

Melken mit Niedrigvakuum – Einfluß auf Zitzenmassage und Stimulation des Milchejektionsreflexes

Dr. agr. E. Engelke, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin
 Dr. agr. D. Bothur, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda

1. Problemstellung

Melkmaschinen werden mehrheitlich mit einem Vakuum von rd. 50 kPa betrieben. Eine derartige Vakuumgröße ist notwendig, um die in Abhängigkeit von

- Leitungsquerschnitt und Konstruktion der milchabführenden Wege,
- Förderhöhe beim Transport der ermolkenen Milch bis zu einem Sammelgefäß oder einer Milchleitung und
- Größe des Milchstromes aus den Zitzen

entstehenden Vakuumverluste von 5 bis 20 kPa zu kompensieren und unter diesen Bedingungen eine sichere Melkzeughaftung sowie einen zügigen Milchentzug auch bei schwer melkbaren Kühen zu sichern. Die durch die Vakuumverluste verursachten Vakuumchwankungen im Melkbecherinnenraum bewirken unregelmäßige Bewegungen des Zitzengummis, die durch eine radiale Überdehnung während der Saugphase und durch eine erhebliche Verminderung des Massagedrucks des Zitzengummis auf die Zitze während der Entlastungsphase gekennzeichnet sind [1, 2, 3, 4]. Der periodische Massagedruck des Zitzengummis ist notwendig, um Zitzengewebebelastungen in Form

von vakuumbedingten Stauungen der Gewebeflüssigkeit in der Zitzenspitze entgegenzuwirken [5, 6, 7]. Er wird durch die Druckdifferenz zwischen Melkbecherinnenraum und Melkbecherzwischenraum, die Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis¹⁾ und die Charakteristik der Zitzengummibewegung beeinflusst. Eine hohe Gewebebelastung ergibt sich besonders dann, wenn wenig Milch ermolken wird (beispielsweise gegen Melkende) und das Melkvakuum von 50 kPa während der Saugphasen unvermindert auf das Zitzengewebe und während des Blindmelkens auch in der Zitzenzisterne wirkt [8].

In der Literatur wird berichtet, daß mit steigendem Melkvakuum Zitzengewebebelastungen und Eutererkrankungen zunehmen. Bei Anwendung eines Melkvakuums von 40 bis 42 kPa wurden geringere Erkrankungsraten nachgewiesen als bei 50 kPa und größeren Melkvakua [9, 10, 11]. In den letzten Jahren wurden Versuche unternommen, ein stabiles und auf 40 bis 42 kPa verringertes Melkvakuum anzuwenden [8, 12, 13, 14]. Technische Maßnahmen und Einrichtungen, die dieser Zielstellung dienen, sind beispielsweise unter Euterniveau installierte großvolu-

mige Milchleitungen, vergrößerte und strömungsgünstig gestaltete Milchabführungswege sowie die Trennung von Milch und Förderluft im Milchsammelstück. Sie sind bereits Bestandteil weiterentwickelter Melkmaschinen einiger Firmen, und auch in der DDR werden unter Euterniveau angeordnete großvolumige Milchleitungen bei neuen Melkständen bevorzugt.

Unzureichende Hinweise sind in der Fachliteratur darüber zu finden, ob sich der Massagedruck des Zitzengummis auf die Zitze und damit verbunden die vom Melkzeug ausgehende Stimulationswirkung mit einer Absenkung des Melkvakuums auf etwa 40 bis 42 kPa wesentlich verändern. Weiterhin ist nicht eindeutig geklärt, wie ein geringeres Melkvakuum, besonders bei Verwendung

1) Die Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis ist die Druckdifferenz zwischen Melkbecherinnen- und Melkbecherzwischenraum (in kPa), bei der sich beim kollabierenden Zitzengummi gegenüberliegende Wandpartien gerade berühren. Sie ist ein Ausdruck für die Steifheit des Zitzengummischafes und wird im wesentlichen vom Gummimaterial, von der Wanddicke und vom Spannungszustand des Zitzengummis im Melkbecher beeinflusst.

