



Zeitbudgets, Sozialverhalten und Kortisolmetabolitenkonzentrationen bei Fleckvieh- und Braunviehkühen, die in einem Roboter oder im Fischgrätenmelkstand gemolken werden
Time budgets, social behaviour and concentrations of cortisol metabolites in Austrian Simmental and Brown Swiss cows milked in a robot or a herringbone parlour

DANIELA LEXER, KRISTIN HAGEN, FRIEDRICH LEISCH, RUPERT PALME, JOSEF TROXLER, SUSANNE WAIBLINGER

Zusammenfassung

In dieser Studie wurden die Effekte zweier unterschiedlicher Melksysteme, der Rasse und des sozialen Ranges auf Kortisolmetabolitenkonzentrationen im Kot, Zeitbudgets und Sozialverhalten von Milchkühen untersucht. Zwei Versuchsgruppen zu je 30 Kühen (je 15 Braunvieh und Fleckvieh) waren unter gleichen Bedingungen aufgestellt. Eine Gruppe wurde im Einzelbox-Melkroboter mit freiem Kuhverkehr gemolken (R-Gruppe), die andere im 2x6 Fischgrätenmelkstand (MS-Gruppe). Über einen Gesamtzeitraum von 6 Wochen wurden Verhaltensparameter der Grundaktivität und des Sozialverhaltens an 12 Tagen je Gruppe erhoben. 14-tägig wurden Kotproben von jeder Kuh gesammelt, um die Konzentration an Kortisolmetaboliten als Indikator basaler adrenokortikaler Aktivität zu bestimmen. Die Datenauswertung erfolgte mit (verallgemeinerten) linearen Modellen mit gemischten Effekten.

Weder Rasse noch sozialer Rang beeinflussten die in dieser Studie erhobenen Parameter. Auch ein Effekt des Melksystems auf Kortisolmetabolitenkonzentrationen, Sozialverhalten oder Zeitbudgets von Kühen konnte nicht aufgezeigt werden, mit Ausnahme des Parameters „Fressen“: Kühe der R-Gruppe mit freiem Kuhverkehr verbrachten mehr Zeit mit Fressen als Kühe der MS-Gruppe. Somit scheint eine Haltung mit Melkroboter nicht grundsätzlich weniger tiergerecht zu sein als mit einem Fischgrätenmelkstand. Allerdings ist zu beachten, dass nur eine Herde untersucht wurde, und dass die Schlussfolgerung nur für die untersuchten Bedingungen (Herdengröße 30 Tiere, Management, Tierumgang) gilt.

Summary

We investigated the effects of two different milking systems, two different breeds, and social rank on the concentrations of faecal cortisol metabolites, the time budgets and the social behaviour of dairy cows. Two herds consisting of 30 cows (15 Brown Swiss and 15 Austrian Simmental) each were kept under similar conditions, but milked in a robotic system with free cow traffic (R-group) or a herringbone milking parlour (MS-group), respectively. Over the course of 6 weeks, time budgets and social behaviour were recorded on a total of 12 days per group. Faecal samples were collected fortnightly from each individual cow and analysed for cortisol metabolites as indicators of basal adrenocortical activity. All data were analysed with (generalised) linear mixed effects models.

Neither breed or social rank influenced the concentrations of cortisol metabolites, the social behaviour or the time budgets. The milking systems only had an effect with regard to

the time spent feeding: in the R-group with free cow traffic, cows spent more time feeding than in the MS-group. In conclusion, on the basis of the parameters investigated here, robotic milking systems are not less welfare-friendly than herringbone milking parlour systems. However, it should be kept in mind that only one herd in each system was available for investigation and that the results should not be generalised to herds that may be kept in different conditions (i.e. with regard to herd size).

