

# Lärm und Vibrationen beim Melken

Auswirkungen auf Tier und Mensch

Januar 2010



Melker und Kühe müssen sich im Melkstand wohlfühlen. (Foto: ART)

## Autoren

Maren Kauke, Pascal Savary, ART,  
maren.kauke@art.admin.ch

## Impressum

Herausgeber:  
Forschungsanstalt Agroscope  
Reckenholz-Tänikon ART  
Tänikon, CH-8356 Ettenhausen,  
Redaktion: Etel Keller, ART

Die ART-Berichte/Rapports ART  
erscheinen in rund 20 Nummern  
pro Jahr. Jahresabonnement  
Fr. 60.–. Bestellung von Abonne-  
ments und Einzelnummern:  
ART, Bibliothek, 8356 Ettenhausen  
T +41 (0)52 368 31 31  
F +41 (0)52 365 11 90  
doku@art.admin.ch  
Downloads: www.agroscope.ch

ISSN 1661-7568

**Sanierungsmassnahmen zur Reduktion von Lärm und Vibrationen in Melkanlagen führen zu einer Verbesserung der Euter-gesundheit beziehungsweise einer Absenkung des somatischen Zellgehalts der Milch (FAT-Berichte Nr. 625). In der «Richtlinie zur Installation von Melkanlagen» wird daher empfohlen, Grenzwerte von 70dB(A) Lärm und 0,3m/s<sup>2</sup> Vibrationen (Branchenstandard Anhang 3, Abs. 7) nicht zu überschreiten. Über die Auswirkungen von Lärm und Vibrationen auf das Wohlbefinden von Kuh und melkender Person ist jedoch bislang wenig bekannt. In der vorliegenden Untersuchung wurde daher anhand geeigneter ethologischer und physiologischer Parameter das Ausmass der Belastung auf das Tier erfasst. Die Untersuchung der Auswirkungen auf die Melker erfolgte mittels Befragungen.**

Sowohl Lärm von 80dB(A) und Vibrationen von 0,5m/s<sup>2</sup> an Kotblechen und Melkstandgerüst als auch die Kombination aus beiden führten zu einem veränderten Tierverhalten und einer erhöhten Herzfrequenz. Allerdings waren die beobachteten Unterschiede während Versuchsvarianten mit erhöhter Lärm- und Vibrationsintensität im Vergleich zur Kontrollvariante (70dB(A), 0m/s<sup>2</sup>) in ihrer absoluten Grösse so gering, dass nicht auf eine Einschränkung des Wohlbefindens der Tiere geschlossen werden kann. Befragungen der Melker in Tänikon ergaben, dass die Vibrationen von 0,5m/s<sup>2</sup> nicht wahrgenommen wurden. Eine Lärmintensität von 80dB(A) empfanden sie hingegen als sehr unangenehm und stellten zudem negative Auswirkungen auf die Qualität ihrer Arbeit fest.



## Problemstellung

Auch bei modernen und gemäss ISO-Norm 5707 installierten Melkanlagen können Probleme in den verschiedensten Bereichen des Melkablaufs auftreten. So betreten die Kühe den Melkstand nicht freiwillig, sie sind unruhig, Koten und Harnen vermehrt. Gleichzeitig verändert sich das Melkverhalten, und die Eutergesundheit verschlechtert sich. Nosal et al. (2004) zeigten, dass Luftschall (Lärm) und Körperschall (Vibrationen) Ursache dieser Probleme sein können (FAT-Berichte Nr. 625). In ihren Untersuchungen wurde auf Betrieben, die hinsichtlich der Eutergesundheit als «gut» eingestuft wurden, Lärm bis 70 dB(A) und Vibrationen zwischen 0,1 und 0,2 m/s<sup>2</sup> gemessen. Problembetriebe mit Zellzahlen von über 200 000/ml Milch wiesen hingegen Lärmwerte von mehr als 70 dB(A) und Vibrationen von über 0,3 m/s<sup>2</sup> auf. Durch entsprechende Änderungen an der Installation der Melkanlage können Lärm und Vibrationen auf unter 70 dB(A) respektive 0,1 m/s<sup>2</sup> reduziert werden. Gyax et al. (2006) stellten eine signifikante Abnahme der Zellzahl nach der Reduktion von Vibrationen durch die Sanierung einer Melkanlage fest. Während für Menschen Grenzwerte für Lärm und Vibrationen bestehen, fehlen für den Nutztierbereich diesbezügliche Angaben. Ziel dieses Projektes war es, anhand geeigneter ethologischer und physiologischer Parameter das Ausmass der Belastung von Lärm und Vibrationen auf das Tier zu erfassen. Zusätzlich wurde die Belastungssituation des Melkers untersucht.