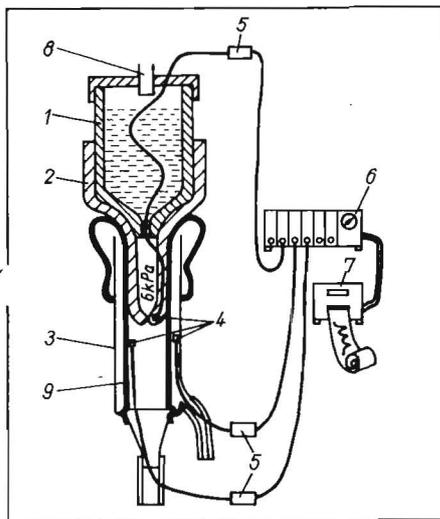


Bild 1
 Anordnung der Sonden zur Messung des Drucks im Zitzengewebe abgesetzter Zitzen von Schlachtkühen;
 1 Halterung, 2 abgesetzte Zitze, 3 Melkbecher, 4 Druckmeßsonden, 5 induktiver Druckmeßwandler, 6 Trägerfrequenzmeßverstärker, 7 Lichtkanschreiber, 8 Wasserzuführung, 9 Zitzengummi

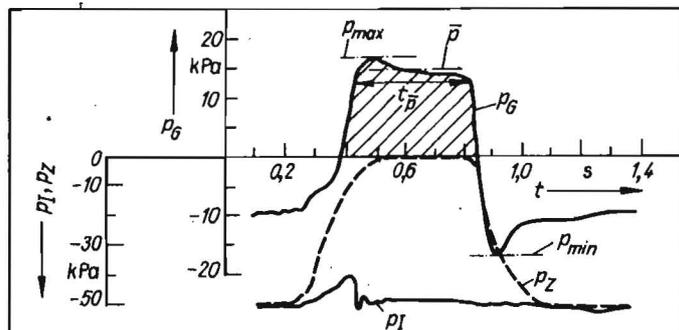


Bild 3. Druckkurven mit Meßpunkten und abgeleiteten Größen;
 p_1 Vakuum im Melkbecherinnenraum, p_2 Vakuum im Melkbecherzwischenraum, p_G Druck im Zitzengewebe, p_{max} Maximaldruck im Zitzengewebe, t_p Dauer des Plateaudrucks, p_{min} Unterdruck im Zitzengewebe zu Beginn der Saugphase b

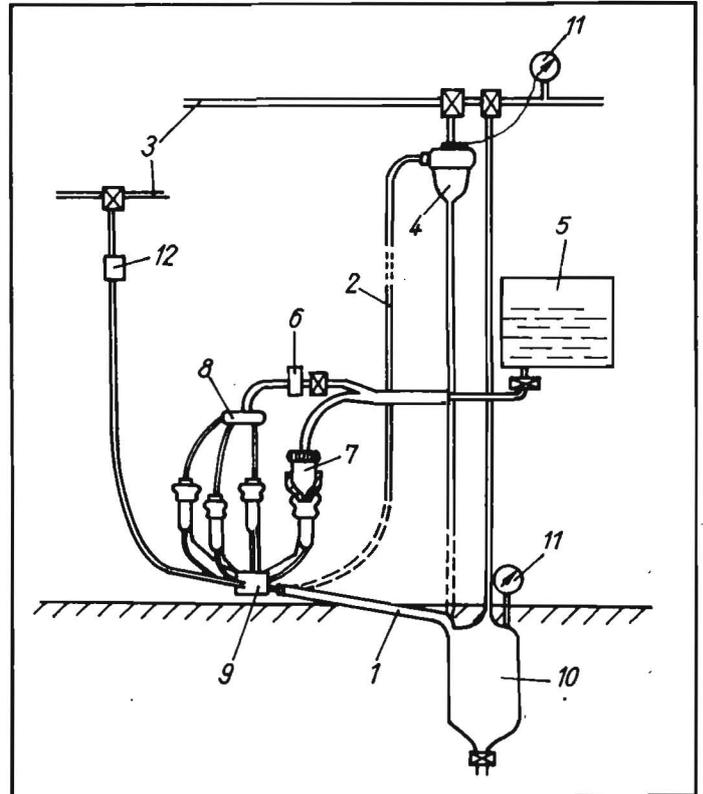


Bild 2. Versuchsaufbau zur Druckmessung im Zitzengewebe während des Melkvorgangs;
 1 tiefhängende Milchabführung, 2 hochhängende Milchabführung, 3 Vakuuleitung, 4 Zwischenrecorder, eine hochhängende Milchleitung simulierend, Milchförderhöhe 1800 mm, 5 Wasserbehälter, 6 Blende, 7 Halterung mit abgesetzter Zitze, 8 Verteiler, 9 Melkzeug, 10 tiefhängender Recorder, eine tiefhängende Milchleitung simulierend, 11 Manometer, 12 Elektropulsator (Parameter variierbar)

unterschiedlicher Zitzengummis und Pulsationsparameter, die Intensität und Vollständigkeit der Euterentleerung beeinflusst. Untersucht wurde, wie sich Zitzenmassage und Stimulation verändern, wenn statt einer hochliegenden Milchleitung mit instabilem Melkvakuum von nominell 50 kPa eine tiefliegende Milchleitung und stabile Melkvakua von 50, 44 bzw. 40 kPa zur Anwendung kommen.

