

mehr erfassen (Sommerfall): Da jedoch gerade im Sommer ein größerer Luftstrom als im Winter notwendig ist, kann der Tierbereich nur teilweise beeinflusst werden.

#### 4.4. Einzelplatz mit Tier

Im Ergebnis der Versuche ohne und mit Modell-Tierkörper wurden zur Versuchsdurchführung mit Tier das Luftaustrittselement Drallauslaß und eine Zuluftgeschwindigkeit  $w_0 = 2,0 \text{ m/s}$  festgelegt.

Das Luftauslaßelement befand sich in der Mitte der Futterkrippe ( $a_B = 500 \text{ mm}$ ) in Höhe der Tierkörperlängsachse ( $a_L = 650 \text{ mm}$ ). Die Zulufttemperatur betrug  $t_Z = 17,1^\circ\text{C}$ , die Raumlufttemperatur  $t_R = 18,7^\circ\text{C}$  und die Hauttemperatur des Tieres  $t_H \approx 26,5^\circ\text{C}$ . Einerseits besteht eine Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Zuluft von  $\Delta t = 1,6 \text{ K}$  und zum anderen eine Temperaturdifferenz zwischen Raumluft und Tierkörper von  $\Delta t \approx 8 \text{ K}$ .

Die Temperaturdifferenz zwischen Zuluft und Tierkörper bringt ein noch größeres Temperaturgefälle ( $\Delta \approx 10 \text{ K}$ ) mit sich. Zwischen zuströmender Luft und Tierkörper findet nun ein Wärmeaustausch statt. Die Zone dieses Energieaustausches ist im Bild 1 in Form der hellen Punkte und Linien zu erkennen. Die

Temperatur der gezeigten Isothermen kann mit  $t_0 = 22,2^\circ\text{C}$  berechnet werden und zeigt die Einflußnahme des Zuluftstrahls auf den Energieaustausch am Tierkörper. Untersuchungen dieser Art geben neben dem Strömungsverlauf noch Aussagen in den Randzonen Tier-Raumluft und somit über die Intensität des Energieaustausches.

#### 5. Zusammenfassung

Die weitere Bearbeitung der Aufgabenstellung zur Nutzung der vorhandenen Wärmequellen und -senken in Tierställen erfordert eine genaue Analyse aller Lastkomponenten und Austauschprozesse. Da diese Stoff- und Energieaustauschprozesse zum großen Teil über das Medium Luft erfolgen, sind Untersuchungen zum Strahlverhalten von Luftauslässen und zum Strömungsprofil am Tierkörper notwendig. In mehreren Versuchen mit und ohne Tier wurden die günstigsten Orte des Luftauslasses und die Form der Luftauslaßelemente ermittelt. Die Aussagen in [7] können nach Abschluß der Auswertungen bestätigt werden [11].

#### Literatur

[1] Kirschner, K., u. a.: Klimatechnik in Tierproduktionsanlagen. Berlin: VEB Verlag Technik 1976.

- [2] Müller, H.-J.: Stofftransport bei nichtisothermer Raumströmung und unter Einfluß von Versperrelementen. Luft- und Kältetechnik 14 (1978) H. 1, S. 18—20.
- [3] Kühnhausen, S.: Lüftung-Parterre. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsteilbericht 1978 (unveröffentlicht).
- [4] Hanel, B.: Experimentelle Untersuchungen über den Einfluß erhöhter Anfangsturbulenz auf die Entwicklung und Ausbreitung von Freistrahlen. Luft- und Kältetechnik 13 (1977) H. 3, S. 123—125.
- [5] Michejew, M. A.: Grundlagen der Wärmeübertragung. Berlin: VEB Verlag Technik 1964.
- [6] Baturin, W. W.: Lüftungsanlagen für Industriebauten. Berlin: VEB Verlag Technik 1959.
- [7] Kühnhausen, S.: Untersuchung zur lokalen Klimagegestaltung in Milchviehanlagen. agrartechnik 29 (1979) H. 11, S. 508—510.
- [8] Herrmann, K.; Genzow, D.: Wärmefotos auf dem Bildschirm betrachtet. Neues Deutschland vom 6./7. Mai 1978, S. 12.
- [9] Engel, F.: Temperaturmessungen mit Strahlungspyrometern. Reihe Automatisierungstechnik, Bd. 157. Berlin: VEB Verlag Technik 1974.
- [10] TGL 29084/01 Stallklimagehaltung; Tierphysiologische Angaben zum Stallklima und zur Beleuchtung. Aug. Juni 1977.
- [11] Kühnhausen, S.: Lüftung-Parterre. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Forschungsteilbericht 1979 (unveröffentlicht). A 2655

## Zum Bewegungsverhalten von Zitzengummis und deren Einfluß auf den Melkvorgang

Dr. agr. F. Uhmann, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin  
Dr. agr. C. Thalheim, VEB Kreisbetrieb für Landtechnik Dresden, Sitz Ottendorf-Okrilla

