

Das Ziel ist letztlich auf eine Vollmechanisierung des Melkprozesses gerichtet, da im Interesse der Verbesserung der Arbeitsbedingungen nachteiligen Monotonieerscheinungen entgegengewirkt werden muß.

### Literatur

- [1] Thum, E.; Wehowsky, G.: Konzeptionelle Vorstellungen zur weiteren Mechanisierung und Automatisierung des Melkprozesses. Monatshefte für Vet. Med. 29 (1974) H. 15, S. 575—578.
- [2] Unverricht, A.; Zipper, J.: Betrachtungen zur Berechnung der Arbeitsleistung für Verfahren der Milchgewinnung. agrartechnik 26 (1976) H. 9, S. 435—437.
- [3] Mielke, H.; Schulz, J.: Automatische Eutergesundheitskontrolle während des Melkens der Kühe. Tierhygiene-Information Eberswalde-Finow. Sonderheft: Probleme der Euter Gesundheit — Mastitisbekämpfung — 1973, S. 73—89.
- [4] Autorenkollektiv: Zwischenbericht zu Unter-

suchungen für weitere technische Lösungen der Euterreinigung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin 1976 (unveröffentlicht).

- [5] Autorenkollektiv: Untersuchungen zur Abhängigkeit der Euterreinheit und des Zeitbedarfs für die Euterreinigung von der Aufstallungsform der Milchkuhe. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1977 (unveröffentlicht).
- [6] Uhmann, F.: Zwischenbericht zu Untersuchungen zur mechanisierten Euterreinigung — Studie zur technischen Einordnung einer mechanisierten Euterreinigung im Karussell- und Fischgrätenmelkstand. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1974 (unveröffentlicht).
- [7] Tröger, F.; Lohr, H.: Verfahren zur Mechanisierung des Anrüstens beim Melken der Kühe mit Melkmaschine. Tierzucht 21 (1967) H. 4, S. 184—188.
- [8] Bothur, D.: Untersuchungen zu Problemen der Vorgänge im Euter von Kühen in der Endphase

des maschinellen Melkprozesses sowie zur Ermittlung von Parametern für Milchflußgeber... Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Dissertation 1975.

- [9] Kohlschmidt, D.: Zwischenbericht über Untersuchungen zur Praxiseinführung der automatischen Nachmelkvorrichtung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1976 (unveröffentlicht).
- [10] Schulze, H.; Hoffmann, H.-W.: Aufbau und Funktion eines Forschungsmelkstandes mit automatischer Datenerfassung. In: Fortschritte, Probleme und Entwicklungstendenzen bei der industriemäßigen Milchgewinnung. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, 1973, S. 101—106.

A 1600

1) Gekürzte Fassung eines Referats zur Tagung „Mechanisierung der Tierproduktion“ am 10. und 11. November 1976 in Berlin

## Laboruntersuchungen zur Optimierung von Zitzengummieigenschaften

Dr. agr. C. Thalheim, Industrielle Milchproduktion Großerkmannsdorf, Bez. Dresden  
Dr. agr. F. Uhmann, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

### 1. Zielstellung

Der Zitzengummi stellt den Teil der Melkmaschine dar, der beim Milchentzug unmittelbar auf das Euter der Kuh einwirkt. Seine Eigenschaften bestimmen die Dauer des Melkvorgangs und die beim Melkvorgang auftretende Belastung des Euters mit. Die Herstellung optimaler Zitzengummieigenschaften ist deshalb Voraussetzung für eine günstige Gestaltung des Melkprozesses.

Für Impulsa-Zitzengummis des Typs Neopren NW 25 wurde untersucht, ob die bisher verwendete Steifigkeit des Zitzengummischafes einen günstigen Wert darstellt, oder ob Änderungen zu einer Verbesserung der Melkeigenschaften führen können. Neben Praxisuntersuchungen [1] erfolgten Laboruntersuchungen [2]. Die Laboruntersuchungen — über die im weiteren berichtet wird — dienen hauptsächlich zur Messung des Druckverlaufs im Gewebe der Zitze und des Bewegungsverhaltens der Zitzengummis, um daraus Rückschlüsse auf die Massagewirkung der Zitzengummis und die Beeinflussung des Milchflusses durch den Zitzengummi ziehen zu können.