2. Material und Methoden

2.1. Intensität der Zitzenmassage

Die Intensität der Zitzenmassage durch den Zitzengummi ist in einem Laborversuch anhand des im Gewebe abgesetzter Zitzen von Schlachtkühen ($n = 13$) erzeugten Drucks ermittelt worden. Entsprechend Bild 1 waren eine Druckmeßsonde im Zitzengewebe in der Nähe des Zitzenkanals und je eine weitere im Melkbecherinnenraum und im Melkbecherzwischenraum angeordnet. Die Zitzen wurden unter Simulation niedriger und hoher Milchströme ($1,5$ bis $4,5 \text{ kg} \cdot \text{min}^{-1}$) mit einer Melkmaschine des VEB Anlagenbau Impulsa Elsterwerda gemolken (Bild 2). Entsprechend Bild 3 ließen sich aus den aufgezeichneten Druckkurven der Maximaldruck p_{max} , der Plateaudruck \bar{p} und die Plateaudruckdauer t_p im Zitzengewebe während der Entlastungsphase sowie die vakuumbedingte Dehnung des Zitzengewebes in der Saugphase (gemessen als Unterdruck im Gewebe der Zitzenspitze, Bild 1) bestimmen. Auf diese Weise sind 26 Variantenkombinationen aus der Verlegungsart der Milchleitung (hochliegend, tiefliegend), dem Melkvakuum in der Milchleitung (50, 44 und 40 kPa), dem Saugtakteanteil am Pulsationszyklus e (50 % und 67 %), der Pulsationsfrequenz f_p (50 und 70 Doppeltakte $\cdot \text{min}^{-1}$) und der Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis ED (15 kPa und 7 kPa, im folgenden Text als „harte“ bzw. „weiche“ Zitzengummis bezeichnet²⁾) untersucht worden.

2.2. Stimulationswirkung der Melkmaschine

Die Bestimmung der Melkmaschinenwirkung auf die Auslösung des Milchejektionsreflexes, als eine weitere Methode zur Einschätzung der Massagerwirkung des Zitzengummis, wurde in einem Tierversuch mit 13 Kühen der ZBE Milchproduktion Gundorf, Bezirk Leipzig, vorgenommen. Dabei kam die Teilejektionsmethode zur Anwendung, die auf der positiven Korrelation zwischen der Reizintensität auf sensitive Rezeptoren der Zitze und der Menge der ejizierten Alveolarmilch sowie dem gleichartigen Ablauf des Milchejektionsreflexes bei allen 4 Vierteln beruht. Diese Methode ist in [15] ausführlich beschrieben. Im Versuch diente ein katheterisiertes Viertel der Ejektionskontrolle. An zwei weiteren Vierteln wurden die zu prüfenden Testreize gesetzt (40 s Maschinenmelken bei unterschiedlicher Gestaltung von Vakuumgröße und Pulsation). Als Maß für die Stimulationswirkung diente der relative Anteil der nach dem Testreiz ejizierten ersten Alveolarmilchmenge (AM_1 in ml) an der gesamten Alveolarmilchmenge $AM_1 + AM_2$ des Kontrollviertels:

$$AM_{1, \text{rel}} = \frac{AM_1}{AM_1 + AM_2} \cdot 100\%.$$

2) Bei den gegenwärtig im Handel befindlichen impuls-Zitzengummis beträgt die Einfaltdruckdifferenz 16 bis 20 kPa.

Zur Bestimmung der zweiten ermelkbaren Alveolarmilchmenge (AM_2 in ml) wurde das Euter nach der Gewinnung der AM_1 nochmals intensiv stimuliert (90 s Handmassage an 3 Zitzen) und so die zweite Alveolarmilchejektion ausgelöst. Neben dem Parameter $AM_{1, \text{rel}}$ erfolgte die Bestimmung der Latenzzeit 1 (LZ1) als Zeit vom Beginn der Testreizung bis zum Beginn des Milchausflusses aus dem Kontrollviertel. Die untersuchten Varianten entsprachen denen des Laborversuchs, wobei aus methodisch begründeter Umfangslimitierung nur eine Pulsationsvariante zur Anwendung kam ($e = 50\%$, $f_p = 50$ Doppeltakte $\cdot \text{min}^{-1}$).