Abb. 1: Lautsprechersysteme zur Erzeugung definierter Lärm- und Körperschallintensitäten. (Foto: ART)

wurden während drei Wochen untersucht, wobei die Variante 0 (Ist-Zustand) als Kontrollvariante diente und jeweils im Anschluss an Variante A, B und C folgte.

Die Untersuchung wurde in drei Versuchsphasen (I, II und III) unterteilt. Während den Phasen I und II lagen die mittleren Aussentemperaturen zwischen -1 und +2°C, in Phase III zwischen 11 und 15°C.

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit einem Modell, das die wiederholten Messungen an denselben Einzeltieren, Varianten, Zeitpunkten, Melkzeiten und Phasen berücksichtigt.

## Versuchsaufbau

Die Untersuchung fand zwischen November 2004 und Mai 2005 auf dem Versuchsbetrieb der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART statt. Untersucht wurden zehn Kühe der Rasse Brown Swiss und fünf der Rasse Schweizer Fleckvieh. Vier der Tiere befanden sich in der ersten Laktation, die übrigen elf in den Laktationen zwei bis acht. Ein Autotandem-Melkstand der Firma Gea Westfalia Surge Suisse (2x3 Plätze, Melkvakuum: 42 kPa) wurde mit über spezielle Lautsprechersysteme (Abb. 1) erzeugten definierten Luft- und Körperschallintensitäten gleichmässig beschallt. Die in der Tabelle 1 beschriebenen Varianten

### Definition von Lärm und Vibration

In Fachkreisen spricht man von Luftschall (Lärm) und Körperschall (Vibrationen). Mechanische Schwingungen und Wellen in einem elastischen Medium wie Luft, Körper oder Flüssigkeit nennt man Schall. Grundsätzlich kann man davon ausgehen, dass der Ursprung von Schall durch mechanisch Einwirkung von Maschinen und Anlagen entsteht.

Schall, der sich in der Luft in Form von Schallwellen ausbreitet, ist Luftschall und wird in dB(A) gemessen. Schall, der sich in einem festen Medium mit Frequenzen von mehr als 20 Hz (Hörbereich) ausbreitet, ist Körperschall und wird in m/s<sup>2</sup> (Beschleunigung) gemessen.

## Durchführung und Ergebnisse

### Verhaltensparameter

Die Erfassung des Tierverhaltens erfolgte während der gesamten Melkung mittels Direktbeobachtungen. Die Beobachtungen fanden an zwei Tagen während insgesamt vier Melkzeiten pro Versuchswoche statt, jeweils zweimal morgens und abends. Als Verhaltensmerkmale für das Vorhandensein einer Belastungssituation wurden das unfreiwillige Betreten des Melkstands, das Einklemmen des Schwanzes zwischen den Hinterbeinen, das Schlagen in Richtung des Melkzeugs sowie Koten und Harnen während des Aufenthalts im Melkstand definiert. Zudem wurde die Häufigkeit der «Trippelphasen», das heisst das unruhige Verlagern des Gewichts von einem auf den anderen Hinterfuss, während des Melkens erfasst.

In Phase III war, mit Ausnahme des unfreiwilligen Betretens des Melkstands, der Anteil der Tiere, die ein Verhaltensmerkmal zeigten, das auf eine belastende Situation schliessen lässt, niedriger als während der ersten beiden Versuchsphasen (Abb. 2 und 3; eine Übersicht über alle Ergebnisse ist in Tab. 2 dargestellt). Der Anteil Kühe mit eingeklemmtem Schwanz war während der Versuchsvarianten A, B und C signifikant höher als bei den jeweiligen Kontrollvarianten 0 (Abb. 2). Dies würde grundsätzlich für eine negative Beeinflussung des Wohlbefindens der Tiere durch Lärm und Vibrationen sprechen. Eine vollständige Einordnung dieser Ergebnisse ist jedoch nicht möglich, da

Phase	Variante	Lärm [dB(A)]	Vibrationen [m/s <sup>2</sup> ]	Zeitraum (Kalenderwoche)
I	A	70	0,5	46–48 (2004)
	0	70	0	49–51 (2004)
II	B	80	0	2–4 (2005)
	0	70	0	5–7 (2005)
III	C	80	0,5	17–19 (2005)
	0	70	0	20–22 (2005)

Tab. 1: Zusammenfassung der Lärm- und Vibrationsintensitäten in den verschiedenen Versuchsvarianten.