### 2. Untersuchungsmethode

Die Zitzenspitze stellt den Teil der Zitze dar, der während des Melkvorgangs den stärksten wechselnden Beanspruchungen unterworfen ist. Der auf die Zitze einwirkende Überdruck im Preßtakt und das Vakuum im Saugtakt verringern sich von der Zitzenspitze bis zur Zitzenbasis und erreichen in Höhe der Einspannstellen des Zitzengummis am Melkbecherrand ihr Minimum [3]. Ein Erfassen des beim Melken im Gewebe der Zitzenspitze auftretenden Druckverlaufs kann deshalb als ausreichend zur Charakterisierung der Druckbeanspruchung der Zitze angesehen werden. Zur Messung des Druckverlaufs wurde in das Gewebe der Zitzenspitze (Bild 1) ein den Druck allseitig erfassender Druckaufnehmer eingebracht. Da in physikalischer Hinsicht zwischen dem Gewebe lebender und amputierter Zitzen kein wesentlicher Unterschied besteht [3], konnten amputierte Zitzen für die Messungen verwendet werden. Vom Druck-

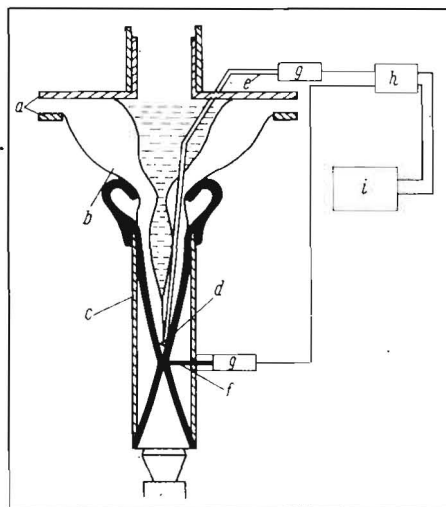
aufnehmer erfolgte die Druckübertragung über einen mit entgastem Wasser gefüllten Herzkatheter auf die Membran eines induktiven Wegaufnehmers. Von dort wurden die Impulse über ein Abgleichgerät auf einen Schleifenoszillografen geleitet und auf Registrierpapier aufgezeichnet.

Die Zitzengummibewegung wurde mit Hilfe eines Taststiftes (Bild 1) erfaßt, der mit einem zweiten induktiven Wegaufnehmer gekoppelt war. Von diesem Wegaufnehmer wurden die Meßimpulse über ein Abgleichgerät ebenfalls auf den Schleifenoszillografen geleitet.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Massagewirkung der Zitzengummis

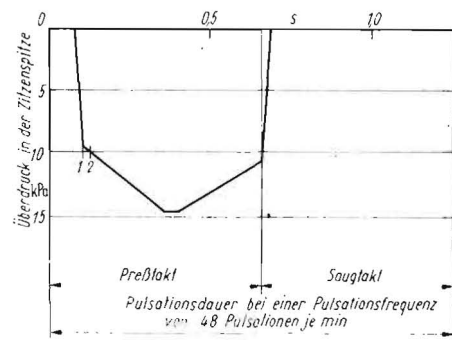
Bild 1. Versuchsaufbau zur Messung des Druckverlaufs in der Zitzenspitze und des Bewegungsverhaltens der Zitzengummis; a Metallplatten zum Einspannen der Zitze, b Zitze, c Melkbecher, d Druckaufnehmer in der Zitzenspitze, e Herzkatheter als Druckübertragungsleitung, f Taststift, g induktive Wegaufnehmer, h Meßverstärker und Abgleichgerät, i Schleifenoszillograf



