

Effet du bruit et des vibrations de la salle de traite sur l'animal

Maren Kauke et Pascal Savary, Station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, 8356 Ettenhausen

Renseignements: Maren Kauke, e-mail: maren.kauke@art.admin.ch, tél. +41 52 368 31 31



Atmosphère calme lors de la traite. (Photo : Robert Meier, ART)

Introduction

Même dans les salles de traite modernes et répondant aux normes, des problèmes peuvent se présenter dans les différentes phases de la traite. Par exemple, des vaches ne se rendent pas de leur plein gré dans la salle de traite, elles sont agitées, elles urinent et défèquent plus fréquemment. Parallèlement, leur comportement pendant la traite change et l'état de santé de la mamelle se détériore. Nosal *et al.* (2004) ont montré que les bruits et les vibrations peuvent être la cause de ces problèmes. Dans leurs études, ils ont mesuré une intensité sonore allant jusqu'à 70 dB(A) et des vibrations comprises entre 0,1 et 0,2 m/s² dans des exploitations présentant une bonne santé de la mamelle. Dans les exploitations à problèmes,

des bruits dépassant 70 dB(A) et des vibrations de plus de 0,3 m/s² ont été enregistrés. Enfin, ils ont constaté que, dans les exploitations où les teneurs en cellules du lait restaient en dessous de 200 000/ml, les bruits étaient d'une intensité inférieure à 70 dB(A) et les vibrations à moins de 0,3 m/s². Le bruit et les vibrations sont liés en premier lieu à la construction et au montage des différents composants de l'installation de traite, comme la pompe à vide, le régulateur de vide, les pulsateurs, le système de conduites et la pompe à lait. Suivant l'installation et le montage de ces différents éléments, des fluctuations de vide importantes peuvent survenir dans les conduites d'air et de lait, occasionnant du bruit et des vibrations. Enfin, certaines particularités des bâtiments peuvent également influencer le volume sonore. En mo-

difiant l'installation de traite de manière appropriée, le bruit et les vibrations peuvent être ramenés à un niveau inférieur à 70 dB(A), respectivement 0,1 m/s². Gyax *et al.* (2006) ont constaté une baisse significative du nombre de cellules du lait après une réduction des vibrations liée à une rénovation de l'installation de traite.

Des seuils limites de bruit et de vibrations sont fixés pour les humains, mais aucune indication n'existe à ce propos pour les animaux. Le projet avait pour but, à l'aide de paramètres éthologiques et physiologiques appropriés, d'évaluer l'ampleur du stress causé à l'animal par le bruit et les vibrations durant la traite.

Matériel et méthode

Dispositif expérimental

L'étude a eu lieu entre novembre 2004 et mai 2005 sur l'exploitation d'essai de la station de recherche Agroscope Reckenholz-Tänikon ART. Elle a porté sur dix vaches de la race «Brown Swiss» et cinq de la race «Tachetée Rouge Suisse». Quatre des animaux étudiés étaient en première lactation, les onze autres entre leur deuxième et huitième lactation. Des systèmes de haut-parleurs spéciaux ont été mis en place dans une salle de traite autotandem de la maison GEA WestfaliaSurge (2×3 places, vide de traite: 42 kPa) afin d'obtenir des intensités définies de bruit et de vibrations (variante A: 70 dB(A)/0,5 m/s²; variante B: 80 dB(A)/0 m/s²; variante C: 80 dB(A)/0,5 m/s²; variante 0: 70 dB(A)/0 m/s²). Chacune des variantes A, B et C a été étudiée pendant trois semaines, tandis que la variante témoin 0 (état d'origine) a été appliquée à chaque fois à l'issue des variantes A, B et C. L'essai a été subdivisé en trois phases (I, II et III). Pendant les phases I et II, les températures extérieures moyennes étaient comprises entre -1 et 2 °C, pendant la phase III, elles fluctuaient entre 11 et 15 °C.

