckmaier R. M., Hilger M. 2001. Milk ejection in dairy cows at different degrees of udder filling. *Journal of Dairy Research* 68, pp. 369–376.
- Göft H., Duda J., Dethlefsen A., Worstorff H. 1994. Studies on breeding use of milkability traits with regard to milk flow curves in dairy cattle. *Zuchtungskunde* 66, 23–37.
- Hamann J. 2005. Diagnosis of mastitis and indicators of milk quality. *Mastitis in dairy production: current knowledge and future solutions* 82–90, Wageningen Academic Publishers.
- Rose-Meierhöfer S., Brunsch R., Jakob M. 2009. Reduction of forces on the teats by single tube guiding in conventional milking parlours. *SA Anim Sci* 39, 161–164.
- Schallenberger E. 2002. Eutergesundheit und Milchflusskurven – Praxisstudie zur Milchqualität und zum Milchentzug in Schleswig-Holstein. 3. Jahrestagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e. V., Dresden-Pillnitz 17.–18.09.2002, S. 1–6.
- Seegers H., Fourichon C., Beaudeau F. 2003. Production effects related to mastitis and mastitis economics in dairy cattle herds. *Veterinary Research* 34(5), pp. 475–491.
- Tančin V., Uhrincat M., Macuhova L., Bruckmaier R.M. 2007. Effect of pre-stimulation on milk flow pattern and distribution of milk constituents at a quarter level. *Czech J Anim Sci* 52, 117–121.

Hyperkeratosen – Wo liegen die Ursachen?

Hans-Jürgen Rudovsky¹, Steffen Pache², Joachim Schulz³; rudovsky@gmx.de

¹D-04349 Leipzig;

²Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Abteilung Tierische Erzeugung, D-04886 Köllitsch,

³D-04103 Leipzig

Zusammenfassung

In einer Herde mit 130 Holstein-Friesen-Kühen (Herden-durchschnitt 9065 kg Milch /Jahr) wurden über einem Zeitraum von 24 Monaten alle laktierenden Kühe monatlich auf den Zustand der Zitzenspitzen nach dem fünfstufigen Schlüssel bonitiert. Die intensive Überprüfung und die regelmässige Wartung des Melkstandes (2x7-Fischgrätemelkstand) gewährleisteten im Versuch gleichbleibende Melkbedingungen.

Für die statistische Analyse wurde der Schweregrade der beobachteten Hyperkeratosen zusätzlich einer logarithmischen Transformation unterzogen.

Hyperkeratosen werden primär durch Druckbelastungen bei der Pulsation und der Melkzeughaftzeit hervorgerufen. Häufigkeit des Auftretens von Hyperkeratosen, der Schweregrad und Verlauf werden nachweislich durch jahreszeitliche Klimaschwankungen, die Dippmittelqualität, die Laktationszahl und -stand sowie das Liegeverhalten und die Fütterung beeinflusst.

Betriebs- und Fabrikatvergleiche zum Auftreten von Hyperkeratosen lassen sich nur unter Berücksichtigung der Management- und jahreszeitlichen Umweltbedingungen vornehmen.

Ebenso konnten genetische Effekte vermutet werden, die an einer grösseren Tierzahl noch zu prüfen sind.

Résumé

Hyperkératoses des trayons – Quelles sont les causes?

Dans un troupeau de 130 vaches Holstein frisian (moyenne du troupeau 9065 kg de lait par an), l'état de la pointe des trayons de toutes les vaches en lactation a été évalué une fois par mois pendant 24 mois, selon une échelle à cinq niveaux. Le contrôle intensif et l'entretien régulier de la salle de traite (épi 2x7) ont permis d'avoir des conditions de traite constantes pendant tout l'essai.

Pour les besoins de l'analyse statistique, le degré de gravité des hyperkératoses constatées a été soumis à un traitement logarithmique.

Les hyperkératoses sont dues en premier lieu à l'écrasement subi lors du massage par le manchon trayeur et au temps de pose de l'unité trayeuse. La fréquence des hyperkératoses, leur degré de gravité et leur évolution sont dus manifestement aux fluctuations climatiques saisonnières, à la qualité du produit de trempage, au nombre et au stade de lactations, ainsi qu'au comportement en position couchée et à l'affouragement.

On ne peut comparer les exploitations et les produits par rapport à l'apparition d'hyperkératoses qu'en tenant compte des conditions de management et des conditions environnementales saisonnières.

On a également pu supposer l'existence de causes génétiques. Elles doivent encore être étudiées sur un plus grand nombre d'animaux.

Summary

Hyperkeratoses of the teat: What are the causes?

In a herd with 130 Holstein frisian cows (herd average 9065 kg milk/year), the teat tips of all lactating cows were examined monthly over a 24 month period according to the 5-stage key. This intensive inspection, coupled with regular servicing of the milking parlour (FGM 2x7), ensured consistent milking conditions in the trial.

For the statistical analysis, the severity levels of the hyperkeratoses observed were also log-transformed.

Hyperkeratoses are chiefly caused by compressive loading during pulsation and adherence time of the teat-cup cluster. The frequency of occurrence as well as the severity and course of hyperkeratoses are demonstrably influenced by seasonal climate fluctuations, teat-dip quality, number of lactations and lactation status, as well as by resting behaviour and feed.

Comparisons of farms and factories in terms of the occurrence of hyperkeratoses may only be made by bearing in mind management and seasonal environmental conditions.

Genetic effects were also surmised, which have yet to be tested on a larger number of animals.

Einleitung

Mit der Einführung des maschinellen Melkens von Kühen wurde erstmalig auch über Veränderungen des Strichkanalepithels im Bereich der Zitzenspitzen berichtet. Lange Zeit sprach man fälschlicherweise von Strichkanalvorfällen. Sie stellen jedoch eine verstärkte, überschüssige Reaktion des verhornenden Plattenepithels dar, eine Hyperkeratose, die vorwiegend durch Druckbelastungen des Zitzengummis in der Massagephase (Phase d des Pulszyklus) auf das Zitzengewebe hervorgerufen wird. Auffällig sind die grossen Unterschiede im Vorkommen und im Schweregrad zwischen einzelnen Herden.

In der vergangenen Zeit konnten weitere Ursachen ermittelt werden, wie chemische Einflüsse, besonders durch Dippmittel und klimatische Veränderungen im Jahresverlauf (Ohnstad *et al.* 2007).

Hyperkeratosen beeinflussen nicht nur die Milchqualität durch extrem verschlechterten Reinigungseffekt bei der Zitzensäuberung, sie verringern auch die Barrierefunktion des Strichkanals während und ausserhalb des Melkens und gefährdet somit die Eutergesundheit (Schulz 1974). Im Folgenden wird von einem Langzeitversuch berichtet, in dem weitere Ursachen unter Ausschaltung technischer und betriebsspezifischer Einflüsse ermittelt werden konnten.

Material und Methoden

Der Kuhbestand betrug 130 Kühe der Rasse Holstein-Friesen SB. Über den gesamten Kontrollzeitraum von 24 Monaten wurden rund 100 Kühe zweimal täglich in einem 2x7-Fischgrätgemelkstand mit tief verlegter Milchleitung, Nachmelk- und Abnahmevorrichtung gemolken. Die Milchleistung betrug im zweiten Prüfjahr 9065 kg bei 4,42 % Fett und 3,65 % Eiweiss. Um technische Störungen auszuschliessen, ist monatlich eine Pulsationskontrolle und halbjährlich eine DIN/ISO-Prüfung vorgenommen worden. Gehalten wurde die Herde in einem Kaltstall mit Hochboxen und Spaltenboden. Die Fütterung konnte im Prüfzeitraum annähernd konstant gehalten werden. Allein das jodhaltige Dippmittel wurde aus betrieblichen Gründen mehrfach gewechselt.

Monatlich einmal erfolgte die Bonitur nach dem modifizierten Leipziger fünfstufigen Boniturschlüssel (Tröger, Thalheim 1969), wobei Stufe 5 hyperkeratotische Ausfransungen von > 3 mm Länge mit oder ohne Läsionen des darunter liegenden Gewebes beinhaltet. Die Bonituren wurden numerisch und logarithmisch mit Mittelwertvergleichen und Varianzanalysen verrechnet. Die logarithmische Transformation bewertet dabei den Schweregrad der Hyperkeratosen stärker. Insgesamt konnten 2574 Beobachtungen ausgewertet werden. Die ermittelten Einflüsse von Laktationsnummer, Melktage und Saison wurden als Co-Variable berücksichtigt.

Ergebnisse

Unter versuchsbedingtem Ausschluss unterschiedlicher Druckbelastungen durch die Melktechnik wurden die Einflüsse unterschiedlicher Dippmittel-Anwendungen, der Melkbarkeit, der Milchhaltsstoffe sowie die klimatischen und genetischen Effekte auf die Zitzenspitzenkondition analysiert.

Dippmittel

Unter Ausschluss von Laktations- und Jahreszeiteinflüssen sind Qualitätsunterschiede der Dippmittel nachweisbar (Abb. 1). Die Jodform spielt neben der Jodkonzentration einen wesentlichen Einfluss auf die Gewebereaktion. Präparate mit hochwertigem Povidon-Jod (PVP) und entsprechendem Pflegemittelanteil wirken weniger aggressiv als solche mit elementarem oder Nonoxynol-Jod. Auf eine exakte Anmischung der Anwenderlösung ist bei Konzentrationen besonders zu achten.

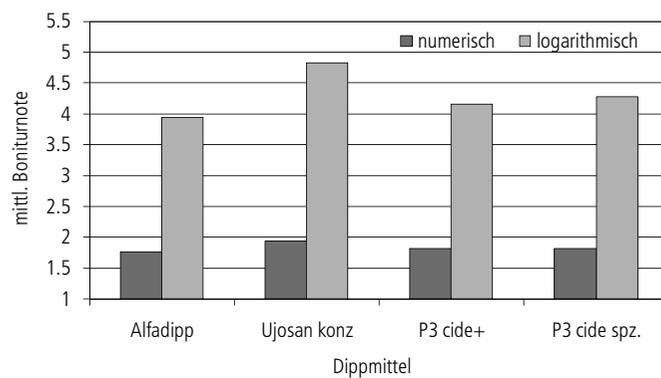


Abbildung 1: Direkter Einfluss einzelner Dippmittel auf den Hyperkeratosestatus.