### 1. Zielstellung

Zitzengummis haben eine wesentliche Bedeutung für den Melkvorgang. Neben dem eigentlichen Milchentzug besteht ihre Hauptfunktion darin, etwa 40 bis 60mal in der Minute die Zitze kurzzeitig vom Melkvakuum zu entlasten. Gleichzeitig soll dabei eine Massage bewirkt werden, um Blutstauungen in der Zitze entgegenzuwirken. Diese Aufgabe erfüllt der Zitzengummi dadurch, daß er aus dem geöffneten Zustand einfaltet, eine bestimmte Zeit innerhalb der Pulsation in dieser Stellung verharrt und dann wieder ausfaltet.

Diese Bewegungen des Zitzengummis haben eine Reihe weiterer Konsequenzen für den Melkvorgang. So unterbricht z. B. der Zitzengummi jeweils beim Einfalten den Milchaustritt aus der Zitze und gibt ihn erst beim Ausfalten wieder frei, wodurch die Zeit für den Milchausfluß innerhalb der Pulsation begrenzt wird [1, 2]. Durch die Ein- und Ausfaltbewegungen des Zitzengummis entstehen ständig Volumenänderungen des Melkbecherinnenraumes, wodurch Schwankungen des Melkvakuums hervorgerufen werden [3]. Je nach Stärke des Einfaltens des Zitzengummis werden unterschiedliche Massagedrücke auf die Zitze ausgeübt und unterschiedliche Teile der Zitze vom Melkvakuum entlastet [4]. Durch die Einfaltbewegung des Zitzengummis wird Milch aus der Zitzen- in die Euterzisterne mit einer Geschwindigkeit zurückgepreßt, die 37% der Geschwindigkeit betragen kann, mit der die Milch aus der Zitze in den Melkbecher gemolken wird. Bei diesem Zurückpressen können auch pathogene Erreger aus der keimreichen Zit-

zenzisterne in die Euterzisterne gelangen und so einen negativen Einfluß auf die Eutergesundheit ausüben [3].

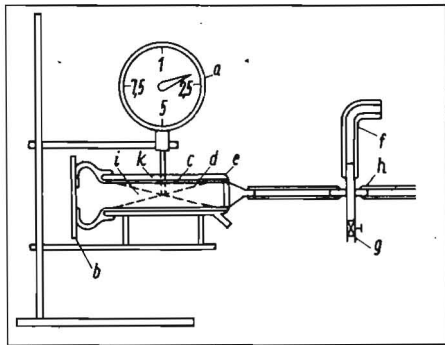
Die Zitzengummibewegung wird vom Druckverlauf im Melkbecherzwischenraum gesteuert. Als Folge des Wechsels von atmosphärischem Druck und Vakuum in Höhe des Pulsationsvakuums entstehen den Zitzengummi belastende und entlastende Druckdifferenzen, wodurch der Zitzengummi Ein- und Ausfaltbewegungen vollführt.

Voraussetzung für die exakte Steuerung der Zitzengummibewegung ist die Kenntnis des Zusammenhangs zwischen Pulsationskurvenverlauf im Melkbecherzwischenraum (oder besser Druckdifferenzverlauf zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum) und Zitzengummibewegung. Dieser Zusammenhang wurde in den nachfolgend dargestellten Grundlagenuntersuchungen an Zitzengummis unterschiedlicher Schaftkennwerte geprüft. Von besonderem Interesse waren dabei die Fragen, ob der Zusammenhang sowohl beim Ein- als auch beim Ausfalten gleich groß ist, welche Unterschiede zwischen den Zitzengummis bestehen und welchen Einfluß Zitzen unterschiedlicher Länge auf den Bewegungsverlauf haben. Mit den Ergebnissen sollten Aussagen dazu getroffen werden, ob aus der Kenntnis des Pulsationskurvenverlaufs und der Höhe des Melkvakuums auf die Zitzengummibewegung und daraus resultierend auf die Melkeigenschaften des Zitzengummis geschlossen werden kann. Weiterhin wurde erwartet, daß sich aus den Ergebnissen Schlußfolgerungen zum Ver-

gleich von Parametern unterschiedlicher Melkmaschinenfabrikate ziehen lassen.