Paramètres relevés

Le comportement des animaux durant la traite a été saisi au moyen d'observations directes. Elles ont eu lieu pendant deux jours, soit sur quatre traites au total par semaine d'essai. Le comportement des animaux de l'essai a en outre été enregistré une fois le matin et une fois le soir. Pour évaluer une situation de stress, les paramètres suivants ont été pris en considération: la vache ne pénètre pas de son plein gré dans la salle de traite, elle a la queue serrée entre les jambes, elle donne des coups en direction de l'unité trayeuse, elle défèque et urine pendant son séjour dans la salle de traite. L'évaluation a consisté à déterminer la part de vaches chez qui se manifestaient les différents paramètres de comportement. Enfin, la fréquence des «phases de piétinement»

Résumé L'étude avait pour but d'évaluer, à l'aide de paramètres éthologiques et physiologiques appropriés, l'ampleur du stress causé à l'animal par le bruit et les vibrations lors de la traite. Du bruit et des vibrations ont été produits à différentes intensités dans une salle de traite autotandem au moyen de haut-parleurs spéciaux: variante A: 70 dB(A)/0,5 m/s²; variante B: 80 dB(A)/0 m/s²; variante C: 80 dB(A)/0,5 m/s²; variante 0: 70 dB(A)/0 m/s². Les variantes A, B et C ont été chacune appliquées pendant trois semaines. La variante témoin 0 a été étudiée à chaque fois à l'issue des variantes A, B et C. Les paramètres suivants ont été relevés: comportement des animaux, fréquence cardiaque pendant la traite et santé de la mamelle. Le bruit (variante A), les vibrations (variante B), ou les deux combinés (variante C) ont entraîné une hausse significative du nombre d'animaux ayant la queue serrée entre les jambes. La variante C a également eu tendance à augmenter la défécation et la miction pendant le séjour en salle de traite. La fréquence cardiaque était aussi significativement plus élevée dans la variante C que dans la variante 0. Aucune différence n'a pu être identifiée sur le plan de la santé de la mamelle. Les résultats montrent que les vaches peuvent être perturbées par le bruit et les vibrations, mais les différences observées entre les variantes d'essai et le témoin étaient si faibles en valeur absolue qu'elles ne permettent pas de conclure à une réduction du bien-être des animaux.

pendant la traite a été également calculée. La fréquence cardiaque a été mesurée durant dix traites par semaine à l'aide d'appareils de la marque Polar S810i, intégrés à des ceintures ventrales spécialement conçues à cet effet. La mise en valeur a porté sur les moyennes de cinq minutes de fréquences cardiaques relevées 15, 10 et 5 minutes avant la traite (AvT), pendant la traite, ainsi que 5, 10 et 15 minutes après la traite (ApT). Lorsque la durée de la traite dépassait cinq minutes, les cinq premières et les cinq dernières minutes (traites 1 et 2) ont été considérées. Il y a donc eu des recouvrements lorsque la durée de la traite était inférieure à dix minutes.

Le paramètre utilisé pour déterminer la santé de la mamelle était la teneur du lait en cellules somatiques. >

Une fois par semaine, un échantillon était prélevé sur la traite totale de chaque animal et analysé par la Fédération d'élevage de la Race Brune.

Evaluation statistique

Les données ont été évaluées statistiquement au moyen de modèles linéaires généralisés mixtes (méthode lme, Pinheiro et Bates, 2000, ou méthode glmmPQL, Venables et Ripley, 2002) avec R 1.9.1 (R Development Core Team, 2004). Les variables explicatives étaient les différentes variantes (0, A, B et C), les périodes avant, pendant et après la traite, les traites (le matin et le soir) ainsi que les phases d'essai. Les effets aléatoires étaient l'animal (fréquence cardiaque, phases de piétinement), respectivement les traites (refus d'entrer de son plein gré, coups, queue serrée, défécation et miction), réparties suivant les situations expérimentales, elles-mêmes hiérarchiquement structurées en phases d'essais. Une analyse graphique des résidus a également été effectuée afin de contrôler les hypothèses prises pour les modèles. Dans le but de remplir les exigences des modèles statistiques, les paramètres étudiés ont parfois dû subir une transformation logarithmique (phase de piétinement et défécation, miction) ou arc sinus (refus d'entrer de son plein gré).

