

INES NAUMANN und ROLF-DIETER FAHR

Untersuchungen zum Milchfluss aus Eutervierteln

Herrn Professor Dr. Dr. h.c. Gerhard von Lengerken zum 65. Geburtstag gewidmet

Summary

Title of the paper: **Investigation of milk flow from udder quarters**

672 milk flow curves of 30 cows from the milkings of one quarter and from the corresponding complete milkings of the respective following day were registered. With the aid of the ultrasound technique and an imaging analysis system the teat channel lengths, the teat wall thickness and the teat tissue areas were measured before and after milking. The duration of decreasing flow rate of the complete milking can be explained by the traits of the milk flow curves of the quarter milkings. The maximum flow rate and the average flow rate were influenced by the shape traits of the teat apex.

Key Words: milk flow curve, udder quarter, ultrasound

Zusammenfassung

An einer Stichprobe von 30 Kühen wurden an 6 Untersuchungstagen 672 Milchflusskurven aus Viertelgemelken und die korrespondierenden vollständigen Gemelke des Euters am jeweiligen Folgetag erfasst. Mit Hilfe von Ultraschalltechnik und Bildauswertesystem wurden die Strichkanallängen, Zitzenwanddicken und Zitengewebeflächen vor und nach dem Melken gemessen. Die Abstiegsdauer der Milchflusskurve des Gesamtgemelks kann aus Merkmalen der Milchflusskurven von Eutervierteln erklärt werden. Der höchste Milchfluss und das durchschnittliche Minutengemelk werden durch die Zitzenformmerkmale beeinflusst.

Schlüsselwörter: Milchflusskurve, Euterviertel, Ultraschall

Einleitung

Die Zitzen können hinsichtlich ihrer Funktionen beim Melken als Orte der Melkmaschinenhaftung, als Milchauslassventile und als Barrieren gegen Euterinfektionen charakterisiert werden (HAMANN und MEIN, 1995). Während der Zwischenmelkzeit bewirkt der Schließmuskel den festen Verschluss des Strichkanales. Die Form und die Weite des Strichkanales nehmen Einfluß auf den Verlauf der Milchabgabe während des Melkens.

Nach WORSTORFF (1993) sind Milchflusskurven seit dem Ende der 60er Jahre zum zentralen Instrument melktechnischer Forschung geworden. Mit dem Milchmengenmessgerät „LactoCorder“ ist es möglich, ohne großen zeitlichen Aufwand den Milchfluss in Form von Kurvenverläufen zu erfassen (GÖFT, 1992). Eine solche Darstellung bietet die Möglichkeit, über die bisher bekannten Kennwerte der Melkbarkeit hinaus, differenziert die Phasen der Milchabgabe zu beschreiben und durch Parameter wiederzugeben. Über Ergebnisse zur Einschätzung der Melkbarkeit mit dem LactoCorder liegen eine Reihe von Veröffentlichungen vor (DUDA, 1995; DODENHOFF et al., 1999; GEIDEL und TRÖGER, 1998; NAUMANN et al., 1998).

Die Zielsetzung der vorliegenden Untersuchungen bestand in

- der Erfassung der Beziehungen zwischen den Milchflusskurven von Kühen und Milchflusskurven der korrespondierenden Euterviertel und
- der Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Viertelmilchflusskurven und morphologischen Merkmalen im Bereich der Zitzen Spitze.

Material und Methode

Tiermaterial

Die Erfassung der Milchflusskurven der Viertelgemelke erfolgte an 30 Tieren eines Praxisbetriebes. Anhand einer Voruntersuchung waren von allen Kühen, die in der Leistungsgruppe standen, die Milchflusskurven des Gesamtgemelkes für die Stichprobenauswahl ermittelt worden. Bei der Auswahl wurden folgende Bedingungen berücksichtigt:

- 2.-4. Laktation; erstes Laktationsdrittel; tägliche Milchleistung >20 kg;
- hohes (>4,0 kg/min), mittleres ($\leq 4,0$ kg/min bis 2,0 kg/min) und niedriges (<2,0 kg/min) Milchflussniveau;
- unterschiedliche Typen von Milchflusskurven (Typ I: kurze Plateau-, lange Abstiegsdauer, n=9; Typ II: annähernd gleiche Plateau- und Abstiegsdauer n=10; Typ III: lange Plateau-, kurze Abstiegsdauer n=10).