3. Ergebnisse

3.1. Gemessene Druckwerte im Zitzengewebe

3.1.1. Einfluß von Milchleitungsanordnung und Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis

Im Bild 4 sind die Mittelwerte des Maximaldrucks p_{max} und Plateaudrucks \bar{p} im Zitzenspitzen Gewebe in Abhängigkeit von der Verlegungsart der Milchleitung (hochliegend mit instabilem und tiefliegend mit stabilem Vakuum im Melkbecherinnenraum) bei einem Melkvakuum von 50 kPa sowie bei Verwendung von harten und weichen Zitzengummis dargestellt. Beim Melken in die tiefliegende Milchleitung wurden größere Maximal- und Plateaudrücke gemessen als beim Melken in die hochliegende (bei harten Zitzengummis +14 %, $\alpha < 1\%$; bei weichen Zitzengummis +5,1 %, n. s.). Analog dazu war die Plateaudruckdauer bei tiefliegender Milchleitung und Verwendung harter Zitzengummis um 8,8 % ($\alpha < 1\%$) und bei weichen Zitzengummis um 5,4 % ($\alpha < 5\%$) im Vergleich zur hochliegenden Milchleitung länger.

Der Einfluß der Milchleitungsanordnung und Zitzengummieinfaltdruckdifferenz auf die Dehnung des Zitzengewebes während des Auffaltens des Zitzengummis, gemessen als Unterdruck im Zitzengewebe p_{min} , ist aus Bild 5 ersichtlich. Unabhängig von der Milchleitungsanordnung bewirkten die harten Zitzengummis größere Unterdrücke im Zitzengewebe als die weichen Zitzengummis. Die Differenz zwischen den Zitzengummiarten betrug bei der hochliegenden Milchleitung 8,9 % ($\alpha > 5\%$) und bei der tiefliegenden Milchleitung 22,5 % ($\alpha < 1\%$). Als Ursache kommt das schnellere Auffalten des harten Zitzengummis in Betracht.

Die Milchleitungsanordnung hatte bei harten Zitzengummis keinen Einfluß auf den Unterdruck im Zitzengewebe. Bei weichen Zitzengummis und tiefliegender Milchleitung war dagegen der Unterdruck im Zitzengewebe um 11,7 % ($\alpha < 1\%$) geringer als bei der hochverlegten. Als Ursache für die ungünstigen Werte der hochliegenden Milchleitung kann ein Ballooning-Effekt angenommen werden. Milchstromabhängige Melkvakuum-schwankungen im Melkbecherinnenraum erzeugen Druckdifferenzen zwischen Melkbecherinnenraum und Melkbecherzwischenraum, die in der Saugphase zu einer radialen Aufdehnung des Zitzengummis führen. Dadurch werden größere Teile der Zitze dem Melkvakuum und folglich einer Aufdehnung ausgesetzt. Die weichen Zitzengummis waren davon stärker betroffen als die harten.

Die Ergebnisse bestätigen, daß ein stabiles Melkvakuum in tiefliegenden Milchleitungen gegenüber dem instabilen Melkvakuum bei

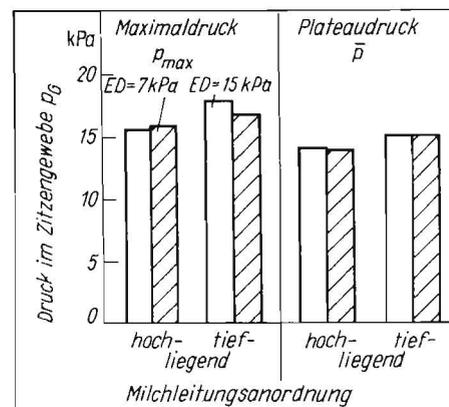


Bild 4. Einfluß von Milchleitungsanordnung und Einfaltdruckdifferenz ED des Zitzengummis auf Maximaldruck p_{max} und Plateaudruck \bar{p} im Zitzengewebe während des Entlastungsaktes (Melkvakuum 50 kPa)

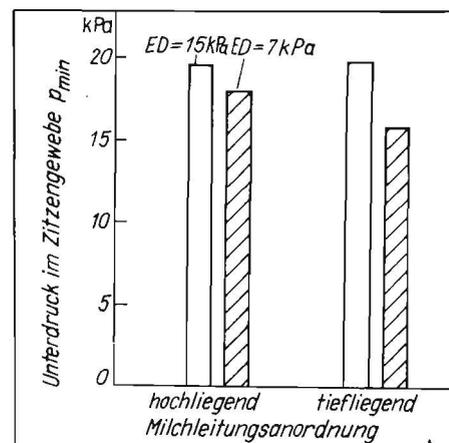


Bild 5. Einfluß von Milchleitungsanordnung und Einfaltdruckdifferenz ED des Zitzengummis auf den Unterdruck p_{min} im Zitzengewebe während des Auffaltens (Öffnens) des Zitzengummis (Melkvakuum 50 kPa)

hochliegenden Milchleitungen eine veränderte Zitzengummibewegung bewirkt. Daraus resultiert bei ersteren eine intensivere Zitzenmassage (Erhöhung von Maximal- und Plateaudruck sowie Verlängerung der teaudruckdauer) und eine Verminderung Zitzenbelastung (geringere Gewebeaufdehnung), besonders bei Verwendung weicher Zitzengummis.