### 2. Untersuchungsmethodik

Um die Anzahl der Einflußfaktoren auf die Zitzengummibewegung möglichst gering zu halten, erfolgte die Messung der Zitzengummibewegung in Laboruntersuchungen unter extrem langsamen Ein- und Ausfaltbedingungen. Bei diesen im weiteren als statische Bedingungen bezeichneten Verhältnissen wurde der Zitzengummi stufenweise zum Ein- und Ausfalten geführt, wobei nach jeder Stufung rd. 20 s bis zum Abklingen der Bewegung gewartet und dann erst das Ablesen der entsprechenden Meßwerte vorgenommen wurde. Die stufenweise Bewegung kam durch eine schrittweise Erhöhung oder Verringerung der Druckdifferenz zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum zustande. Aus Gründen eines möglichst einfachen Versuchsaufbaus erfolgte dabei eine Variation des Vakuums im Melkbecherinnenraum bis zu einer maximalen Höhe von 50 kPa, während im Melkbecherzwischenraum konstant atmosphärischer Druck anlag. Die Änderung der Zitzengummibewegung wurde über eine Meßuhr erfaßt, deren Fühler durch die Melkbecherhülse auf der Außenwand des Zitzengummis aufsaß (Bild 1). Die Wahl des Ortes auf dem Zitzengummi erfolgte so, daß er mit dem Punkt übereinstimmte, in dem sich die Zitzengummiwände beim Einfalten das erste Mal berührten. Aus der Abhängigkeit des Öffnungsgrades des Zitzengummis von der zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum vorhandenen Druckdifferenz wurden sog. Be-



**Bild 1.** Schematische Darstellung des Versuchsaufbaus; a Meßuhr, b Verschlussscheibe, c Zitzengummischicht beim Öffnungsgrad  $g = 100\%$ , d Zitzengummischicht bei  $g = 0\%$ , e Melkbecherhülse, f Vakuumleitung, g Drosselventil, h Anschluß zum Druckmesser, i Melkbecherinnenraum, k Melkbecherzwischenraum

wegungskennlinien des Zitzengummis gebildet. Als Bezugspunkt für die Öffnungsgrade galt dabei der unbelastete, vollständig geöffnete Zustand des Zitzengummis, dem der Öffnungsgrad  $g = 100\%$  zugeordnet wurde. Als Öffnungsgrad  $g = 0\%$  wurde der Zustand bezeichnet, in dem sich die Schaftwände das erste Mal berührten. Die beim Einfallen zum Öffnungsgrad  $g = 0\%$  führende Druckdifferenz stellte damit den Zitzengummikennwert Einfaltdruckdifferenz (ED) dar. Die Bewegung der Zitzengummis im geschlossenen Zustand (Öffnungsgrade  $g < 0\%$ ) konnte meßtechnisch nicht erfaßt werden.

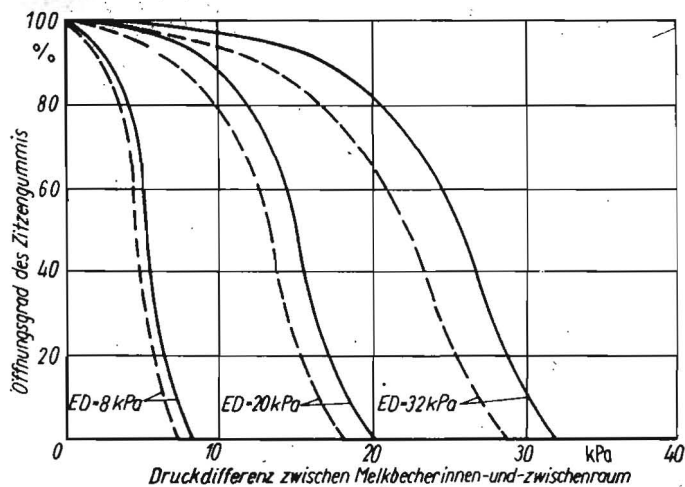
Zitzengummis mit einer ED von 8 kPa, 20 kPa und 32 kPa wurden in die Untersuchungen einbezogen. Künstliche Zitzen aus unter Melkbedingungen nicht verformbarem Plastmaterial mit einer Länge von 4 cm, 7 cm und 10 cm kamen zur Anwendung.

### 3. Ergebnisse und Diskussion der Ergebnisse

#### 3.1. Bewegungsverhalten von Zitzengummis ohne Zitzen im Melkbecher

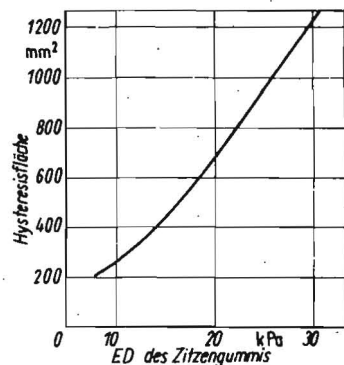
Im Bild 2 sind die Bewegungskennlinien der Zitzengummis beim Ein- und Ausfallen dargestellt. Neben der Nichtlinearität der Bewegungskennlinien (auf deren Ursachen hier nicht näher eingegangen wird) zeigt sich als auffälligstes Merkmal, daß die Bewegungskennlinien beim Ein- und Ausfallen voneinander abweichen. Obwohl die Erhöhung und Verringerung der Druckdifferenzen zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum bei den Vorgängen völlig gleichartig erfolgte, sind die Bewegungskennlinien nicht identisch. Das Be-