#### 3.1.1. Überdruck im Gewebe der Zitzenspitze im Preßtakt

Im Bild 2 ist für eine Pulsationsfrequenz von 48 Pulsationen je min und eine Dauer der Übergangsphase von der Saug- zur Preßphase von 10% der Pulsationsdauer schematisch der Überdruckverlauf in der Zitzenspitze innerhalb einer Pulsation dargestellt. Daraus geht hervor, daß beim Übergang von der Saug- zur Preßphase und der damit verbundenen Einfaltbewegung des Zitzengummis zunächst ein sehr schneller Anstieg des Überdrucks im Gewebe der Zitzenspitze bis zum Punkt 1 erfolgt. Dieser Punkt wird etwa dann erreicht, wenn sich beim Einfalten die Wände des Zitzengummis unterhalb der Zitzenspitze erstmalig berühren. Da in diesem Punkt aber der Übergang von der Saug- zur Preßphase noch nicht völlig abgeschlossen ist und der Zitzengummi außerdem Hysteresiseigenschaften aufweist, führt der Zitzengummi danach weiterhin — allerdings bereits stark verlangsamte — Einfaltbewegungen aus. Diese bewirken einen weiteren Überdruckanstieg in der Zitzenspitze. Das Maximum des Überdrucks in der Zitzenspitze wird rd. 0,25 s nach Abschluß der Übergangsphase erreicht. Die Ursachen für den darauf folgenden Abfall des Überdrucks sind nicht

Bild 2. Überdruckverlauf in der Zitzenspitze innerhalb einer Pulsation; 1 Zitzengummiwände berühren sich beim Einfalten unterhalb der Zitze erstmalig, 2 Ende der Übergangsphase von der Saug- zur Preßphase



völlig geklärt. Man kann annehmen, daß dieser auf das keilförmige Zusammenpressen der Zitzenspitze und das dadurch verursachte geringfügige Ausweichen der Zitzenspitze nach oben in den Melkbecher zurückzuführen ist. Dieser zeitliche Verlauf des Überdrucks in der Zitzenspitze ist bei Zitzengummis mit einer Einfaltdruckdifferenz (ED)<sup>1)</sup> von 20 bis 32 kPa weitestgehend einheitlich. Unterschiedlich sind die dabei erreichten Überdruckhöhen. Im Bild 3 sind für Melkvakuumstufen von 38 bis 51 kPa die im Preßtakt maximal erzielten Überdrücke in der Zitzenspitze dargestellt. Daraus geht hervor, daß für diesen Melkvakuumbereich keine einheitlichen Zusammenhänge zwischen ED des Zitzengummis und Melkvakuum bestehen. Bei einem Melkvakuum von 51 kPa (das Sollvakuum für Impulsa-Melkmaschinen liegt im Bereich von 44 bis 50 kPa) werden die in Tafel 1 dargestellten maximalen Überdrücke in der Zitzenspitze erzeugt.

Werte für den zur optimalen Massage notwendigen Überdruck in der Zitzenspitze im Preßtakt sind noch nicht erforscht. Ginge man davon aus, daß zur Beseitigung von Blutstauungen in der Zitze, die durch das Melkvakuum verursacht werden, möglichst hohe Überdrücke in der Zitzenspitze erforderlich sind, wären Zitzengummis mit einer ED von 26 bis 32 kPa vorzuziehen. Man kann jedoch annehmen, daß die aus Bild 3 ersichtliche, wesentlich konstantere Massagewirkung des Zitzengummis mit einer ED von 20 kPa bei unter Melkbedingungen stets auftretenden Melkvakuumschwankungen eine größere Bedeutung besitzt als die kurzzeitig größere maximale Überdruckhöhe. Deshalb erscheint bezüglich der Massagewirkung im Preßtakt der Einsatz eines Zitzengummis mit einer ED von 20 kPa zweckmäßiger als der von Zitzengummis höherer ED.

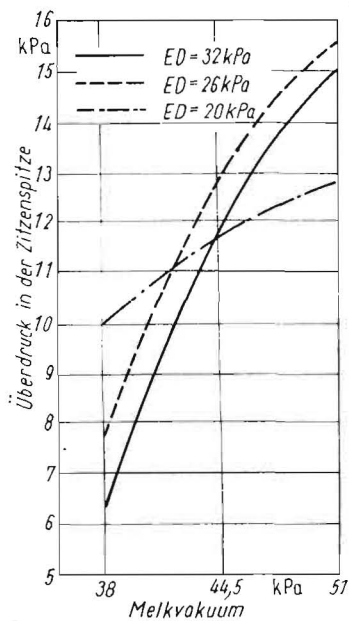
### 3.1.2. Vakuum im Gewebe der Zitzenspitze im Saugtakt