1 Einleitung

Automatische Melksysteme gewannen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung. Mit Ende 2003 war die Anzahl der weltweit automatisch gemolkenen Milchviehherden auf etwa 2200 gestiegen (DE KONING und RODENBURG, 2004). Bisherige Untersuchungen möglicher Belastungen bedingt durch das automatische Melksystem fokussierten primär auf Stressreaktionen hervorgerufen durch den Melkvorgang per se (HAGEN et al., 2004; NEUFFER et al., 2004) oder zeigten Änderungen im Zeitbudget der Tiere in Abhängigkeit des sozialen Ranges auf (WIKTORSSON et al., 2003). Eventuelle Auswirkungen des Gesamtsystems auf chronische Belastungen wie auch auf das Sozialverhalten der Kühe wurden bis jetzt vernachlässigt. Ebenso wurde möglichen unterschiedlichen Reaktionen der Milchviehrassen kaum Beachtung geschenkt, wobei erste Hinweise auf Rassenunterschiede in Bezug auf automatische Melksysteme vorliegen (LEXER et al., 2003).

Deshalb wurden in der vorliegenden Studie Effekte zweier unterschiedlicher Melksysteme, zweier Milchviehrassen und des sozialen Ranges der Tiere auf die Kortisolmetabolitenkonzentrationen im Kot als Indikator für chronische Belastungen, sowie auf Zeitbudgets und Sozialverhalten von Kühen untersucht.

2 Tiere, Material und Methode

2.1 Tiere und Aufstallung

Zwei Versuchsgruppen mit je 30 Kühen (15 Fleck- und 15 Braunvieh je Gruppe) waren in demselben Außenklimastall in zwei getrennten Abteilen aufgestellt (Spaltenboden, Hochboxen mit Weichgummimatten „Farmat“[®] und Strohhackseleinstreu; 2 Tränken pro Abteil; 2 Kraftfutterstationen je Gruppe – davon eine im Melkroboter). Die Futtervorlage erfolgte einmal pro Tag kuhindividuell, wobei jede Kuh ihren eigenen Fressplatz hatte (American Calan Inc., USA). Die Tiere der Melkstand-Gruppe (MS) wurden jeweils morgens und abends in einem 2 x 6 Fischgrätenmelkstand (Happel Ltd., Germany) gemolken. Die Melkung der Melkroboter-Gruppe (R) erfolgte in einem Einzelbox-Melkroboter (Astronaut[®], Lely Industries NV, Netherlands). Die Kühe waren im Vorfeld an den Roboter gewöhnt worden, der unter freiem Kuhverkehr geführt wurde. Trockenstehende Kühe wurden in den Gruppen belassen. Erhebungen fanden von März bis April 2002 statt.

2.2 Datenerhebung

2.2.1 Zeitbudgets, Sozialverhalten und sozialer Rang

Direktbeobachtungen (7,5 Stunden je Tag und Gruppe) und 24-Stunden Videoaufnahmen fanden über einen Zeitraum von sechs Wochen sechs Mal an zwei aufeinanderfolgenden Tagen je Gruppe statt (in Summe 12 Tage je Gruppe). Zur Berechnung des Zeitbudgets je Kuh wurden von den Videos mittels scan-sampling alle fünf Minuten die Parameter „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ erhoben. Parameter des Sozialverhaltens („agonistisch erfolgreich“, „agonistisch erfolglos“, „soziales Lecken“) wurden mittels Direktbeobachtung (continuous behaviour sampling) als Häufigkeiten erhoben. Agonistische Interaktionen, welche zum Verdrängen eines Tieres führten (verdrängen, verjagen, aufjagen, drohen), gingen in die Berechnung des sozialen Ranges für jede Kuh ein (Dominanzindex nach SAMBRAUS, 1975).