**Bild 2.** Bewegungskennlinien der Zitzengummis mit verschiedenen Einfaltdruckdifferenzen (ED); — Einfallen, - - - Ausfallen



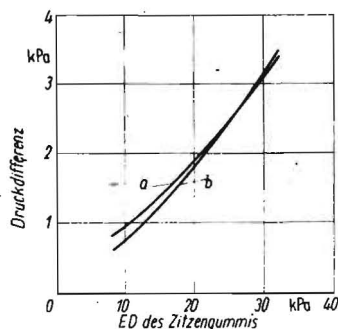
wegungsverhalten des Zitzengummis ist somit von seiner Bewegungsrichtung abhängig, und die Zitzengummis weisen Hysteresiseigenschaften auf.

Diese Hysteresiseigenschaften sind bei den Zitzengummis unterschiedlich. Nimmt man die beim Ein- und Ausfallen zum Öffnungsgrad  $g = 0\%$  und  $g = 50\%$  führenden Unterschiede in der Höhe der Druckdifferenz zum Maßstab, so steigt die Hysterese mit zunehmender ED der Zitzengummis progressiv an (Bild 3). Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn die von den Bewegungskennlinien eingeschlossene Fläche als Maßstab verwendet wird (Bild 4). Obwohl vor allem die letzte Methode nicht ganz exakt ist, weil die Bewegung des Zitzengummis in seinem geschlossenen Zustand nicht erfaßt werden konnte und somit dieser Teil der Hysteresisfläche nicht meßbar war, kann man davon ausgehen, daß die Hysterese mit steigender ED der Zitzengummis progressiv zunimmt. Bezogen auf ihre ED weisen die Zitzengummis Unterschiede in ihrem Bewegungsverhalten auf. Während beim Zitzengummis mit einer ED von 8 kPa zum Erreichen des Öffnungsgrades  $g = 50\%$  beim Einfallen eine Druckdifferenz von 65% der ED erforderlich ist, beträgt die Druckdifferenz bei einem Zitzengummis mit einer ED von 32 kPa schon 80% der ED. In Tafel 1 sind noch weitere Druckdifferenzen zum Erreichen des Öffnungsgrades  $g = 90\%$  beim Einfallen sowie  $g = 50\%$  und  $g = 90\%$  beim Ausfallen im Verhältnis zur ED des Zitzengummis dargestellt. Daraus wird deutlich,



**Bild 4.** Abhängigkeit der Hysterese der Zitzengummis von ihrer Einfaltdruckdifferenz

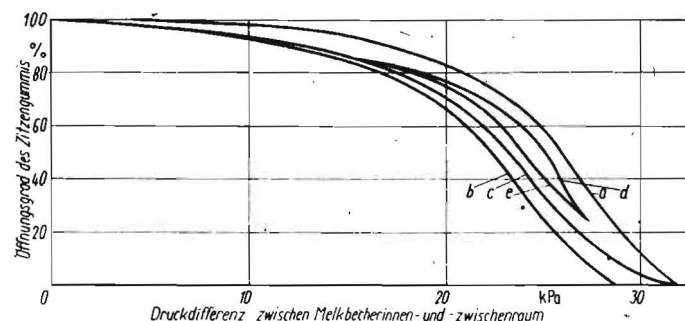
daß eigentlich nur die Kenntnis der Bewegungskennlinien der Zitzengummis es ermöglicht, aus der Druckdifferenz zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum auf die Bewegung des Zitzengummis zu schließen. Diese Feststellung gilt im eigentlichen Sinn auch nur für genau definierte Bedingungen der Zitzengummibewegung. Wird z. B. die Belastung des Zitzengummis durch die Wahl anderer Druckdifferenzen verändert, ergeben sich neue Bewegungskennlinien. Im Bild 5 sind als Beispiel für einen Zitzengummis mit einer ED von 32 kPa die Bewegungskennlinien beim Ein- und Ausfallen dargestellt, die sich bei Druckdifferenzen mit den Maximalwerten von 0 kPa und 50 kPa (Kurven a und b), mit den Maximalwer-



**Bild 3.** Die beim Ein- und Ausfallen zum Öffnungsgrad  $g = 0\%$  (a) und  $g = 50\%$  (b) führenden Unterschiede in der Druckdifferenz in Abhängigkeit von der Einfaltdruckdifferenz der Zitzengummis

**Bild 5.** Bewegungskennlinien des Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 32 kPa bei unterschiedlichen Ausgangszuständen vor Beginn der Ein- und Ausfaltungsbewegung;

