

Ulrich Ströbel, Sandra Rose-Meierhöfer, Gundula Hoffmann, Christian Ammon,
Thomas Amon und Reiner Brunsch

Viertelindividuelle Vakuumapplikation für moderne Melksysteme

Durch den Einsatz von viertelindividueller Melktechnik können die Bedingungen für Melkpersonal und Kühe erheblich verbessert werden. Die getrennte Schlauchführung für die Milch aus den vier Eutervierteln bietet deutliche Vorteile für die technische Weiterentwicklung dieser Melksysteme. Im Folgenden wird der Prototyp eines viertelindividuellen Melksystems mit Vakuumregelungseinheit vorgestellt, der eine milchflussabhängige, präzise Vakuumanpassung für jedes Euterviertel, verbunden mit einer hohen Rate von Sollwert-Istwert-Abgleichen durch die Regelungseinheit, ermöglicht.

Schlüsselwörter

Melktechnik, Vakuumregelung, Vakuumabfall, viertelindividuelles Melken

Keywords

Milking technique, vacuum control system, vacuum reduction, individual quarter milking

Abstract

Ströbel, Ulrich; Rose-Meierhöfer, Sandra; Hoffmann, Gundula; Ammon, Christian; Amon, Thomas and Brunsch, Reiner

Vacuum application for individual quarters in modern milking systems

Landtechnik 67 (2012) no. 6, pp. 405–408, 3 figures, 10 references

Using individual quarter milking systems can substantially improve the conditions for milkers and dairy cows. A separate conduction of the milk from the four udder quarters leads to distinctive benefits for the further technical development of these milking systems. A prototype of an individual quarter-wise working milking system with a vacuum control system allows a precise vacuum adjustment per quarter with a high response rate of the control system, based on the milk-flow of each udder quarter.

■ Da die Beachtung des Tierwohls und die Erhaltung der Tiergesundheit für die Verbraucher eine immer größere Rolle spielen, ist zukünftig eine stärkere Anpassung der Tierhaltung

in Deutschland an die Verbraucherwartungen erforderlich [1]. Die viertelindividuelle Melktechnik trägt dazu bei, dass die individuellen Bedürfnisse der Milchkuh stärker berücksichtigt werden. Vorteile der viertelindividuellen Melktechnik sind:

- Viertelindividuelle Melksysteme ermöglichen für jedes einzelne Euterviertel eine individuelle Datenerfassung zur Kontrolle des Melkvorgangs und der Milchqualität.
- Die Regelung der Vakuumapplikation kann für jedes Euterviertel separat vorgenommen werden.
- Mit der viertelindividuellen Vakuumapplikation kann das Vakuum optimal eingestellt werden, sodass eine Schonung des Zitzengewebes erreicht wird [2].

Ein stabiles und optimal eingestelltes Vakuum ist nach Tan und Reinemann [3] sowohl im Hinblick auf die Tiergesundheit als auch die Wirtschaftlichkeit des Melkprozesses enorm wichtig. Ein zu hohes Vakuum kann die Zitzen stark strapazieren, da z.B. mehr Gewebe- und Lympflüssigkeit in die Zitzenenden gezogen wird als bei Niedrigvakuum. Erfolgt keine ausreichende Rückmassage, kann es zu Blutstau und einer Störung der Zitzenfunktion kommen. Die Vakuumeinstellung in Melksystemen erfolgt jedoch derzeit in der Regel einheitlich für das gesamte Euter einer Kuh. Eine Technik zur viertelweisen Vakuumapplikation existiert für die Praxis derzeit nicht.

