

¹Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät, Universität Rostock, Deutschland

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Santa Clara, Cuba, Universidad Central de Las Villas, Kuba

³Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Salinas de Hidalgo, Mexico

NORBERT KANSWOHL¹, MATHIAS SCHLEGEL¹, GUILLERMO POLANCO EXPÓSITO² and DIETMAR RÖSSEL³

Einfluss differenzierter Eutervorbereitungszeiten auf Melkbarkeitsmerkmale bei Milchkühen in Kuba

Abstract

Title of the paper: **Effect of different time of pre-milking teat preparation on milking characteristics of dairy cows in Cuba**

For the evaluation of different times of pre-milking teat preparation on milking ability of different races/genotypes some parameters about milking with machines (milking characteristics) have been registered. This study reveals that an insufficient pre-milking teat preparation clearly under 60 s lead to a significant deterioration of the milking characteristics. The average milk flow rate decreased while the main-milking-time and the post-milking-time increased. Generally a pre-milking teat preparation of 60s was sufficient to trigger a fully adequate milk ejection. An increase of this time of pre-milking teat preparation to 300 s or even 400 s lead to negative influence on the milking characteristics.

Key Words: machine milking, pre-milking teat preparation, milk ejection, milk flow, milking characteristics, Zebu, Holstein-Frisian, Brown Swiss

Zusammenfassung

Zur Beurteilung des Einflusses differenzierter Zitzenvorstimulationszeiten auf die Melkbarkeit verschiedener Rassen/Genotypen wurden Parameter des maschinellen Melkens erfasst. Diese Studie zeigt, dass eine Dauer der Zitzenstimulation deutlich unter 60 s zu einer Verschlechterung der Parameter des maschinellen Melkens führt. Die durchschnittliche Milchflussrate verringerte sich, die Maschinenhauptgemelkszeit und die Maschinennachgemelkszeit stiegen an. Im Allgemeinen war eine Zitzenvorstimulationszeit von 60 s ausreichend für eine vollwertige Milchejektion. Eine Erhöhung dieser Zeit auf 300 bis 400 s hatte bei den Versuchskühen negativen Einfluss auf die Parameter des maschinellen Melkens.

Schlüsselwörter: Maschinenmelken, Vorstimulation, Milchejektion, Milchfluss, Parameter des maschinellen Melkens, Zebu, Holstein-Frisian, Brown Swiss

Einleitung

Untersuchungen in Melkständen haben ergeben, dass die häufigsten Melkfehler Stimulationsmängel sind, das heißt eine unzureichende oder sogar komplett unterlassene Stimulation und somit melkphysiologische Anforderungen nicht genügend berücksichtigt werden (WORSTORFF et al., 1997; GRAUPNER et al., 1999; TÖLLE, 2002; SKRZYPEK et al., 2003; KANSWOHL, 2006).

Die manuelle bzw. maschinelle Vorstimulation beim Maschinenmelken ist aber eine entscheidende Voraussetzung für die rechtzeitige Auslösung des Milchejektionsreflexes und die Gesunderhaltung der Euter. Die Erkenntnis, dass der alleinige Reiz, den die pulsierenden Zitengummis beim Maschinenmelken auf die Zitzen ausüben, selten eine vollwertige Milchejektion hervorruft, macht einen Komplex der Eutervorbereitung notwendig, der eine Reizung hauptsächlich der berührungsempfindlichen Zitzen-

rezeptoren garantiert und das Vormelken, das Euterreinigen und die Massage beinhaltet (MIELKE et al. 1962; KANSWOHL, 1986; HAMANN, 1992; NAUMANN et al., 1998; SCHULZ, 2003; Tröger 2003; SKRZYPEK et al., 2003; GOYACHE et al., 2005). Bei den angegebenen 60 s handelt es sich um keinen fixen Wert, da die optimale Stimulationsdauer in Abhängigkeit von der Milchmenge im Euter stark variiert (WEISS et al., 2005). Berücksichtigt werden muss, dass von Stimulationsbeginn bis zum Erreichen des Druckmaximums (Ejektionszeit) durchschnittlich 1,5 Minuten vergehen (BRUCKMAIER, 2000). Wird nur kurz stimuliert und die Maschine in Melkschaltung gebracht kommt es insbesondere bei geringen Zisternenmilchmengen zu Störungen des Milchflusses einschließlich einer höheren Bimodalitätsrate, zur Verringerung der durchschnittlichen Milchflussrate, zu höheren Nachgemelken und zu Milchertragsverlusten (WHITTLESTONE, 1968; WORSTORFF et al., 1997; TÖLLE, 2002; THOMAS et al., 2005). So wurden bei nur kurz stimulierten Kühen und sofortigem Ansetzen der Melkmaschine Bimodalitätsraten von über 30 % festgestellt. Der Zisternenmilchanteil beträgt bei der Mehrzahl der Kühe 10 – 20 % der gesamten Milchmenge und steigt mit zunehmendem Füllungsgrad des Euters an. Bei abnehmender Milchmenge gegen Laktationsende und bei kurzen Melkintervallen (hohe Melkfrequenz) ist die Zisternenmilchmenge besonders klein. In der vorliegenden Arbeit sollte geprüft werden, welchen Einfluss differenzierte Stimulationszeiten auf Melkbarkeitsmerkmale von Kühen unterschiedlicher Rassen bzw. Genotypen haben. Außerdem sollte untersucht werden, wo das Optimum für die Stimulation bei den unterschiedlichen Genotypen/Rassen liegt.