Résultats

Paramètres de comportement

La part de vaches qui ne sont pas entrées de plein gré dans la salle de traite était plus faible dans la variante A avec des vibrations de 0,5 m/s² que dans la variante de référence 0 (tabl. 1). Cette différence n'est cependant pas significative. Aucune différence significative n'a pu être observée non plus entre les variantes B et C et la variante de référence correspondante ($F_{1,13} = 1,27$; $p = 0,281$). Concernant la part des vaches qui ont donné des

coups au moins une fois pendant une traite, un effet d'interaction statistiquement significatif entre les variantes A, B et C et les variantes de référence en fonction des phases d'essai ($F_{2,11} = 6,25$; $p = 0,015$) a été relevé. Dans la phase III, aucune différence n'a pu être observée entre la variante C et la variante témoin. Tandis qu'un pourcentage accru de vaches répondaient au paramètre «coups» dans la variante B, ce comportement était moins fréquent dans la variante A. Le nombre de vaches ayant la queue serrée entre les pattes arrière pendant les phases d'essai II et III était significativement plus bas que dans la phase d'essai I ($F_{1,13} = 38,04$; $p < 0,001$; tabl. 1). Le bruit et les vibrations, tout comme la combinaison des deux, ont conduit à une augmentation statistiquement significative du nombre de vaches avec la queue serrée entre les jambes ($F_{2,13} = 19,35$; $p < 0,001$).

Les vaches qui ont été traitées avec un volume sonore de 80 dB(A) ont eu tendance à déféquer et à uriner plus fréquemment qu'avec 70 dB(A) ($F_{1,13} = 3,42$; $p = 0,087$; tabl. 1). Pendant la phase III, elles ont déféqué et uriné significativement moins que pendant les phases I et II ($F_{2,10} = 4,10$; $p = 0,050$). Le bruit tout comme les vibrations ont eu un impact sur le nombre de phases de piétinement ($F_{1,44} = 0,01$; $p = 0,913$). Pendant la phase III, les vaches piétinaient nettement moins que dans les phases I et II ($F_{2,28} = 5,93$; $p = 0,007$).

Fréquence cardiaque

Les vaches présentaient des fréquences cardiaques significativement plus basses pendant la phase III que pendant les phases I et II ($F_{2,28} = 8,84$; $p < 0,001$; fig. 1). De plus, sur toute la période d'essai, les valeurs étaient plus faibles à la traite du matin qu'à celle du soir ($F_{1,76} = 439,07$; $p < 0,001$). Dans la variante C, la fréquence cardiaque des vaches était significativement plus élevée que pendant la variante témoin 0 (variante x phase: $F_{2,42} = 8,84$; $p < 0,001$; fig. 1), avec une différence plus mar-

Tableau 1 | Moyennes (de toutes les traites et/ou animaux) et écart-type des paramètres de comportement étudiés (part des animaux en % et/ou nombre de phases) en fonction des différentes variantes et phases d'essai.

| Paramètres de comportement | Phase | | | | | |
|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|
| | I | | II | | III | |
| | Variante A 70 dB(A) 0,5 m/s ² | Variante 0 70 dB(A) 0,0 m/s ² | Variante B 80 dB(A) 0,0 m/s ² | Variante 0 70 dB(A) 0,0 m/s ² | Variante C 80 dB(A) 0,5 m/s ² | Variante 0 70 dB(A) 0,0 m/s ² |
| Refus d'entrer de plein gré (%) | 16,9 (± 5,6) | 30,0 (± 5,4) | 25,8 (± 3,0) | 20,0 (± 4,9) | 28,9 (± 4,8) | 28,9 (± 4,4) |
| Coups (%) | 17,1 (± 2,9) | 31,1 (± 3,3) | 27,8 (± 2,9) | 23,3 (± 2,3) | 10,0 (± 3,8) | 10,0 (± 1,5) |
| Queue serrée (%) | 45,2 (± 11,9) | 31,1 (± 4,4) | 17,6 (± 2,7) | 4,4 (± 1,4) | 8,9 (± 3,3) | 0,0 (± 0,0) |
| Défécation et miction (%) | 20,5 (± 6,2) | 27,8 (± 6,8) | 19,4 (± 4,7) | 13,3 (± 1,7) | 16,7 (± 3,3) | 7,8 (± 2,0) |
| Phases de piétinement (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) |