Verhaltensparameter	Phase						
	I		II		III		
	Variante A 70 dB(A) 0,5 m/s <sup>2</sup>	Variante 0 70 dB(A) 0 m/s <sup>2</sup>	Variante B 80 dB(A) 0 m/s <sup>2</sup>	Variante 0 70 dB(A) 0 m/s <sup>2</sup>	Variante C 80 dB(A) 0,5 m/s <sup>2</sup>	Variante 0 70 dB(A) 0 m/s <sup>2</sup>	Variante 0 70 dB(A) 0 m/s <sup>2</sup>
Unfreiwilliges Betreten [%]	16,9 (± 5,6)	30,0 (± 5,4)	25,8 (± 3,0)	20,0 (± 4,9)	28,9 (± 4,8)	28,9 (± 4,4)	
Schlagen [%]	17,1 (± 2,9)	31,1 (± 3,3)	27,8 (± 2,9)	23,3 (± 2,3)	10,0 (± 3,8)	10,0 (± 1,5)	
Eingeklemmter Schwanz [%]	45,2 (± 11,9)	31,1 (± 4,4)	17,6 (± 2,7)	4,4 (± 1,4)	8,9 (± 3,3)	0,0 (± 0,0)	
Koten und Harnen [%]	20,5 (± 6,2)	27,8 (± 6,8)	19,4 (± 4,7)	13,3 (± 1,7)	16,7 (± 3,3)	7,8 (± 2,0)	
Trippelphasen [n]	5,2 (± 0,9)	5,7 (± 0,5)	4,9 (± 0,4)	4,3 (± 0,3)	3,2 (± 0,3)	2,9 (± 0,2)	

Tab. 2: Mittelwerte (über alle Melkzeiten und/oder Tiere) und Standardfehler der untersuchten Parameter des Verhaltens (Anteil Tiere in Prozent und/oder Anzahl Phasen) in Abhängigkeit von den verschiedenen Varianten und Versuchsphasen.

systematische Untersuchungen bezüglich dieses Merkmals in Zusammenhang mit Stress bei Kühen in Melkständen bislang fehlen.

Sowohl Lärm als auch Vibrationen hatten keinen Einfluss auf den Anteil Kühe, die den Melkstand nicht freiwillig betreten haben, und auf die Anzahl Trippelphasen wäh-

rend des Melkens. Bezüglich des Anteils der Kühe, die mindestens einmal während einer Melkung geschlagen haben, konnten je nach Phase nur widersprüchliche Unterschiede festgestellt werden. Allerdings ist aus der Literatur bekannt, dass dieser Verhaltensparameter bereits innerhalb von zwei Tagen stark variiert (Van Reenen et al., 2002).

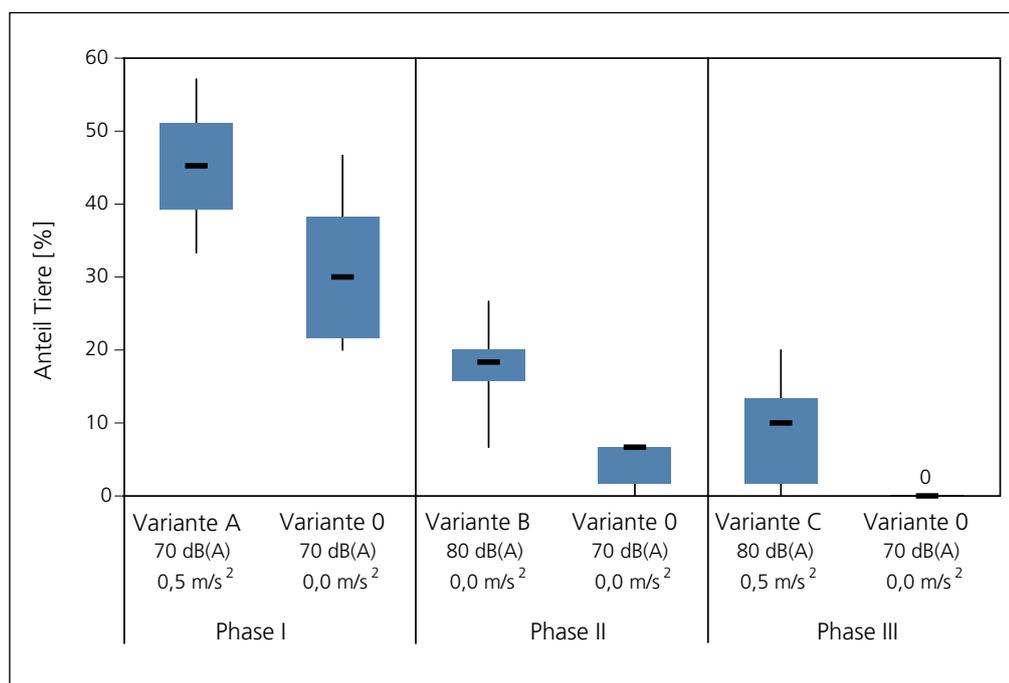


Abb. 2: Anteil Kühe mit eingeklemmtem Schwanz während des Melkens je nach Varianten von Lärm und Vibrationen sowie Versuchsphasen.