Bei 15 Tieren derselben Stichprobe wurden morphologische Merkmale der Zitzen Spitze mit Ultraschall untersucht. Für die Ultraschalluntersuchung wurden Tiere mit Milchflüssen über und unter einem kg/min in den Eutervierteln ausgewählt.

Datenerfassung

Aus den 6 Probemelkungen der 30 Kühe im 14-tägigem Abstand standen 672 auswertbare Milchflusskurven von Eutervierteln zur Verfügung. Die Milch wurde mit je einem Viertelgemelksmelkzeug an zwei Melkplätzen eines Fischgrätenmelkstandes gewonnen. An jedem langen Milchschauch war ein LactoCorder angeschlossen. Nachdem die Milch der Euterviertel die vier LactoCorder durchflossen hatte, wurde sie über Y-Stücke in einem Schlauch zusammengeführt und in die stationäre Milchmengenmessung geleitet.

24 Stunden nach jeder Erfassung der viertelspezifischen Daten wurde von jedem Untersuchungstier die Milchflusskurve des Gesamtgemelkes im Rahmen des normalen Melkablaufes erhoben.

Die Berechnung der Parameter der Milchflusskurve der Euterviertel beruhte mit Ausnahme der Dauer für das maschinelle Hauptgemelk auf denselben Grundlagen wie beim Gesamtgemelk (Tab. 1). Der Messbeginn für den Parameter „Zeit für das maschinelle Hauptgemelk“ wurde jedoch von 0,5 kg/min, welcher für das Gesamtgemelk gilt, auf 0,2 kg/min herabgesetzt. Damit konnten auch diejenigen Viertelgemelke, deren Milchflussniveau zwischen 0,2 und 0,5 kg/min lag, ausgewertet werden.

Die Ultraschallaufnahmen an den Zitzen erfolgten im Abstand von vier Wochen (eine Wiederholung je Tier) unmittelbar vor und sofort nach dem Melken am Morgen. Es wurde ein Ultraschallgerät vom Typ „Oculus 9100“ der Firma Hitachi mit einer 10 MHz Linearsonde genutzt. Handwarmes Wasser diente als Medium für die notwen-

dige Vorlaufstrecke und wurde in eine Plastewanne (30 x 15 x 12 cm) gefüllt. Diese wurde so unter dem Euter platziert, dass in ihr Zitze und Sonde mit führender Hand Platz fanden. Aus versuchstechnischen- und Sicherheitsgründen ließen sich die Untersuchungen nur an der dem Versuchsansteller zugewandten Euterhälfte vornehmen. Das vordere Euterviertel wurde sowohl von cranial nach caudal als auch von caudal nach cranial und das dazugehörige Hinterviertel von cranial nach caudal untersucht. Die Auswertung der mittels S-VHS Videorecorder aufgezeichneten Ultraschallaufnahmen erfolgte unter Verwendung des computergestützten Bilderkennungssystems Screen-Machine II zur Digitalisierung und des Programmpaketes LUCIA M der Firma Nikon zur anschließenden Vermessung der interessierenden Strukturen. Um vergleichbare Daten zu gewinnen, wurden Festlegungen zur Identifikation einheitlicher Strukturen getroffen. Die Maße, Messstellen und -flächen sind in Abbildung 1 dargestellt.

Datenaufbereitung und statistische Auswertung

Die Daten der Untersuchungen wurden mit dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel, Version 5.0 erfasst und aufbereitet. Zur statistischen Auswertung wurde das Programmpaket SAS Version 6.03 (SAS INSTITUTE INC.; 1988) genutzt. Es wurden statistische Maßzahlen, Korrelations- und Varianzanalysen mit fixen und zufälligen Effekten berechnet.