Klima

Das Auftreten von Hyperkeratosen unterliegt stark jahreszeitlichen Schwankungen. Die warmen, trockenen Monate Juni bis September unterscheiden sich deutlich von feuchten, kalten Wintermonaten. Stalltemperaturen unter 6 °C in Verbindung mit der einhergehenden hohen Luftfeuchtigkeit (> 70 %) führen zu einem höheren Schädigungsgrad (Abb. 2).

Melkbarkeit

Mit zunehmendem Milchfluss treten weniger Hyperkeratosen auf. Mittlere und maximale Milchflüsse über 3,5 kg/min unterscheiden sich deutlich von denen langsam melkender Kühe. Ursächlich dürften die Hyperkeratosen von den längeren Melkzeughaftzeiten abhängen, die meistens verbunden sind mit niedrigeren Milchflüssen, ungleicher Viertelverteilung und längeren Blindmelkzeiten (Abb. 3). Das Zitzengewebe wird besonders in der Melkphase stark belastet, in der das volle Melkvakuum in Abhängigkeit des Milchflusses unter der Zitze und somit die volle Massagekraft des Zitzengummis auf die Zitzenspitze wirkt.

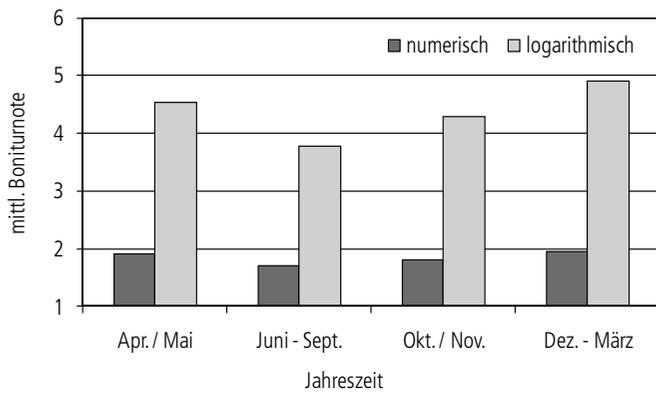


Abbildung 2: Abhängigkeit des Hyperkeratosestatus von Klimabedingungen.

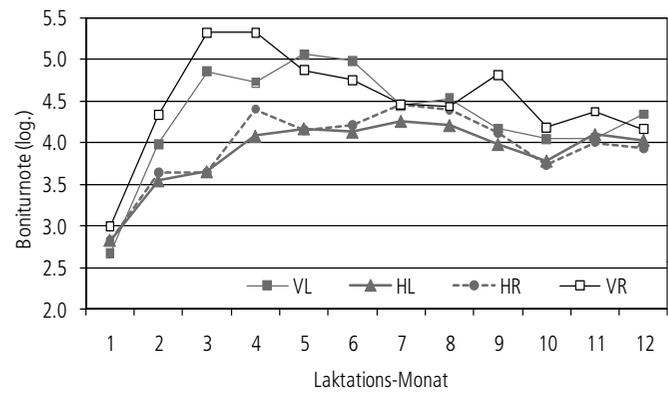


Abbildung 4: Verlauf des Hyperkeratosestatus einzelner Viertel im Laktationsverlauf.

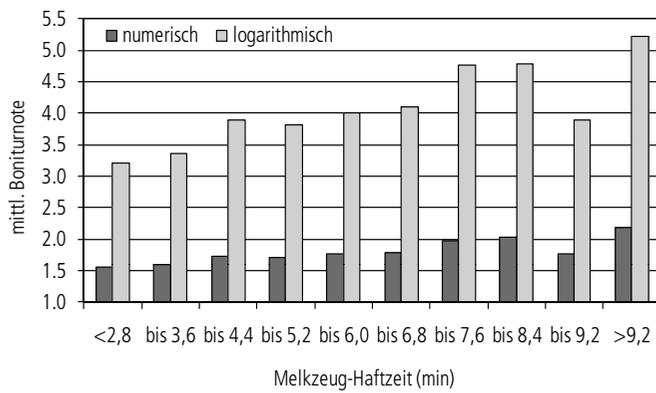


Abbildung 3: Abhängigkeit des Hyperkeratosestatus von der Melkzeug-Haftzeit.

Kühe mit geringerem Milchertrag (< 1,6 kg/min) reagieren besonders stark mit Zubildung des Plattenepithels.

Laktationsstand

Bestätigt werden konnte der Einfluss der Laktationsnummer und des Laktationsmonats auf die Hyperkeratoseentwicklung. Bis zur dritten Laktation ist eine kontinuierliche Zunahme des Schädigungsgrades festzustellen, um danach (selektionsbedingt) wieder zu sinken.

Die Vorderviertel sind stärker gefährdet als die Hinterviertel (Abb. 4). Beim Liegen haben sie überwiegend Bodenkontakt. Auffällig ist bei allen bisherigen Untersuchungen der schlechtere Zustand der rechten Vorderviertel. Der Grund hierfür könnte das Liegeverhalten der Kühe sein und nicht wie oft vermutet die einseitige Melkarbeit. Besonders in den wärmeren Monaten liegen die Kühe häufiger auf der rechten, dem Pansen abgewandten Seite. Bei gleicher Ausgangslage zu Laktationsbeginn sind die Unterschiede zwischen den Vorder- und Hintervierteln in der ersten Laktationshälfte am grössten. Im späteren Laktationsverlauf gleichen sie sich wieder an.

Milchinhaltstoffe

Abweichende Milchinhaltstoffe sind mit Ausdruck vom Gesundheitsstatus und individuellen Fütterungseinflüssen. Ausser beim Fettgehalt wurden Abhängigkeiten zwischen Eiweiss-, Harnstoff-, Laktose- und Zellgehalt und dem Hyperkeratosezustand beobachtet. Ansteigende Eiweissgehalte bis 4 % führten zu einer Zunahme, deren Ursache jedoch im Laktationsstand begründet ist. Harnstoffgehalte der Milch unter 100 ppm/ml, Ausdruck von Energiemangel und Eiweissüberschuss in der Fütterung, sind mit besonders schweren Hyperkeratosen verbunden. Auch ist mit zunehmendem Zellgehalt ein Anstieg von Hyperkeratosen zu beobachten, wobei Ursache und Wirkung reziprok sind.

Genetik

Genetische Einflüsse auf das Auftreten von Hyperkeratose lassen sich erkennen. Unter Einbeziehung von Kühen zweier anderer Herden die mit gleicher Melktechnik gemolken wurden, sind deutliche Unterschiede zwischen den Töchtergruppen erkennbar.

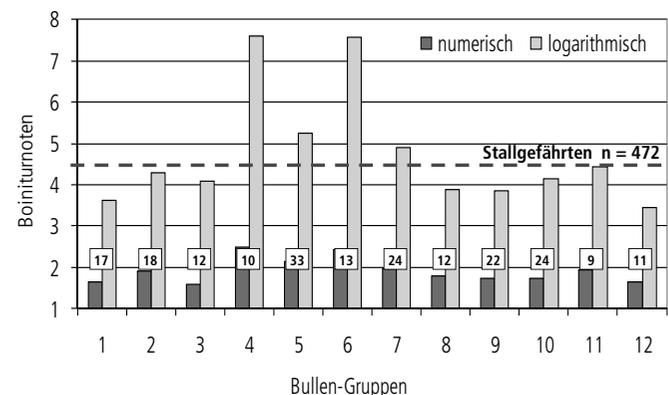


Abbildung 5: Genetische Einflüsse der Bullen auf den Hyperkeratosestatus der Töchter (n).

Von züchterischer Relevanz dürften die Zitzenformen sein, da spitze und konvexe Zitzenspitzen nach Neijehus (2004), Graff (2005) und Graff *et al.* 2006 verstärkt zu Hyperkeratosen führen. Zwischen und innerhalb der Herden sind die Zitzenformen ungleich verteilt. Konvexe und spitze Zitzen überwiegen dabei. Für klare, gesicherte Aussagen ist die Anzahl untersuchter Tiere jedoch zu gering, gibt aber den Hinweis auf die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen.

Schlussfolgerungen

Das Auftreten von Hyperkeratosen ist multifaktoriell bedingt. Primär lösen mechanische Druckbelastungen auf das Zitzenspitzenepithel eine verstärkte Bildung des verhornenden Plattenepithels im Strichkanal aus. Hyperkeratosen sind mit hartnäckigen Schmutzanhaftungen bei der Zitzenreinigung hinderlich. Sie belasten die Milchqualität und gefährden die Eutergesundheit durch gestörte Barrierefunktion des Strichkanals.

Die Melkzeughaltzeit sollte durch Minimierung der Blindmelkzeit, hohem Milchfluss und ausgeglichener Viertelverteilung möglichst gering gehalten werden.

Eine wirksame Massnahme zur Verringerung der Hyperkeratosen ist die Verwendung von hochwertigen Dippmitteln, die desinfizieren und wirksame hautschonende Komponenten enthalten.

Klimatische Einflüsse führen zu starken, kaum beeinflussbaren, jahreszeitlichen Schwankungen des Hyperkeratosegeschehens. Deshalb lassen sich Betriebs- und Fabrikatvergleiche zum Auftreten von Hyperkeratosen nur unter Berücksichtigung der jahreszeitlichen Umweltbedingungen und des Managements vornehmen. Sie sind deshalb stets zeitbezogen zu betrachten.

Optimale Liegeflächengestaltung und intensive Liegeflächenpflege dienen der Zitzensauberkeit und der Verringerung von Hyperkeratosen.

Auf ausgeglichene Futterrationen ist auch aus Sicht des Hyperkeratosegeschehens zu achten. Ebenso konnten genetische Effekte aufgezeigt werden. Beide sind an einer grösseren Anzahl Tiere noch zu prüfen.

Bei der Melktechnik sind zukünftig technische Entwicklungen stärker auf eine Optimierung der Belastung des Zitzengewebes auszurichten.

Literatur

- Graff K. 2005. Untersuchungen von Zusammenhängen zwischen morphologischen Merkmalen des Euters. Dissertation MLU, Halle.
- Graff K., Geidel S., Swalve H. *et al.* 2006. Zu kurz – zu tief – zu verschieden. Neue Landwirtschaft, Heft 7, S. 63–65.
- Neijehus F. 2004. Teat Condition in Dairy Cows, Dissertation Universität Utrecht, Utrecht.
- Ohnstad I., Mein G. A., Baines J. R. *et al.* 2007. Addressing teat condition problems. Proceedings NMC 46th Annual Meeting, S. 188–199.
- Schulz J., Michel G., Seffner W. 1974. Zur Abwehrfunktion der Zitze des Rindes. Mh. Vet. Med. 29, S. 662–667.
- Tröger F., Thalheim C. 1969. Vergleichsuntersuchung an Zitzenkanalöffnungen an Kühen, die mit und ohne Automatik gemolken werden. Unveröffentlicht, KMU Leipzig, WB Maschinentchnik (A248).

