

# Bewegung des Zitzengummis

## Einfluss von Milchfluss und Melkzeugparametern

Die durch Milchfluss und/oder hochverlegte Melkleitung größer werdende Druckdifferenz im Melkzeug verursacht zwar eine radiale Dehnung des Zitzengummischaftes, wirkt sich aber nicht als beschleunigte Zitzengummibewegung in der a- und c-Phase aus. Vielmehr wird die Schließbewegung mit zunehmendem Milchfluss verlangsamt. Der Beginn des Öffnens findet wegen des früheren Erreichens der Einfaltdruckdifferenz früher statt, die Bewegungsgeschwindigkeit ändert sich nicht. Öffnungsgeschwindigkeiten sind stets niedriger als entsprechende Schließgeschwindigkeiten. Ermittelt wurden Maximalgeschwindigkeiten von 49 cm/s (Schließen) und 29 cm/s (Öffnen).

Markus Mayer (e-mail: [markus@uni-hohenheim.de](mailto:markus@uni-hohenheim.de)) studiert an der Universität Hohenheim und bearbeitet das Thema als Diplomarbeit. Privatdozent Dr. Hartmut Grimm (e-mail: [grimm@uni-hohenheim.de](mailto:grimm@uni-hohenheim.de)) ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik, Fachgebiet Verfahrenstechnik in der Tierproduktion und landwirtschaftliches Bauwesen (Leiter: Prof. Dr. Th. Jungbluth).

### Schlüsselwörter

Melkmaschine, Zitzengummibewegung

### Keywords

Milking machine, liner movement

### Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 03415 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Im ersten Teil der Publikation (Landtechnik 3/2003) wurde auf die Messtechnik und die Pulsierung eingegangen. Im vorliegenden Teil wird der Einfluss von fließender Milch (oder Wasser) und der Lage der Melkleitung auf die Bewegung des Zitzengummis näher erläutert. Besondere Beachtung gilt dabei den Bewegungsphasen und der Zitzengummigeschwindigkeit.

### Einfluss der tief- oder hochverlegten Melkleitung

Wird die Milch über eine hochverlegte Melkleitung transportiert, bewirkt dieser Hochtransport der Milch zusätzlich zu den vom Milchfluss verursachten Vakuumchwankungen und der Absenkung des mittleren Vakuums unter der Zitzenspitze noch stärkere Vakuumabsenkungen, wodurch im Melkbecher positive Druckdifferenzen entstehen.

### Milchfluss und Ballooning

Mit zunehmendem Milchfluss nimmt die Schließgeschwindigkeit des Zitzengummis ab (und damit die Länge der c<sub>v</sub>- und c<sub>s</sub>-Phasen zu). Dies wird hauptsächlich durch die

teilweise Blockade des kurzen Milchschlau- ches durch Milchpfropfen zum Ende der Saugphase hervorgerufen. Das schnelle Kol- labieren erzeugt damit eine schlagartige Vo- lumenverringerung unterhalb der Zitze. Der entstehende Druck kann aufgrund des Milchpfropfens nicht sofort ausgeglichen werden und die geringer werdende Druck- differenz (trotz Belüftung des Pulsraumes) „bremst“ die Schließbewegung ab (Bild 1). Bei der Betrachtung der Zitzengummige- schwindigkeit ist die vom Zitzengummi er- reichte Maximalgeschwindigkeit von größe- rer Bedeutung als die mittlere Geschwindig- keit in der a- oder c-Phase, da gerade die Maximalgeschwindigkeit die Hauptbelas- tung für Zitze und Kuh darstellen könnte.

Durch diese Druckdifferenzen zwischen Zitzengummiinnenraum und Pulsraum wird der Zitzengummi während der b-Phase auf- geblasen - das sogenannte Ballooning. Trotz dieses Balloonings während der b-Phase be- wegt sich der Zitzengummi mit Beginn der c-Phase nicht schneller und beginnt seine Bewegung auch nicht früher. Der Grund dafür ist, dass die Druckdifferenzen zum En- de der b-Phase abnehmen, so dass unter dy- namischen Bedingungen zu Beginn der Schließbewegung des Zitzengummis nur ge-