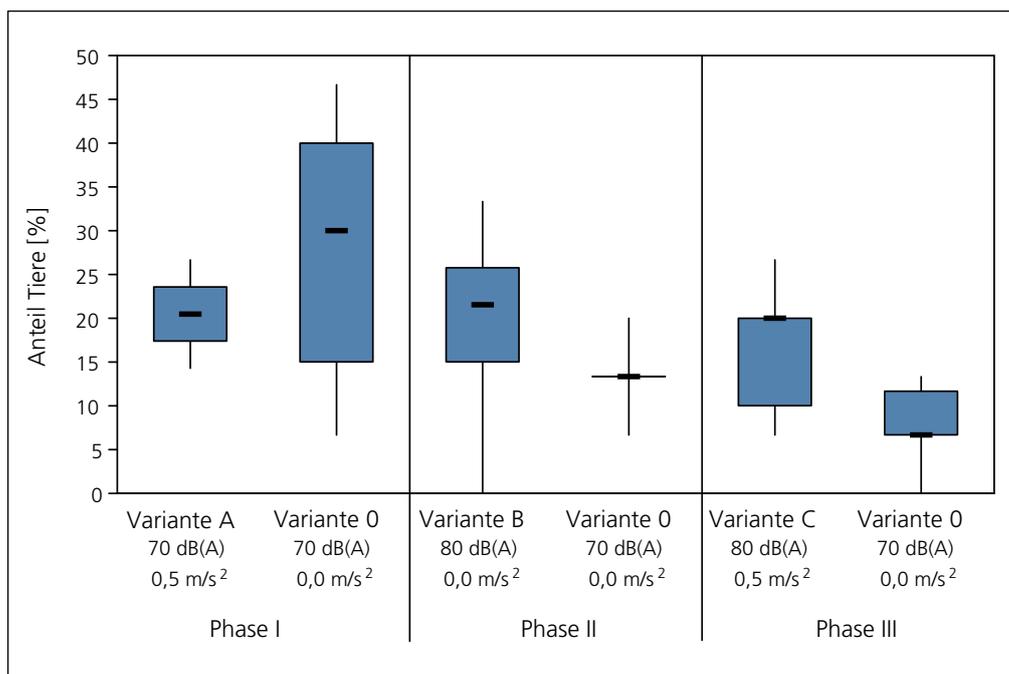


Abb. 3: Anteil Kühe, die während des Melkens koten und harnen je nach Varianten von Lärm und Vibrationen sowie Versuchsphasen.

Aus diesem Grund lassen die festgestellten Unterschiede nicht auf eine belastende Melksituation schließen. MelkerInnen beobachten wiederholt, dass bei Melkproblemen die Kühe häufig vermehrt koten und harnen. In der vorliegenden Untersuchung zeigten die Kühe, insbesondere bei den Varianten B und C mit einem Lärmpegel von 80 dB(A), im Vergleich zu den Kontrollvarianten häufigeres Koten und Harnen (Abb. 3). Allerdings koteten entgegen den Erwartungen während der Kontrollvariante 0 nach Variante A mit Vibrationen mehr Tiere. Die Unterschiede sind im absoluten Niveau relativ klein. Beispielsweise bedeutet ein signifikanter Anstieg von 13,2 Prozent des Verhaltensparameters «Schwanz einklemmen» in einer Herde von 30 Kühen lediglich eine Zunahme um vier Tiere. Die erfassten Unterschiede sind möglicherweise ein Indiz für durch Lärm und Vibrationen hervorgerufenen Unwohlsein, können jedoch auch durch andere Einflussgrößen verursacht worden sein. Die Abweichungen in Phase III sind eventuell auf die Jahreszeit beziehungsweise die Lufttemperatur zurückführbar; die Versuchsphasen I und II wurden im Winter durchgeführt, Phase III im Frühling beziehungsweise im Frühsommer bei deutlich wärmeren Temperaturen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen stehen in deutlichem Widerspruch zu den Ergebnissen von Nosal et al. (2004). In diesen vorangegangenen Untersuchungen auf Praxisbetrieben zeigten die Tiere ausgeprägte Verhaltensauffälligkeiten wie zum Beispiel Koten und Harnen oder Schlagen nach dem Melkzeug, wenn sie während des Melkens Lärm und Vibrationen ausgesetzt waren.

### Herzfrequenz

Die Herzfrequenz wurde während zehn Melkzeiten pro Woche mit Herzfrequenzmessgeräten der Marke Polar S810i gemessen. Diese waren in speziell angefertigte Bauchgurte integriert (Abb. 4). Ausgewertet wurden jeweils die Mittelwerte der Herzfrequenz aus fünf Minu-

ten von 15, 10 und 5 Minuten vor dem Melken (VMZ), während des Melkens sowie 5, 10 und 15 Minuten nach dem Melken (NMZ). Bei Melkzeiten über fünf Minuten wurden jeweils die ersten und die letzten fünf Minuten betrachtet (Melken 1 und 2), wobei es bei Zeiten unter zehn Minuten Überschneidungen gab.