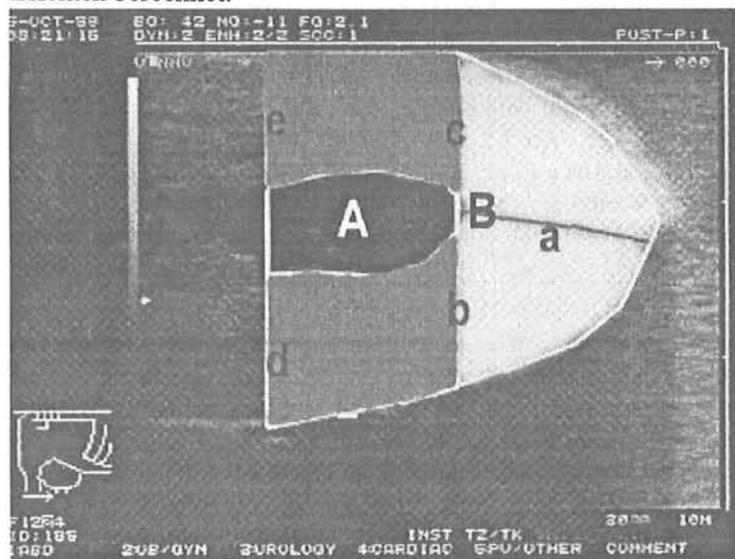


Abb. 1: Ultraschall-Längsschnitt einer Zitze (a = Strichkanallänge, b = sondenerne Zitzenwanddicke an der Fürstenbergschen Rosette, c = sondennahe Zitzenwanddicke an der Fürstenbergschen Rosette, d = sondenerne Zitzenwanddicke 10 mm oberhalb der Fürstenbergschen Rosette, e = sondennahe Zitzenwanddicke 10 mm oberhalb der Fürstenbergschen Rosette, A = Fläche des Lumens bis 10 mm oberhalb der Fürstenbergschen Rosette, B = Gesamtfläche der Zitzen Spitze bis 10 mm oberhalb der Fürstenbergschen Rosette) (Ultrasound-longitudinal section of a teat (a=teat canal length, b=probe-distant teat wall thickness at the Fürstenberg's rosette, c=probe-near teat wall thickness at the Fürstenberg's rosette, d= probe-distant teat wall thickness 10 mm above the Fürstenberg's rosette, e= probe-near teat wall thickness 10 mm above the Fürstenberg's rosette, A=area of the lumen until 10 mm above the Fürstenberg's rosette; B=total area of the teat end until 10 mm above the Fürstenberg's rosette)

Allgemeines Auswertungsmodell:

$$y_{ijklm} = \mu + b_{(VGM)} + LNR_i + LSTAD_j + \text{viertel}_k(\text{kuh})_l + e_{ijklm}$$

y_{ijklm}	= beobachtete Leistung
μ	= geschätzter Mittelwert
$b_{(VGM)}$	= Kovariable Viertelgemelksmenge
LNR_i	= fixer Effekt der i-ten Laktationsnummer ($i = 2, 3, \geq 4$)
$LSTAD_j$	= fixer Effekt des j-ten Laktationsstadiums ($j=1, 2, 3$)
$\text{viertel}_k(\text{kuh})_l$	= zufälliger Effekt des k-ten Viertels innerhalb der l-ten Kuh
e_{ijklm}	= Resteffekt.

Ergebnisse

Parameter der Milchflusskurven der Euterviertel

Die Milchflusskurve eines Gemelks ist durch einen typischen Verlauf gekennzeichnet, der mit den in Tabelle 1 beschriebenen Parametern charakterisiert werden kann. Die Dauer des Plateaus sowie des Abstiegs sind ein Maßstab für die Gemelksstruktur und charakterisieren somit die Verteilung der Viertelmilchabgabe (GÖFT et al., 1994). Da die Euterviertel als selbstständige Einheiten der Milchbildung und der Milchabgabe angesehen werden können, ist ein spezifischer Verlauf der Milchabgabe aus jedem dieser Viertel zu erwarten. Die Variabilität der Kurvenmerkmale des Gesamtgemelks ist das Ergebnis der Variabilität von Merkmalen der Viertelgemelkskurven. Auf diesem Prinzip beruhen eine Reihe von Ableitungen, die für die Interpretation und die praktische Nutzung von Parametern der Milchflusskurven von Bedeutung sind. Die beiden Merkmale der Milchflusskurve Plateau- und Abstiegsdauer, wie auch das aus beiden Merkmalen gebildete Verhältnis (NAUMANN et al., 1998), geben Hinweise auf die Belastung einzelner Euterviertel durch Blindmelken als prädisponierenden Faktor für Mastitiden.