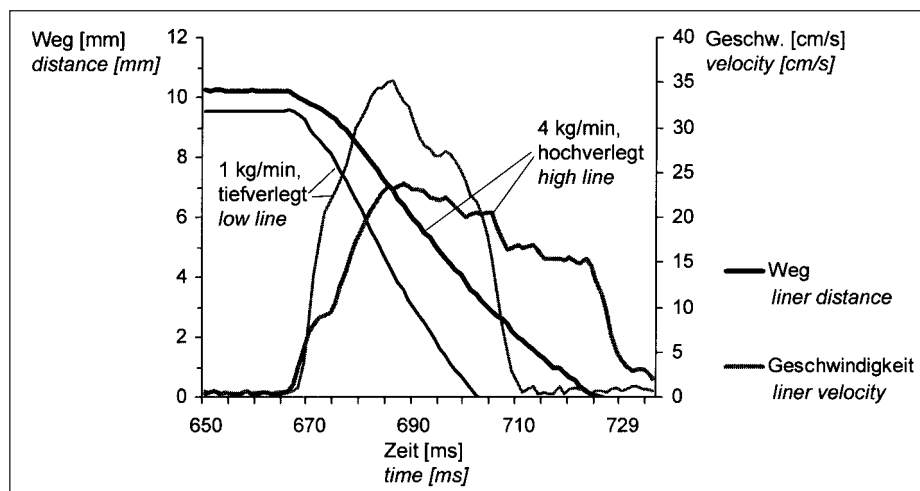


Bild 1: Weg und Geschwindigkeit des schließenden Zitzengummis bei unterschiedlichen Milchflüssen und tief/hoch verlegter Melkleitung, elektrische Pulsierung (EP)

Fig. 1: Distance and velocity of the closing liner with different milk flow levels and high/low line installation, electrical pulsation (EP)

ringes oder kein Ballooning vorhanden ist.

Die Öffnungsgeschwindigkeiten verändern sich kaum mit zunehmendem Milchfluss, da die Öffnungsbewegung des Zitzengummis bei unverändertem Verlauf der Pulskurve hauptsächlich durch seine eigene Rückstellkraft bestimmt wird. Weiterhin ist der kurze Milchschauch zu diesem Zeitpunkt weitgehend frei von Milchpfropfen, so dass die beim Öffnen des Zitzengummis entstehende Volumenveränderung unter der Zitzenspitze ausgeglichen werden kann. Die größer werdende Druckdifferenz zum Pulsraum (niedrigeres Vakuum unter der Zitzenspitze!) bei steigendem Milchfluss bewirkt dagegen ein früheres Unterschreiten der Einfalldruckdifferenz des Zitzengummis und

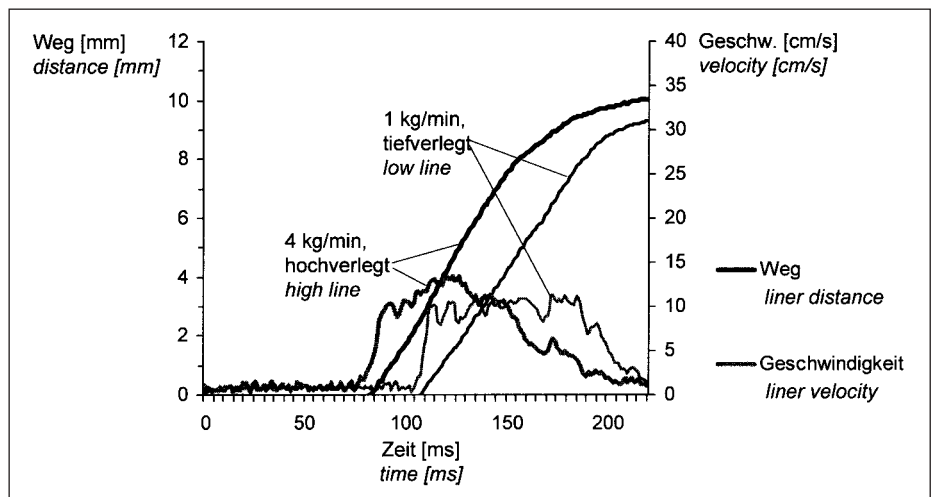


Bild 2: Weg und Geschwindigkeit des öffnenden Zitzengummis bei unterschiedlichen Milchflüssen und hoch/tief verlegter Melkleitung, EP

Fig. 2: Distance and velocity of the opening liner with different milk flow levels and high/low line installation, electrical pulsation (EP)

Puls-schlauch [mm]	Milch-fluss [kg/min]	hoch-/tief-verlegt	Öffnungs-geschwin-digkeit [cm/s]	Schließ-geschwin-digkeit [cm/s]	Länge der a <sub>v</sub> -Phase [ms]	Anteil von (a <sub>v</sub> +b <sub>v</sub> ) am Pulszyklus [%]
0	-	-	18,4	44,1	69	59
200 <sup>+</sup>	1	t	16,8*	35,4*	71	59
	1	h	18,1*	33,6*	70	60
	4	t	17,6*	31,8	70	59
	4	h	22,6*	29,7	62	60
2400 <sup>+</sup>	0	-	14,0	38,5	89	56
	1	t	12,6	36,1*	93	56
	1	h	13,5	33,1*	97	57
	4	t	14,0	30,4*	107	57
	4	h	14,5	25,9*	90	58

\*: Signifikanter Unterschied ( $\alpha \leq 0,05$ ) zwischen hoch und tief beim jeweiligen Milchfluss

+ : Signifikanter Unterschied zwischen den Pulsschlauchlängen über alle drei Milchflüsse ( $\alpha \leq 0,01$ )

dadurch einen zeitlich früheren Beginn der Öffnungsbewegung (Bild 2). Die Pulskurve bleibt davon unbeeinflusst (!), der Pulscurvenverlauf ist also vom Milchfluss nahezu unabhängig.