2.2.2 Kortisolmetabolitenkonzentrationen

Zur Bestimmung der basalen Aktivität der Nebennierenrinde als Indikator für chronische Belastungen wurde die nicht-invasive Methode der Kortisolmetabolitenbestimmung aus dem Kot gewählt. Die Probennahme je Kuh fand 14-tägig im Zeitraum von 10:00 bis 12:30 Uhr in beiden Gruppen zeitgleich statt. Da bei Rindern die Kortisolmetaboliten im Kot mit einer Verzögerung von 10–12 Stunden ausgeschieden werden, reflektiert die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot die Kortisolproduktion der Nacht zuvor. Die Konzentration der Kortisolmetaboliten (11,17-Dioxoandrostane) wurde mittels Enzymimmunoassay nach der Methode von PALME und MÖSTL (1997) bestimmt. Proben von Kühen ab der 23. Trächtigkeitswoche wurden von der Analyse ausgeschlossen, da ab diesem Zeitpunkt die Ergebnisse der Kortisolmetabolitenanalyse durch Kreuzreaktionen der in der Trächtigkeit verstärkt ausgeschütteten plazentären Androgene verfälscht werden könnten (MÖSTL et al., 2002). Die Probenanzahl variierte von 2 bis 4 Proben je Kuh.

2.3 Statistische Analyse

Die Datenanalyse erfolgte mit dem Statistikpaket R Version 2.0.0 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2004). Für die Zeitbudgetparameter und für die (logarithmierten) Kortisolmetabolitenkonzentrationen wurden lineare Modelle mit gemischten Effekten (LMM) erstellt (BATES und SARKER, 2004). Die Analyse der Sozialverhaltensparameter erfolgte mittels verallgemeinerter linearer Modelle mit gemischten Effekten (GLMM) mit Poisson-Verteilung und Log-Link. Sowohl bei den LMMs wie auch den GLMMs wurde jeweils ein normalverteilter zufälliger Effekt pro Kuh miteinbezogen, um Unterschiede zwischen den Individuen zu berücksichtigen. Die erstellten Modelle unterschieden sich zum Teil in den untersuchten Effekten. Im Modell für die Kortisolmetabolitenkonzentration wurden die Effekte des Melksystems, der Rasse, des sozialen Ranges, des Laktationstages sowie des Wechselwirkungsterms aus Melksystem und Rasse berücksichtigt. Im Modell für die Zeitbudgetparameter wurden zusätzlich die Effekte des Trächtigkeitstages, ob laktierend oder trockenstehend, der Temperatur sowie der Milchmenge inkludiert. Das Modell für die Sozialverhaltensparameter beinhaltete die

Effekte des Melksystems, der Rasse, des Trächtigkeitstages, des Laktationstages, ob laktierend oder trockenstehend sowie den Wechselwirkungsterm aus Melksystem und Rasse.

a) Modell für die Kortisolmetabolitenkonzentrationen:

$$y = C + (\text{Melksystem} + \text{Rasse})^2 + \text{Rang} + \text{Laktationstag} + \text{Kuh} + \varepsilon$$

b) Modell für die Zeitbudgetparameter

$$y = C + (\text{Melksystem} + \text{Rasse})^2 + \text{Rang} + \text{Trächtigkeitstag} + \text{Laktationstag} + \text{Laktierend} + \text{Temperatur} + \text{Milchmenge} + \text{Kuh} + \varepsilon$$

c) Modell für die Sozialverhaltensparameter:

$$y = C + (\text{Melksystem} + \text{Rasse})^2 + \text{Trächtigkeitstag} + \text{Laktationstag} + \text{Laktierend} + \text{Kuh} + \varepsilon$$

3 Ergebnisse

3.1 Kortisolmetabolitenkonzentrationen

In der R-Gruppe betrug die Konzentration an Kortisolmetaboliten im Kot 65 [32–106] nmol/kg Kot (Median, [Minimum, Maximum]; N = 23), in der MS-Gruppe 79 [36–148] nmol/kg Kot (N = 25). Weder ein signifikanter Einfluss des Melksystems noch ein signifikanter Einfluss der anderen berücksichtigten Variablen konnte festgestellt werden. Es zeigte sich jedoch, dass unabhängig vom Melksystem Kühe der Rasse Fleckvieh tendenziell höhere Konzentrationen von Kortisolmetaboliten im Kot aufwiesen als Braunviehkühe (Tab. 1).