Tabelle 1

Ausgewählte Parameter der Milchflusskurve - Auswertungsprogramm „Lacto-Version 3.74“ (Selected parameters of milk flow curves - Evaluation program "Lacto-Version 3.74")

Parameter	Abkürzung	Einheit
Gemelksmenge	MM	kg
Höchster Milchfluss	HMF	kg/min
Dauer der Hauptmelkphase	tMHG	min
Dauer der Plateauphase	tPL	min
Dauer der Abstiegsphase	tAB	min
Dauer der Blindmelkphase	tBMG	min
Durchschnittliches Minutenhauptgemelk	DMG	kg/min

Die Mittelwerte der Merkmale des Milchflusskurvenverlaufs der Euterviertel sind denen des korrespondierenden Gesamtgemelks zur gleichen Melkzeit des darauffolgenden Tags in Tabelle 2 gegenübergestellt. Die teilweise erheblich voneinander abwei-

chenden Werte sind aus den Unterschieden in der Erfassung des Milchflusses aus einem Viertel oder der in einem Schlauch zusammengeführten und anschließend gemessenen Milchmengen aller Viertel zu erklären und es ist eine differenzierte Auslegung der Parameter notwendig.

Die Milchabgabe der Euterviertel erfolgte innerhalb eines mittleren Zeitintervalls von 3,8 Minuten und ist durch einen mittleren Milchfluss von 0,7 kg/min gekennzeichnet.

Die Variationsbreite der Melkzeiten (tMHG) der Viertel war bei den untersuchten Kühen hoch. Dies stimmt mit Ergebnissen von SCHÖNE et al. (1994) sowie UMSTÄTTER und KAUFMANN (1999) überein.

Im Vergleich zu den Milchflusskurven des Gesamtgemelks wiesen die Kurven der Euterviertel eine deutlich längere Plateaudauer auf. Die Plateauphase des Gesamtgemelks wird dagegen durch das Viertel mit der geringsten Melkzeit bestimmt.

Tabelle 2

Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten der Merkmale der Milchflusskurven von Euterviertel und der korrespondierenden Gesamtgemelke (Means, standard deviations, and coefficients of variation of traits of milk flow curves of udder quarters and of the corresponding complete milking)

Merkmal	Viertelgemelk			Gesamtgemelk		
	\bar{X}	s	s%	\bar{X}	s	s%
MM (kg)	2,82	1,34	47,64	14,38	4,09	28,47
HMF (kg/min)	0,83	0,29	34,74	3,51	0,99	28,32
DMG (kg/min)	0,70	0,25	36,22	2,19	0,77	35,28
tMHG (min)	3,77	1,76	46,76	6,49	2,38	36,60
tPL (min)	2,95	1,94	65,87	2,24	1,46	65,26
tAB (min)	0,80	1,46	182,53	3,43	2,00	58,14
VPAD	21,13	28,16	133,28	0,98	1,28	131,00

Die Abstiegsdauer der Milchflusskurven der Euterviertel betrug durchschnittlich 0,8 Minuten und lag damit erheblich unter der durchschnittlichen Abstiegsdauer des Gesamtgemelkes von 3,4 Minuten. Diese Differenz ist darauf zurückzuführen, dass der Beginn des Kurvenanstiegs mit 85 % des höchsten Milchflusses definiert wird (GÖFT et al., 1994). Der Wert für die Abstiegsdauer eines Gesamtgemelkes wird jedoch von der Dauer der Hauptmelkphase derjenigen Euterviertel gebildet, die nach dem Beenden der Milchabgabe eines oder falls zeitgleich mehrerer Viertel weiterhin Milch abgeben.

Die Milchabgabe der Euterviertel ist durch einen kurzen Anstieg des Milchflusses, eine fast über die gesamte Milchabgabe des Euterviertels dauernde Plateauphase und einen schnellen Abfall des Milchflusses von der Höhe während der Plateauphase bis zur Unterschreitung des aktuellen Milchflusses von 0,2 kg/min gekennzeichnet. Diese Form der Milchflusskurve konnte sowohl für die vorderen als auch für die hinteren Euterviertel festgestellt werden. Auch WELLNITZ et al. (1999) wiesen diese Form der Milchabgabe in den Eutervierteln, welche vor dem Melken manuell stimuliert wurden, nach.