quée pendant la traite du matin (variante x temps de traite: $F_{1,76} = 5,64$; $p = 0,020$). Les fréquences cardiaques ont progressivement augmenté pendant la période précédant la traite ($F_{7,1160} = 213,18$; $p < 0,001$). Elles baissaient ensuite légèrement jusqu'à la fin de la traite, mais remontaient dès que la vache quittait la salle de traite. Pendant la phase III, la différence entre la variante de référence et la variante d'essai était moindre après la traite que dans la période antérieure, le matin comme le soir (fig. 1).

Santé de la mamelle

Dans toutes les variantes, le nombre de cellules était inférieur à 60 000/ml et donc en dessous du seuil-limite de 100 000/ml, considéré comme indicateur de mamelles en bonne santé. Aucune différence n'a pu être constatée entre les variantes d'essai et les variantes de référence.

Discussion

A l'exception du refus d'entrer de plein gré dans la salle de traite, la part d'animaux qui présentaient un comportement de stress caractérisé était plus faible pendant la phase III que pendant les deux premières phases d'essai. Afin de pouvoir étudier les animaux sélectionnés pendant toutes les phases, les vaches choisies se trouvaient au premier tiers de leur lactation au début des essais. Par conséquent, tous les animaux se trouvaient en fin de lac-

tation durant la phase III. Contrairement à nos résultats, Van Reenen *et al.* (2002) ont constaté une augmentation des phases de piétinement et des coups jusqu'au 130^e jour de lactation. Neuffer (2006) a également relevé une multiplication du nombre de phases de piétinement au cours de la lactation. Une baisse de l'activité en phase III peut être due à la saison, plus exactement à des températures ambiantes plus élevées. Les phases d'essai I et II ont eu lieu en hiver tandis que la phase III a eu lieu au printemps, voire au début de l'été.

Les résultats de la fréquence des coups varient pendant la traite. Dans les salles de traite avec stalles individuelles, Hopster *et al.* (2002) n'ont relevé aucun coup, tandis que Wenzel *et al.* (2003) n'en relevaient que très rarement. Dans les salles de traite autotandem, Neuffer *et al.* (2004) ont observé que 28 % des vaches ont tapé au moins une fois pendant la traite. Selon Van Reenen *et al.* (2002), le nombre de coups varie significativement en l'espace de deux jours déjà. Etant donné ces résultats contradictoires, le paramètre «Coups» ne paraît pas adéquat pour indiquer si l'animal est stressé ou non pendant la traite.

La part de vaches avec la queue serrée entre les jambes était significativement plus élevée dans les variantes A, B et C que dans les variantes témoins correspondantes. Aucun essai systématique n'a été effectué jusqu'ici sur ce critère en relation avec le stress des vaches en salles de traite.