3.1.2. Einfluß von Vakuumhöhe und Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis bei tiefliegender Milchleitung

In den Bildern 6 und 7 sind die Einflüsse dieser Parameter auf Maximaldruck p_{max} sowie Plateaudruck \bar{p} als lineare Regressionen dargestellt. Maximal- und Plateaudruck verändern sich im Melkvakuumbereich von 40 bis 50 kPa bei weichen Zitzengummis nur geringfügig, bei harten Zitzengummis jedoch erheblich ($\alpha < 1\%$). Der Druck auf die Zitzenspitze bzw. im Zitzengewebe nimmt bei letzterem mit der Reduzierung des Melkvakuums von 50 auf 40 kPa um etwa 20 % ab. Aus beiden Darstellungen ist ersichtlich, daß die verwendeten harten und weichen Zitzengummis bei einem Melkvakuum von 46 bis 48 kPa eine annähernd gleiche Massageintensität aufweisen. Eine weitere Absenkung des Melkvakuums führte zur deutlichen Überlegenheit der weichen Zitzengummis. Zur Sicherung der notwendigen Zitzenmassage bei Vakua < 44 kPa ist deshalb der Ein-

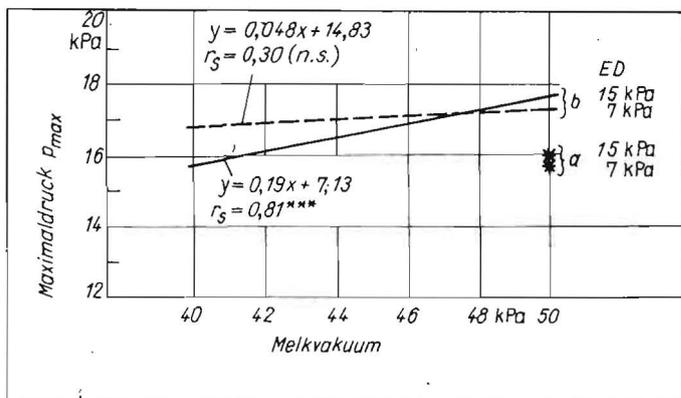


Bild 6. Einfluß von Melkvakuum und Einfaltdruckdifferenz ED des Zitzengummis auf den Maximaldruck p_{max} im Zitzengewebe während des Entlastungstaktes bei hochliegender (a) und tiefliegender (b) Milchleitung

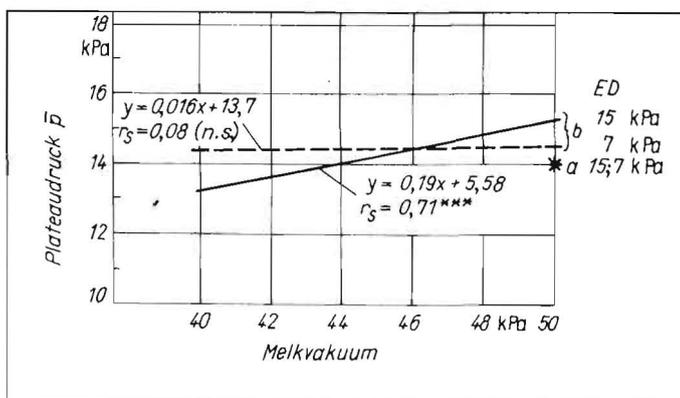


Bild 7. Einfluß von Melkvakuum und Einfaltdruckdifferenz ED des Zitzengummis auf den Plateaudruck \bar{p} im Zitzengewebe während des Entlastungstaktes bei hochliegender (a) und tiefliegender (b) Milchleitung

Tafel 1. Mittelwerte der Stimulationsparameter $AM_{1,rel}$ und LZ 1 in Abhängigkeit von Milchleitungsanordnung, Melkvakuum und Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis (n = 13 Kühe mit je 2 Gemelken)

Milchleitung	hochliegend		tiefliegend			
	50	50	44	40		
Melkvakuum kPa	50	50	44	40		
Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis kPa ED	15	15	7	15	7	15
Variante	1	2	3	4	5	6
$AM_{1,rel}$ %	73,9	76,7	76,0	76,2	78,2	71,6
LZ 1 min	0,95	0,87	0,91	0,91	0,84	0,94