Wie beim maschinellen Melken üblich, wurde auch bei der Ermittlung der Viertelmilchflusskurven der Milchentzug nach Versiegen des Milchstroms aus dem zuletzt gemolkenen Euterviertel beendet. Damit ist eine, gegenüber der Angabe „Dauer der Abstiegsphase“ beim Gesamtgemelk differenziertere und am einzelnen Viertel ermittelte, Aussage zur Belastung durch Blindmelkzeiten möglich. Als Bewertungsmaßstab

wurde die Differenz aus der maximalen und minimalen Dauer der Hauptmelkphase der Euterviertel gebildet. Der Mittelwert betrug $2,4 \pm 1,4$ Minuten und kann als mittlere Blindmelkzeit für die Zitze mit der kürzesten Melkzeit innerhalb eines Gemelkes aus vier Viertel angesehen werden.

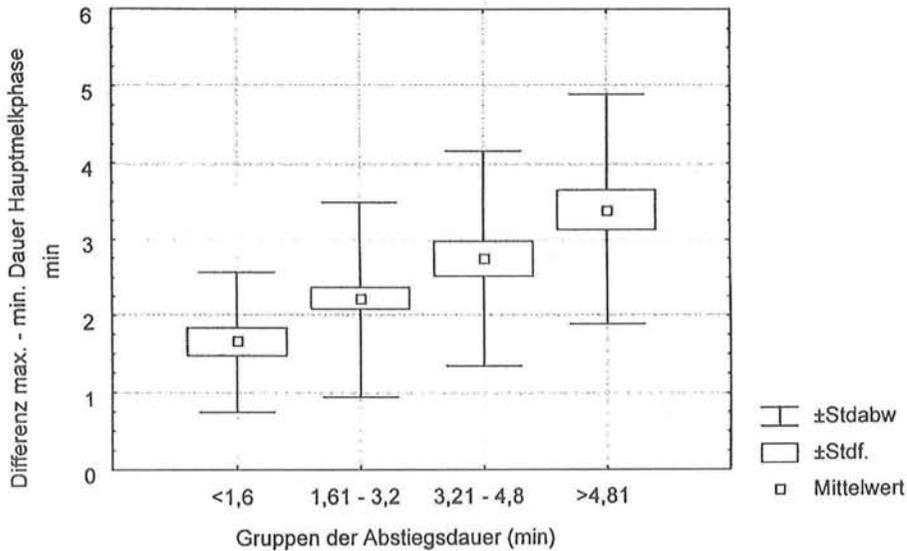


Abb. 2: Zusammenhang zwischen der Abstiegsdauer der Milchflusskurven des Gesamtgemelkes und der Differenzen der maximalen und minimalen Dauer der Hauptmelkphase der Milchflusskurven der Viertel (Relationship between the duration of decreasing of milk flow curves of the complete milking and the differences of the maximum and minimum duration of main milking period of the milk flow curves of the quarters)

Abbildung 2 belegt, dass in der Abstiegsdauer eines Gesamtgemelkes diese Form der Zitzenbelastung zum Ausdruck kommt. In der Gruppe der Gemelke mit der kürzesten Abstiegsdauer fanden sich auch die niedrigsten Differenzen für die Dauer der Hauptmelkphase zwischen den Vierteln, ermittelt am Vortag bei der Gewinnung der Viertelgemelke. Über die vier Gruppen war ein linearer Anstieg der Mittelwerte für diese Differenz bis zur Gruppe über 4,8 Minuten Abstiegsdauer festzustellen.

Die Least Square Mittelwerte der Dauer für des Hauptgemelkes war in den vorderen und den hinteren Eutervierteln fast identisch. Für den höchsten Milchfluss und für das durchschnittliche Minutenhauptgemelk konnten statistisch signifikante Mittelwertdifferenzen zwischen den vorderen und den hinteren Eutervierteln ermittelt werden. Sie können auf die positiven Beziehung zwischen dem Euterinnendruck und der Milchabgabe (MAYER et al., 1991) zurückgeführt werden.

Die Wiederholbarkeitskoeffizienten für die Merkmale der Euterviertelgemelke lagen unter den Wiederholbarkeitskoeffizienten der Milchflussparameter der Gesamtgemelkes (Tab. 3). Die höchsten Wiederholbarkeitswerte wurden sowohl in den Viertelgemelken als auch im Gesamtgemelk für den Parameter Höchster Milchfluss ermittelt.