Einfluss der Zitzenzonen auf die Beurteilung der Zitzenreinigung in Automatischen Melkssystemen

Astrid Stoffers^{1,2}, Martin Kühberger¹, Jan Harms¹, Angelika Haeussermann², Eberhard Hartung²; ahaeusermann@ilv.uni-kiel.de

¹Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, D-85586 Poing-Grub

²Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, D-24118 Kiel

Zusammenfassung

Bei Automatischen Melkssystemen (AMS) ist die Eutersauberkeit vor dem Melken sicherzustellen, sofern die technische Ausstattung für die Zitzenreinigung nicht die Anforderungen nach Anhang B, ISO 20966, erfüllt. Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Reinigungserfolg der direkt sichtbaren Zitzenoberfläche und definierter Zitzenzonen zu bewerten. Die Beurteilung der Zitzenverschmutzung wurde auf jeweils drei Betrieben mit AMS der Firmen Lely und DeLaval durchgeführt. Die Bonitierung berücksichtigte den sichtbaren Anteil der Zitze als Gesamtnote sowie den Anteil der Verschmutzung in den vier Zonen Zitzenbasis, Zitzenspitze, Vorder- und Rückseite. Die Art der Verschmutzung, Pigmentierungen oder Verletzungen der Zitzen wurden separat notiert. Der Anteil der sauberen Zitzen nach der Reinigung (Stufe 1; < 1 % der Zitzenoberfläche ist sichtbar kontaminiert) erstreckte sich je nach Betrieb und Zitzenverschmutzung vor der Reinigung (vR) auf 95 bis 100 % (Stufe 1 vR); 50 bis 80 % (Stufe 2 vR) und 7 bis 57 % (Stufe 3 vR). Die Beurteilung der sichtbaren Zitzenoberfläche und die über die Flächenanteile der Zitzenzonen errechnete Note zeigten eine gute Übereinstimmung. Der jeweils bessere Reinigungserfolg wurde an der Zitzenbasis durch Bürsten, an der Zitzenspitze durch Vorbereitungsbecher erzielt. Die Betriebe unterschieden sich in der Einstreuart und Stallhygiene und übten über die dadurch bedingte Vorverschmutzung der Zitzen einen Einfluss auf den Reinigungserfolg aus.

Résumé

Influence des zones des trayons sur l'évaluation de leur nettoyage dans les systèmes de traite automatiques

Dans les systèmes de traite automatiques (AMS) dont l'équipement technique de nettoyage des trayons ne respecte pas les exigences de l'annexe B de la norme ISO 20966, la mamelle doit être nettoyée avant la traite. L'étude avait pour but d'évaluer les résultats du nettoyage au niveau de la surface directement visible des trayons et d'autres zones définies. Le degré de saleté des trayons a été évalué dans trois exploitations équipées de robots de traite Lely et dans trois exploitations équipées de robots de traite DeLaval. L'estimation a pris en compte la partie visible du trayon comme note globale, ainsi que le degré de saleté dans les quatre zones suivantes: base

du trayon, pointe du trayon, parties avant et arrière. Le type de saleté, les pigmentations ou les blessures des trayons ont été notés séparément. Suivant l'exploitation et la saleté des trayons avant le nettoyage (avN), le pourcentage de trayons propres après le nettoyage (niveau 1; < 1 % de la surface du trayon est visiblement contaminé) allait jusqu'à 95–100 % (niveau 1 avN); 50–80 % (niveau 2 avN) et 7–57 % (niveau 3 avN). L'évaluation de la surface visible des trayons et la note calculée pour l'ensemble des zones considérées concordaient largement. Le meilleur résultat a été obtenu avec un nettoyage à la brosse à la base du trayon et un nettoyage au gobelet à la pointe du trayon. Les exploitations se distinguaient par le type de litière utilisée et par l'hygiène d'étable, d'où un degré initial variable de saleté des trayons qui s'est répercuté sur les résultats du nettoyage.

Summary

Influence of teat zones on the assessment of teat cleaning in automatic milking systems

In automatic milking systems (AMS's), and unless the technical equipment for teat cleaning complies with the provisions of Appendix B, ISO 20966, the cleanliness of the cow's udder must be ensured before milking takes place. The aim of the present study was to evaluate how successfully the directly visible surface of the teats and the defined teat zones had been cleaned. Teat contamination was assessed on three farms with Lely and three with DeLaval AMS's. In the inspection, an overall mark was given for the visible portion of the teat, as well as for the degree of contamination in the four zones of base of teat, tip of teat, front and back. The type of contamination, pigmentation, or damage to the teats was separately noted. Depending upon the farm and teat contamination before cleaning (bC), the percentage of clean teats after cleaning (Level 1: < 1 % of teat surface visibly contaminated) ranged from 95–100 % (Level 1 bC); 50–80 % (Level 2 bC) and 7–57 % (Level 3 bC). The assessment of the visible teat surface and the mark calculated for the area percentages of the four teat zones showed a good correlation. Greater success in cleaning the base of the teat was achieved through brushing, and the tip of the teat through use of a strip cup. The farms differed in terms of bedding used and stall hygiene, and influenced cleaning success via the resultant prior contamination of the cows' teats.

Einleitung

Der Melkvorgang muss gemäss VO (EG) Nr. 853/2004 unter hygienisch einwandfreien Bedingungen erfolgen. In Automatischen Melksystemen (AMS) stellt der Anspruch an hygienisch einwandfreie Milch besondere Anforderungen an die Technik, da die Kontrolle durch den Melker entfällt und die Systeme derzeit nicht über ausreichende technische Möglichkeiten verfügen, den Erfolg der automatischen Zitzenreinigung zu überprüfen. Als Konsequenz bedeutet dies für den Landwirt von Seiten des Hygienemanagements dafür Sorge zu tragen, die Kontaminationsquellen zu minimieren und die Eutersauberkeit regelmässig zu kontrollieren. Dies gilt in Deutschland insbesondere dann, wenn die technische Ausstattung für die Zitzenreinigung nicht die Anforderungen nach DIN ISO 20966:2008 erfüllt (BMELV, 2006). Im Anhang B der DIN ISO 20966:2008, «Automatische Melkeinrichtungen – Anforderungen und Prüfung» wird beispielhaft ein Verfahren zur Überprüfung der Zitzen- und Euterreinigung in AMS vorgestellt. Im Rahmen einer Studie wurde eine Evaluierung dieses Verfahrens durchgeführt (Stoffers 2010). Ziel der Studie war es, das in der DIN ISO 20966:2008 im Anhang B beschriebene Verfahren zur Beurteilung der Zitzen- und Eutersauberkeit in AMS auf Praxisbetrieben anzuwenden und hinsichtlich seiner praktischen Durchführbarkeit zu beurteilen. Wie frühere Untersuchungen zeigten, nimmt die Lage der Verschmutzung Einfluss auf den Reinigungserfolg und auf dessen visuelle Beurteilung. Ziel des hier dargestellten Teils der Studie war es, den Reinigungserfolg definierter Zitzenzonen und der sichtbaren Zitzenoberfläche zu bewerten und zu vergleichen sowie verschiedene Beurteilungsschemata für den Reinigungserfolg gegenüberzustellen.

Methoden zur Erfassung der Zitzen-sauberkeit

Grundsätzlich kann die Beurteilung des Zitzenreinigungserfolgs über Methoden, die auf visueller Begutachtung, und solchen die auf mikrobiologischen bzw. chemisch-analytischen Befunden basieren, erfolgen. Zu letzteren zählen unter anderem die Ermittlung des Gehalts an Adenosintriphosphat (ATP) und die Bestimmung der Gesamtkeimzahl auf der Zitzenoberfläche vor und nach der Zitzenreinigung sowie die Verschmutzung der Zitze mit Markersubstanzen, deren Konzentration anschliessend im Sediment des Milchfilters überprüft werden (Melin *et al.* 2002, Knappstein *et al.* 2004). In der DIN ISO 20966:2008 wird die Untersuchung von Gesamtgemelksproben auf coliforme Keime für die Beurteilung des Reinigungserfolgs am AMS gefordert, sofern eine visuelle Begutachtung der Zitzen nicht unmittelbar nach der Reinigung möglich ist.

Eine weitere Methode um den Zitzenreinigungserfolg zu ermitteln, ist die visuelle Einstufung der Zitzensauberkeit vor und nach der Reinigung. Diese Einstufung erfolgt hierbei in der Regel als prozentualer Anteil der Zitzenoberflä-

che, der sichtbar verschmutzt erscheint. Nach Knappstein *et al.* (2002) ist die visuelle Beurteilung aufgrund der Subjektivität erschwert, jedoch möglich, wenn Sauberkeit als Abwesenheit von sichtbarer Verschmutzung verstanden wird. Um die Objektivität der visuellen Beurteilung zu verbessern, wurden von Mottram (1997) Fotos von Zitzen aufgenommen, Gitternetzlinien eingezeichnet und der Anteil verschmutzter Planquadrate gezählt. Diese Methode erfordert eine gleichmässig gute Bildqualität hinsichtlich der Lichtverhältnisse, der Bildschärfe und des Blickwinkels (Mottram 1997). Hovinen *et al.* (2005) beurteilten die Verschmutzung des Zitzenschafts getrennt von der Zitzenspitze und getrennt von der Verschmutzung der Strichkanalöffnung.

Nach Knappstein *et al.* (2004) nimmt insbesondere die Verschmutzung der Euterbasis subjektiv Einfluss auf die Bewertung der Euter- und Zitzensauberkeit. Für den Gesamteindruck, den der/die Beurteiler/in aufzeichnet, kann es daher entscheidend sein, ob die Zitze als sichtbarer Anteil der Gesamtzitze oder getrennt nach Zitzenzonen visuell betrachtet wird. Darüber hinaus ermöglicht die getrennte Beurteilung der Zitzenzonen lokale Stärken und Schwächen der Reinigungssysteme differenzierter zu beurteilen, als dies bei einem gemittelten Reinigungserfolg der Zitze möglich ist.