Im Bild 4 ist für ein Melkvakuum von 50 kPa der Zusammenhang zwischen Öffnungsgrad<sup>2)</sup> des Zitzengummis und Vakuum in der Zitzenspitze für Zitzengummis mit einer ED von 20 bis 32 kPa dargestellt. Daraus geht hervor, daß kein für den gesamten Öffnungsgradbereich einheitlicher Zusammenhang zwischen der ED des Zitzengummis und dem in der Zitzenspitze auftretenden Vakuum besteht. Im gesamten Öffnungsgradbereich tritt bei einem Zitzengummi mit einer ED von 20 kPa ein geringeres Vakuum auf als bei Zitzengummis höherer ED. Bei Öffnungsgraden von 95 bis 98% (aufgrund der Hysteresiseigenschaften erreichen die Zitzengummis im Normalfall in der Saugphase nicht den Öffnungsgrad von 100%) tritt in der Zitzenspitze das in Tafel 2 dargestellte Vakuum auf.

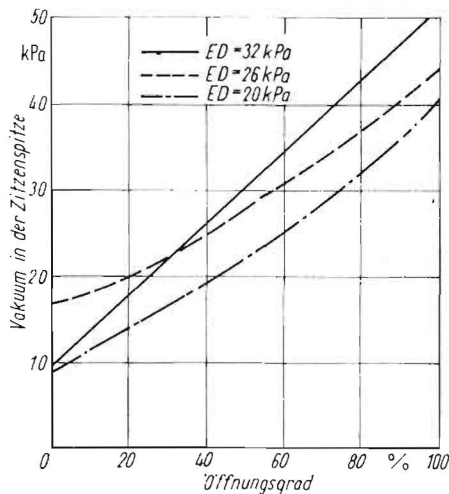
Ein Zitzengummi mit einer ED von 20 kPa entlastet somit die Zitze sowohl beim Ausfallvorgang als auch im geöffneten Zustand in der Saugphase besser vom Melkvakuum als Zitzengummi höherer ED.

### 3.1.3. Radiale Dehnung der Zitzengummis im Saugtakt

Wesentlich für die Beanspruchung der Zitze kann die radiale Dehnung der Zitze sein. Diese tritt auf, wenn in der Saugphase im Melkbecherzwischenraum Pulsationsvakuum anliegt. Durch den leichten Überdruck in der Zitzenzisterne von 0 bis 6 kPa [4] [5] und durch das Pulsationsvakuum von 44 bis 50 kPa im Melkbecherzwischenraum tritt eine Druckdifferenz von 44 bis 56 kPa auf, die eine zum Melkbecherzwischenraum gerichtete Kraft-



3



4

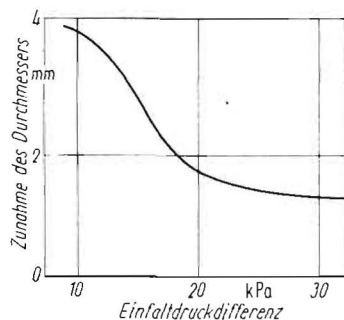
Tafel 1. Abhängigkeit des maximalen Überdrucks in der Zitzenspitze im Preßtakt von der ED der Zitzengummis (Melkvakuum 51 kPa)

ED des Zitzengummis kPa	max. Überdruck in der Zitzenspitze im Preßtakt kPa
20	12.8
26	15.5
32	14.9

Bild 3 Abhängigkeit des Überdrucks in der Zitzenspitze im Preßtakt vom Melkvakuum und von der ED der Zitzengummis

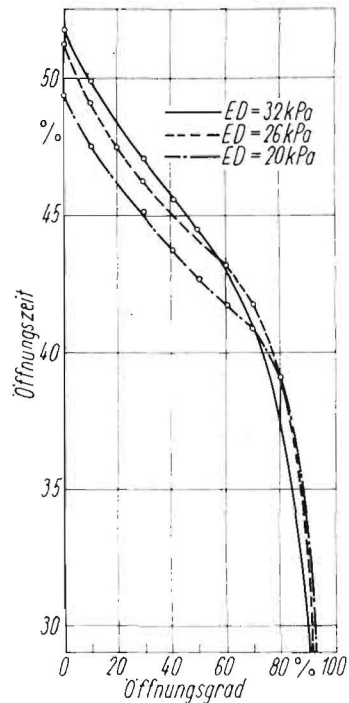
Bild 4 Abhängigkeit des Vakuums in der Zitzenspitze von der ED der Zitzengummis beim Melkvakuum von 50 kPa