Vakuumregelungen und viertelindividuelles Melken in vorhandenen Melksystemen

Die Melktechnik in konventionellen Melkständen und in automatischen Melksystemen (AMS) unterscheiden sich in wesentlichen Punkten. Bei konventionellen Melksystemen war es aus Gründen der Handhabung praktisch, die ermolzene Milch sehr nahe am Euter in einem Milchsammelstück zusammenzuführen. Bei der Entwicklung der AMS stellte sich die Bündelung der Melkbecher durch das Milchsammelstück jedoch als störend heraus [2]. Eine viertelgetrennte Melktechnik führt in der Zukunft voraussichtlich zu einer höheren automatischen

Erkennungsrate von Mastitis, erhöht aber auch die Kosten und die Komplexität dieser Systeme. Zusätzlich kann die viertelgetrennte Milchableitung dazu genutzt werden, die Zellzahl in der Tankmilch zu kontrollieren und Milchverluste durch infizierte Tiere zu reduzieren [4]. Außerdem wird die Produktqualität der Milch gesichert. Die Entwicklung einer verbesserten Schlauchführungstechnik ermöglicht viertelindividuelles Melken nun auch in konventionellen Melkständen. Durch diese technische Verbesserung kann in der Regel auch eine höhere Wirtschaftlichkeit beim Melken erreicht werden, da die viertelindividuelle Technik einen höheren Automatisierungsgrad erlaubt und somit die Kosten des Produktionsfaktors Arbeit beim Melken verringert werden.

Viele wesentliche Vorteile des viertelgetrennten Melkens lassen sich von den AMS auf die Anwendung in konventionellen Melkständen übertragen [2]. So belegte Rose [5], dass durch die viertelweise Schlauchführung die Vertikalkräfte an den Zitzen gleichmäßiger verteilt sind als beim Melken mit Milchsammelstück. Die Zitzen und das Eutergewebe werden somit beim Melken insgesamt weniger beansprucht.

Außerdem werden bei der Nutzung von Einzelschläuchen Krankheitskeime nicht von Viertel zu Viertel übertragen. Aus wirtschaftlicher Sicht spricht für die konventionellen Melkstände, dass die Anschaffungs- und die Jahreskosten deutlich niedriger sind als bei einem automatischen Melksystem [2]. Die meisten Milchviehbetriebe in Deutschland arbeiten daher noch mit konventionellen Melkständen, der Anteil der AMS-Betriebe lag vor einigen Jahren noch bei ca. 0,5 % der Milchviehbetriebe in Deutschland [6]. Allerdings lassen die Verkaufszahlen der AMS-Hersteller den Schluss zu, dass ein weiterer stetiger Anstieg der AMS-Betriebe zu erwarten ist. Die meisten AMS sind nach wie vor in den Niederlanden und in Dänemark installiert [7].

Viele moderne Melksysteme einschließlich AMS sind derzeit mit Sensoren und Regelmechanismen zur Optimierung des Melkvorgangs ausgestattet. Eine Patentrecherche ergab, dass bereits viele elektronische Regelungssysteme zur Verbesserung der Melktechnik eingesetzt werden. Keines dieser Melksysteme ermöglicht jedoch die präzise viertelindividuelle Vakuumregelung in Abhängigkeit vom Milchfluss. Meistens regeln die bereits vorhandenen Systeme das Vakuum an anderen Stellen im Melksystem oder sie beeinflussen das Melkvakuum pro Euter und nicht pro Euterviertel.

Multilactor® als Systemgrundlage für Forschungsvorhaben zur Vakuumregelungseinheit

Das Melksystem Multilactor®, das von der Firma Siliconform GmbH & Co. KG in Türkheim entwickelt und vertrieben wird, ist das erste marktverfügbare viertelindividuelle Melksystem für konventionelle Melkstände. Als Forschungsgrundlage für eine Dissertation mit dem Thema „Entwicklung einer Online-Analyse- und Regelungseinheit für viertelindividuelle Melksysteme“ wurde der Multilactor® ausgewählt, da sich das System zu Beginn des Forschungsvorhabens bereits in einem fortge-

schrrittenen Entwicklungsstadium befand [10]. Das Ziel der Forschungsarbeit war es, ein Regelungssystem für viertelindividuelle Melksysteme zu schaffen, das in der Lage ist, das Vakuum an jedem Zitzenende der Kuh individuell, tierfreundlich und intelligent zu regeln [2]. Die Vakuumregelung sollte in Abhängigkeit vom Milchfluss automatisch erfolgen. Das Anlagenvakuum im Labormelkstand mit Multilactor® (**Abbildung 1**) hat während der gesamten Versuchsdauer stets 35 kPa betragen.