Material und Methode

Betriebe

Die Untersuchung wurde in Bayern auf jeweils drei Betrieben mit AMS der Firmen Lely und DeLaval durchgeführt (Tab. 1). Die Auswahl der Betriebe erfolgte nach zuvor festgelegten Kriterien, wie Aktualität des Melksystems, Betriebsmindestdauer des AMS von sechs Monaten, eine mittlere Auslastung und gute Zugänglichkeit des AMS sowie eine mittlere bis sehr gute Sauberkeit des AMS und des Stallbereichs. Bei den untersuchten Betrieben waren Haltungssysteme sowohl mit Hochboxen als auch mit Tiefboxen vertreten, eine Reinigung der Spalten- oder planbefestigten Böden erfolgte entweder mit Spaltenreinigungsroboter, durch manuelles Abschieben oder mittels Schieber (Tab. 1).

Wartung und Einstellung der Zitzenreinigungssysteme

Für die Vergleichbarkeit der Betriebe wurde die Funktionsfähigkeit der Zitzenreinigungssysteme im Vorfeld sichergestellt und diese drei Wochen vor der Untersuchung gewartet (Erneuerung des Reinigungskopfes des Vorbereitungsbeckens, Einbau neuer Reinigungsbürsten, Kontrolle der Bürstenreinigung). Die Zitzenreinigungsintensität wurde bei den Betrieben mit VMS für alle Tiere der Herde auf die normale Systemeinstellung mit mittlerer Reinigungsdauer (5,5 s) eingestellt. Bei den Betrieben mit A3 wurde für die gesamte Herde die Systemeinstellung «zweimaliges Anfahren der Zitze mit je einer Sekunde Reinigungsdauer» gewählt.

Tabelle 1: Übersicht der untersuchten Betriebe

Kriterien	A	B	C	D	E	F
Betriebssystem	VMS (DeLaval)			A3 (Lely)		
Zitzenreinigungssystem	Vorbereitungsbecher			Rotierende Bürsten		
Anzahl melkender Tiere	45	49	52	80	54	48
Anzahl AMS	1	1	1	2	1	1
Rasse [§]	FL, Sbt.	FL	FL	FL	FL, Rbt	FL
Laktationsleistung Ø, kg ⁺	8000	9500	7200	7800	7500	7200
Keimzahl, 1/ml ^β	10 000	13 000	10 000	10 000	10 000	10 000
Zellzahl *1000/ml ^β	120	120	110	180	180–220	200
Liegeboxen [§]	Hb	Hb, Tb	Hb	Tb	Tb	Hb
Einstreu [!]	Strhä	K, StrK	Sä, K	StrK	StrMist	K, Strhä

§ FL: Fleckvieh; Sbt: Deutsche Holstein, Schwarzbunt; Rbt: Deutsche Holstein, Rotbunt;

+ nach LKV;

β nach Betriebsleiterangaben

§ Hb: Hochbox; Tb: Tiefbox;

! Strhä: Strohhäcksel; K: Kalk; StrK: Stroh-Kalk-Gemisch; Sä: Sägespäne; StrMist: Strohmist

Datenaufnahme

Die Datenaufnahme erfolgte im Zeitraum 25.03.2010 bis 21.04.2010. Dabei wurden die sechs Betriebe blockweise je Betriebssystem in der Reihenfolge A, B, C, D, E, F untersucht. Mit Ausnahme des vorletzten Betriebs wurde die Datenerhebung bei trockenem, sonnigem Wetter bei Aussentemperaturen von bis zu 14 bis 17 °C durchgeführt (Betrieb E: bewölkt trocken, bis 6 °C Aussentemperatur).

Die visuelle Beurteilung der Zitzenverschmutzung (visuelle Gesamtnote; vGN) wurde in Anlehnung an DIN ISO 20966:2008, Anhang B durchgeführt. Die jeweilige Zitze inklusive der Zitzenbasis wurde flächig betrachtet und der Anteil der prozentual verschmutzten Zitzenoberfläche (sichtbar kontaminiert) wie folgt eingeteilt:

- Stufe vGN 1 vollständig sauber (< 1 %)
- Stufe vGN 2 leicht verschmutzt (1–10 %)
- Stufe vGN 3 teilweise verschmutzt (11–25 %)
- Stufe vGN 4 stark verschmutzt (> 25 %)

Alle Zitzen wurden jeweils dreimal begutachtet: vor der Zitzenreinigung, nach der Zitzenreinigung und nach dem Melken. Dabei wurde die Zitzenhinterseite nicht berücksichtigt. Vergleichbare, gute Sichtverhältnisse für die Zitzenbeurteilung wurden durch einen Halogen-Handscheinwerfer (10 Watt) erreicht.

Zusätzlich zu der oben beschriebenen visuellen Gesamtnote (vGN) wurde die Verschmutzung einzelner Zitzenbereiche separat aufgezeichnet. Dafür wurden die Zitzen in vier Zonen eingeteilt (Abb. 1):

- **Vorderseite (VS):** Als Vorderseite wurde der Teil der Zitze verstanden, der für den Beobachter flächig sichtbar ist, abzüglich der Zitzenbasis und der Zitzenspitze,
- **Zitzenbasis (ZB):** Die Zone Zitzenbasis erstreckte sich jeweils einen Zentimeter unter- und oberhalb der gedachten Grenze zwischen Zitze und Euter,
- **Zitzenspitze (ZS):** Die Zitzenspitze war definiert als eine Kreisfläche mit einem Radius von 0,5 cm um den Strichkanal,

- **Hinterseite (HS):** Die Hinterseite stellte das Gegenstück zur Vorderseite dar; die Zitze musste hierfür von Hand seitlich umgedreht werden (Abb. 1d), ein keilförmiger Sichtschatten im oberen Teil der Zitze war nicht beurteilbar (Abb. 1e).

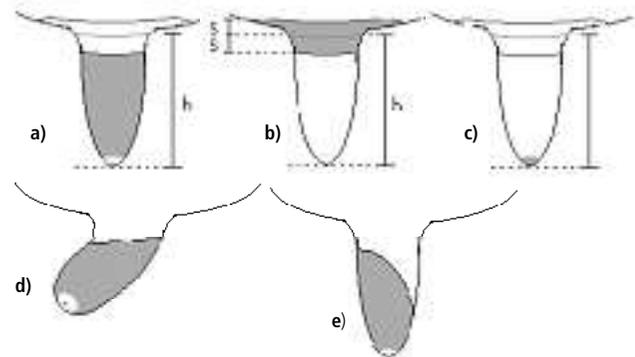


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Zitzenzonen (grau hervorgehoben);

a) Vorderseite mit h = Zitzenlänge;

b) Zitzenbasis mit $S = 1$ cm, h = Zitzenlänge;

c) Zitzenspitze;

d) Hinterseite, seitlich umgedreht;

e) Blick auf Hinterseite von gegenüberliegender Seite.

Die Beurteilung der Verschmutzung auf den Zitzenzonen erfolgte ausschliesslich auf den beiden, der Betrachterseite zugewandten Zitzen. Die Einstufung der sichtbar kontaminierten Zitzenoberfläche der separat betrachteten Zitzenzonen erfolgte in Prozentstufen von 0 bis 100 %, mit einer etwas höheren Auflösung als bei der Gesamtnote (Tab. 2). Da es sich um eine visuelle Beurteilung handelte, sind die

Tabelle 2: Einstufung der sichtbar kontaminierten Zitzenoberfläche der Zitzenzonen

Einstufung	0 %	5 %	10 %	25 %	50 %	75 %	100 %
Verschmutzung der Oberfläche	0 ... ≤ 1 %	~ 2 ... 7 %	~ 8 ... 17 %	~ 18 ... 37 %	~ 38 ... 62 %	~ 63 ... 87 %	~ 88 ... 100 %

in Tabelle 2 angegebenen Wertebereiche für die Verschmutzung der Oberfläche je Einstufung nur als Orientierungswerte zu verstehen.

Weiterhin wurde die Länge der Zitze ermittelt sowie die Art der Verschmutzung, Pigmentierungen oder Verletzungen der Zitzen notiert. Die Zitzenlänge diente der Hochrechnung der Verschmutzung der Zitzenzonen zu einer rechnerisch gewichteten Gesamtnote (rGN).

Der Begriff «Kontamination» (DIN ISO 20966, 2008) bezeichnet im Allgemeinen sämtliche Arten von Verschmutzungen, die die Zitzenhaut belegen; unter anderem feuchte und trockene Verschmutzungen, Kalk sowie dünne Urinbeläge und anhaftende Einstreureste (Zimmermann 2003, Knappstein *et al.* 2004). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich Einstreumaterialien, je nach Art (Stroh, Sägespäne, Torf), im Gegensatz zu anderen Verschmutzungen leichter entfernen lassen (Hovinen *et al.* 2005). Um eine Vergleichbarkeit des Reinigungserfolgs in den verschiedenen Betrieben herzustellen, wurden daher nur trockene und feuchte Verschmutzungen mit Kot bzw. kotähnliche Verschmutzungen als Kontamination der Zitze definiert. Kalk, Belag (wie z. B. Urin, dünne Staubschicht) und Einstreu wurden nicht als Verschmutzung gewertet. Die Verschmutzung auf der Zitze wurde, soweit erkennbar, unabhängig von Kalk, Belag und Einstreu bewertet. Pigmentierte und verletzte Zitzen wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Berechnung des Oberflächenanteils der Zitzenzonen

Für die Berechnung einer rechnerisch gewichteten Gesamtnote (rGN), unter Berücksichtigung der jeweiligen Oberflächenanteile der Zonen, wurde ein Modell für eine Zitze mit einem zylindrischen Zitzenschaft entwickelt, einer Höhe entsprechend der Zitzenlänge *h* in cm und einem Radius *r* von pauschal 1,25 cm. Die Zitzenbasis wurde mit einem Zylinder mit umgekehrt aufgesetztem Kegelstumpf angenommen.