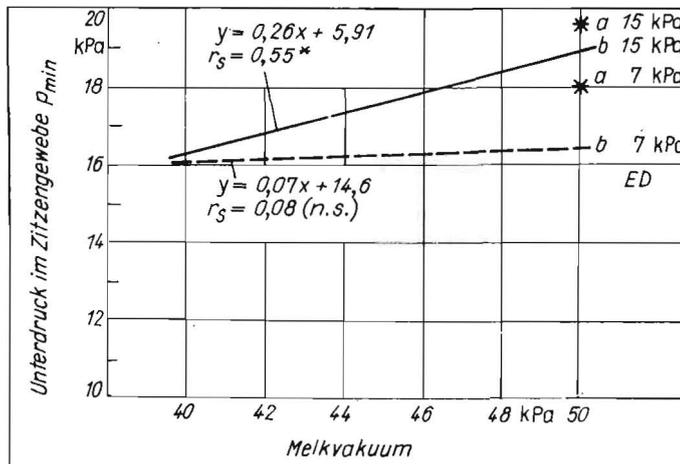


Bild 8. Einfluß von Melkvakuum und Einfaltdruckdifferenz ED des Zitzengummis auf den Unterdruck p_{min} im Zitzengewebe bei hochliegender (a) und tiefliegender (b) Milchleitung während des Auffaltens des Zitzengummis

satz weicher Zitzengummis zweckmäßig. Der beim Auffalten des Zitzengummis im Zitzengewebe gemessene Unterdruck p_{min} ist im Bild 8 in Abhängigkeit von Melkvakuums- und Einfaltdruckdifferenz ED des Zitzengummis dargestellt. Er ist ein Maß für die Gewebebeanspruchung. Bei Verwendung weicher Zitzengummis lag der Unterdruck im Zitzengewebe nahezu unabhängig vom eingesetzten Melkvakuum bei etwa 16 kPa. Die harten Zitzengummis bewirken im Gewebe der Zitzenspitze von 16 auf 19 kPa signifikant ansteigende Unterdrücke p_{min} , wenn das Melkvakuum von 40 auf 50 kPa erhöht wurde. Daraus ist abzuleiten, daß die verwendeten weichen Zitzengummis mit etwa 7 kPa Einfaltdruckdifferenz auch unter dem Aspekt der Zitzengewebebelastung erhebliche Vorteile aufweisen. Sie bewirken geringere und weniger schwankende Unterdrücke p_{min} im Gewebe der Zitzenspitze, wenn stabile Melkvakua von 40 bis 50 kPa zur Anwendung kommen.

3.1.3. Einfluß von Saugtaktanteil und Pulsationsfrequenz

Die während des Einfaltens der Zitzengummis im Zitzenspitzen Gewebe gemessenen Maximaldruckwerte p_{max} bei vier Pulsationsvarianten mit unterschiedlichen Saugtaktanteilen und Pulsationsfrequenzen sind im Bild 9 dargestellt. Das Melkvakuum betrug in diesem ausgewählten Beispiel 44 kPa. Die erreichten Druckwerte im Zitzenspitzen Gewebe waren bei harten Zitzengummis stets etwas geringer. Die Erweiterung des Saugtaktanteils von 50 auf 67% bewirkte eine Vergrößerung, die Erhöhung der Pulsationsfrequenz von 50 auf 70 Doppeltakte $\cdot \text{min}^{-1}$ eine Verringerung des Massagedrucks. Letzteres muß nicht im Widerspruch zu Untersuchun-

gen von Hamann [16] stehen, der bei ansteigender Pulsationsfrequenz geringere werdende Zitzengewebebelastungen beobachtete, da diesbezüglich mehrere Einflußgrößen in Wechselwirkung stehen.

3.2. Intensität der Zitzenmassage und Stimulationswirkung

Die Untersuchungsergebnisse zur Stimulationswirkung der Melkmaschine bei unterschiedlicher Milchleitungsanordnung sowie variierten Melkvakua und Zitzengummis sind in Tafel 1 zusammengefaßt. Den Varianten 1 und 2 in Tafel 1 ist zu entnehmen, daß bei Verwendung harter Zitzengummis mit 15 kPa Einfaltdruckdifferenz durch das stabile Vakuum in der tiefliegenden Milchleitung gegenüber der hochliegenden die Stimulationswirkung besser war (höhere Werte von $AM_{1,rel}$, kürzere LZ 1). Die Unterschiede waren jedoch nicht signifikant. Tendenzmäßig ergibt sich eine Übereinstimmung zu den gemessenen Drücken im Zitzenspitzen Gewebe (Bild 4). Bei einem stabilen Melkvakuum von 50 kPa und tiefliegender Milchleitung war die Stimulationswirkung der Melkmaschine bei Verwendung von harten und weichen Zitzengummis etwa gleich (Tafel 1, Varianten 2 und 3). Beim Melken mit Niedrigvakuum von 40 und 44 kPa war die Stimulationswirkung bei Verwendung weicher Zitzengummis jeweils besser als bei harten Zitzengummis. Wie Variante 7 in Tafel 1 zeigt, konnte mit weichen Zitzengummis und bei einem Melkvakuum von 40 kPa noch die gleiche Stimulationswirkung erzielt werden