Material und Methode

Die Versuche wurden in der Republik Kuba im Versuchsmelkstand der Universität „Central de Las Villas“ und im Landwirtschaftsbetrieb „La Vitrina“ Provinz Villa Clara durchgeführt. Von insgesamt 895 laktierenden Kühen wurden 96 Kühe ausgewählt. Davon wurden je 22 Kühe der Genotypen 50 % HF (Holstein-Friesian) + 50 % Zebu, 3/4 HF + 1/4 Zebu, 7/8 HF + 1/8 Zebu, 15/16 HF + 1/16 Zebu sowie 8 Kühe der Rasse Brown Swiss in die Untersuchungen einbezogen. Die durchschnittliche Tagesmilchleistung der Milchviehherden zu Versuchsbeginn betrug 8,7 kg.

In der Nacht und am Vormittag wurden die Kühe auf der Umtriebsweide gehalten. Um die Mittagszeit wurden sie in Laufställe getrieben, um ihnen Schutz vor der intensiven Sonneneinstrahlung zu bieten. Dort erfolgte eine Zufütterung mit Silage, gehäckseltem Zuckerrohr und Futtermitteln, die als Nebenprodukte der Zucker- und Zitrusindustrie sowie der Reis- und Fischverarbeitung anfielen. Im Melkstand erhielten die Kühe Konzentratfutter.

Das Melken erfolgte zweimal täglich, morgens ab 5.00 Uhr und nachmittags ab 15.00 Uhr, so dass die Zwischenmelkzeiten 10 und 14 Stunden betragen. Gemolken wurde in Fischgrätenmelkständen vom Typ „De-Laval“ mit 2 x 4 und 2 x 8 Melkplätzen und einfachem Melkzeugbesatz (Swing-over).

Die Auswahl der Versuchskühe erfolgte nach folgenden Kriterien:

- der Produktionskuhherde entsprechende Kühe hinsichtlich Melkbarkeit
- keine nervösen Tiere
- normaler Gesundheitsstatus des Euters und keine deformierten Euter

– möglichst ab 2. bis 6. Monat laktierend, da die Kühe zu Laktationsbeginn mit starken Streuungen auf Stimulationsreize reagieren

Zur Feststellung der Stimulationswirkung unterschiedlicher Reizzeiten auf den Milchfluss unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses der Rasse, wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Melkbarkeitsmerkmale ermittelt.

Die Reizsetzung erfolgte in allen Versuchen vor Ansetzen der Melkmaschine durch Handstimulation (taktile Reize ohne zusätzliches Vormelken und Euterreinigen). Um vergleichende Aussagen zur Wirkung von Stimulationsreizen auf den Milchfluss machen zu können, wurden Festlegungen über die Dauer der spezifischen Reizsetzung getroffen. Es wurden eine Staffelung der Reizzeiten in Varianten zwischen 0 s (ohne Handstimulation bei sofortigem Ansetzen der Melkmaschine) und 400 s Handstimulation vorgenommen. Die Reizvarianten wurden auf die Versuchskühe nach dem Schema des Lateinischen Quadrates nach WEBER (1980) verteilt. Das hat den Vorteil, dass vorhandene systematische Einflüsse (Fütterung, Haltung, Klima, individuelle Unterschiede der Kühe) keinen großen Einfluss auf spezielle Varianten im Versuch haben. In Abhängigkeit von den Gruppengrößen erfolgten die Versuche als Varianten 6 x 6, 8 x 8, und 11 x 11 Lateinische Quadrate (Tab. 2) für 6, 8 und 22 Versuchskühe und 6, 8 und 11 Versuchstage. Für alle Versuche erfolgte eine Wiederholung.

Tabelle 1

Ermittelte Melkbarkeitsmerkmale (Calculated milking characteristics)

Merkmal	Einheit	Abkürzung	Definition
Maschinengesamtgemelk	kg	MGG	Ermolkene Milchmenge pro Melkzeit und Kuh
Maschinenhauptgemelk		MHG	Milchmenge vom Milchflussbeginn bis zum Hochsaugen der Melkbecher
Maschinennachgemelk		MNG	Mit Nachmelkgriffen nach Hochsaugen der Melkbecher ermolkene Milchmenge
Maschinengesamtgemelkzeit	min	tMGG	Zeit vom Ansetzen bis zum Abnehmen des Melkzeugs
Maschinenhauptgemelkszeit		tMHG	Zeitabschnitt, in dem das MHG gewonnen wird
Maschinennachgemelkszeit		tMNG	Zeitabschnitt, in dem das MNG gewonnen wird
0,5-Minuten-Gemelk	kg	0,5MG	Milchmenge, die in den ersten 0,5 Minuten ermolken wurde
1-Minuten-Gemelk		1MG	Milchmenge, die in der ersten Minute ermolken wurde
2-Minuten-Gemelk		2MG	Milchmenge, die in den ersten 2 Minuten ermolken wurde
3-Minuten-Gemelk		3MG	Milchmenge, die in den ersten 2 Minuten ermolken wurde
Durchschnittliches Minutenhauptgemelk		DMHG	Quotient aus Maschinenhauptgemelk und Maschinenhauptgemelkszeit
Durchschnittliches Minutengemelk		DMG	Quotient aus Maschinengesamtgemelk und Maschinengesamtgemelkszeit

Über alle Versuche hinweg wurde gewährleistet, dass innerhalb der Versuchsherde jede Variante je Melkzeit zur Anwendung kam. Durch den täglichen Variantenwechsel je Kuh konnte garantiert werden, dass sich Milchertragsänderungen und Umwelteinflüsse relativ gleichmäßig auf die Varianten auswirkten.