Die Oberfläche der Vorderseite (*A_{VS}*) in cm² berechnete sich aus der Hälfte der Mantelfläche eines Zylinders abzüglich je eines Höhenanteils von 1 cm für die Zitzenbasis und 0,30 cm für die Zitzenspitze (Gl. 1):

$$A_{VS} = 0,5 * (2\pi * r * (h - 1,3)) \tag{Gl. 1}$$

Die Oberfläche der Zitzenbasis (*A_{ZB}*) in cm² berechnete sich aus der Hälfte einer Zylindermantelfläche mit der Höhe *h* von 1 cm und einem Radius *r₁* von 1,25 cm und der Hälfte einer Kegelstumpfmantelfläche mit dem Radius *r₂* (Deckfläche: 1,25 cm), dem Radius *R* (Grundfläche: 2 cm), und einer Mantellinie *m* von 1 cm (Gl. 2):

$$A_{ZB} = [0,5 * (2\pi * r_1 * h)] + [0,5 * ((R + r_2) * \pi * m)] \tag{Gl. 2}$$

Die Oberfläche der Zitzenspitze (*A_{ZS}*) in cm² berechnet sich als Grundfläche eines Kreises mit dem Radius *r₃* = 0,5 cm (Gl. 3):

$$A_{ZS} = \pi * r_3^2 \tag{Gl. 3}$$

Die Oberfläche der Hinterseite (*A_{HS}*) in cm² berechnete sich als Anteil von 2/3 der Vorderseite. Das abgezogene Drittel stellte den keilförmigen Sichtschatten im oberen Zitzenbereich dar, welcher durch das Umdrehen der Zitze nicht erkennbar war (Gl. 4):

$$A_{HS} = 2/3 * 0,5 * (2\pi * r * (h - 1,3)) \tag{Gl. 4}$$

Die Oberflächen der Zonen jeder Zitze wurden aufsummiert und gleich 100 Prozent gesetzt (Gl. 5). Die Flächenanteile der einzelnen Zonen an der Summe der Fläche aller vier Zonen (*A_{ges}*) stellen die Gewichtungen der jeweiligen Zonenverschmutzung für die jeweilige Zitze dar, welche zur Berechnung der gewichteten Gesamtnote (rGN), unter Berücksichtigung der jeweiligen Oberflächenanteile der Zonen genutzt wurde.

$$A_{ges} = A_{VS} + A_{ZB} + A_{ZS} + A_{HS} = 100 \% \tag{Gl. 5}$$

Ergebnisse und Diskussion

Anteil verschmutzter Gesamtitzen vor und nach der Reinigung

Vollständig saubere Zitzen sind gemäss DIN ISO 20966:2008 die Zitzen, bei denen weniger als 1 % der Zitzenoberfläche sichtbar kontaminiert ist (Stufe vGN 1). Der prozentuale Anteil der sauberen Zitzen nach der Reinigung je Betrieb ist in Abbildung 2 in Abhängigkeit der Zitzenverschmutzung vor der Reinigung (vGN 1 bis vGN 4 vR) dargestellt. Zitzen, die vor der Reinigung bereits mit der Stufe vGN 1 (vR) beurteilt wurden, lagen auch nach der Reinigung zu 95 bis 100 % in der Stufe vGN 1 (vollständig sauber); von den Zitzen in Stufe vGN 2 (leicht verschmutzt,

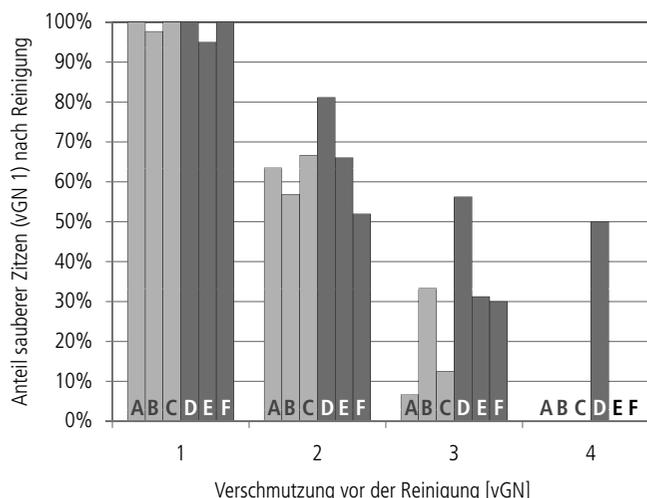


Abbildung 2: Erfolgreiche Reinigung der Zitzen (Beobachterseite) in Abhängigkeit der Ausgangsverschmutzung.

1–10 % vR) waren dies nur noch 50 bis 80 % und von den Zitzen in Stufe vGN 3 (teilweise verschmutzt, 11–25 % vR) nur noch 7 bis 57 % (Abb. 2). Von den Zitzen in der Stufe vGN 4 (stark verschmutzt, > 25 % vR) vor der Reinigung erreichte in den Betrieben A, B, C, E und F keine der beurteilten Zitze die geforderte Stufe vGN 1 nach der Reinigung (in Abb. 2 durch die fehlenden Balken ersichtlich), im Betrieb D erreichte von zwei beurteilten Zitzen in der Stufe vGN 4 (vR) nur eine Zitze die Stufe vGN 1 nach der Reinigung. Die Anzahl der Beobachtungen n_{VR} lag in den Stufen vGN 1 (vR) und vGN 2 (vR) mit 20 bis 66 Beobachtungen je Betrieb und Verschmutzungsstufe und in vGN 3 (vR) mit 9 bis 16 Beobachtungen je Betrieb in einem guten bis akzeptablen Bereich. In der Stufe vGN 4 (vR) war n_{VR} mit 2 (Betrieb D) bzw. 3 (Betriebe B und E) bis 10 (Betrieb C) Beobachtungen zu niedrig, um daraus eindeutige Aussagen abzuleiten.

Bewertung des Zitzenreinigungserfolgs gemäss DIN ISO 20966:2008

Die Auswertung des Zitzenreinigungserfolgs gemäss DIN ISO 20966:2008, Anhang B sieht vor, dass zum einen die Datenaufnahme so lange erfolgt, bis mindestens 50 Zitzen vor der Reinigung entweder in der Stufe vGN 2 oder vGN 3 aufgezeichnet wurden und zum anderen die Anzahl der Zitzen in der Stufe vGN 1 vor der Reinigung auf ein Maximum von 50 % der bewerteten Zitzen begrenzt wird. Tiere mit Zitzen in der Stufe vGN 4 vor der Reinigung sind von der Auswertung auszuschliessen. Für die positive Bewertung des Reinigungserfolgs sind zwei Grenzwerte einzuhalten:

Grenzwert I, 75 %:

Ausgehend von obiger Datenbasis (mindestens 50 Zitzen in vGN 2 oder vGN 3 vR; maximal 50 % der Zitzen in vGN 1 vR; keine Tiere mit Zitzen in vGN 4) müssen nach der automatischen Reinigung mindestens 75 % der Zitzen die Stufe vGN 1 aufweisen.

Grenzwert II; 50 %:

Ausgehend von Tieren mit mindestens einer Zitze in der Stufe vGN 2 oder vGN 3 vor der Reinigung sollten mindestens 50 % der Zitzen nach der Reinigung die Stufe vGN 1 aufweisen.

Der Grenzwert II (50 %) wurde in allen Auswertefällen von allen Betrieben nahezu erreicht oder überschritten (Abb. 3). Allerdings erreichte nur der Betrieb D in jedem Fall beide Grenzwerte. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die in der DIN ISO 20966 (2008), Anhang B beschriebene Auswertung der Daten nach Grenzwert I zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann, je nachdem wie hoch der Anteil an Zitzen ist, die vor der Reinigung bereits die Stufe vGN 1 aufweisen (mögliche Anteile: 0–50 %). Im günstigsten Auswertefall mit einer maximalen Anzahl an Beobachtungen in vGN 1 (n_{VR} = maximal; je nach Betrieb 20–43 Beobachtungen) und genau 50 Beobachtungen (n_{VR} = 50) für vGN 2+3 erreichten zudem die Betriebe B und F den Grenzwert I (75 %). Die Betriebe A, C und E erreichten den Grenzwert I (75 %) in keinem der betrachteten Fälle. Ein weiterer Einflussfaktor ist die betrachtete Fläche der Zitze.

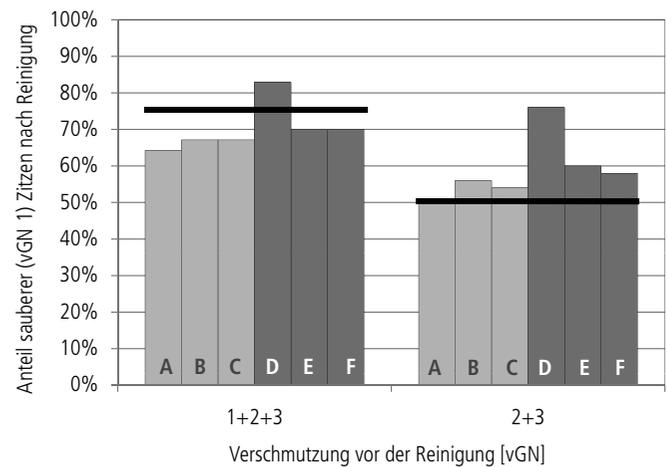


Abbildung 3: Anteil sauberer Zitzen nach der Reinigung (Anzahl Beobachtungen vGN 1: $n = 20$, vGN 2+3: $n = 50$); die Balken bei 50 % bzw. 75 % charakterisieren die Grenzwerte nach DIN ISO 20966:2008.

Würde statt der visuellen Gesamtnote nur die Verschmutzung der Vorderseite, die für den Betrachter am einfachsten einzusehen ist, für eine Bewertung des Reinigungserfolgs herangezogen, erreichten bis auf Betrieb A alle Betriebe die beiden geforderten Grenzwerte.

Für die Vergleichbarkeit der Betriebe stellt die Abbildung 3 den Fall dar, in dem für alle Betriebe dieselbe Anzahl an Zitzen in den Stufen vGN 1 ($n_{VR} = 20$) und vGN 2+3 ($n_{VR} = 50$) in die Auswertung einbezogen wurden. Hierbei fällt auf, dass die Betriebe A–C und E–F, ausgehend von einem ähnlichen Anteil an verschmutzten Zitzen vor der Reinigung, einen nahezu vergleichbaren Reinigungserfolg aufwiesen, der Betrieb D jedoch deutlich herausragte. Diese Sonderstellung des Betriebs D kann weder mit der Anzahl der Zitzen in den verschiedenen Verschmutzungsstufen vor der Reinigung, noch mit der Einstellung der Reinigungsintensität des AMS, noch mit der grundsätzlichen Art der Verschmutzung erklärt werden, da diese Faktoren bei der Datenaufnahme und Auswertung berücksichtigt wurden. Betrieb D fiel jedoch durch sein besonderes Liegeboxenmanagement (Kalk-Stroh-Matratzen; bis zu dreimal täglich Reinigung der Liegeboxen) auf. Ein möglicher Erklärungsansatz wäre daher, dass eine verringerte Schichtdicke und Haftung der gewerteten Verschmutzung an der Zitze den Reinigungserfolg positiv beeinflusst hatten. Geeignete flankierenden Massnahmen zur Sauberhaltung der Euter wie sie im Massnahmenkatalog für Betriebe mit AMS gefordert werden (BMELV 2006) würden demgemäss nicht nur einen höheren Anteil sauberer Zitzen vor der Reinigung bewirken, sondern zusätzlich einen positiven Einfluss auf den Zitzenreinigungserfolg ausüben.