Bild 5 Abhängigkeit der Zunahme des Durchmessers des Zitzengummis von der ED der Zitzengummis bei einer wirksamen Druckdifferenz von 44 kPa (Druck im Melkbecherinnenraum höher als im Melkbecherzwischenraum)



5

Bild 6 Abhängigkeit der Öffnungszeit der Zitzengummis (in % der Pulsationsdauer) vom Öffnungsgrad der Zitzengummis



Tafel 2. Abhängigkeit des Vakuums in der Zitzenspitze in der Saugphase von der ED der Zitzengummis

ED des Zitzengummis kPa	Vakuum in der Zitzenspitze in der Saugphase kPa
20	39.4
26	43.0
32	49.3

wirkung erzeugt und dadurch Zitze und Zitzengummi dehnt. Verstärkt werden kann diese radiale Dehnung noch, wenn bei Melkvakuumschwankungen die Höhe des Melkvakuums im Melkbecherinnenraum geringer wird als die Höhe des Pulsationsvakuums im Melkbecherzwischenraum. Dadurch entsteht ebenfalls eine zum Melkbecherzwischenraum gerichtete Kraftwirkung, die zur Vergrößerung des Durchmessers des Zitzengummis (und damit auch der Zitze) führt.

Im Bild 5 ist die Zunahme des Durchmessers des Zitzengummis für Zitzengummis mit einer ED von 8 bis 32 kPa bei einer auf dem gesamten Schaft lastenden Druckdifferenz von 44 kPa dargestellt. Daraus geht hervor, daß für die ED im Bereich von 20 bis 32 kPa keine wesentlichen Unterschiede in der radialen

Dehnung der Zitzengummis auftreten. In diesem Bereich beträgt die Zunahme des Durchmessers des Zitzengummis max. 1,6 mm. Sie ist somit gering und dürfte kaum Schäden an den Zitzen verursachen.

Unterhalb der ED von 20 kPa steigt die Zunahme des Durchmessers des Zitzengummis stark an. Bei einem Zitzengummi mit einer ED von 8 kPa beträgt sie rd. 4,1 mm. Bei solchen radialen Dehnungen sind Schädigungen der Zitzen zu erwarten, und man kann ableiten, daß die ED der Zitzengummis nicht wesentlich unter 20 kPa abgesenkt werden sollte.

### 3.2. Beeinflussung des Milchflusses durch den Zitzengummi

Aus Messungen zur Bewegungsgeschwindigkeit der Zitzengummis ergab sich, daß für

Zitengummis mit einer ED von 20 bis 32 kPa beim Ausfaltvorgang wesentliche und beim Einfaltvorgang nur geringe Unterschiede in der Bewegungsgeschwindigkeit bestehen.

Beim Ausfaltvorgang nimmt bei gleicher Dauer der Übergangsphase von der Preß- zur Saugphase die Bewegungsgeschwindigkeit der Zitengummi mit steigender ED ab. Dieses Verhalten bewirkt, daß zwischen den Zitengummis keine bedeutenden Unterschiede in der Gesamtöffnungszeit des interessierenden Öffnungsgradbereichs<sup>3)</sup> auftreten, obwohl Zitengummis mit höherer ED im Saugtakt eher auszufalten und im Preßtakt später einzufalten beginnen als Zitengummi geringerer ED (Bild 6).

Bezüglich des Milchflußverhaltens der Zitengummi besteht somit für die ED im Bereich von 20 bis 32 kPa keine Notwendigkeit zur Differenzierung der Schaftsteifigkeit der Zitengummi.

#### 4. Schlußfolgerungen

Aus der Messung des Druckverlaufs in der Zitenspitze ergibt sich, daß im Preßtakt Zitengummis mit einer ED von 20 kPa eine konstantere Massage ausüben als Zitengummi höherer ED. Im Saugtakt entlasten Zitengummi mit einer ED von 20 kPa die Zitze besser vom Melkvakuum als Zitengummi höherer ED. Im Milchflußverhalten zeigen die Zitengummi im genannten Bereich der ED keine wesentlichen Unterschiede. Dies trifft ebenfalls für die radiale Dehnung im Saugtakt zu.