Wie die Ergebnisse in Abbildung 5 zeigen, hatten die Kühe während Phase III signifikant niedrigere Herzfrequenzen als während der Phasen I und II. Dies könnte auf die höheren Temperaturen während der Phase III zurückzuführen sein, da die Herzfrequenz mit zunehmenden Temperaturen sinken kann (Bayer 1969, Miescke et al. 1978). Zudem waren die Werte über den gesamten Versuchszeitraum hinweg während der Morgenmelkungen niedriger als am Abend. Während allen Versuchsphasen I, II und III stieg die Herzfrequenz vor dem Melken leicht an, während des Melkens sank sie unter das Ausgangsniveau, was darauf schließen lässt, dass sich die Tiere entspannen. Vergleichbare Ergebnisse von Hopster et al. (1998), Hopster et al. (2002) und Wenzel et al. (2003) bestätigen diese Annahme.

Nach dem Melken begeben sich die Kühe üblicherweise zum Futtertisch, und die Herzfrequenz steigt wieder. Bei einem Lärmpegel von 80 dB(A) (Variante B) ist – verglichen mit der Kontrollvariante 0 – hinsichtlich der Herzfrequenz kein Unterschied erkennbar. Dies entspricht Erkenntnissen aus anderen Untersuchungen, die ergaben, dass ein Lärmpegel von 85 dB(A) beim Melken zwar zu einer erhöhten Herzfrequenz führt, allerdings nur am ersten Tag der Versuchsphase – danach stellt sich ein Gewöhnungseffekt ein (Arnold et al. 2007). Auch bei einer Vibrationsintensität von 0,5 m/s<sup>2</sup> (Variante A) zeigten die Tiere keinen Unterschied im Vergleich zur Kontrollvariante.

Hingegen wurde bei der Kombination von Lärm und Vibrationen (Variante C) bereits 15 Minuten vor dem Betreten des Melkstands ein statistisch gesicherter Anstieg der Herzfrequenz festgestellt. Allerdings betrug der Unterschied zwischen den Varianten C und 0 in Phase III im Durchschnitt nicht mehr als sechs Schläge pro Minute.



Abb. 4a: Aufbau des Gurtsystems zur Erfassung der Herzfrequenz; 1) elastischer Gurt; 2) Verschluss mit 3) Filzunterlage; 4) Schwamm; 5) zusätzliche Kontaktfläche; 6) Stoffbahn mit darunter liegendem Draht; 7) Filzüberzug; 8) Aluminiumgehäuse mit Deckel; 9) Empfänger Polar S810i. (Foto: ART)

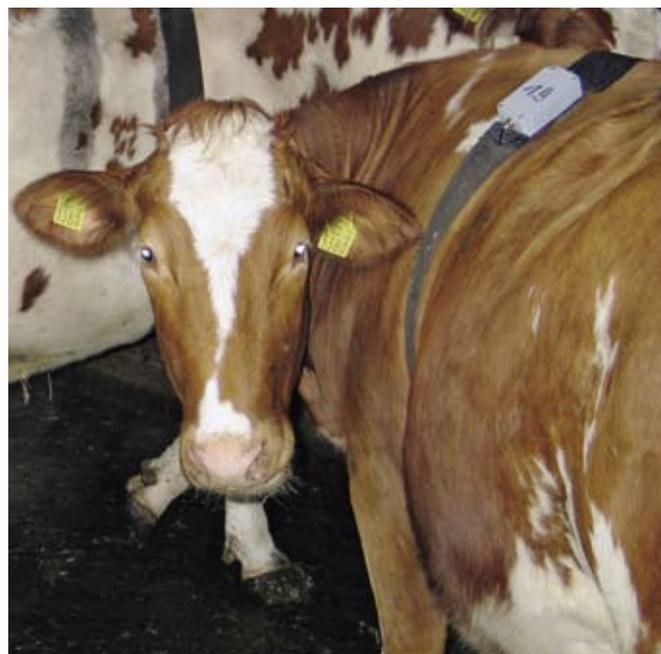


Abb. 4b: Gurtsystem am Tier.

(Foto: ART)

Hopster et al. (1995) stellten bei der für die Kuh sehr belastenden Trennung vom Kalb einen doppelt so hohen Anstieg der Herzfrequenz fest. Der in der vorliegenden Studie festgestellte Anstieg der Herzfrequenz lässt also auf eine negative Erwartungshaltung der Tiere schließen, allerdings liegen die Werte immer noch im physiologisch normalen Bereich von 55 bis 80 Schlägen, eine stressbedingte Veränderung des Melkverhaltens ist bei diesen Werten nicht zu erwarten.

### Eutergesundheit

Parameter für die Eutergesundheit war der somatische Zellgehalt. Einmal pro Woche wurden von jedem Tier Milchproben des Gesamtgemelks entnommen und durch den Schweizer Braunviehzuchtverband analysiert. Die Zellzahl lag bei allen Varianten unter 60000 Zellen/ml Milch und damit unter dem Grenzwert von 100000 Zellen/ml Milch, der als Indikator für gesunde Euter gilt. Ein Unterschied zwischen den Versuchs- und Kontrollvarianten konnte nicht festgestellt werden.