Tabelle 2

Beispiel eines Variantenplans (Example for a plan of variants)

Tag	Versuchskuh (Nr.)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Stimulationsvarianten (sek.)							
1	0	4	8	15	60	150	300	400
2	400	0	4	8	15	60	150	300
3	300	400	0	4	8	15	60	150
4	150	300	400	0	4	8	15	60
5	60	150	300	400	0	4	8	15
6	15	60	150	300	400	0	4	8
7	8	15	60	150	300	400	0	4
8	4	8	15	60	150	300	400	0

Um die subjektive Beeinflussung der Versuchsergebnisse auf ein Minimum zu reduzieren und damit eine bessere Vergleichbarkeit zu erreichen, erfolgte die Reizsetzung in allen Versuchen durch den Verfasser. Zur Milchmengenerfassung wurde ein Tru-Test-Milchmengenmessgerät zwischen Melkzeug und Milchleitung installiert. Für ein Entwicklungsland wie Kuba wurde ein Tru-Test-Messgerät ausgewählt, weil es leicht handhabbar ist und unter den schwierigen Rahmenbedingungen technisch geringe Anforderungen stellt.

Die statistische Prüfung der Mittelwertunterschiede der Melkbarkeitsmerkmale in Abhängigkeit von differenzierten Stimulationszeiten erfolgte für alle erfassten Messgrößen. Außerdem wurde eine Prüfung der Mittelwertunterschiede in Abhängigkeit von der Rasse (Rassenvergleich) bei gleichen Stimulationszeiten vorgenommen. Die Verrechnung der Messwerte erfolgte getrennt nach Morgen- und Abendmelkzeit und Morgen und Abendmelkzeit zusammengefasst. Um Anhaltspunkte für die anzuwendenden Verrechnungsverfahren zu erhalten, wurden die einzelnen Merkmale mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Der Kolmogorov-Smirnov-Test ist der einfachste nichtparametrische Anpassungstest, der in vielen Fällen eine größere Güte z.B. als der Chi-Quadrat-Test aufweist (WEBER, 1980). Zum Vergleich der Mittelwerte kam die Varianzanalyse zur Anwendung. Mit dem F-Test wurde untersucht, ob zwischen den Versuchsgliedern signifikante Unterschiede bestehen. Da es sich um eine größere Anzahl von Varianten handelte, deren Mittelwerte miteinander verglichen werden sollten, wurde der DUNCAN-Test angewendet. Die statistische Auswertung erfolgte unter Einbeziehung von „SPSS –Software“.

Ergebnisse und Diskussion

Aus Gründen der Übersichtlichkeit werden exemplarisch nur die Ergebnisse aus den in der Tabelle 2 dargestellten Stimulationszeiten (Variantenplan) und nur für die Genotypen 50 % HF +50 % Zebu, 7/8 HF + 1/8 Zebu sowie die Rasse Brown Swiss für die Morgengemelke dargestellt.

In den Tabellen 3 bis 5 wird eine Übersicht über die Mittelwerte und Standardabweichungen der erfassten Melkbarkeitsmerkmale in Abhängigkeit von differenzierten Stimulationszeiten sowie Genotypen/Rassen gegeben. Eine unzureichende Stimulation führte zu einer deutlichen Verschlechterung der Melkbarkeit der Versuchskühe. Der Milchflussanstieg war verzögert, das durchschnittliche Minutengemelk lag niedriger und die Maschinenmelkzeit war verlängert. Diese Ergebnisse trafen für alle untersuchten Genotypen/Rassen zu. Sehr negativ ist die Variante „ohne Stimulation“ einzu-

Tabelle 3

Mittelwerte und Standardabweichungen von Melkbarkeitsmerkmalen beim Genotyp 50 % HF + 50 % Zebu in Abhängigkeit von differenzierten Stimulationszeiten (Mean value and standard deviation of milking characteristics of Genotyp 50 % HF + 50 % Zebu in addition of different time of pre-milking)