Zur Beeinflussung des Melkvakuums wurde ein mechanisches Drosselventil im Milchschauch an der Kuhzitze eingesetzt, das mit einer Funktion zur Änderung der Querschnittsfläche ausgestattet war [8]. **Abbildung 2** zeigt einen optimierten Prototyp des mechanischen Drosselventils. Die Wirkung einer Querschnittsveränderung im Milchschauch auf das zitzenendige Melkvakuum wurde untersucht, um passende mittlere Vakuumwerte in Abhängigkeit der Einflussfaktoren Querschnittsfläche und Milchfluss zu erreichen. Um die bei-



Abb. 1

Melksystem Multilactor® im Melklabor (Foto: Ströbel)
Fig. 1: Milking system Multilactor® in the laboratory milking parlour



Abb. 2

Prototyp der vier Drosselventile in der Vakuumregelungseinheit [8]
(Foto: Ströbel)
Fig. 2: Prototype of the vacuum control valve in the vacuum control system [8]

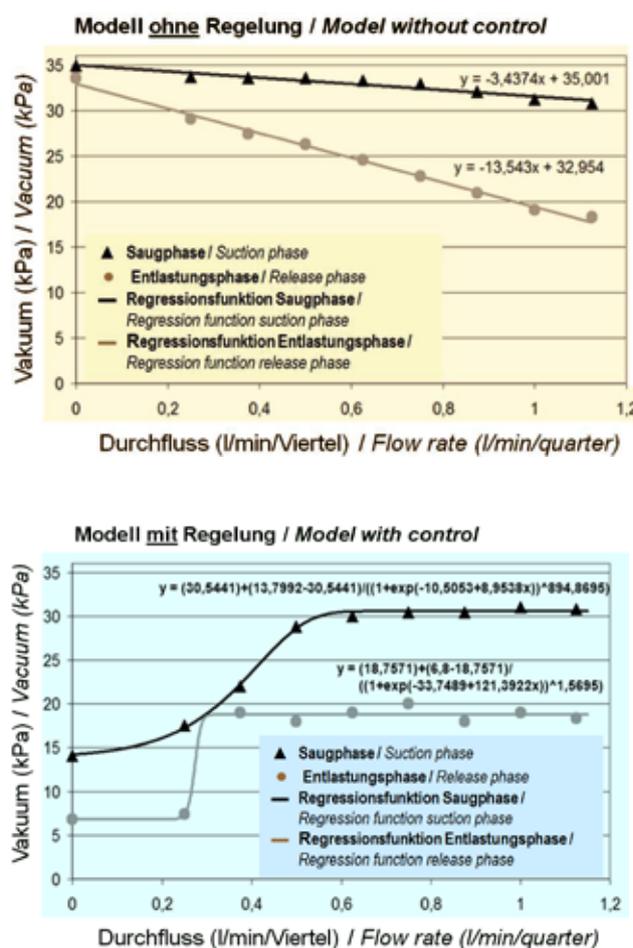
den Einflussfaktoren in ihrer Wirkung einschätzen zu können, wurde die Nassmessmethode nach ISO DIN 6690 [9] durchgeführt. Diese Methode simuliert – bei gleichbleibenden Durchflussmengen über längere Zeitabschnitte – den Melkprozess in jedem Euterviertel mithilfe eines Wassertanks und vier Durchflussreglern. In der Untersuchung wurden alle möglichen Kombinationen von Durchflussmengen (0,0 bis 1,13 l/min/Viertel) und geöffneter Querschnittsfläche (0,0 bis 78,0 mm²) in engen Abständen variiert. Dabei wurde das zitzenendige Melkvakuum für die Saug- und Entlastungsphase gemessen und ausgelesen. Um bei ansteigendem Durchfluss ein ansteigendes mittleres Melkvakuum in der Saug- und in der Entlastungsphase zu erzielen, wurde für jeden getesteten Durchflusswert die optimale Querschnittsfläche berechnet. Anhand dieses Regelungsmodells wurde die Software für die weiterentwickelte Vakuumregelungseinheit erstellt [10].