Reinigungserfolgs der einzelnen Zitzenzonen

Die Abbildungen 4 bis 7 zeigen den Anteil sauberer Zitzen nach der Reinigung für die Vorderseite, die Hinterseite, die Zitzenbasis und die Zitzenspitze. Als erfolgreiche Reinigung wurden Zitzenzonen mit einer Verschmutzung bis

maximal 5 % gewertet. Der Reinigungserfolg ist in Abhängigkeit der Ausgangsverschmutzung (10 % bzw. 25–100 % Verschmutzung vor der Zitzenreinigung) dargestellt.

Bei einer Ausgangsverschmutzung von etwa 10 % wurde die Vorderseite bei den Betrieben mit Reinigungsbürsten (Betriebe D–F, 86–96 % saubere Zitzen) in der Tendenz besser gereinigt als bei den Betrieben mit Vorbereitungsbecher (Betriebe A–C; 70–90 % saubere Zitzen). Bei höherer Ausgangsverschmutzung verdeutlichte sich diese Beobachtung (Abb. 4): die Betriebe D bis F erzielten einen Reinigungserfolg zwischen 48 und 100 %, wohingegen die Betriebe A und C, die die Zitzen mit dem Vorbereitungsbecher reinigten, bei einem Reinigungserfolg von nur 20 % sauber gereinigten Zitzen lagen. Betrieb B erreichte zwar ebenfalls einen Reinigungserfolg von 70 %, jedoch beruhte dieser Wert auf nur sieben Beobachtungen. Die Anzahl an Beobachtung n_{VR}, 10 % lag in Abhängigkeit des Betriebs bei 27 bis 39 Zitzen, bei einer höheren Ausgangsverschmutzung bei 7 (Betrieb B) bzw. 17 bis 23 (n_{VR}, 25–100 %).

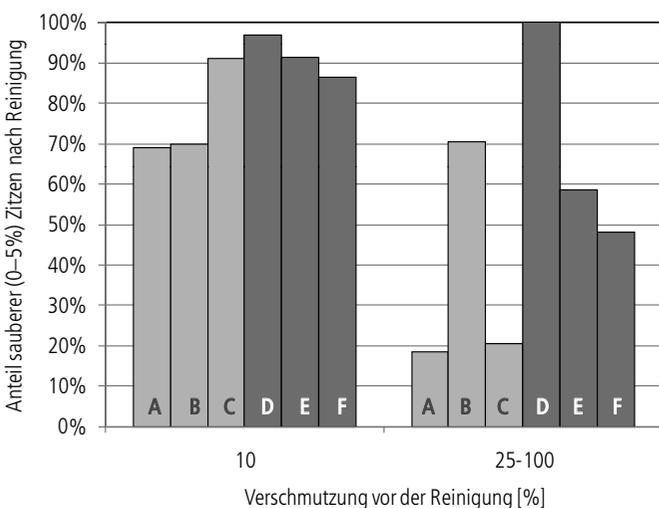


Abbildung 4: Erfolgreiche Reinigung der Zitzenvorderseite in den Betrieben A bis F.

Die tendenzielle Überlegenheit der Reinigungsbürsten im Reinigungserfolg der Vorderseite lässt sich nicht uneingeschränkt auf die Hinterseite übertragen (Abb. 5). Die drei Betriebe, die den Vorbereitungsbecher nutzten (Betriebe A–C; n_{VR}, 10 % = 14 bis 34), erreichten bei leichter Verschmutzung vor der Reinigung gleichermassen einen Reinigungserfolg von etwa 80 % der Zitzen. Bei den Betrieben D und E, die die Reinigungsbürsten einsetzten, lag der Reinigungserfolg bei 70 %, wohingegen Betrieb F einen Reinigungserfolg von 92 % aufwies (n_{VR}, 10 % = jeweils 26). Bei höherer Ausgangsverschmutzung der Hinterseite zeigte sich ähnlich wie für die Vorderseite eine Überlegenheit der Reinigungsbürsten im Anteil erfolgreich gereinigter Zitzen, jedoch basierten diese Werte auf einer eher niedrigen Anzahl Beobachtungen je Betrieb (Betriebe A–C: n_{VR}, 25–100 % = 7 bis 20; Betriebe D–F: n_{VR}, 25–100 % = 6 bis 13). Ein Erklärungsansatz für den visuell erfassbaren unter-

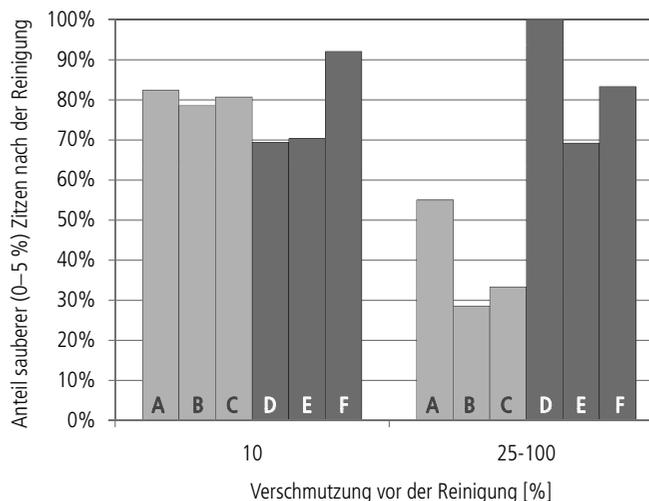


Abbildung 5: Erfolgreiche Reinigung der Zitzenhinterseite in den Betrieben A bis F.

schiedlichen Reinigungserfolg der Hinterseite und der Vorderseite ist, dass die Hinterseite eine kleinere, an der Zitze tiefer gelegene Zone als die Vorderseite darstellt. Eine Verschmutzung der Hinterseite liegt also eher in dem Bereich, der von dem Vorbereitungsbecher technisch einfacher zu erreichen ist. Eine andere Erklärung wäre, dass die Euterinnenseite nicht unbedingt eine vergleichbare Verschmutzung aufweisen muss wie die Euteraussenseite. Bei den Daten dieser Untersuchung lag der Korrelationskoeffizient (r) zwischen der Verschmutzung der Euteraussenseite (visuelle Gesamtnote der Zitzen der Beobachterseite) und der Euterinnenseite (visuelle Gesamtnote der Zitzen der gegenüberliegenden Seite) vor der Reinigung bei nur r = 0,38. Die mittlere Verschmutzung beider Hinterzitzen und beider Vorderzitzen war jedoch nahezu gleich.

Die Zitzenbasis wurde, bei einer Ausgangsverschmutzung von 10 %, bei zirka 48 % (Betrieb B) bis 100 % (Betrieb E) der Zitzen erfolgreich gereinigt (Abb. 6; n_{VR}, 10 % = 11 bis 24

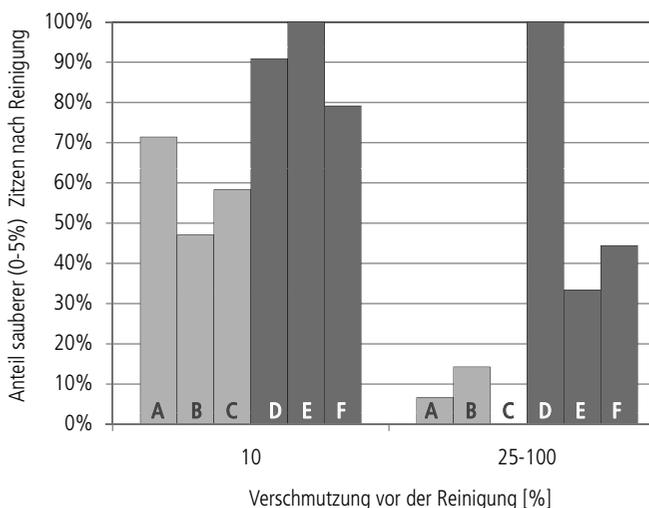


Abbildung 6: Erfolgreiche Reinigung der Zitzenbasis in den Betrieben A bis F.

Zitzen). Die Betriebe D–F (Reinigungsbürsten) waren mit Werten zwischen 80 % und 100 % Reinigungserfolg an der Zitzenbasis erfolgreicher als die Betriebe A–C (Vorbereitungsbecher). Bei einer höheren Ausgangsvermutzung war die Überlegenheit der Betriebe D–F noch etwas deutlicher. Bei der Bewertung dieses Ergebnisses muss jedoch bedacht werden, dass erstens die Anzahl an Beobachtungen im Bereich mit höherer Ausgangsvermutzung begrenzt war ($n_{VR, 25-100\%} = 6$ bis 15) und dass zweitens der Vorbereitungsbecher rein technisch nicht in der Lage ist, die gesamte Zitzenbasis zu reinigen.

Bei einer leichten Ausgangsvermutzung von 10 % wurde eine erfolgreiche Reinigung der Zitzenspitze bei zirka 80 % bis 95 % der Zitzen der Betriebe A, B, C und D und bei zirka 65 % bzw. 50 % der Zitzen der Betriebe F und E erreicht (Abb. 7; $n_{VR, 10\%} = 14$ bis 22 Zitzen). Der Anteil erfolgreicher Reinigungen der Zitzenspitze lag bei leicht verschmutzten Zitzen in den Betrieben A–C (Vorbereitungsbecher) somit etwas höher als in den Betrieben D–F (Reinigungsbürsten). Ein vergleichbares Bild ergab sich bei einer höheren Ausgangsvermutzung der Zitzenspitze von 25 % ($n_{VR, 25\%} = 5$ bis 22) bzw. 50 % bis 100 % ($n_{VR, 50-100\%} = 4$ bis 15). Die fehlenden Balken in den Betrieben B und D ($n_{VR, 50-100\%} = 7$ bzw. 4 Zitzen; Abb. 7) bedeuten, dass in diesen Fällen keine der Zitzen erfolgreich gereinigt wurden.