Merkmal	Einheit	Stimulationszeiten (sek.)															
		0		4		8		15		60		150		300		400	
		MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD
Maschinengesamtgemelk	kg	6,2 ^a	1,5	6,4 ^a	1,5	6,1 ^a	1,4	6,6 ^a	1,4	6,1 ^a	1,9	6,0 ^a	1,9	5,6 ^a	2,1	6,6 ^a	1,6
Maschinenhauptgemelk		5,3 ^a	1,4	5,6 ^a	1,5	5,5 ^a	1,2	6,1 ^a	1,4	5,9 ^a	1,9	5,8 ^a	1,9	5,1 ^a	2,0	6,0 ^a	1,4
Maschinennachgemelk		0,9 ^a	0,5	0,9 ^a	0,5	0,7 ^{ab}	0,5	0,5 ^{bc}	0,4	0,2 ^c	0,3	0,2 ^c	0,2	0,5 ^{bc}	0,3	0,6 ^{ab}	0,4
Maschinengesamtgemelkszeit	min	5,60 ^a	1,50	4,68 ^{bc}	0,69	4,94 ^{ab}	1,10	4,58 ^{bc}	0,74	3,66 ^d	0,65	3,77 ^d	0,70	4,12 ^{cd}	0,85	5,51 ^a	1,56
Maschinenhauptgemelkszeit		4,27 ^{ab}	1,18	3,69 ^{bc}	0,58	4,01 ^{ab}	0,95	3,78 ^{bc}	0,58	3,14 ^c	0,73	3,24 ^c	0,77	3,22 ^c	0,63	4,60 ^a	1,31
Maschinennachgemelkszeit		1,33 ^a	0,57	0,99 ^b	0,47	0,93 ^b	0,47	0,81 ^{bc}	0,58	0,52 ^c	0,45	0,53 ^c	0,34	0,90 ^b	0,45	0,91 ^b	0,41
0,5-Minuten-Gemelk	kg	0,5 ^a	0,3	0,7 ^b	0,3	0,8 ^b	0,2	0,9 ^{bc}	0,3	1,2 ^d	0,4	1,2 ^{cd}	0,4	0,9 ^b	0,4	1,0 ^{bcd}	0,5
1-Minuten-Gemelk		1,0 ^a	0,3	1,6 ^b	0,6	1,7 ^{bc}	0,7	2,1 ^{cde}	0,6	2,4 ^{de}	0,6	2,5 ^e	0,9	1,9 ^{bcd}	0,8	2,0 ^{bcd}	0,8
2-Minuten-Gemelk		2,3 ^a	1,0	3,2 ^b	1,0	3,2 ^b	0,9	3,7 ^{bcd}	0,9	4,4 ^d	1,2	4,4 ^{cd}	1,3	3,5 ^b	1,2	3,6 ^{bc}	1,1
3-Minuten-Gemelk		3,8 ^a	1,0	5,0 ^b	1,4	4,5 ^{ab}	1,0	5,3 ^b	1,2								
Durchschnittliches Minutenhauptgemelk	kg/min	1,3 ^a	0,4	1,5 ^{abc}	0,4	1,4 ^{ab}	0,3	1,6 ^{bc}	0,3	1,9 ^d	0,6	1,8 ^{cd}	0,4	1,6 ^{abc}	0,5	1,4 ^{ab}	0,3
Durchschnittliches Minutengesamtgemelk		1,1 ^a	0,3	1,4 ^{bc}	0,4	1,3 ^{ab}	0,3	1,4 ^{bcd}	0,3	1,7 ^d	0,5	1,6 ^{cd}	0,3	1,3 ^{abc}	0,4	1,2 ^{ab}	0,3

MW ± SD: Angabe von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD)

Verschiedene Buchstaben in den Zeilen markieren Signifikanz ($p < 0,05$)

Tabelle 4

Mittelwerte und Standardabweichung von Melkbarkeitsmerkmalen beim Genotyp 7/8 HF + 1/8 Zebu in Abhängigkeit von differenzierten Stimulationszeiten (Mean value and standard deviation of milking characteristics from Genotyp 7/8 HF + 1/8 Zebu in addition of different time of pre-milking)

Merkmal	Einheit	Stimulationszeiten (sek.)															
		0		4		8		15		60		150		300		400	
		MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD	MW	±SD
Maschinengesamtgemelk	kg	5,5 ^a	2,0	5,3 ^a	1,6	5,2 ^a	1,5	5,3 ^a	2,1	5,0 ^a	1,7	4,9 ^a	1,5	5,2 ^a	1,4	5,3 ^a	1,6
Maschinenhauptgemelk		4,7 ^a	1,9	4,8 ^a	1,6	4,9 ^a	1,5	5,1 ^a	2,1	4,9 ^a	1,7	4,8 ^a	1,5	4,9 ^a	1,4	4,7 ^a	1,5
Maschinennachgemelk		0,8 ^a	0,4	0,5 ^b	0,2	0,2 ^{cd}	0,2	0,2 ^{cd}	0,3	0,1 ^{cd}	0,2	0,1 ^d	0,1	0,3 ^c	0,2	0,6 ^b	0,4
Maschinengesamtgemelkszeit	min	5,97 ^a	1,72	4,63 ^{bc}	1,11	4,26 ^{bcd}	1,12	4,43 ^{bc}	1,34	3,55 ^d	1,06	3,56 ^d	0,79	4,11 ^{cd}	1,08	5,00 ^b	1,82
Maschinenhauptgemelkszeit		4,75 ^a	1,61	3,83 ^{bc}	1,08	3,70 ^{bc}	1,09	3,89 ^b	1,31	3,16 ^c	1,04	3,14 ^c	0,78	3,49 ^{bc}	0,99	4,00 ^b	1,58
Maschinennachgemelkszeit		1,22 ^a	0,46	0,80 ^c	0,31	0,55 ^{de}	0,29	0,54 ^{de}	0,33	0,39 ^e	0,20	0,43 ^e	0,22	0,62 ^d	0,28	1,00 ^b	0,51
0,5-Minuten-Gemelk	kg	0,4 ^a	0,3	0,7 ^b	0,3	0,8 ^b	0,3	0,7 ^b	0,2	1,0 ^{cd}	0,2	1,1 ^d	0,3	1,0 ^{cd}	0,3	0,9 ^{bc}	0,3
1-Minuten-Gemelk		0,8 ^a	0,3	1,6 ^b	0,7	1,8 ^{bc}	0,5	1,6 ^b	0,5	2,1 ^d	0,5	2,2 ^d	0,7	2,1 ^{cd}	0,6	1,8 ^{bc}	0,7
2-Minuten-Gemelk		2,0 ^a	1,0	2,9 ^b	1,1	3,0 ^b	0,7	3,0 ^b	0,8							2,8 ^b	0,9
3-Minuten-Gemelk																	
Durchschnittliches Minutenhauptgemelk	kg/min	1,0 ^a	0,3	1,3 ^{bc}	0,4	1,3 ^{bc}	0,3	1,3 ^{bc}	0,2	1,6 ^d	0,3	1,5 ^d	0,3	1,5 ^{cd}	0,4	1,2 ^b	0,3
Durchschnittliches Minutengesamtgemelk		0,9 ^a	0,3	1,2 ^{bc}	0,3	1,2 ^{bcd}	0,2	1,2 ^{bc}	0,2	1,4 ^e	0,3	1,4 ^{de}	0,3	1,3 ^{cde}	0,4	1,1 ^b	0,3