Tabelle 3

Geschätzte tierbedingte Varianzen (σ^2_T) und Gesamtvarianzen (σ^2_G) sowie Wiederholbarkeitskoeffizienten (w) ausgewählter Merkmale der Milchflusskurven der Viertel- und Gesamtgemelke ($n=672$) (Estimated variances of cow effects (σ^2_T) and total effects (σ^2_G) and coefficients of repeability (w) selected traits of milk flow curves of the quarters milking and complete milking)

Merkmal	Einheit	Viertelgemelk			Gesamtgemelk		
		σ^2_T	σ^2_G	w	σ^2_T	σ^2_G	w
HMF	kg/min	0,038	0,066	0,58	0,648	0,802	0,81
DMG	kg/min	0,026	0,049	0,53	0,217	0,403	0,54
tMHG	min	0,740	2,134	0,35	3,348	5,522	0,61
tPL	min	0,587	2,815	0,21	0,969	1,662	0,58
tAB	min	0,120	1,990	0,06	1,716	4,194	0,41

Sonografische Untersuchung der ventralen Zitzenbereiches

Die Tabelle 4 enthält die beschreibende Statistik der Eutermerkmale vor und nach dem Melken. Es werden die Ergebnisse der Messungen von cranial angegeben. Von besonderem Interesse ist die Länge des Strichkanales, der durch seine Form und seine melkbedingten Veränderungen Einfluss auf die Milchhergabe und das Eindringen von Mastitiserregern nimmt. Die Erfassung der Wandstärke an verschiedenen Messpunkten sowie der Gewebefläche lassen Rückschlüsse über die Wirkungen des Melkprozesses auf das Zitzengewebe zu. Für solche Untersuchungen kann das Kutimetermaß (HAMANN und MEIN, 1990) genutzt werden. Durch die Nutzung einer 10 MHz – Linearsonde war es möglich, die Strukturen der Zitzenwand und des Strichkanals zu erfassen. WILL et al. (1990) und SEEH et al. (1996) nutzten 5 MHz-Linearsonden zur Ultraschalluntersuchung am Euter, während von JENNINGER (1989) sowie von STOCKER und RÜSCH (1997) zusätzlich zur 5 MHz- die 7,5 MHz-Linearsonde zur Darstellung der feinen Strukturen eingesetzt wurde.

Die vor dem Melken ermittelte Strichkanallänge schwankte bei einem Mittelwert von 11,5 mm zwischen 7 und 15 mm. MICHEL (1994) gibt eine Länge des Zitzenkanales von 8 bis 12 mm an. Nach dem Melken wurden wesentlich verlängerte Strichkanäle wie auch eine größere Fläche des Ultraschallbildes von der Gewebefläche festgestellt. Die Wanddicke der Zitzen war an der Fürstenbergschen Rosette am stärksten und wurde nach proximal dünner, was besonders für die hinteren Zitzen zutrifft. Bei dem untersuchten Tiermaterial kam es durch den Melkprozess zu einer größeren Wandstärkenzunahme der hinteren im Vergleich zu den vorderen Eutervierteln.

Auch bei Ziegen konnte mit Hilfe der hier beschriebenen Ultraschall - Meßtechnik nach dem Melken eine Zunahme der Zitzenwanddicke bis zu 130% und eine Verlängerung des Strichkanales bis zu 120% festgestellt werden (FAHR et al. 2000). Nach DÜCK (1989) führen Flüssigkeitseinlagerungen zu Zunahmen der Gewebefestigkeit. Erst eine bis drei Stunden nach der Melkzeugabnahme hat die Festigkeit des Zitzenkup-pengewebes wieder die Werte von vor dem Melken erreicht. HAMANN und MEIN (1995) geben als Reaktionen der Zitzen auf das Melken u.a. akute Veränderungen des

Zitzengewebes, wie die Vermehrung der interstitiellen Flüssigkeit, Zunahme von Länge und Durchmesser, Veränderungen des Strichkanaldurchmessers und Veränderungen der epithelialen Auskleidung des Strichkanals an.