Nosal et al. (2004) stellten hingegen einen deutlichen Zusammenhang zwischen Lärm- beziehungsweise Vibrationsintensität und der Zellzahl fest. Diese Untersuchungen wurden jedoch auf Praxisbetrieben durchgeführt, welche die oberen Grenzen für Lärm (70dB[A]) und Vibrationen (0,3m/s<sup>2</sup>) überschritten hatten und deren Melkstände gemäss den Empfehlungen in FAT-Berichte Nr. 625 saniert wurden. Nach der Sanierung waren die Lärm- und Vibrationsintensitäten niedriger, und es wurde eine deutliche Verbesserung der Eutergesundheit festgestellt. Im Gegensatz dazu wurden in der vorliegenden Untersuchungen Lärm und Vibrationen künstlich hergestellt, Veränderungen an der Melkanlage wurden während der Versuche nicht vorgenommen. Dies lässt darauf schließen, dass nicht Lärm und Vibrationen die Eutergesundheit negativ beeinflussen, sondern deren Ursachen (z.B. Installations- und Montagefehler).

### Auswirkungen auf Melkende

Die Befragung der beiden Melker ergab, dass sie sich durch die Vibrationen nicht beeinträchtigt fühlten beziehungsweise diese kaum wahrnahmen. Da die Vibrationen künstlich erzeugt wurden, vibrierten nur das Gerüst und die Kotbleche. Mit ihnen kommt die Melkperson nicht oder nur kurz in Kontakt.

Einen Lärmpegel von 80dB(A) (Variante B und C) empfanden beide Melker als sehr unangenehm, allerdings insofern akzeptabel, als dass die Dauer dieser Belastung von Anfang an auf jeweils drei Wochen begrenzt war. Mit diesem Hintergedanken war die Situation erträglicher. Dauerhaft unter diesen Bedingungen zu arbeiten, wäre für beide Melker inakzeptabel. Als besonders negativ wurde die Tatsache empfunden, dass der Lärmpegel die natürlichen Melkgeräusche überlagert. So nahmen sie beispielsweise Lufteinbrüche nicht mehr wahr oder bemerkten zum Teil nicht einmal das Abschlagen von Melkzeugen.

Die Belastung war während keiner Variante so gross, dass die Melker mit gereiztem Verhalten reagierten. Dies ist auch darauf zurückzuführen, dass ein Ende der Versuchsbedingungen absehbar war. Ausserdem waren sie nach eigener Aussage von Anfang an bemüht, allfällig auftretende Aggressivität und Gereiztheit nicht an den Tieren auszulassen. Die Melker hatten sich so anders mit der Versuchssituation auseinandergesetzt, als sie es unter Praxisbedingungen tun würden.

Auswirkungen der Versuchsbedingungen auf das Melkverhalten wurden nicht beobachtet. Ebenfalls stellten beide Melker keine Unterschiede hinsichtlich des Tierverhaltens fest.

### Schlussfolgerungen

Nach Nosal et al. (2004) beobachten TierhalterInnen nach der Umstellung auf neue Melkstände mit hohen Lärm- und