MW ± SD: Angabe von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD)

Verschiedene Buchstaben in den Zeilen markieren Signifikanz ($p < 0,05$)

Tabelle 5

Mittelwerte und Standardabweichung von Melkbarkeitsmerkmalen der Rasse Brown Swiss in Abhängigkeit von differenzierten Stimulationszeiten (Mean value and standard deviation of milking characteristics from Brown Swiss in addition of different time of pre-milking)

Merkmal	Einheit	Stimulationszeiten (sek.)															
		0		4		8		15		60		150		300		400	
		MW	± SD	MW	± SD	MW	± SD	MW	± SD	MW	± SD	MW	± SD	MW	± SD	MW	± SD
Maschinengesamtgemelk		4,4 ^a	1,2	4,7 ^a	1,2	4,7 ^a	0,7	4,7 ^a	1,5	4,5 ^a	0,9	4,3 ^a	0,9	4,4 ^a	0,8	4,7 ^a	0,8
Maschinenhauptgemelk	kg	3,6 ^a	1,3	4,0 ^a	0,7	4,3 ^a	0,7	4,4 ^a	1,4	4,4 ^a	0,9	4,1 ^a	0,8	4,1 ^a	0,8	4,2 ^a	0,8
Maschinennachgemelk		0,8 ^a	0,3	0,7 ^{ab}	0,7	0,3 ^{cd}	0,2	0,3 ^{cd}	0,3	0,1 ^d	0,2	0,1 ^d	0,2	0,3 ^{cd}	0,2	0,5 ^{bc}	0,3
Maschinengesamtgemelkszeit		4,77 ^{ab}	0,99	4,40 ^{abc}	0,99	4,22 ^{abcd}	0,83	4,0 ^{bcd}	0,96	3,58 ^d	0,96	3,47 ^d	0,88	3,83 ^{cd}	0,57	4,84 ^a	0,90
Maschinenhauptgemelkszeit	min	3,60 ^{ab}	0,94	3,48 ^{ab}	0,78	3,39 ^{ab}	0,73	3,32 ^{ab}	0,70	3,06 ^b	0,77	3,06 ^b	0,81	3,17 ^b	0,49	3,88 ^a	0,74
Maschinennachgemelkszeit		1,17 ^a	0,28	0,92 ^{ab}	0,57	0,83 ^{bc}	0,37	0,68 ^{bcd}	0,34	0,52 ^{cd}	0,33	0,41 ^d	0,19	0,65 ^{bcd}	0,23	0,96 ^{ab}	0,42
0,5-Minuten-Gemelk		0,4 ^a	0,3	0,7 ^b	0,4	0,8 ^{bc}	0,4	0,8 ^{bc}	0,3	1,1 ^c	0,5	0,9 ^{bc}	0,3	1,0 ^c	0,3	0,7 ^b	0,3
1-Minuten-Gemelk	kg	1,0 ^a	0,3	1,5 ^b	0,5	1,8 ^{bc}	0,6	1,9 ^{bc}	0,5	2,2 ^c	0,6	1,9 ^{bc}	0,6	2,0 ^c	0,7	1,5 ^b	0,6
2-Minuten-Gemelk		2,0 ^a	0,5	2,6 ^{bc}	0,6	3,1 ^{cd}	0,5	3,1 ^{cd}	0,5	3,6 ^d	0,7	3,2 ^d	0,5	3,2 ^d	0,8	2,4 ^{ab}	0,7
3-Minuten-Gemelk																	
Durchschnittliches Minutenhauptgemelk	kg/min	1,0 ^a	0,2	1,2 ^{ab}	0,3	1,3 ^{bc}	0,2	1,3 ^{bc}	0,3	1,5 ^c	0,3	1,4 ^{bc}	0,3	1,3 ^{bc}	0,2	1,1 ^a	0,2
Durchschnittliches Minutengesamtgemelk		0,9 ^a	0,1	1,1 ^{abc}	0,2	1,1 ^{bcd}	0,2	1,2 ^{cd}	0,3	1,3 ^d	0,3	1,3 ^{cd}	0,3	1,2 ^{bcd}	0,2	1,0 ^{ab}	0,2

MW ± SD: Angabe von Mittelwert (MW) und Standardabweichung (SD)
 Verschiedene Buchstaben in den Zeilen markieren Signifikanz ($p < 0,05$)

schätzen. Hier sind bei den Melkbarkeitsmerkmalen mit Abstand die schlechtesten Ergebnisse erzielt worden.