Tabelle 4

Arithmetische Mittelwerte und Variationskoeffizienten der Zitzenmerkmale (Means and coefficients of variation of teat traits)

Merkmal		Vor dem Melken		Nach dem Melken	
		\bar{X}	s%	\bar{X}	s%
Strichkanallänge (mm)	Zitze vorn	11,56	16,26	13,53	15,00
	Zitze hinten	10,87	21,25	13,57	16,14
Fläche (mm ²)	Zitze vorn	434,30	14,90	475,85	12,88
	Zitze hinten	435,00	15,67	487,80	12,26
10 mm oberhalb Fürstenbergscher Rosette	Zitze vorn	6,87	12,64	8,59	12,84
10 mm oberhalb Fürstenbergscher Rosette	Zitze hinten	5,41	14,24	8,72	12,71

Zwischen Merkmalen der Zitzenform und dem höchsten Milchfluss bzw. dem durchschnittlichen Minutengemelk wurden negative Korrelationskoeffizienten ermittelt. Diese erreichen Werte für die Beziehung zwischen dem höchsten Milchfluss und der Strichkanallänge von $r = -0,23$, der Wandstärke an der Fürstenbergschen Rosette von $r = -0,48$ ($p < 0,001$) sowie der Zitzengewebefläche von $r = -0,38$ ($p < 0,003$). Stark verdickte Zitzen und geringere Milchflüsse stehen offenbar im Zusammenhang. Die Euterviertel mit einem vor dem Melken vermessenen Strichkanal kleiner als 10,5 mm wiesen im Mittel den höchsten Milchfluss und das höchste durchschnittliche Minutengemelk auf. Mit steigender Länge des Strichkanales sanken die Least Square Mittelwerte und lagen in der Gruppe der Euterviertel mit Strichkanallängen über 12,5 mm bei 0,76 kg/min für den höchsten Milchfluss und bei 0,64 kg/min für das durchschnittliche Minutengemelk. Die Plateau- und Abstiegsdauer wurden ebenfalls von der Zitzenform beeinflusst. So benötigten Euterviertel mit einer Strichkanallänge unter 10,5 mm durchschnittlich 3,7 Minuten zur Abgabe des maschinellen Hauptgemelkes, diejenigen mit einer Strichkanallänge über 12,5 mm dagegen 4,7 Minuten. Die Mittelwertdifferenzen waren aufgrund der Tierzahl nicht signifikant, lagen aber zwischen den beiden extremen Gruppen nahe der Signifikanzschwelle ($p = 0,06$) (Tab. 5).

Tabelle 5

Mittelwerte (LSM) und deren Standardfehler von Merkmalen der Milchflusskurve der Viertelgemelke in Abhängigkeit von der Strichkanallänge vor dem Melken (Least-square – means and standard errors of the traits of milk flow curves of the quarter milking depending of the teat canal length before milking)

Strichkanallänge vor dem Melken (mm)	tMHG (min)		tPL (min)		tAB (min)	
	LSM	SE	LSM	SE	LSM	SE
≤ 10,5	3,73	0,50	2,81	0,52	0,98	0,41
> 10,5 bis ≤ 12,5	4,06	0,44	3,12	0,46	0,80	0,37
> 12,5	4,74	0,49	3,98	0,51	0,73	0,40

Schlussfolgerungen

1. Die Melkzeiten der einzelnen Euterviertel eines Tieres unterscheiden sich erheblich. In der Regel benötigen die vorderen Euterviertel mit durchschnittlich 3,22 Minuten weniger Zeit zur Milchabgabe als die hinteren Euterviertel (4,31 Minuten). Das bedeutet, dass die Vorderviertel den Belastungen des Melkvakuums im Durchschnitt eine Minute länger ausgesetzt sind als die hinteren Euterviertel.
2. Das Ende der Plateau- und der Beginn der Abstiegsdauer im Gesamtgemelk spiegelt den Zeitpunkt des Versiegens des Milchflusses in mindestens einem Euterviertel wider. Die Abstiegsdauer des Gesamtgemelkes stellt somit die Zeit dar, in der das volle Melkvakuum auf ein oder mehrere leere Euterviertel („Blindmelken“) einwirkt.
3. Der Einsatz von Ultraschalltechnik mit einer 10 MHz-Linear und in Kombination mit computergestützten Bildauswertungssystemen ermöglicht die Darstellung von Strukturen der Zitzen spitze und die Erfassung der Strichkanallänge sowie weiterer Größen- und Flächenmaße. Dadurch können melkbedingte Gewebeveränderungen quantifiziert werden.
4. Die Strichkanallängen wie auch die Zitzenwanddicken nehmen Einfluss auf den Verlauf der Milchabgabe. Mit zunehmender Länge des Strichkanales und zunehmenden Zitzenwanddicken konnten sowohl die Abnahme des höchsten Milchflusses als auch des durchschnittlichen Minutengemelkes beobachtet werden.