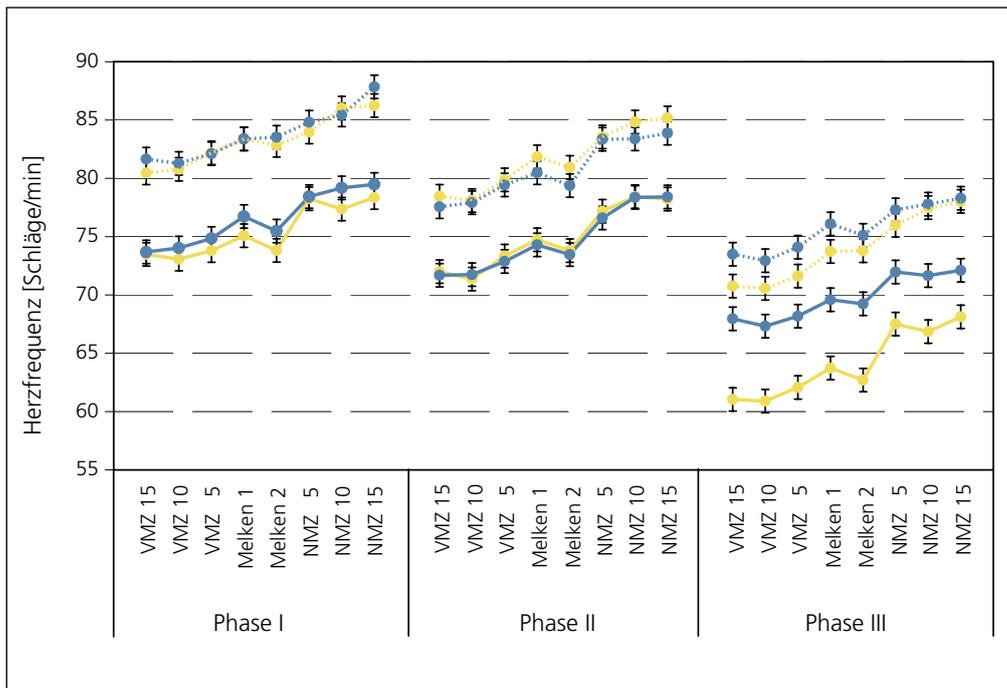


Abb. 5: Herzfrequenz in Abhängigkeit von den verschiedenen Varianten und Phasen vor, während und nach den Melkungen, jeweils morgens und abends. — (Variante 0, morgens), — (Variante A, B, C, morgens), ..... (Variante 0, abends) und ..... (Variante A, B, C, abends) stehen für Mittelwerte (mit Standardfehler) pro Tier, Variante und Melkzeiten.

Vibrationsintensitäten häufig deutliche Veränderungen im Tierverhalten sowie eine Erhöhung des somatischen Zellgehalts der Milch. Diese Beobachtungen konnten im standardisierten Versuch mit künstlich erzeugtem Lärm beziehungsweise künstlich erzeugten Vibrationen bei unveränderter Melkanlage nicht bestätigt werden. Dieses Ergebnis lässt darauf schließen, dass die negativen Auswirkungen auf Melkverhalten, Wohlbefinden und Gesundheit der Kühe nicht durch Lärm und Vibrationen selbst verursacht werden. Vielmehr sind die von Nosal et al. (2004) beschriebenen Probleme beim Melken primär auf deren Ursachen (Installations- und Montagefehler) zurück-

zuführen. Insbesondere die daraus resultierenden Vakuumschwankungen in den Luft- und Milchleitungen und als Konsequenz auch Schwankungen des zitrennendigen Vakuums scheinen das Wohlbefinden der Tiere einzuschränken. Mit der Beseitigung der Verursacher von Lärm und Vibrationen gemäss den Empfehlungen der FAT-Berichte Nr. 625 verbesserte sich die Vakuumstabilität, die Lärm- und Vibrationsintensitäten nahmen deutlich ab. Tier- und Melkverhalten sowie die Eutergesundheit verbesserten sich. Beratungsempfehlungen sollten sich daher auf die Beseitigung der Ursachen von Lärm und Vibrationen konzentrie-



Abb. 6: Weder Lärm noch Vibrationen beeinträchtigen das Melken massgeblich. (Foto: ART)



Abb. 7: Die Tiere sollen den Melkstand mit einer positiven Erwartungshaltung betreten. (Foto: ART)

ren; alleiniges Anbringen von geräusch- und vibrationsdämmenden Materialien zur Reduktion von Lärm und Vibrationen ist nicht unbedingt genügend im Hinblick auf die Verbesserung der Eutergesundheit und des Wohlbefindens der Tiere. Bei vorhandenen Problemen, wie sie in der Problemstellung definiert sind, kann das Vorhandensein von Lärm und Vibrationen als Indikator für eine fehlerhaft installierte Melkanlage dienen.

Mit Blick auf den Menschen gilt es, das Geräuschniveau im Melkstand möglichst tief zu halten. Ansonsten leidet die Arbeitsqualität und eine gestresste Melkperson wirkt sich in der Regel ebenfalls negativ auf die Tiere aus.

## Literatur

Arnold N. A., Ng K. T., Jongman E. C., Hemsworth P. H. 2007. The behavioural and physiological responses of dairy heifers to taperecorded milking facility noise with and without a pretreatment adaptation phase. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 106, 13–25.

Bayer A. 1969. Rhythmische Veränderungen der Herzfrequenz aufgestallter Milchkühe. *Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift* 18, 345–346.

Gygax L., Nosal D. 2006. Contribution of vibration and noise during milking to the somatic cell count of milk. *J. Dairy Sci.* 89, 2499–2502.

Hopster H., O'Connell J. M., Blokhuis H. J. 1995. Acute effects of cow-calf separation on heart rate, plasma cortisol and behaviour in multiparous dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44, 1–8.

Hopster H., Van der Werf J. T. N., Blokhuis H. J. 1998. Side preference of dairy cows in the milking parlour and its

effects on behaviour and heart rate during milking. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44, 1–8.

Hopster H., Bruckmaier R. M.; Van der Werf J. T. N., Korte S. M., Macuhova J., Korte-Bouws G., Van Reenen C. G. 2002. Stress responses during milking; comparing conventional and automatic milking in primiparous dairy cows. *J. Dairy Sci.* 85, 3206–3216.