Festzustellen ist außerdem anhand der Melkbarkeitsmerkmale, dass im Allgemeinen 60 s Stimulation ausreichen, um eine vollwertige Milchejektion auszulösen. Eine Erhöhung auf 300 oder sogar 400 s führte bei den Versuchskühen zu einer negativen Beeinflussung der Melkbarkeitsmerkmale.

Die 0,5, 1. und 2. Minutengemelke, das durchschnittliche Minutenhaupt- und Minutengesamtgemelk erhöhten sich mit zunehmender Stimulation, bei 60 s wird ein Maximum erreicht. Bei Überschreiten von 150 s Stimulation ist eine Abnahme zu verzeichnen. Da bei einer größeren Anzahl von Kühen aufgrund sehr niedriger Milchleistung oder höherem Milchfluss das Ende des Maschinenhauptgemelks schon bei weniger als 3 Minuten und teilweise auch bei weniger als 2 Minuten auftrat, wurde in den relevanten Fällen auf einen Mittelwertvergleich der Merkmale 3-Minutengemelk bzw. 2-Minutengemelk verzichtet.

Die bei 60 s erreichten durchschnittlichen Minutengemelke von 1,7 kg/min beim Genotyp 50 % HF + 50 % Zebu, 1,4 kg/min bei 7/8 HF + 1/8 Zebu und 1,3 kg/min (Brown Swiss) sind in etwa vergleichbar mit den von WÖRLE et al. (1988) bei Fleckviehkühen ermittelten Werte. Die genannten Autoren stellten bei der Untersuchung von 2400 Fleckviehkühen mit einem durchschnittlichen Maschinengesamtgemelk von 7,4 kg ein durchschnittliches Minutengemelk von 1,2 kg/min fest. MIJIC et al. (2004) fanden bei 175 Holstein-Friesian (HF) Kühen bei einem Gesamtgemelk von 10,5 kg ein durchschnittliches Minutengemelk von 2,5 kg und NAUMANN und FAHR (2000) stellten bei HF x Schwarzbunte Milchrinder bei einem Gesamtgemelk von 14,4 kg ein durchschnittliches Minutengemelk von 2,2 kg fest. Bemerkenswert ist, dass die Kühe des Genotyps 50 % HF + 50 % Zebu in Kuba trotz einer relativ niedrigen Milchleistung von 5,1 kg/Gemelk bei 60 s Stimulation 1,7 kg/min erreichten und damit ein um 0,5 kg/min höheres durchschnittliches Minutengemelk aufwiesen als die Fleckviehkühe.

Auf das Maschinengesamtgemelk hatte die unterschiedliche Stimulationsdauer keinen Einfluss. Das gilt für alle Genotypen/ Rassen. Hingegen bewirkte eine zunehmende Stimulationsdauer bis 60 s eine Verringerung der Maschinengesamtgemelkszeit. Ab 150 s nahm sie bei allen untersuchten Versuchskuhherden wieder zu. Das Maschinenhauptgemelk ist grundsätzlich bei der Variante 0 s Stimulation am niedrigsten. Danach reagiert das Maschinenhauptgemelk auf die zunehmenden Stimulationszeiten sehr unterschiedlich, sodass keine Aussagen abgeleitet werden können. Die Maschinenhauptgemelkszeit zeigt bis auf wenige Ausnahmen das gleiche Verhalten wie die Maschinengesamtgemelkszeit.

Den negativen Einfluss einer unzureichenden Stimulation verdeutlicht auch die Entwicklung des Maschinennachgemelks. Der höchste Wert – dies ist wiederum unabhängig von der Rasse und der Höhe der Milchleistung – wird bei der Variante „0 s Stimulation“ erreicht. Danach ist eine fast kontinuierliche Abnahme des Maschinennachgemelks bis 60 s Stimulation zu verzeichnen. Bei 150 s Stimulation entsprechen die Werte der Variante 60 s Stimulation. Bis 400 s Stimulation ist wieder ein deutlicher Anstieg des Maschinennachgemelks zu erkennen. Die Zusammenhänge zwischen Stimulation und Höhe des Maschinennachgemelks werden bis zu einer Stimulationszeit von 150 s durch die von BUCHHOLZ (1977) festgestellte negative Korrelation

zwischen steigendem Ausgangsdruck nach Stimulation und dem abfallenden Nachgemelk bestätigt.

Bei einer unzureichenden Stimulation von 15 s, wie sie zurzeit relativ häufig in der Praxis der Milchgewinnung in Deutschland festzustellen ist, wurden bei den Genotypen 50 % HF + 50 % Zebu 0,5 kg Maschinennachgemelk (0,81 min Maschinennachgemelkszeit) und Brown Swiss 0,30 kg Maschinennachgemelk (0,68 min Maschinennachgemelkszeit) ermittelt. Diese Werte stimmen gut mit dem von KARCH (1990) in einer Braunviehherde in Deutschland bei unzureichender Stimulation festgestellten Mittelwert von 0,36 kg Maschinennachgemelk bei 0,74 min Maschinennachgemelkszeit überein. Auch der von WÖRLE et al. (1988) in einer Fleckviehherde bei unzureichender Stimulation festgestellte Mittelwert von 0,35 kg Nachgemelk bei 0,69 min Nachgemelkszeit liegt in dem aufgeführten Bereich. Die zwischen den untersuchten Kuhherden sehr differenzierten Maschinengesamtgemelke hatten anscheinend keinen Einfluss auf die Höhe des Maschinennachgemelks und die Maschinennachgemelkszeit.