Dieses frühere Öffnen des Zitzengummis kann dann besondere Bedeutung erlangen, wenn es bei alternierender Pulsierung hierdurch zu einer Interaktion mit der Schließbewegung der Zitzengummis auf der anderen Melkzeugseite kommen sollte. Dadurch käme es zu Crossflow, der unter Umständen zur Übertragung von euterpathogenen Keimen führen könnte. Hierzu sind jedoch noch weitere Untersuchungen notwendig.

Die gemessenen maximalen Geschwindigkeiten des Zitzengummis in Abhängigkeit vom Milchfluss und Pulsschlauchlänge können der Tabelle 1 entnommen werden. Die Öffnungsgeschwindigkeiten sind stets niedriger als die jeweiligen Schließgeschwindigkeiten.

Betrachtet man nun den gesamten Pulszyklus, so ist tendenziell bei zunehmendem Milchfluss mit einer Verlängerung der (a<sub>vs</sub>+b<sub>vs</sub>)-Phasen zu rechnen, ohne dass sich der Anteil von (a<sub>d</sub>+b<sub>d</sub>) am gesamten Pulszyklus ändert.

### Einfluss der Pulsschlauchlänge

Neben der schon erwähnten Verringerung des Anteils der (a<sub>vs</sub>+b<sub>vs</sub>)-Phasen am ganzen Bewegungszyklus nehmen mit zunehmender Länge und damit zunehmendem Puffervolumen des langen Pulsschlauches die Öffnungs- und Schließgeschwindigkeiten des Zitzengummis ab und folglich die Längen der Bewegungsphasen zu. Hierbei werden die a<sub>s</sub>- und a<sub>v</sub>-Phasen stärker beeinflusst als die entsprechenden c-Phasen. Besonders im späteren Beginn des Öffnens ist die Verringerung des Pulsverhältnisses bei Zitzen-

Tab. 1: Zitzengummigeschwindigkeiten bei hoch/tief verlegter Melkleitung und unterschiedlichem Milchfluss

Table 1: Velocities of the liner in high/low line installation with different milk flow

gummis in Abhängigkeit von der Länge des Pulsschlauches begründbar.

## Universität Hohenheim

An der Fakultät Agrarwissenschaften ist im Institut für Agrartechnik die

### Professur (C 4) für Grundlagen der Agrartechnik (Nachfolge Prof. Kutzbach)



zum Sommersemester 2005 wieder zu besetzen.

Der/die Stelleninhaber/in hat das Fachgebiet insbesondere in den Bereichen Konstruktion und Automatisierung in Forschung und Lehre zu vertreten. Für die Fachrichtung Agrartechnik sind u. a. die ingenieurwissenschaftlichen Vorlesungen zu halten. Außerdem soll er/sie Vorlesungen im Fach Landmaschinen an der Universität Stuttgart übernehmen.

In der Forschung ist eine Schwerpunktsetzung in den Gebieten Automatisierung mit Sensorentwicklung sowie Informations- und Softwaretechnik, Weiterentwicklung von Maschinenkomponenten und Antriebssystemen oder Terramechanik erwünscht. Die Bereitschaft zur interdisziplinären Zusammenarbeit wird vorausgesetzt.

Der/die Bewerber/in mit Hochschulstudium im Maschinenbau und abgeschlossener Promotion sollte Industrieerfahrung besitzen. Habilitation bzw. gleichwertige wissenschaftliche Leistungen sowie pädagogische Eignung sind Voraussetzung für die Berufung.

Da die Universität ihren Anteil an Wissenschaftlerinnen erhöhen möchte, sind Bewerbungen von Frauen besonders erwünscht.

Die ausgeschriebene Stelle steht unbefristet zur Verfügung. Bei der ersten Berufung in ein Professorenamt wird jedoch das Dienstverhältnis gemäß § 67 Abs. 1 Universitätsgesetz grundsätzlich zunächst befristet. Ausnahmen sind möglich bei Bewerbungen aus dem Ausland oder aus Bereichen außerhalb der Hochschulen.

Bewerbungen mit den üblichen Unterlagen sind bis zum 30.09.2003 an das Dekanat der Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim, 70593 Stuttgart, zu richten.