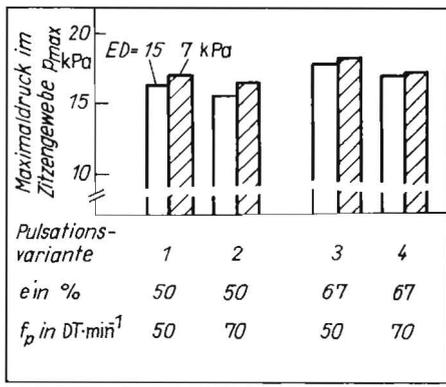


Bild 9. Einfluß der Pulsation auf den Maximaldruck p_{max} im Zitzengewebe bei einem Melkvakuum von 44 kPa; DT = Doppeltakte

wie beim Einsatz harter Zitzengummis, 50 kPa und hochverlegter Milchleitung. Die Ergebnisse zeigen die gleichen Wirkungstrends wie die im Abschnitt 3.1.2. angeführten Massagedrücke des Zitzengummis (p_{max} , \bar{p}). Daraus ist abzuleiten, daß für die stimulatorische Wirksamkeit der Melkmaschine der vom Zitzengummi auf das Zitzengewebe bzw. auf die Rezeptoren im Gewebe ausgeübte Druck von wesentlicher Bedeutung ist. Aus stimulatorischer Sicht scheint die Variante 5 günstiger zu sein, bei der weiche Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 7 kPa sowie einem Melkvakuum von 44 kPa kombiniert zur Anwendung kamen.

Wesentlich ist, daß eine Melkvakuumverminderung auf 44 kPa stimulatorisch sowohl bei Verwendung harter als auch weicher Zitzengummis keine Nachteile erbrachte. Bei einer Reduzierung des Melkvakuums auf weniger als 44 kPa sind weiche Zitzengummis vorteilhaft.

3.3. Zusammenfassung und Schlußfolgerungen

Sowohl der Massagedruck des Zitzengummis als auch die Stimulationswirkung des Melkzeugs sind bei stabilen Vakuumbedingungen (tief liegende Milchleitung) größer als bei instabilen (hoch liegende Milchleitung). Wird ein stabiles Vakuum von 50 auf 40 kPa vermindert, verringern sich der Massagedruck auf die Zitzenspitze, die Dehnung des Zitzengewebes unter Vakuum einfluß und die stimulatorische Wirksamkeit bei Anwendung von Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 15 kPa wesentlich stärker als bei Anwendung weicher Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 7 kPa.

Während eine Verlängerung des Saugtaktes von 50 auf 67% bei gleicher Pulsationsfrequenz den Massagedruck verbessert, führt die Erhöhung der Pulsationsfrequenz von 50 auf 70 Doppeltakte $\cdot \text{min}^{-1}$ zu einer Verminderung desselben. Damit werden Wirkungsrichtungen dieser beiden Parameter deutlich, die jedoch bei der Beurteilung eines Melkverfahrens hinsichtlich Zitzenbelastung und Stimulationswirkung stets im Zusammenhang mit allen auf die Zitze einwirkenden physikalischen Faktoren zu sehen sind. Bestehen stabile Vakuumverhältnisse, wie das bei tief liegenden Milchleitungen der Fall ist, ist aus Gründen der Zitzengewebeentlastung die Herabsetzung der Vakuumgröße von 50 auf etwa 44 kPa zu empfehlen. Bei einem stabilen Niedrigvakuum von 44 kPa können sowohl Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 7 kPa als auch solche mit 15 kPa zum Einsatz kommen. Wird ein stabiles Niedrigvakuum von 40 kPa angewendet,

sind Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 15 kPa und darüber nicht zu empfehlen, da Zitzenmassage und Stimulation ungünstig beeinflußt werden. Der Einsatz von weichen Zitzengummis mit etwa 7 kPa Einfaltdruckdifferenz führt ohne Nachteile hinsichtlich Zitzenmassage und Stimulation zu einer Verminderung der vakuumbedingten Zitzengewebedehnung und somit zu einem schonenderen Milchentzug.

Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von etwa 7 kPa sind jedoch schwieriger herzustellen und haben eine geringere Nutzungsdauer in Melkanlagen als solche mit einer Einfaltdruckdifferenz von 15 kPa und größer. Als Kompromiß für die Melkpraxis sind nach den vorhandenen Untersuchungen und ausländischen Einsatzverfahren Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von etwa 10 kPa anzusehen, die noch angewendet werden können, wenn stabiles Vakuum bis auf 42 kPa herabgesetzt wird.