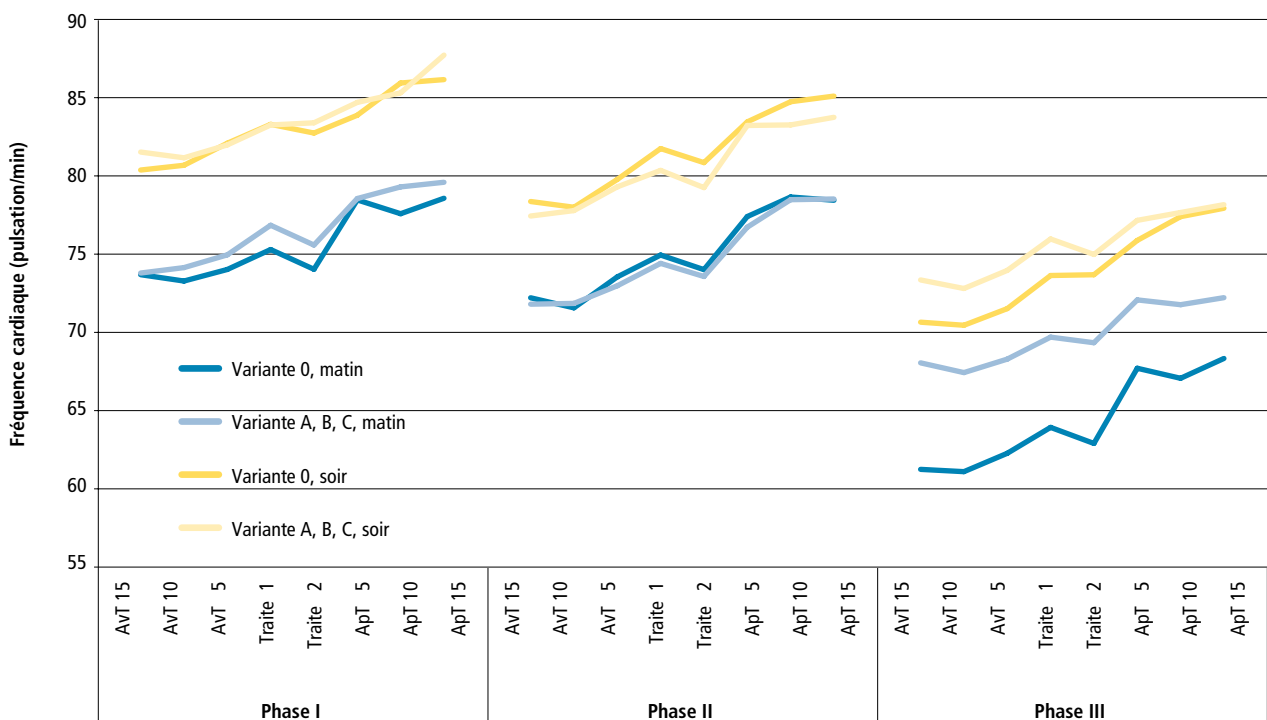


Figure 1 | Fréquence cardiaque en fonction des différentes variantes et phases, avant, pendant et après les traites, le matin et le soir.

Dans une salle de traite en épi, Hagen *et al.* (2004) ont constaté que les vaches urinaient lors de 7,5 % des traites. Un cas de défécation a été observé lors d'une seule traite. Dans le présent essai, ces deux comportements ont été enregistrés plus fréquemment chez les vaches; la défécation et l'urination sont notamment plus fréquentes dans les variantes B et C avec un volume sonore de 80 dB(A) que dans les variantes de référence.

Le niveau de la fréquence cardiaque était nettement plus bas pendant la phase III que pendant les phases I et II, peut-être à cause des températures plus élevées de la phase III car, selon Bayer (1979) et Miescke *et al.* (1978), la fréquence cardiaque baisse avec l'augmentation des températures. Avec un volume sonore de 80 dB(A) (variante B), aucune différence n'a été constatée sur le plan de la fréquence cardiaque par rapport à la variante témoin. Arnold *et al.* (2007) ont certes observé une hausse de la fréquence cardiaque lorsque le volume sonore de l'installation de traite était de 85 dB(A), mais seulement le premier jour de la phase d'essai. Par la suite, les vaches se sont acclimatées. Avec des vibrations d'une intensité de 0,5 m/s² (variante A) également, les animaux ne se comportaient pas autrement que dans la variante de référence. Par contre, lorsque bruit et vibrations étaient combinés (variante C), une hausse de la fréquence cardiaque survenait déjà 15 minutes avant l'entrée dans la salle de traite, ce qui permet de supposer que les animaux appréhendaient la situation. Les différences entre les variantes C et 0 durant la phase III n'étaient pas supérieures à 6,2 pulsations/min. en moyenne. Hopster *et al.* (1995) ont constaté une hausse de la fréquence cardiaque deux fois plus élevée lors de la séparation de la vache et de son veau, situation très stressante pour la vache. Les résultats de Hopster *et al.* (1998 et 2002) et de Wenzel *et al.* (2003) confirment les présentes observa-