Am besten geeignet für die Beurteilung der Melkbarkeit für Kühe in Entwicklungsländern mit niedrigen Milchleistungen, wie in Kuba, sind die Kriterien 0,5-Minuten-Gemelk, 1-Minuten-Gemelk, durchschnittliches Maschinenhauptgemelk und durchschnittliches Maschinengesamtgemelk.

Die Mittelwertunterschiede zwischen unzureichender und vollwertiger Stimulation sind bei den genannten Melkbarkeitsmerkmalen im Wesentlichen signifikant. Eine gute Eignung zur Beurteilung der Melkbarkeit zeigen auch die Kriterien Maschinengesamtgemelkszeit und Maschinenhauptgemelkszeit. Das Kriterium Maschinennachgemelk und damit auch die Maschinennachgemelkszeit sind weniger geeignet für die Beurteilung von Melkbarkeitsmerkmalen. Die Varianz der Nachgemelke ist in hohem Maße umweltabhängig. Bedingt durch subjektive Entscheidungen des Melkers im Prozess der Milchgewinnung und der daraus resultierenden unterschiedlichen Warte- und Stimulationszeiten für die Kühe, schwanken die Nachgemelke von Melkzeit zu Melkzeit bei derselben Kuh sehr stark. Außerdem haben diese Kriterien für die Beurteilung der Melkbarkeit in der Praxis eine geringe Bedeutung, da aus arbeitswirtschaftlichen Gründen teilweise auf das Nachmelken verzichtet wird. Bekannt ist jedoch, dass ein ständiges Unterlassen des Nachmelkens die Milchleistung und Eutergesundheit negativ beeinflussen (EBENDORF et al., 1985, 1986; EBENDORF und KRAM, 1997). Das Kriterium 3-Minutengemelk aber auch teilweise 2-Minutengemelk sind insbesondere bei niedrigen Milchleistungen oder hohem Milchfluss häufig nicht für die Beurteilung der Melkbarkeit geeignet.

Anhand der Ergebnisse der untersuchten Melkbarkeitsmerkmale wird auch ersichtlich, dass insbesondere die 1-minütige Stimulation von herausragender Bedeutung für die Melkbarkeit der in Kuba untersuchten Genotypen/Rassen ist. Sie stellt ein Optimum zwischen Verbesserung der Melkbarkeit und der Erzielung hoher Arbeitsleistungen durch zeitlich akzeptable Vorroutinezeiten dar. Stimulationszeiten über 150 s führten zur Verschlechterung der Melkbarkeit. BRUCKMAIER et al. (1992) stellten durch Messungen des Intramammärdruckes und des Milchabgabeverhaltens fest, dass eine länger als 2 min andauernde Stimulation zu keiner Verbesserung der Milchejektion in der gesamten Laktation führt. Sie geben jedoch zu bedenken, dass insbesondere bei niedrigen Leistungen (< 5 kg/Gemelk) die Stimulationsdauer so bemessen werden sollte, dass der Melkbeginn trotz verlängerter Latenzzeit gegenüber Kühen mit hohen

Leistungen erst nach der Milchejektion erfolgt. Ein vorzeitiger Melkbeginn ohne Berücksichtigung der notwendigen Zeit von Beginn einer Reizsetzung (Stimulation) bis zum Einsetzen des Alveolarmilchstroms hat negative Auswirkungen auf die Milchabgabe.