- a Einfallen von  $g = 100\%$  auf  $g < 0\%$  und  $g = 0\%$
- b Ausfallen von  $g < 0\%$  auf  $g = 100\%$
- c Ausfallen von  $g = 0\%$  auf  $g = 100\%$
- d Einfallen von  $g = 85\%$  auf  $g = 24\%$  (nach Ausfaltungsbewegung von  $g = 0\%$  auf  $g = 85\%$ )
- e Ausfallen von  $g = 24\%$  auf  $g = 85\%$



ten von 0 kPa und 32 kPa (Kurven a und c) und mit den Maximalwerten von 15,5 kPa und 27,1 kPa (Kurven d und e) ergeben. Daraus wird deutlich, daß jede Änderung in der Höhe der Druckdifferenz zwischen Melkbecherinnen- und -zwischenraum — unter Melkbedingungen z. B. durch eine Schwankung des Melkvakuums hervorgerufen — auch zu einer Änderung im Bewegungsverhalten führt.

Unterstrichen wird durch diese Ergebnisse auch die Notwendigkeit, für die Messung der ED des Zitzengummis stets den gleichen Bewegungsablauf einzuhalten. Würde z. B. der Kennwert ED einmal durch die Einfaltbewegung und zum anderen durch die Ausfaltbewegung bestimmt, so ergäbe sich auf die Einfaltbewegung bezogen ein Meßfehler von 9,5 bis 10,6% (Tafel 2). Da die Einfaltbewegung vom Öffnungsgrad  $g = 100\%$  ausgehend am einfachsten reproduzierbar ist, erscheint diese Bewegungsform zur Messung der ED des Zitzengummis am geeignetsten.

### 3.2. Bewegungsverhalten von Zitzengummis mit Zitzen im Melkbecher

Das Bewegungsverhalten der Zitzengummis erfährt eine wesentliche Änderung, wenn Zitzen in den Melkbecher eingebracht werden. Dies erklärt sich daraus, daß auf dem Zitzengummischicht Bereiche mit unterschiedlichen Bedingungen für das Ein- und Ausfallen entstehen. Während ohne Zitzen im Melkbecher der gesamte Zitzengummischicht ungehindert Ein- und Ausfaltbewegungen vollführen kann, ist dies jetzt nur noch in dem Schaftbereich der Fall, in dem keine Zitze am Schaft anliegt. Zwar findet auch im Bereich der Zitze beim Einfaltvorgang eine gewisse Annäherung der Schaftwände statt, durch die dabei notwendige Verformung der Zitze ist diese Bewegung aber wesentlich eingeschränkt.

In den Bildern 6 bis 8 sind die Bewegungskennlinien der Zitzengummis beim Einfalten mit leeren Zitzengummis und mit Zitzen einer Länge von 4 cm, 7 cm und 10 cm im Melkbecher dargestellt. Auf die Darstellung der Ausfaltkennlinien wurde verzichtet, weil ähnliche Abweichungen in den zu den einzelnen Öffnungsgraden führenden Druckdifferenzen entstehen wie beim Einfalten.

Aus diesen Bildern und aus Bild 9 geht hervor, daß die beim Einfalten zum Erreichen der einzelnen Öffnungsgrade notwendigen Druckdifferenzen zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum mit zunehmender Zitzenlänge progressiv ansteigen. Da unter Melkbedingungen der Druckverlauf im Melkbecherzwischenraum in Form der Pulsationskurve (und damit der Druckdifferenzverlauf zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum) vorgegeben

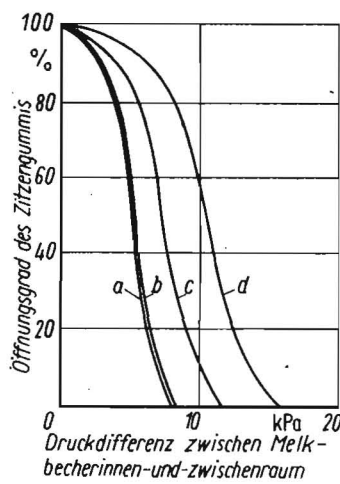


Bild 6. Bewegungskennlinien des Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 8 kPa beim Einfalten ohne und mit Plastzitzen im Melkbecher;

- a Einfalten ohne Plastzitze
- b Einfalten mit Plastzitze (Länge 4 cm)
- c Einfalten mit Plastzitze (Länge 7 cm)
- d Einfalten mit Plastzitze (Länge 10 cm)

Bild 7. Bewegungskennlinien des Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 20 kPa beim Einfalten ohne und mit Plastzitzen im Melkbecher; Bezeichnung a, b, c, d siehe Bild 6