Sanfter Milchentzug durch Vakuumregelung

Die Wirkung der Vakuumregelungseinheit erklärt **Abbildung 3**: Der Vergleich der beiden Diagramme zeigt, dass die entwickelte Regelungseinheit eine deutliche Reduzierung des zitzennahen Vakuums bei niedrigen Milchflüssen bewirkt. Dies ist sinnvoll, da zum Milchabtransport kein hohes Vakuum benötigt wird. Das niedrige Vakuum in diesen Melkabschnitten verhindert eine hohe Belastung des Zitzen Gewebes und sorgt für einen „sanften“ Milchentzug [2]. In Melkabschnitten mit einem hohen Milchfluss wird dagegen während der Saugphase mit hohem Vakuum im Milchschlauch gemolken. Meist wird dabei annähernd die Höhe des Anlagenvakuums erreicht. In der Saugphase soll durch ein Vakuum, das in etwa auf dem Niveau des Anlagenvakuums liegt, ein zügiges Ausmelken ermöglicht werden. In der Entlastungsphase hingegen ist eine Reduzierung des Vakuums an der Zitze erwünscht, denn ein niedriges, an den Milchfluss exakt angepasstes Vakuum schont das empfindliche Eutergewebe der Kühe [2]. In **Abbildung 3** ist zu sehen, dass das Vakuum mit der Regelungseinheit auf ca. 16 kPa in der Saug- und auf ca. 7 kPa in der Entlastungsphase gesenkt werden kann. Ohne Regelungseinheit wirken in der Saug- und Entlastungsphase bei dem gleichen Durchfluss von 0,2 l/min/Viertel hingegen 34 bzw. 29 kPa an den Zitzenenden. Durch den Einsatz der Regelungseinheit kann – insbesondere bei niedrigem Durchfluss – die Vakuumbelastung für die Kuhzitzen reduziert werden.

Mit der neuen Regelungseinheit lässt sich das Vakuum passgenau steuern – mit zu erwartenden positiven Effekten auf die Tiergesundheit. So ist anzunehmen, dass sich Eutererkrankungen verringern werden. Der Einsatz der schonenden viertelindividuellen Melktechnik kann somit voraussichtlich das Leben und die Leistungsfähigkeit der Milchkühe verlängern. Damit ergäben sich auch positive Effekte für die energetische Gesamtbilanz der Milchproduktion: Durch eine gesteigerte Lebensdauer der Milchkühe kann die Energie, die das Tier in der Aufzuchtphase „ohne Milchproduktion“ aufnimmt, über einen verlängerten Produktionszeitraum verteilt werden [2].

Abb. 3



Einfluss der Vakuumregelungseinheit auf das zitzenendige Vakuum in Abhängigkeit des Milchflusses [8]

Fig. 3: Effect of the vacuum control system on the teat-end vacuum depending on the milk flow [8]

Schlussfolgerungen

Die beschriebene Vakuumregelungseinheit erzielt die gewünschte Vakuumapplikation, bei der das zitzennahe Melkvakuum in der Entlastungsphase und in den Melkphasen mit niedrigem Milchfluss deutlich gesenkt wird. Viele weitere Neuerungen auf dem Markt der Melktechnikausstattung zeigen, dass die Weiterentwicklung viertelindividueller Melksysteme großes Potenzial für eine wesentlich tierfreundlichere Milchgewinnung birgt. Da die benötigten Elektronikbaugruppen zur Verbesserung des Melkprozesses schon heute prinzipiell zur Verfügung stehen, ist es die Aufgabe der Landtechnik, die verfügbaren elektronischen Komponenten an die Nutzungsbedingungen in der Tierhaltung anzupassen und eine robuste Technik zu entwickeln [2]. Die vollständig erprobte Regelungseinheit soll in Zukunft unter Praxisbedingungen daraufhin getestet werden, ob sich die erwartete positive Wirkung auf das Eutergewebe und die Eutergesundheit einstellt.