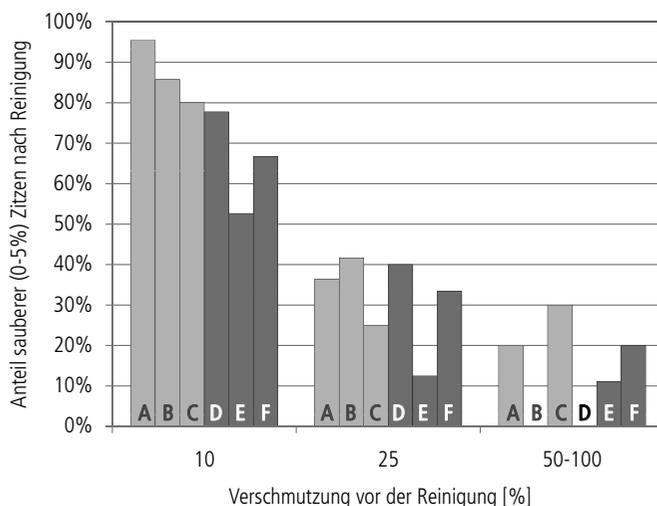


Abbildung 7: Erfolgreiche Reinigung der Zitzenspitze in den Betrieben A bis F.

Der Reinigungserfolg, der für die einzelnen Zitzenzonen erzielt wurde, variierte zwischen den Betrieben weitaus deutlicher als der Reinigungserfolg, der für die Gesamtzitze erzielt wurde. Dies kann zum einen mit der erweiterten Definition sauberer Zitzen (0–5 %) bei der Beurteilung der Zitzenzonen, mit der geringer werdenden Anzahl an Beobachtungen für stärker verschmutzte Zitzen (25–100 %), mit dem Einfluss des Betriebs und mit den unterschiedlichen Reinigungssystemen erklärt werden. Grundsätzlich zeigen die hier erzielten Ergebnisse für den

Reinigungserfolg an den einzelnen Zitzenzonen eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen in Hovinen *et al.* (2005). Die Autoren stellten in ihrer Studie fest, dass der Vorbereitungsbecher den Zitzenschaft tendenziell weniger effektiv reinigt als Reinigungsbürsten, wohingegen die Zitzenspitze und die Strichkanalöffnung durch den Vorbereitungsbecher signifikant effektiver gereinigt wurde als durch die Reinigungsbürsten. Insgesamt wurde bei beiden Reinigungssystemen die Strichkanalöffnung im Vergleich zur Zitzenspitze und zum Zitzenschaft am wenigsten effektiv gereinigt, was einerseits im Hinblick auf die Milchqualität und andererseits hinsichtlich der Eutergesundheit bedenklich ist, da die Zitzenspitze der Bereich der Zitze ist, der während des Melkens in permanentem Kontakt zur Milch steht (Hovinen *et al.* 2005). Die in der vorliegenden Untersuchung erzielten Ergebnisse zur Zitzensauberkeit nach dem Melken (Daten im Artikel nicht dargestellt) bestätigen, dass die Reinigung der Zitzenspitze im Hinblick auf eine mögliche Beeinflussung der Milchqualität besonders wichtig ist: die Differenz zwischen der Verschmutzung der jeweiligen Zonen nach der Zitzenreinigung und nach dem Melken war bei der Zitzenspitze am höchsten. An der Zitzenspitze kam es während des Melkens im Mittel zu einer weiteren Reduktion der Verschmutzung um 95 %.

Die Ergebnisse zur Zitzensauberkeit nach dem Melken zeigten jedoch auch, dass nach der Reinigung verbliebene Verschmutzungen am Zitzenschaft und an der Zitzenbasis ebenfalls während des Melkens geringer werden (Daten im Artikel nicht dargestellt). Ein möglicher Erklärungsansatz für die Reduktion der Verschmutzung an der Zitzenbasis während des Melkens ist, dass diese beim Abnehmen des Melkbechers durch den Zitzengummi abgezogen wurde und nicht während des Melkens von der Milch «abgewaschen» wurde. Ein weiterer Erklärungsansatz ist, dass sich Teile der Zitzenbasis – je nach Zitzenlänge, Zitzendicke und Euterform – während des Melkens im Melkbecher befanden und mit der Milch in Berührung kamen. Dies würde bedeuten, dass die Zitzenbasis nicht von der Beurteilung der Zitzensauberkeit ausgeschlossen werden darf.

Ein weiterer Aspekt, der in den vorliegenden Ausführungen nicht näher betrachtet wird, ist, dass eine verringerte visuelle Verschmutzung der Gesamtzitze oder einzelner Zitzenzonen nur in begrenztem Masse eine Aussage zur ausreichenden Reduktion coliformer Keime auf der Zitze zulässt. Hohe Gehalte an coliformen Keimen in der Tankmilch wurden unter anderem in Untersuchungen von Reinemann *et al.* (1997) und Knappstein *et al.* (2004) mit mangelhaften Haltungsbedingungen und schlechter Melkhygiene assoziiert. In anderen Studien wies die Milch verschmutzter, nicht gereinigter Zitzen einen deutlich erhöhten Keimgehalt, jedoch Gehalte an coliformen Keimen von weniger als 20 KBE/ml auf (McKinnon *et al.* 1983). Überdies zeigten auch visuell saubere Zitzen hohe Keimkontaminationen (McLarty, 1981, zitiert in Mottram 1997).

Vergleich der visuellen Gesamtnote und der aus der Verschmutzung der einzelnen Zitzenzonen rechnerisch gewichteten Gesamtnote

Anhand der Verschmutzung der Zonen wurde, unter Berücksichtigung der jeweiligen Oberflächenanteile der Zonen, für jede Zitze der Beobachterseite eine rechnerisch gewichtete Gesamtnote (rGN) ermittelt. Abbildung 8 stellt die Verteilung der rechnerisch gewichteten Gesamtnote (rGN) innerhalb der Stufen der visuellen Gesamtnote (vGN) vor der Reinigung in Form von Boxplots dar. Hierbei sind die mittleren 50 % der Werte der rGN innerhalb der Box abgebildet (Interquartilbereich). Ausreißer und Extremwerte sind als Kreis bzw. Stern dargestellt:

- Bei einer visuellen Note in der Stufe vGN 1 (vollständig sauber; < 1 %) vor der Reinigung lagen für die rGN vor und nach der Reinigung lediglich einzelne Ausreißer und Extremwerte oberhalb von 0 % Oberflächenverschmutzung (Abb. 8). Sie lassen sich durch den, bei der visuellen Beurteilung der Gesamtzitze, fehlenden Blick auf die Hinterseite der Zitze und auf Teile der Zitzenspitze erklären.
- Bei der visuellen Gesamtnote vGN 2 (leicht verschmutzt; 1–10 %) vor der Reinigung wiesen die Werte für die rGN zwischen 0 % und 22 % Oberflächenverschmutzung vR auf. Der Median lag bei 6 % und somit fast mittig zwischen den unteren und oberen Grenzen der Stufe vGN 2. Durch die Reinigung wurde die maximale Verschmutzung auf 13 % der Zitzenoberfläche reduziert, 50 % der Zitzen waren nach der Reinigung zu weniger als 0,2 % verschmutzt.
- Bei einer visuellen Gesamtnote in der Stufe vGN 3 (teilweise verschmutzt; 11–25 %) vor der Reinigung konnten Werte für die rGN zwischen 7 % und 40 % festgestellt werden. Der Median lag bei 15 %. Die Verschmutzung wurde durch die Reinigung auf 0 % bis 26 % reduziert, 50 % der Zitzen waren nach der Reinigung zu weniger als 4 % verschmutzt.
- Bei einer visuellen Gesamtnote in der Stufe vGN 4 (stark verschmutzt; > 25 %) vor der Reinigung lagen die Werte für die rGN zwischen 15 % und 87 % (Abb. 8). Der Median lag bei 41 %. Von 31 Beobachtungen errechneten sich nur für drei Zitzen Werte unterhalb der unteren Grenze der Stufe vGN 4 von 25 %. Nach der Reinigung wurden Werte zwischen 0 % und 48 % Oberflächenverschmutzung ermittelt.

Die, auf Basis des Flächenanteils der einzelnen Zitzenzonen gewichtete, Verschmutzung zeigte somit eine sehr gute Übereinstimmung mit der für die gesamte (sichtbare) Zitze vergebenen prozentualen Verschmutzung vGN. Weiterhin zeigte sich, dass, bezogen auf die vier Stufen der visuellen Datenaufnahme, vGN 1 bis vGN 4, die rechnerisch gewichtete Verschmutzung rGN nach der Reinigung sich gegenüber der rGN vor der Reinigung in etwa um jeweils eine Stufe verbessert hatte. Dies kommt insbesondere im Vergleich der Mediane und der Spannweite der rGN vor und nach der Reinigung zum Ausdruck (Abb. 8).

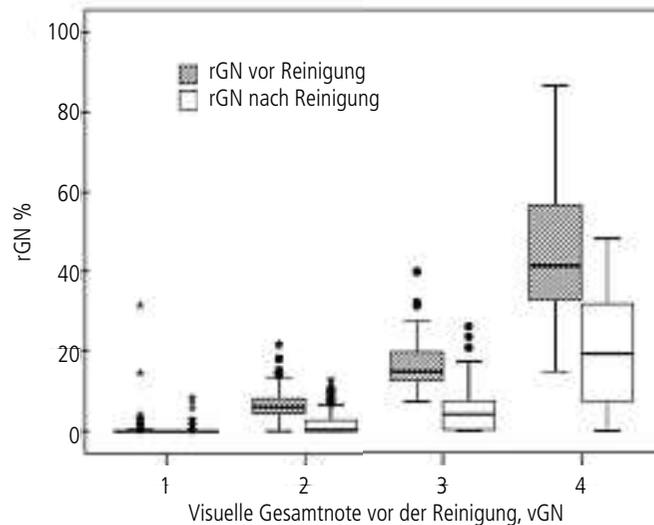


Abbildung 8: Verteilung der rechnerisch gewichteten Gesamtnote (rGN) innerhalb der Stufen der visuellen Gesamtnote vor der Reinigung und Veränderung der rGN durch die Reinigung (□ Interquartilbereich; – Median; • Ausreißer und * Extremwerte).