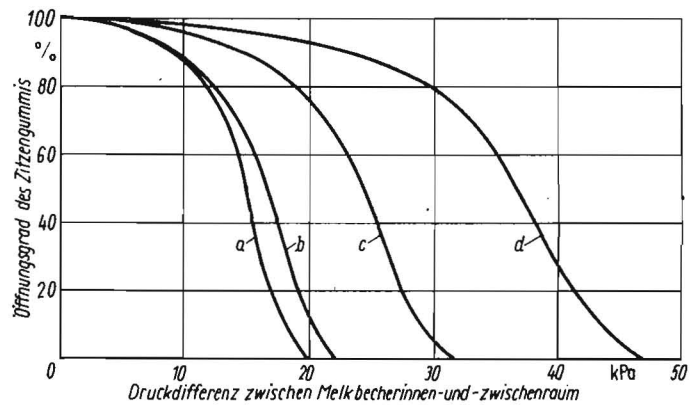
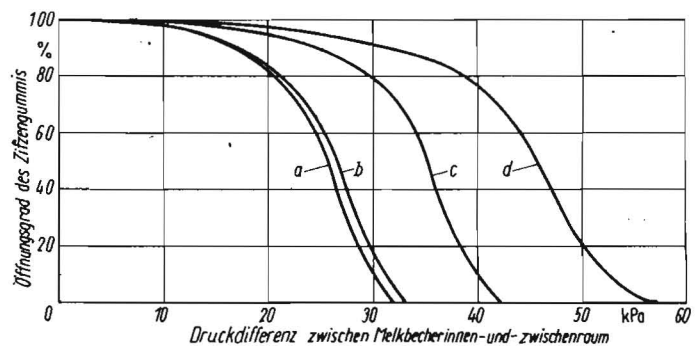


Bild 8. Bewegungskennlinien des Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 32 kPa beim Einfalten ohne und mit Plastzitzen im Melkbecher; Bezeichnung a, b, c, d, siehe Bild 6



ist, folgt daraus, daß Zitzen unterschiedlicher Länge beim Melkvorgang nicht gleichartig behandelt werden. Lange Zitzen werden beim Einfalten zeitlich später vom Zitzengummi umschlossen, aufgrund des geringeren Einfaltgrades im geschlossenen Zustand werden verminderte Flächen der Zitze vom Zitzengummi bedeckt, und beim Ausfallen werden diese Teile der Zitze auch eher wieder dem Melkvakuum ausgesetzt. Bei sehr kurzen Zitzen tritt das Gegenteil ein. Dieser Zustand ist aber auch nicht anzustreben, weil der Zitzengummi durch die Zitze beim Einfalten kaum verformt wird und somit auch nur einen sehr geringen Massagedruck auf die Zitze ausüben kann. Somit gibt es mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Optimum für die Zitzenlänge, das aber aus diesen Untersuchungen allein — auch aufgrund der hier verwendeten, unter Melkbedingungen nicht verformbaren Kunstzitzen — nicht abgeleitet werden kann. Schlußfolgern läßt sich aus diesen Ergebnissen aber, daß durch die züchterische Beeinflussung die Variation der Zitzenlänge möglichst gering gehalten werden sollte, weil sonst einige Zitzen beim Melkvorgang sehr hoch belastet werden.

Tafel 1. Beim Ein- und Ausfallen zum Erreichen der Öffnungsgrade  $g = 90\%$  und  $g = 50\%$  notwendige Druckdifferenzen als prozentualer Anteil der ED

ED der Zitzengummis	Druckdifferenz			
	Einfalten		Ausfallen	
kPa	$g = 90\%$	$g = 50\%$	$g = 90\%$	$g = 50\%$
8	35	65	29	58
20	47	75	33	66
32	56	80	38	70

Tafel 2. Beim Ein- und Ausfallen der Zitzengummis zum Öffnungsgrad  $g = 0\%$  führende Druckdifferenzen (Maximalbelastung des Zitzengummis mit einer Druckdifferenz von 50 kPa)

ED der Zitzengummis	Druckdifferenz			
	Einfalten	Ausfallen	Differenz absolut	Differenz relativ (Einfalten $\triangleq$ 100%)
kPa	kPa	kPa	kPa	%
8	8,0	7,2	0,8	10,0
20	20,0	18,1	1,9	9,5
32	32,0	28,6	3,4	10,6