Als günstigste ED für die untersuchten Zitengummi wären 20 kPa anzusehen. Aus den Bildern 3 und 4 läßt sich jedoch ableiten, daß ein geringfügiges Absenken der ED unter

20 kPa eine noch konstantere Massagewirkung im Preßtakt und eine noch günstigere Entlastung der Zitze vom Melkvakuum im Saugtakt zur Folge hat. Da dieses Absenken der ED aufgrund des starken Anstiegs der radialen Dehnung im Saugtakt (Bild 5) stark begrenzt sein muß, liegt die günstigste ED für Impulsa-Zitengummi des Typs Neopren NW 25 im Bereich von 15 bis 20 kPa. Dieser in Laborversuchen ermittelte Bereich stimmt weitgehend mit dem in Praxisversuchen ermittelten [1] überein. Die Ergebnisse befinden sich in der Überleitungsphase. Als erstes Teilergebnis wurde die ED der Serien-Zitengummi im Jahr 1976 von bisher 26 kPa auf 22 kPa abgesenkt.

#### 5. Zusammenfassung

Impulsa-Zitengummi des Typs Neopren NW 25 wurden in Laborversuchen auf ihre Massagewirkung an der Zitze und ihren Einfluß auf den Milchfluß untersucht, um einen optimalen Wert für die Steifigkeit des Zitengummischafes zu ermitteln. Als günstigster Wert ergab sich eine Einfaltdruckdifferenz des Zitengummischafes im Bereich von 15 bis 20 kPa. Die Ergebnisse befinden sich in der Überleitungsphase.

#### Literatur

- [1] zur Linden, B.; Rudovsky, H.-J.: Untersuchungen zu melktechnischen und melkhygienischen Eigenschaften von Zitengummi. Karl-Marx-Universität Leipzig, Dissertation 1974.
- [2] Thalheim, C.; Uhmann, F.: Laboruntersuchungen für ein Melkverfahren mit verringerter Einfaltbewegung der Zitengummi im Preßtakt und Pulsationsfrequenzen von 100 ··· 500 P/min. Karl-Marx-Universität Leipzig, Dissertation 1974 (unveröffentlicht).
- [3] Kleinke, G.: Untersuchungen über die Wirkung

der Melkbecher auf das Euter beim Melken mit der Maschine. Karl-Marx-Universität Leipzig, Dissertation 1963.

- [4] Hoffmann, H.-W.: Untersuchungen zur Automatisierung der Endphase des maschinellen Melkprozesses unter besonderer Berücksichtigung des selbsttätigen Abschaltens des Melkvorgangs. Karl-Marx-Universität Leipzig, Dissertation 1969.
- [5] Walser, K.: Melkmaschine und Mastitis. Berlin/Hamburg: Verlag Paul Parey 1966.
- [6] Ardran u.a.: Cineradographic observations on machine milking. J. Dairy Res. 25 (1958) S. 154—158. A 1609

- 1) Die Einfaltdruckdifferenz (ED) stellt ein Maß für die Steifigkeit des Zitengummischafes dar. Sie entspricht der Höhe einer solchen Druckdifferenz zwischen Melkbecherinnenraum und Melkbecherzwischenraum, die einen leeren Zitengummi unter statischen Bedingungen so belastet, daß sich seine eingefalteten Wände gerade in einem Punkt berühren.
- 2) Der Zitengummi weist einen Öffnungsgrad von 0% auf, wenn eine zum Melkbecherinnenraum gerichtete Druckdifferenz von solcher Höhe auf ihn einwirkt, daß sich seine Wände unterhalb der Zitze gerade nur in einem Punkt berühren (s. Bild 1). Er besitzt den Öffnungsgrad von 100%, wenn keine Druckdifferenz auf ihn einwirkt (Melkvakuum im Melkbecherinnenraum besitzt unter statischen Bedingungen die gleiche Höhe wie das Pulsationsvakuum im Melkbecherzwischenraum). Alle übrigen Öffnungsgrade sind von diesen beiden Zuständen abgeleitet.
- 3) Als interessierender Bereich ist der Öffnungsgradbereich >50% anzusehen, da nach röntgenkinematografischen Messungen [6] der Milchfluß aus der Zitze im Saugtakt im Öffnungsgradbereich von rd. 20 bis 50% einsetzt. Im Preßtakt wird beim Einfalten der Milchfluß unterbrochen, wenn der Zitengummi wieder etwa den Öffnungsgrad von 50% erreicht hat.