Schlussfolgerungen

Die visuelle Beurteilung der gesamten (sichtbaren) Zitze spiegelte sehr gut den flächenmässigen Anteil der einzelnen zuvor definierten Zitzenzonen und somit den Reinigungserfolg der Euterteile, die mit dem Zitzen Gummi in Kontakt kommen wider, sofern Zitzenspitze, Zitzenschaft und Zitzenbasis mit einbezogen wurden. Obwohl die Hinterseite der Zitzen hierbei nicht beurteilt wurde, war die Übereinstimmung der visuellen und der rechnerischen Gesamtnote in einem akzeptablen Bereich. Beeinflusst wurde der Reinigungserfolg jedoch durch die Betrachtungsweise der Zitzen. So würde der Erfolg der Zitzenreinigungssysteme wesentlich zu gut eingeschätzt, wenn nur die Vorderseite der Zitze (ohne Zitzenbasis und Zitzenspitze) in die Beurteilung einflössen. Einen sehr wichtigen Einfluss auf die Beurteilung der Zitzensauberkeit stellte die Zitzenbasis dar, da sie sich nicht nur optisch auf das Erscheinungsbild auswirkte, sondern auch tatsächlich eine grosse Fläche ausmachte.

Einen weiteren Einfluss auf die Beurteilung des Zitzenreinigungserfolgs übte der Anteil bereits sauberer Zitzen vor der Reinigung, der in die Auswertung einfluss, aus. Er wirkte sich direkt auf das Erreichen des Grenzwerts I (75 %) gemäss DIN ISO 20966:2008 aus. Dieser Effekt charakterisiert aber eher den Betrieb als das Zitzenreinigungssystem. Weiterhin übte der Betrieb selbst zum Beispiel über die Einstreuart und die Stallhygiene einen wesentlichen Einfluss auf den Zitzenreinigungserfolg aus. Hohe Ausgangsverschmutzungen wurden von den beiden untersuchten Systemen im Mittel um etwa eine Stufe verringert, jedoch in der Regel nicht vollständig entfernt.

Der erzielte Reinigungserfolg der verschiedenen Zitzenzonen variierte, insbesondere bei einer hohen Ausgangsver- schmutzung, sehr deutlich zwischen den untersuchten Betrieben. Mögliche Ursachen, neben der geringeren Anzahl an Beobachtungen, dem Reinigungssystem und der Lage der Verschmutzung, sind in erster Linie deren Art, Schichtdicke und Hafteigenschaften. Denkbar sind weiterhin, dass Euter- und Zitzenformen, die Zitzenstel- lung oder die exakte Positionierung des Roboterarms Ein- fluss auf den Reinigungserfolg nehmen.

Zitzenbasis und Zitzen spitze wurden in den beiden vergli- chenen Systemen unterschiedlich gut gereinigt. Die Lage der Verschmutzung auf der Zitze ist nicht nur im Hinblick auf die Eutergesundheit von Bedeutung. So konnte bestä- tigt werden, dass Verschmutzung der Zitzen spitze, die nach der Zitzenreinigung noch anhaftete, während des Melkens nahezu komplett in die Milch überging. Jedoch darf auch die Zitzenbasis nicht vernachlässigt werden, denn auch hier wurde die nach der Reinigung verbliebene Verschmutzung während des Melkens in Teilen reduziert.

Bei der Überprüfung des visuellen Zitzenreinigungserfolgs sollten klare Definitionen hinsichtlich der Vorgehensweise mit unterschiedlichen Arten von Verschmutzung getrof- fen werden. Dabei sollte die Bedeutung der Verschmut- zung im Hinblick auf die Eutergesundheit und die Milch- qualität Berücksichtigung finden. Eine verringerte visuelle Verschmutzung der Zitze lässt hierbei nur in begrenztem Masse eine Aussage zur ausreichenden Reduktion der Anzahl an Keimen auf der Zitze oder in der Milch zu.

Literatur

- BMELV 2006. Bekanntmachung zur Durchführung von Artikel 3 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang III Abschnitt IX Kapitel I der Verordnung (EG) Nr. 853/2004 mit spezi- fischen Hygienevorschriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs hinsichtlich der Anwendung bestimmter Massnahmen in Milcherzeugungsbetrieben mit auto- matischen Melkverfahren vom 29. Sep 2006. Bundesan- zeiger Ausgabe 191.
- DIN ISO 20966, 2008. Automatische Melksysteme - Anforderungen und Prüfung. Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag GmbH, Berlin.
- Hovinen M., A.-M. Aisla, Pyorala S. 2005. Visual Detec- tion of Technical Success and Effectiveness of Teat Cleaning in Two Automatic Milking Systems. *J. Dairy Sci.* 88 (9). 3354–3362.
- Knappstein K., N. Roth, B. A. Slaghuis, v. Zonneveld R. T. F. 2002. Protocol for evaluation of teat cleaning systems. Bericht im Rahmen des EU-Forschungsvorhabens «Impli- cation of the introduction of automatic milking on dairy farms» Deliverable 13.
- Knappstein K., N. Roth, H.-G. Walte, J. Reichmuth *et al.* 2004. Report on effectiveness of cleaning procedures applied in different automatic milking systems. Bericht im Rahmen des EU-Forschungsvorhabens «Implication of the introduction of automatic milking on dairy farms» Deliverable 14.
- McKinnon C. H., R. J. Fulford, Cousins C. M. 1983. Effect of teat washing on the bacteriological contamination of milk from cows kept under various housing conditions. *Journal of Dairy Research* 50(02). 153–162.
- Melin M., H. Wiktorsson, Christiansson A. 2002. Teat cleaning efficiency before milking in DeLaval VMS™ versus conventional manual cleaning, using *Clostridium tyrobutyricum* spores as marker. First North American Conference on robotic milking, Toronto, Canada, 20–22 March 2002, II 60–63.
- Mottram T. 1997. Requirements for teat inspection and cleaning in automatic milking systems. *Computers and Electronics in Agriculture* 17 (1). 63–77.
- Reinemann D. J., G. A. Mein, D. R. Bray, D. Reid, *et al.* 1997. Troubleshooting high bacteria counts in farm milk. Proc. 36th Ann. Meeting, National Mastitis Coun- cil.
- Stoffers A. 2010. Evaluierung und praktische Beurteil- ung des in der DIN ISO 20966 beschriebenen «Verfah- rens zur Beurteilung der Zitzen- und Euterreinigung bei Automatischen Melksystemen». Masterarbeit Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik an der Chris- tian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- VO (EG) Nr. 853/2004: Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates mit spezifischen Hygienevor- schriften für Lebensmittel tierischen Ursprungs.
- Zimmermann A. 2003. Vergleich verschiedener Verfah- ren zur Beurteilung der mikrobiellen Kontamination der Melkzeuge bzw. der Melkanlage und mögliche Beziehungen zur Melktechnik und Eutergesundheit. Dissertation Tierärztliche Hochschule Hannover.

Schriftenreihe der FAL

22–55: www.agroscope.ch > Publikationen

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

33–67: www.agroscope.ch > Publikationen

68	Landtechnik im Alpenraum. Tagung 10./11.5.2006 in Feldkirch 2006 Robert Kaufmann & Günther Hützl (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. Tänniker 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 2008 Robert Kaufmann & Günther Hützl (Redaktion)	D	CHF 40.–
8	Grundlagen für ein Umweltmonitoring unbewilligter gentechnisch veränderter Pflanzen im Kanton Zürich 2008 Franz Bigler, Daniel Fischer, Olivier Sanvido, Michèle Stark, Benno Vogel & Barbara Wiesendanger	D	CHF 30.–
9	2. Tänniker Melktechniktagung 2008 Matthias Schick & Pascal Savary (Redaktion)	D	CHF 40.–
10	Ästhetische Bewertung landwirtschaftlicher Kulturen durch die Bevölkerung 2009 Beatrice Schüpbach, Xenia Junge, Reinhold Briegel, Petra Lindemann-Matthies und Thomas Walter	D	CHF 40.–
11	Economic monitoring of fossil energy use in EU agriculture 2009 Tim Kränzlein	E	CHF 40.–
12	Landtechnik im Alpenraum 2010 Robert Kaufmann & Günther Hützl (Redaktion)	D	CHF 40.–
13	Ein- und Ausstieg im Biolandbau 2010 Ali Ferjani, Linda Reissig und Stefan Mann	D	CHF 40.–
14	Vielfältige Biodiversitäts-Forschung 2010 Atlant Bieri (Redaktion)	D	CHF 40.–

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 15

3. Tänniker Melktechniktagung

Der Tagungsband zur dritten Tänniker Melktechniktagung zeigt Möglichkeiten einer optimierten Milchgewinnung unter schweizerischen Bedingungen auf.

Für das Monitoring in der Milchgewinnung stehen eine Vielzahl technischer, elektronischer und organisatorischer Möglichkeiten zur Verfügung. Hierzu zählen neben den bekannten Sensoren zur Messung von Milchfluss und Milchmenge mittlerweile auch komplexere Verfahren zur Steuerung des gesamten Melkprozesses und zur Qualitätssicherung.

Die Diagnostik dient in der Milchgewinnung dazu, bestehende Fehler in der gesamten Milchproduktion eines Landwirtschaftsbetriebes zu erkennen und zu beheben. Diese Fehler können einerseits bauseits vorliegen. Andererseits können es technisch verursachte Fehler sein. Letztlich kann aber auch die Betriebsleitung selbst aufgrund einer falschen Arbeitsorganisation die Fehlerursache darstellen. Die Grundlage der Diagnostik ist immer eine Prozessfassung bei der eigentlichen Melktechnik, am Tier, oder bei der Arbeitserledigung durch den Menschen.

Zur Gewährleistung einer wirtschaftlichen Milchproduktion unter schweizerischen Bedingungen ist die Effizienz ein wesentliches Kriterium. Hierbei geht es darum, aus der Kombination von Monitoring und Diagnostik einzelbetriebliche Schwachstellen aufzudecken, Optimierungsmöglichkeiten aufzuzeigen und Handlungsempfehlungen daraus abzuleiten. Bei dieser Prozessoptimierung ist eine standardisierte Vorgehensweise anzustreben um den Effekt der einzelnen Optimierungsschritte gesichert zu erkennen. Hierzu bieten sich Versuchsmelkstände und bedingt auch Praxismelkstände an. Im Versuchsmelkstand können vorwiegend physikalische und technische Parameter exakt analysiert und optimiert werden. Dagegen können im Praxismelkstand die physiologischen Parameter an der Kuh und die menschliche Arbeit optimal untersucht werden.

Ausgehend vom Ziel einer optimierten Milchgewinnung versteht sich die Tagung als aktiver Beitrag zur Wissensentwicklung und Wissensvermittlung in der Melktechnik.

ISSN 1661-7584 ART-Schriftenreihe
ISBN 978-3-905 733-19-8
Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tännikon ART
Tännikon, CH-8356 Ettenhausen
info@art.admin.ch, www.agroscope.ch



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Volkswirtschafts-
departement EVD
Forschungsanstalt
Agroscope Reckenholz-Tännikon ART