tions, qui montrent une augmentation de la fréquence cardiaque lorsque l'animal pénètre dans la salle de traite suivie d'une baisse pendant la traite. Les valeurs plus élevées le soir se recoupent avec les résultats de Bayer (1969), mais pas avec ceux de Hagen *et al.* (2004) dont les valeurs étaient plus élevées le matin que le soir.

Il est difficile d'interpréter les résultats obtenus dans le cadre de la présente étude, car il manque parfois des valeurs de référence ou certaines conclusions contredisent d'autres études scientifiques. De plus, les différences sont relativement faibles en valeur absolue. Dans un troupeau de 30 bêtes, une hausse significative de 13,2 % du paramètre «queue serrée» ne représente par exemple que quatre vaches.

Selon Nosal *et al.* (2004), les éleveurs observent souvent d'importants changements de comportement de leurs animaux, ainsi qu'une hausse de la teneur du lait en cellules somatiques après l'installation de nouvelles salles de traite, où l'intensité du bruit et des vibrations est élevée. Ces observations n'ont pas pu être confirmées avec cet essai standard dans lequel les bruits et les vibrations étaient produits de manière artificielle dans une installation de traite qui, elle, était inchangée. Les problèmes de traite décrits par Nosal *et al.* (2004) s'expliquent donc en premier lieu par l'origine du bruit et des vibrations. Les fluctuations de vide dans les conduites d'air et de lait et par conséquent les fluctuations du vide à l'extrémité des trayons semblent notamment perturber le bien-être des animaux. C'est pourquoi les recommandations des conseillers devraient se concentrer sur la cause du bruit et des vibrations et y remédier; la mise en place de matériaux silencieux et amortisseurs dans le but de réduire le bruit et les vibrations ne suffit pas forcément à améliorer la santé de la mamelle et le confort de la vache. ■

Bibliographie

- Arnold N. A., Ng K. T., Jongman E. C. & Hemsworth P. H., 2007. The behavioural and physiological responses of dairy heifers to tape-recorded milking facility noise with and without a pre-treatment adaptation phase. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **106**, 13–25.
- Arnold N. A., Ng K. T., Jongman E. C. & Hemsworth P. H., 2008. Avoidance of tape-recorded milking facility noise by dairy heifers in a Y maze choice task. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **109**, 201–210.
- Bayer A., 1969. Rhythmische Veränderungen der Herzfrequenz aufgestallter Milchkühe. *Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift* **18**, 345–346.
- Bayer W., 1979. Untersuchungen zum Einfluss unterschiedlicher Luftfeuchten bei hoher Umgebungstemperatur auf Leistungseigenschaften laktierender Rinder im Klimastall. Dissertation, Technische Universität Berlin.
- 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.
- Hagen K., Lexer D., Palme R., Troxler J. & Waiblinger S., 2004. Milking of Brown Swiss and Austrian Simmental cows in herringbone parlour or an automatic milking unit. *Appl. Anim. Behav. Sci.* **88**, 209–225.
- 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.* **55**, 213–229.
- 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.