Literatur

- DODENHOFF, J.; SPRENGEL, D.; DUDA, J.; DEMPFLER, L.:
Zucht auf Eutergesundheit mit Hilfe des LactoCorders. Züchtungskunde, Stuttgart 71 (1999), 459 – 472
- DÜCK, M.:
Untersuchungen zu Zitzengewebereaktionen auf den maschinellen Milchentzug und deren Bedeutung auf das Infektionsrisiko der bovinen Milchdrüse in der Zwischenmelkzeit. Diss., Schriftenreihe des Institutes für Tierzucht und Tierhaltung der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, 1989, Heft 52
- DUDA, J.:
Beziehungen zwischen Melkbarkeit und Mastitisanfälligkeit. Züchtungskunde, Stuttgart 67 (1995), 467 – 476
- FAHR, R.-D.; SCHULZ, J.; ROSNER, F.:
Melkbedingte Veränderungen an der Zitzen spitze der Ziege. In: Proc. 7. Tagung über "Schaf- und Ziegenkrankheiten", Gießen, 12.05.2000
- GEIDEL, S.; TRÖGER, F.:
Der LactoCorder spürt Melkfehler auf. top agrar Heft 5 (1998), R20 - R24
- GÖFT, H.:
Neue Geräte bringen mehr Informationen über die Melkbarkeit von Kühen. Der Tierzüchter (1992) 7, 38 - 41
- HAMANN, J.; MEIN, G.A.:
Measurement of machine-induced changes in thickness of bovine teat. J. Dairy Res. 57 (1990), 495 – 505
- HAMANN, J.; MEIN, G.A.:
Dynamic Tests for Reactions of the Teat. Proc. III. IDF International Mastitis Seminar, Tel-Aviv, Israel 28 May – 1 June 1995, Part II, Session II, 35-40
- JENNINGER, S.:
Ultraschalluntersuchungen an der Milchdrüse des Rindes. Physiologische und pathologische Befunde. Inaugural-Dissertation der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 1989

- MAYER, H.; BRUCKMAIER, R.; SCHAMS, D.:
Lactational changes in oxytocin release, intramammary pressure and milking characteristics in dairy cows. *J. Dairy Res.* 58 (1991), 159 - 169
- MICHEL, G.:
Anatomie der Milchdrüse. In: WENDT; BOSTEDT; MIELKE; FUCHS: Euter- und Gesäugekrankheiten. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart, 1994, 17 - 63
- NAUMANN, I.; FAHR, R.-D.; LENGERKEN, G. v.:
Zusammenhang zwischen dem Gehalt an somatischen Zellen in der Milch und ausgewählten Parametern der Milchflußkurve bei Kühen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 41 (1998) 3, 237-250
- SEEH, Ch.; HOSPEL, R.; BOSTEDT, H.:
Einsatz bildgebender Verfahren (Sonographie / Endoskopie) zur Diagnose der Beizitze beim Rind. Eine Fallbeschreibung. *Tierärztl. Prax.* 24 (1996), 438 - 442
- STOCKER, H.; RÜSCH, P.:
Euter und Zitzen. In: BRAUN: Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Verlag Paul Parey, 1997
- SAS INSTITUTE INC. :
SAS / STAT User's Guide Release 6.03 Edition, 1988
- WELLNITZ, O.; BRUCKMAIER, R. M.; BLUM, J. W.:
Milk ejection and milk removal of single quarters in high yielding dairy cows. *Milchwissenschaft* 54 (1999) 6, 303 - 306
- WILL, S.; WÜRGAU, T.; FRAUNHOLZ, J.; BOUABID, C.; LEIDL, W.:
Sonographische Befunde an der Papilla mammae des Rindes. *Dtsch. tierärztl. Wschr.* 97 (1990), 403 - 406
- WORSTORFF, H.:
Milchflußkurven als Basis der Erzeugerberatung zur Qualitätssicherung. *dmz Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft* 45 (1993), 1328 - 1333

Eingegangen: 24.07.2000

Akzeptiert: 31.08.2000

Anschriften der Verfasser

Dipl. agr. ing. INES NAUMANN
Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Sachsen-Anhalt e.V.
Angerstr. 6
D-06035 Halle

Prof. Dr. ROLF-DIETER FAHR
Institut für Tierzucht und Tierhaltung mit Tierklinik
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Adam-Kuckhoff-Str. 35
D-06108 Halle