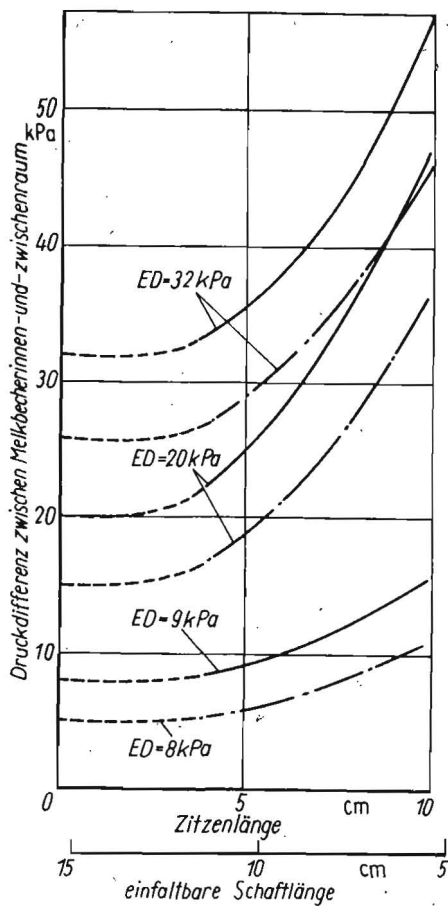


Bild 9. Beim Einfalten von  $g = 100\%$  auf  $g = 50\%$  und  $g = 0\%$  notwendige Druckdifferenzen in Abhängigkeit von der Zitzenlänge bzw. von der einfaltbaren Länge des Zitzengummischaftes;  
 —  $g = 0\%$   
 - -  $g = 50\%$

Aus den Bildern 6 bis 9 geht weiterhin hervor, daß in der Stärke des Einflusses der Zitzenlänge auf die Bewegungskennlinien Unterschiede zwischen den Zitzengummis bestehen. Es ist daher möglich, in gewissen Grenzen durch die Wahl der ED des Zitzengummis die Belastungen der Zitze zu korrigieren. Da in einem früheren Beitrag [4] schon zur optimalen ED der Zitzengummis Stellung genommen wurde, erfolgt hier keine weitere Diskussion. Deutlich wird aus diesen Ergebnissen aber, daß es kaum möglich ist, nur aus der Höhe des Melkvakuums, des Pulsationskurvenverlaufs und der ED des Zitzengummis Öffnungsgrade vorherzusagen, die der Zitzengummis zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt der Pulsation einnimmt. Der Zitzengummis faltet mit Zitzen im Melkbecher weder bei seiner ED ein und aus, noch ist sein Bewegungsverhalten im Vergleich zur ED einheitlich. Die allgemein übliche Methode, aus der Kenntnis der genannten drei Faktoren auf die Öffnungszeit des Zitzengummis innerhalb der Pulsation, daraus resultierend auf die Milchausflußzeit aus der Zitze und somit auf die Melkeigenschaften von Zitzengummis zu schließen, ist daher mit wesentlichen Fehlern behaftet.

Bisher wurden nur die Zitzenlängen und die ED der Zitzengummis in Zusammenhang mit dem Bewegungsverhalten der Zitzengummis gebracht. Genauer betrachtet ist jedoch auch die Länge der Zitzengummis von wesentlicher Bedeutung, weil damit auch die Länge des unter der

Zitze ungehindert Ein- und Ausfaltbewegungen vollführenden Schaftteils vorgegeben wird. Im Bild 9 wurde daher als unabhängige Variable die auf den Impulsa-Zitzengummis NW 25 bezogene einfaltbare Schaftlänge zusätzlich eingesetzt.

Diese Betrachtung ist notwendig, weil sonst aus dem Vergleich von Parametern unterschiedlicher Melkmaschinenfabrikate fehlerhafte Schlußfolgerungen gezogen werden können. So erfordert der Einsatz einer Melkmaschine mit geringer Länge der Melkbecher von vornherein einen Zitzengummis mit verminderter ED, damit er an der gleichen Kuhrasse ein annähernd gleiches Bewegungsverhalten zeigen kann wie ein in seinen Längenabmessungen größerer Melkbecher mit einem Zitzengummis höherer ED. Würde schematisch bei beiden Melkmaschinen auf der gleichen ED des Zitzengummis bestanden, wären zwangsläufig unterschiedliche Wirkungen beim Melkvorgang die Folge.

Eine ähnliche Schlußfolgerung ergibt sich, wenn Zitzenabmessungen unterschiedlicher Kuhrasse nicht beachtet werden. Wird z. B. eine Melkmaschine an einer Kuhrasse mit längeren Zitzen eingesetzt, ist die Anwendung eines Zitzengummis mit verringerter ED erforderlich, damit ein ähnlicher, vorher möglicherweise optimaler Bewegungsablauf auch dort eintreten kann. Da solche Faktoren häufig nicht berücksichtigt werden, kann dies eine Ursache mit dafür sein, daß im Ausland geprüfte Melkmaschinen teilweise andere Ergebnisse als im eigenen Land zeigen. Auch unterschiedliche Höhen des Melkvakuums haben Konsequenzen für die ED des Zitzengummis. Bei einer Melkmaschine mit geringem Melkvakuum sind auch die Druckdifferenzen in der Preßphase nicht so groß wie bei einer Melkmaschine mit höherem Melkvakuum. Unter sonst gleichen Bedingungen kann der Zitzengummis daher nicht so weit einfalten wie bei der Melkmaschine mit höherem Melkvakuum. Durch Verminderung der ED des Zitzengummis kann ein Ausgleich geschaffen werden.