## Messungen von Fördergeschwindigkeit und Förderquerschnitt an einem senkrechten Schneckenförderer mit großem Durchmesser

Dipl.-Ing. M. Fehlauer/Dr. rer. nat. M. Gläser/Chemie-Ing. Lydia Hartung

Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Potsdam-Bornim der AdL der DDR

### 1. Einleitung

Die Auswahl von Förderern in landtechnischen Prozessen ist neben der Beachtung der Wirkpaarung Förderorgan-Fördergut hauptsächlich von den vorgesehenen Einsatzbedingungen abhängig.

Stetigförderer sind in der Landwirtschaft zur Senkrechtförderung in großem Umfang erforderlich. Im vorliegenden Fall wurde eine senkrechte Förderschnecke ausgewählt, die einen universellen Einsatz ermöglicht.

Zum Problem der senkrechten Förderung mit Schnecken liegen theoretische und experimentelle Arbeiten vor.

Ausgehend von der Kontinuitätsgleichung  $\dot{V} = A \cdot v_v$  (1) ist für die Berechnung des Volumendurchsatzes  $\dot{V}$  die Kenntnis des Förderquerschnitts  $A$  und der senkrechten Fördergeschwindigkeit  $v_v$  notwendig.

Eine experimentelle Ermittlung dieser beiden Größen erweist sich aber als problematisch, da eine direkte Beobachtung bzw. ein Eingriff in den Fördervorgang nur bedingt möglich sind.

Die Versuchsdurchführung erfolgte mit kohäsionslosen Schüttgütern (Weizen, Kälberfuttermittelpellets, Broilerstarterfutter).

#### Verwendete Formelzeichen

A	m <sup>2</sup>	Förderquerschnitt
d	cm	Schichtdicke
D <sub>R</sub>	mm	Innenradius des Schneckenrohrs
D <sub>W</sub>	mm	Außenradius der Schneckenwendel
g	m/s <sup>2</sup>	Erdbeschleunigung
I	Impulse/min	Intensität mit Meßgut (Zählrate)
I <sub>0</sub>	Impulse/min	Intensität ohne Meßgut (Zählrate)
n <sub>K</sub>	U/min	kritische Drehzahl
n <sub>W</sub>	U/min	Drehzahl der Schneckenwendel
R <sub>W</sub>	mm	Radius der Schneckenwendel
S	mm	Steigung der Schneckenwendel
$\dot{V}$	m <sup>3</sup> /h	Volumenstrom
v <sub>v</sub>	m/s	senkrechte Fördergeschwindigkeit
$\alpha$	°	Steigungswinkel
$\eta_F$	°	Füllungsgrad
$\lambda$	°	Einfallwinkel
$\mu$	1/cm	lineare Schwächungskoeffizient
$\mu_R$		Reibkoeffizient zwischen Gut und Schneckenrohr
$\rho$	kg/m <sup>3</sup>	Schüttdichte
$\rho_W$	°	Reibwinkel zwischen Gut und Schneckenwendel

### 2. Allgemeiner Aufbau des senkrechten Schneckenförderers

Der Schneckenförderer besteht aus Gutaufgabevorrichtung, senkrechter Förderschnecke, Gutabgabevorrichtung, Antrieb und Stützkonstruktion.

Der eigentliche Förderprozeß innerhalb der Förderschnecke wird wesentlich von den Vorrichtungen für Gutaufgabe und -abgabe beeinflusst. Eine quantitative Verallgemeinerung der Ergebnisse aus der bekannten Literatur ist nicht in jedem Fall möglich, da die vorgesehenen Einsatzgebiete und Zielstellungen unterschiedliche konstruktive Gestaltungen bedingen.

Die für die Versuche verwendete Förderschnecke hatte folgende Abmessungen:

Innendurchmesser des Schneckenrohrs  $D_R = 590$  mm  
 Außendurchmesser der Schneckenwendel  $D_W = 580$  mm  
 Steigung der Schneckenwendel  $S = 450$  mm.

### 3. Meßgröße „Gutquerschnitt“

#### 3.1. Literaturauswertung

Aus der Literatur sind keine Meßverfahren zur