Literatur

- [1] Lange, D. (2012): Fachforum Nutztiere - Strategie der Deutschen Agrarforschungsallianz vom Juni 2012. www.dafa.de/fileadmin/dam_uploads/images/Fachforen/Brosch-DAFA-FFNutztiereWeb.pdf, Zugriff am 10.09.2012
- [2] Ströbel, U.; Rose-Meierhöfer, S.; Müller, A. (2012): Vier Viertel sind mehr als ein Ganzes, Viertelindividuelle Melktechnik - wie Milchkühe, Melker und Landwirte von den neuen Möglichkeiten profitieren. Forschungsreport 23(1), S. 20-23. www.bmelv-forschung.de/fileadmin/dam_uploads/ForschungsReport/FoRep2012-1/FoReport_1-2012_Melktechnik.pdf, Zugriff am 10.9.2012
- [3] Tan, J.; Reinemann, D. J. (1994): Frequency characteristics of vacuum fluctuations in milking systems. American Society of agricultural engineering, St. Joseph, USA, ASAE Paper No. 94-3569
- [4] Reinemann, D. J. (2010): Review of some of the potential benefits of quarter-milking. International Workshop "The future of the quarter individual milking", 14.09.-15.09.2010, Potsdam, Bornimer Agrartechnische Berichte, Heft 76, S. 7-15
- [5] Rose, S. (2006): Untersuchung mechanischer Belastungen am Euter bei verschiedenen Melksystemen. Dissertation. Forschungsbericht Agrartechnik des AK Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG) Nr. 436. Eigenverlag, Potsdam
- [6] Ströbel, U.; Rose-Meierhöfer, S.; Ammon, C.; Brunsch, R. (2009): Viertelindividuelles Melken mit Multilactor® in Melkständen. Landtechnik 64(2), S. 106-108
- [7] Harms, J. (2009): Automatisches Melken - Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. ART-Schriftenreihe 9, Eigenverlag, Reckenholz-Tänikon ART, S. 105-113
- [8] Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam Bornim e.V. (2011): Patent-Nr.: 102011 075 138.6, U. Ströbel, S. Rose-Meierhöfer, R. Brunsch, E. Zieger, J. Maier, W. Hatzack, Tag der Einreichung: 03.05.2011
- [9] ISO/DIN 6690 (2007): Milking machine installations - mechanical tests. International Organization for Standardization
- [10] Ströbel, U. (2012): Development of an Online Analysis and Control System for Individual Quarter Milking Systems. Dissertation. Humboldt-Universität zu Berlin. Eigenverlag, Berlin

Autoren

Dr. rer. agr. Ulrich Ströbel, Dr. rer. agr. Sandra Rose-Meierhöfer, Dr. med. vet. Gundula Hoffmann sind Wissenschaftler, **Dr. agr. Christian Ammon** ist technisch-wissenschaftlicher Mitarbeiter und **Prof. Dr. Thomas Amon** ist Abteilungsleiter der Abteilung Technik in der Tierhaltung am Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB). **Prof. Dr. agr. habil. Reiner Brunsch** ist wissenschaftlicher Direktor des genannten Instituts. Postadresse: Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; E-Mail: ustroebe@atb-potsdam.de

Danksagung

Die Studie und das damit verbundene Forschungsprojekt wurden gefördert durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages. Die BLE ist eine bundesunmittelbare rechtsfähige Anstalt des öffentlichen Rechts im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV). Die Autoren möchten BLE und BMELV für die umfassende Unterstützung im Projekt herzlich danken. Weiter möchten die Autoren den Industriepartnern Siliconform GmbH & Co. KG in Türkheim und Impulsa AG in Elsterwerda für die gute und konstruktive Zusammenarbeit herzlich danken.