#### 4. Schlußfolgerungen

Aus den vorliegenden Grundlagenuntersuchungen können folgende Schlußfolgerungen abgeleitet werden:

- Die Zitzengummis haben Hysteresiseigenschaften. Die Hysterisis der Zitzengummis steigt mit Zunahme ihrer ED progressiv an.
- Durch die Hysteresiseigenschaften stimmt das Bewegungsverhalten der Zitzengummis beim Ein- und Ausfalten nicht überein, und veränderte Höhen der Druckdifferenzen zwischen Melkbecherzwischen- und -innenraum — z. B. durch Melkvakuumschwankungen bedingt — führen auch zu veränderten Zusammenhängen zwischen Druckdifferenz und Öffnungsgrad des Zitzengummis.
- Die Bewegungskennlinien der Zitzengummis beim Ein- und Ausfalten sind nicht linear, und das auf die jeweilige ED bezogene Bewegungsverhalten weist bei den Zitzengummis Unterschiede auf.
- Die Zitzen haben einen wesentlichen Einfluß auf die Bewegungskennlinien der Zitzengummis. Mit zunehmender Zitzenlänge steigt z. B. die beim Einfalten zum Erreichen des geschlossenen Zustands notwendige Druckdifferenz progressiv an, wobei diese Anstiege bei den Zitzengummis unterschiedlich sind. Trotz gleichbleibender Parameter der Melkmaschine werden die Zitzen beim

Melkvorgang daher nicht gleichartig behandelt, und es ist zur Vermeidung von Überbelastungen einzelner Zitzen notwendig, züchterisch eine möglichst geringe Variationsbreite der Zitzenlängen anzustreben.

- Aus den vorstehend getroffenen Feststellungen ergibt sich, daß allein aus der Kenntnis der Pulsationskurve, der Höhe des Melkvakuums und der ED der Zitzengummis der Öffnungsgrad des Zitzengummis unter Melkbedingungen nicht zuverlässig abgeleitet werden kann. Die allgemein übliche Methode, aus der Kombination dieser drei Faktoren auf die Öffnungszeit des Zitzengummis innerhalb der Pulsation, daraus resultierend auf die Milchausflußzeit aus der Zitze und somit auf die Melkeigenschaften von Zitzengummis zu schließen, ist daher mit wesentlichen Fehlern behaftet. Für genaue Messungen ist somit die Anwendung anderer Methoden, wie z. B. die Röntgenkinematographie oder die Messung mit Hilfe von Ultraschall, erforderlich.
- Es ist kaum möglich, isoliert einzelne Parameter der Melkmaschinen unterschiedlicher Fabrikate zu vergleichen und daraus Forderungen für die Gestaltung dieser Parameter bei eigenen Melkmaschinen abzuleiten.

#### 5. Zusammenfassung

Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz von 8 kPa, 20 kPa und 32 kPa wurden ohne und mit Zitzen einer Länge von 4 cm, 7 cm und 10 cm auf ihr Bewegungsverhalten untersucht. Die Ergebnisse zeigten, daß es durch die bei den Zitzengummis unterschiedliche Hysterisis und den Einfluß von Zitzen bedingt nicht zuverlässig möglich ist, allein aus der Kenntnis der Pulsationskurve, der Höhe des Melkvakuums und der Einfaltdruckdifferenz der Zitzengummis auf den Bewegungsverlauf und damit auf die Melkeigenschaften von Zitzengummis zu schließen. Weiterhin ergibt sich, daß die Parameter der Melkmaschine im Komplex mit der Kuhrasse betrachtet werden sollten und ein isolierter Vergleich einzelner Parameter unterschiedlicher Melkmaschinenfabrikate zu fehlerhaften Schlußfolgerungen führen kann.

#### Literatur

- [1] Žuk, Z. Ja.: Stendovye ispytaniya oborudovanija doil'nych ustanovok (Erprobung von Melkanlagen am Prüfstand). Mech. i elektrifik. socialist. sel'skogo choz. (1974) H. 11, S. 26—28.
- [2] Mein, G. A.: Milk flow from the teat in relation to movement of the teacup liner (Milchfluß aus der Zitze in Beziehung zur Bewegung des Zitzengummis). Australian Journal of Dairy Technology 32 (1977) H. 1, S. 39—41.
- [3] Thompson, P. D.; Miller, R. H.: Retrograde Flow of Milk within Machine-Milked Teats (Der Rückfluß von Milch in den Zitzen beim maschinellen Melken). Journal of Dairy Science 57 (1974) H. 12, S. 1489—1496.
- [4] Thalheim, C.; Uhmann, F.: Laboruntersuchungen zur Optimierung von Zitzengummieigenschaften. agrartechnik 27 (1977) H. 4, S. 169—171.