Literatur

- BRUCKMAIER, R. M.; SCHAMS, D.; MAYER, H.:
Stimulation, Oxytocinfreisetzung, Intramammärdruck und Milchabgabe beim Rind in Abhängigkeit vom Laktationsstadium. Beiträge zum Internationalen Kolloquium "Stimulation und Melken", Grimma (1992), 24 – 31
- BRUCKMAIER, R. M.:
Physiologische Grundlagen zur Interpretation von Milchflusskurven. Melkberatung mit Milchflusskurven, Hrg.: Bayerische Landesanstalt für Tierzucht, Poing 2000, 9-16
- BRUCKMAIER, R. M.:
Milk ejection during machine milking in dairy cows. *Livestock Production Science* **70** (2001), 121 – 124
- BUCHHOLZ, C.:
Der Euterinnendruck als Merkmal für die Beurteilung der Qualität des maschinellen Milchentzugs. Dissertation Universität Hohenheim (1977)
- DZIDIC, A.:
Studies on milk ejection and milk removal during machine milking in different species. Dissertation Technische Universität München (2004)
- EBENDORF, W.; KRAM, K.; HARTMANN, K.:
Untersuchungen zum Einfluss eines ständigen Unterlassens des Nachmelkens auf die Milchleistung und Eutergesundheit von Kühen. I Mitt.: Ergebnisse der 1. Laktation. *Arch. Tierz., Berlin* **28** (1985) 315-329; II. Mitt.: Ergebnisse bis zur 4. Laktation. *Arch. Tierz., Berlin* **29** (1986), 117-133
- EBENDORF, W.; KRAM, K.:
Nachweis von Milchleistungskomponenten innerhalb von Kuheutern und deren Bedeutung für wissenschaftliche Untersuchungen über ertragsverändernde Umwelteinflüsse. *Arch. Tierz., Berlin* **30** (1987), 493-503
- GOYACHE, F.; DIETZ, J.; LOPEZ, S.; PAJARES, G.; SANTOS, B. ; FERNANDEZ, I. ; PRIETO, M. :
Machine learning as an aid to management decisios on high somatic cell counts in dairy farms. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **48** (2005),138-148
- GRAUPNER, M.; BARTH, K.:
Erfahrungen großer Milchviehbetriebe mit moderner Melktechnik. RKL-Sonderdruck (1999)
- HAMANN, J.:
Systemic and local effects of stimulation on yield and milk composition. Beiträge zum Internationalen Kolloquium "Stimulation und Melken", Grimma (1992) 58 - 70
- KANSWOHL, N.:
Untersuchungen zum Stimulationsbedarf von Milchkühen verschiedener Rassen für den maschinellen Milchentzug. Dissertation Universität Rostock (1986)
- KANSWOHL, N.:
Untersuchungen zur Optimierung von Milchgewinnungsverfahren in Kuba und Deutschland unter besonderer Berücksichtigung melkphysiologischer Anforderungen der Milchkühe. Habilitationsschrift Universität Rostock (2001)
- KANSWOHL, N.:
Fachgerecht melken- ist die gute fachliche Praxis überholt? *Milchpraxis* **1** (2006) 44. Jg. 34 - 37
- MIELKE, H.; KLEINKE, C.; TRÖGER, F.:
Die laktationsphysiologischen Grundlagen der maschinellen Milchgewinnung. *Dt. Milchwirtschaft* **9** (1962), 321 – 327
- MIJIC, P.; KNEZEVIIV, I.; DOMACINOVIC, M.:
Connection of milk flow curve to the somatic cell count in bovine milk. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **47** (2004), 551-556
- NAUMANN, I.; FAHR, R.-D.; LENGGERKEN von, G.:
Zusammenhang zwischen dem Gehalt an somatischen Zellen in der Milch und ausgewählten Parametern der Milchflusskurve bei Kühen. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **41** (1998), 237-250
- NAUMANN, I.; FAHR, R.-D.:
Untersuchungen zum Milchfluss aus Eutervierveteln. *Arch. Tierz., Dummerstorf* **43** (2000), 431-440
- SCHULZ, J.:

- Bau der Milchdrüse und Physiologie der Laktation. In: Milcherzeugung. Deutscher Fachverlag GmbH Frankfurt am Main (2003), 45 – 79
- SKRZYPEK, R.; WOJTOWSKI, J.; FAHR, R.-D.:
Hygienic quality of cow bulk tank depending on the method of udder preparation for milking. Arch. Tierz., Dummerstorf **46** (2003), 404-411
- THOMAS, C.; BRUCKMAIER, R. M.; ÖSTENSSON, K.; SVENNERSTEN-SJAUNA, K.:
Effect of different milking routines on milking-related release of the hormones oxytocin, prolactin and cortisol, and on milk Yield and milking performance in Murrah buffaloes. J Dairy Research (2004), 10 - 18
- TÖLLE, U.:
Betriebsbesuche mit LactoCorder-Messung. Landpost (2002), 42-45
- TRÖGER, F.:
Milchgewinnung. In: Milcherzeugung. Deutscher Fachverlag GmbH Frankfurt am Main (2003), 367 – 415
- WEBER, E.:
Grundriss der biologischen Statistik. 8. Auflage. Gustav Fischer Verlag Jena (1980)
- WHITTLESTONE, W. G.:
Premilking stimulation and lactational yield. Symp. On Maschine Milking. Reading (1968), 109 - 117
- WEISS, D; BRUCKMAIER, R. M.:
Optimization of Individual Prestimulation in Dairy Cows. J Dairy Sci **88** (2005), 137 - 147
- WORSTORFF, H.; FISCHER, R.; ARPE, I.:
Zum Einfluss maschineller Vorstimulation auf die Milchabgabe unter besonderer Berücksichtigung von Pulsierung und Anrüstdauer. Milchwissenschaft 52 (1997), 183 – 187
- WÖRLE, L.; REINHARDT, F.; WILLECKE, H.; PIRCHNER, F.:
Schätzung genetischer Parameter für Hauptgemelk, maschinelles Nachgemelk und Eutermaße beim Fleckvieh. Züchtungskunde **60** (1988), 85 – 97

Eingegangen: 22.02.2007

Akzeptiert: 26.05.2007

Anschriften der Verfasser

PD Dr. NORBERT KANSWOHL, Dr. MATHIAS SCHLEGEL
Institut für Nutztierwissenschaften und Technologie
Universität Rostock
Justus-von-Liebig-Weg 8
18059 Rostock, Deutschland

Prof. Dr. GUILLERMO POLANCO EXPÓSITO
Universidad Central de Las Villas
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Carretera a Camajuaní km 5 ½
Santa Clara (Villa Clara) 54830
Cuba

Prof. Dr. DIETMAR RÖSSEL
Instituto de Recursos Naturales
Colegio de Postgraduados
Campus SLP-CP
Calle Iturbide No. 73
Salinas de Hidalgo, S.L.P.
MEXICO 78600