Miescke B., Johnson E. H., Weniger J. H., Steinhilber D. 1978. Der Einfluss von Wärmebelastung auf Thermoregulation und Leistung laktierender Kühe. *Zeitung für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie* 95, 259–268.

ISO 5707, 1996. Milking machine installations – Construction and performance, Second edition 1196–07–07, 23. S.

Nosal D., Rutishauser R., Bilgery E., Oertle A. 2004. Lärm und Vibrationen als Stressfaktoren beim Melken. *FAT-Berichte Nr. 625*, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.

Schweizer Milchproduzenten, 2006. Branchenstandard Installation und Service von Melkanlagen, Anhang 3, Absatz 7.

Van Reenen C.G., Van der Werf J.T.N., Bruckmaier R.M., Hopster H., Engel B., Noordhuizen J.P.T.M. Blokhuis H.J. 2002. Individual differences in behavioural and physiological responsiveness of primiparous dairy cows to machine milking. *J. Dairy Sci.* 85, 2551–2561.

Wenzel, C.; Schönreiter-Fischer, S.; Unshelm, J. 2003: Studies on step-kick behaviour and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livestock Production Science* 83, 237–246.

Anfragen über andere landtechnische Probleme sind an die unten aufgeführte Beratung für Landtechnik zu richten.  
Weitere Publikationen und Prüfberichte beziehen Sie direkt bei ART:  
Tel. 052 368 31 31, Fax 052 365 11 90, [doku@art.admin.ch](mailto:doku@art.admin.ch), [www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

- ZH** Berger Stephan, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 52  
Blum Walter, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 98 24  
Mayer Gerd, Strickhof,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 99 16
- BE** Marti Fritz, Inforama Rütli und Waldhof,  
Zollikofen, Telefon 031 910 52 10  
Hofmann Hans Ueli, Inforama Rütli und Waldhof,  
3052 Zollikofen, Telefon 031 910 51 54
- LU** Moser Anton, LBBZ Schüpfheim,  
6170 Schüpfheim, Telefon 041 485 88 00  
Widmer Norbert, LBBZ, Sennweidstrasse,  
6276 Hohenrain, Telefon 041 914 30 77
- UR** Hörler Cyrill, LBBZ Seedorf,  
6462 Seedorf, Telefon 041 870 14 94
- SZ** Landolt Hugo, Landw. Schule Pfäffikon,  
8808 Pfäffikon, Telefon 055 415 79 22
- OW** Amgarten Martin, Amt für Landwirtschaft und  
Umwelt, 6061 Sarnen, Telefon 041 666 63 15  
Müller Erwin, BWZ Obwalden,  
6074 Giswil, Telefon 041 675 16 16
- NW** Schlegel Sabrina, Amt für Landwirtschaft,  
Kreuzstr. 2, 6371 Stans, Telefon 041 618 40 01
- GL** Amt für Landwirtschaft, Postgasse 29,  
8750 Glarus, Telefon 055 646 66 40
- ZG** Gut Willi, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 54  
Villiger Albert, LBBZ Schluechthof,  
6330 Cham, Telefon 041 784 50 59
- FR** Zwahlen Fabian, Landw. Schule Grangeneuve,  
1725 Posieux, Telefon 026 305 58 50
- SO** Ziörjen Fritz, Landw. Bildungszentrum Wallierhof,  
4533 Riedholz, Telefon 061 552 21 21
- BL** Ziörjen Fritz, Landw. Zentrum Ebenrain,  
4450 Sissach, Telefon 061 552 21 21
- SH** Hauser Peter, LBZ Charlottenfels,  
8212 Neuhausen, Telefon 052 674 05 20
- AI** Landw. Beratungsdienst AI, Gaiserstrasse 8,  
9050 Appenzell, Telefon 071 788 95 76
- AR** Vuilleumier Marc, Landwirtschaftsamt AR,  
9102 Herisau, Telefon 071 353 67 56
- SG** Lehmann Ueli, Landw. Zentrum SG,  
9465 Salez, Telefon 081 758 13 19  
Steiner Gallus, Landw. Zentrum SG,  
9230 Flawil, Telefon 071 394 53 94
- GR** Merk Konrad, LBBZ Plantahof,  
7302 Landquart, Telefon 081 307 45 35
- AG** Astrid Böll, LBBZ Liebegg,  
5722 Gränichen, Telefon 062 855 86 27
- TG** Baumgartner Christof, BBZ Arenenberg,  
8268 Salenstein, Telefon 071 663 33 06  
Dubach Michael, BBZ Arenenberg,  
8570 Weinfelden, Telefon 071 626 10 50
- TI** Müller Antonio, Ufficio consulenza agricola,  
6501 Bellinzona, Telefon 091 814 35 53
- AGRIDEA**  
Abteilung Landtechnik,  
8315 Lindau, Telefon 052 354 97 00