Literatur

- [1] Kleinke, G.: Untersuchungen über die Wirkung der Melkbecher auf das Euter der Kuh beim Melken mit der Maschine. Karl-Marx-Universität Leipzig, Dissertation 1963.
- [2] Toth, L.; Bak, J.: Der Einfluß der Vakuumschwankungen auf die Bewegung des Zitzengummis. VI. Vsesojuznyi simpozium mašinnomu doeniju sel'skochozjajstvennych životnych, Tallinn 1983, Bd. 2, S. 87-89.
- [3] Uhmann, F.; Thalheim, C.: Laboruntersuchungen für Melkverfahren mit verringerter Einfaltdruckdifferenz des Zitzengummis im Preßtakt und Pulsationsfrequenzen von 100 bis 500 P/min. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Dissertation A 1974.
- [4] Worstorff, H.: Einfluß von Vakuumschwankungen in Melkanlagen auf Pulsierung und Euter-gesundheit. Landtechnik, Lehrte 12(1976)9, S. 528-530.
- [5] Mejer, G.-J.: Messungen über den Einfluß einiger Parameter bei der Gestaltung des Melkbechers beim pulsierungsfreien Milchentzug und über den Verlauf der Milchleistung beim Wechsel zwischen diesem und dem pulsierenden Milchentzug. Berichte über die Landwirt-

schaft, Braunschweig-Völkenrode (1975) Sonderheft 190, S. 119-137.

- [6] Williams, D. M.; Mein, G. A.: The role of machine milking invasion of mastitis organisms and implications of maintaining low infection rates. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte, Bundesanstalt für Milchforschung Kiel, Hildesheim 37(1985)4, S. 415-425.
- [7] Worstorff, H.; Prediger, A.; Schmidt, W. L.: Vakuum und Pulsierung tiergerecht einstellen. Die Milchpraxis, Gelsenkirchen 23(1985)3, S. 276-279.
- [8] Worstorff, H., u. a.: Spezialinformation über Melken, Milch, Mastitis. Top agrar, Münster-Hiltrup (1979) Sonderheft.
- [9] Dodd, F. H.; Neave, F. K.: The influence of milking machines on udder disease. 1. An evaluation of current knowledge. Proc. of the Symposium on machine milking, 1968, Shinfield, Reading, S. 61-70.
- [10] Golikov, A. N.; Mirnov, N. A.: Verminderung boviner Mastitis durch Niedrigvakuummelken. Veterenarija, Moskva (1979)8, S. 55-56.
- [11] Kerimov, N. B.; Sorokina, L. L.; Lin'kov, N. I.: Effektivität des Niedrigvakuum-Melksystems im Melkarschall M-691-40. Naučno-Tekničeskij Bjuleten' po Elektrifikaciji Sel'skogo Chozjajstva, Moskva 47(1983) S. 22-24.
- [12] Heinf, B.: Experimentelle Untersuchungen zur Beeinflussung der Milchabgabe durch Melkmaschinen mit konstanter bzw. kontrollierter Vakuumapplikation. Technische Universität München-Weihenstephan, Institut für Landtechnik, Dissertation A 1981.
- [13] Notsuki, I.; Odai, S.; Watnabe, T.: Milking Characteristics of a low line milking machine. Animal Husbandry, Tokyo 33.
- [14] Toth, L.: Technische und biologische Aspekte der Vakuumstabilisierung an automatischen Melkanlagen. V. Vsesojuznyi simpozium po mašinnomu doeniju sel'skochozjajstvennych životnych, Riga, 1979, Bd. 2, S. 87-89.
- [15] Wehowsky, G.; Moritz, P.; Tröger, F.; Lohr, H.: Zur Bestimmung der Wirkung von Stimuli mittels gezielter Auslösung unvollständiger Alveolarmilchejektionen. Wissenschaftliche Zeitschrift der Karl-Marx-Universität Leipzig, Math.-Naturwiss. Reihe 35(1986)3, S. 273-282.
- [16] Hamann, J.: Zitzengewebeaktionen und maschineller Milchentzug - ein Beitrag zum Infektionsrisiko in der Zwischenmelkzeit. Milchwissenschaft, 43(1988)1, S. 8-13.

A 5835

Seit mehr als 8 Jahrzehnten zuverlässiger Partner der Landwirtschaft

Aus unserem Fertigungsprogramm können wir Ihnen folgende Erzeugnisse preisgünstig anbieten:

Heckanbau-Vielfachgerät P 440 für die Pflege von Dammreihenkulturen und Mais mit Dammreihenstriegel als Zusatzausrüstung

PKW-Lastanhänger HP 350.01/2 und HP 400.01/2.

Nehmen Sie doch einfach einmal Kontakt zu uns auf, wir beraten Sie gern.

Ständig im Dienste des Kunden, das sind wir

Landmaschinenbau Torgau
Prager Straße 1
Torgau
7290

Telefon: 590 Telex: 517245