Riassunto

Effetti del rumore e delle vibrazioni sull'animale nella sala di mungitura

Lo scopo del presente studio era quello di valutare, utilizzando parametri etologici e fisiologici adeguati, quanto ampio sia lo stress causato agli animali da rumori e vibrazioni durante la mungitura. Con l'ausilio di altoparlanti speciali sono state prodotte diverse intensità di rumore e vibrazioni in una sala autotandem: variante A: 70 dB(A)/0,5 m/s²; variante B: 80 dB(A)/0 m/s²; variante C: 80 dB(A)/0,5 m/s²; variante 0: 70 dB(A)/0 m/s². Le varianti A, B e C sono state applicate ognuna per tre settimane. La variante 0 (controllo) è stata applicata di volta in volta al termine delle varianti A, B e C. Sono stati rilevati i seguenti parametri: comportamento del animale, frequenza cardiaca durante la mungitura e salute della mammella. Il rumore (variante A), le vibrazioni (variante B) e la combinazione di entrambi (variante C) hanno comportato un significativo aumento del numero di animali che tenevano la coda stretta tra le gambe. Nella variante C si è inoltre riscontrato la tendenza degli animali a aumentare la defecazione e la minzione durante la mungitura. Nella variante C anche la frequenza cardiaca risultava più elevata in modo significativo rispetto al controllo. Per quanto concerne la salute della mammella non è stata riscontrata nessuna differenza. I risultati mostrano che le mucche possono essere disturbate dal rumore e da vibrazioni, ma le differenze tra le varianti di prova ed il testimone sono risultate talmente esigue da non permettere di affermare che il benessere degli animali è compromesso.

- Miescke B., Johnson E. H., Weniger J. H. & Steinhauf D., 1978.: Der Einfluss von Wärmebelastung auf Thermoregulation und Leistung laktierender Kühe. *Zeitung für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie* **95**, 259–268.
- Neuffer I., Gygax L., Hauser R., Kaufmann C. & Wechsler B., 2004. Verhalten von Kühen während der Melkung in verschiedenen Automatischen Melksystemen. Aktuelle Arbeiten zur artgemässen Tierhaltung 2004. *KTBL-Schrift* **437**, 107–114.
- Neuffer I., 2006. Influence of automatic milking systems on behaviour and health of dairy cows. Dissertation, Universität Hohenheim.
- Nosal D., Rutishauser R., Bilgery E. & Oertle A., 2004. Lärm und Vibrationen als Stressfaktoren beim Melken. *FAT-Berichte* Nr. 625 (heute ART-Berichte), Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen.
- Pinheiro J. C. & Bates D. M., 2000. *Mixed-effects models in S and S-PLUS*. Springer, New York.

Summary

Effect of noise and vibration in milking parlour on dairy cow

The aim of this study was to record, through appropriate ethological and physiological parameters, the extent of the stress caused in animals by noise and vibration. Various intensities of noise and vibration were produced in an autotandem milking parlour by means of special loudspeaker systems (variant A: 70 dB(A)/0.5 m/s²; variant B: 80 dB(A)/0 m/s²; variant C: 80 dB(A)/0.5 m/s²; variant 0: 70 dB(A)/0 m/s²), with variants A, B and C each being implemented for three weeks. Variant 0 functioned as a control and in each case was achieved following variants A, B and C. Data collection encompassed behaviour parameters, heart rate during milking and udder health. Both noise (variant A) and vibration (variant B) as well as a combination of the two (variant C) raised significantly the number of animals which kept their tails between their legs. Variant C also showed a tendency to more frequent defecation and urination during the milking parlour. The heart rate in variant C was also significantly higher than in variant 0. No differences were found in respect of udder health. Although the results lead to the conclusion that cows can be adversely affected by noise and vibration, the differences observed between experimental and control variants were so slight in absolute terms that they gave no indication of restriction *in animals well-being*.

Key words: milking technique, noise, vibration, behaviour, heart rate.

- R Development Core Team, 2004. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, [http://www.R-project.org]
- 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 behavioral and physiological responsiveness of primiparous dairy cows to machine milking. *J. Dairy Sci.* **85**, 2551–2561.
- Venables W. N. & Ripley B. D., 2002. *Modern applied statistics with S*, fourth edition. Springer, New York.
- Wenzel C., Schönreiter-Fischer S. & Unshelm J., 2003. Studies on step-kick behavior and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livestock Production Science* **83**, 237–246.