Tab. 1: Ergebnis des linearen Modells mit gemischten Effekten (LMM) für die Kortisolmetabolitenkonzentrationen

Results of the LMM for the concentrations of cortisol metabolites

Abhängige Variable	feste Effekte	Schätzer	t	p	
Kortisolmetabolitenkonzentration	Regressionskonstante	1,79	26,38	<0,001	***
	Melksystem (Roboter)	-0,079	-1,37	0,17	
	Rasse (Fleckvieh)	0,11	1,90	0,059	(*)
	Rang	0,064	0,75	0,45	
	Laktationstag	-0,0002	-1,18	0,24	
	Melksystem : Rasse	-0,029	-0,34	0,74	

(*): p < 0,1; *** : p < 0,001; Wechselwirkungsterm (:)

3.2 Zeitbudgetparameter

Kühe der R-Gruppe (N = 30) verbrachten 55 ± 10 % des Tages mit Liegen (Mittel \pm SD), 32 ± 8 % mit Stehen und 13 ± 4 % mit Fressen. In der MS-Gruppe (N = 30) verbrachten

Tab. 2: Ergebnisse der linearen Modelle mit gemischten Effekten (LMMs) für die Zeitbudget-Parameter „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“
 Results of the LMMs for parameters of time budgets "lying", "standing" and "feeding"

Abhängige Variable	feste Effekte	Schätzer	t	p	
Liegen	Regressionskonstante	46,76	11,39	0,0001	***
	Melksystem (Roboter)	1,86	0,57	0,57	
	Rasse (Fleckvieh)	3,03	0,91	0,36	
	Rang	-0,16	-0,035	0,97	
	Trächtigkeitstag	0,013	0,56	0,58	
	Laktationstag	-0,0071	-0,51	0,61	
	Laktierend (nein)	-4,56	-0,67	0,50	
	Temperatur	0,27	3,32	0,00095	***
	Milchmenge	0,038	0,59	0,56	
	Melksystem : Rasse	2,94	0,63	0,53	
Stehen	Regressionskonstante	41,77	10,74	< 0,001	***
	Melksystem (Roboter)	-5,00	-1,66	0,097	(*)
	Rasse (Fleckvieh)	-2,55	-0,83	0,41	
	Rang	0,46	0,11	0,92	
	Trächtigkeitstag	0,001	0,045	0,96	
	Laktationstag	-0,0002	-0,17	0,87	
	Laktierend (nein)	0,38	0,058	0,95	
	Temperatur	-0,32	-3,70	0,0002	***
	Milchmenge	-0,028	-0,42	0,67	
	Melksystem : Rasse	0,63	0,15	0,88	
Fressen	Regressionskonstante	11,39	7,72	< 0,001	***
	Melksystem (Roboter)	3,16	2,66	0,0081	**
	Rasse (Fleckvieh)	-0,43	-0,36	0,72	
	Rang	-0,26	-0,15	0,88	
	Trächtigkeitstag	-0,015	-1,82	0,070	(*)
	Laktationstag	0,0095	1,93	0,054	(*)
	Laktierend (nein)	4,43	1,82	0,069	(*)
	Temperatur	0,041	1,41	0,16	
	Milchmenge	-0,006	-0,26	0,80	
	Melksystem : Rasse	-3,59	-2,13	0,033	*

(*): $p < 0,1$; * : $p < 0,05$; ** : $p < 0,01$; *** : $p < 0,001$; Wechselwirkungsterm (:)

die Tiere 51 ± 8 % mit Liegen, 37 ± 8 % mit Stehen und 12 ± 3 % mit Fressen. Sowohl für „Liegen“ als auch für „Stehen“ erwies sich nur die Temperatur als signifikanter Effekt (je höher die Temperatur desto mehr Zeit verbrachten die Kühe mit Liegen und desto weniger Zeit mit

Stehen). In der R-Gruppe verbrachten die Kühe tendenziell weniger Zeit mit Stehen als in der MS-Gruppe, dagegen signifikant mehr Zeit mit Fressen, wobei innerhalb der R-Gruppe Fleckviehkühe signifikant weniger Zeit mit Fressen verbrachten. Weiters wurden für den Parameter „Fressen“ tendenzielle Effekte der Faktoren Trächtigkeitstag, Laktationstag und ob es sich um laktierende oder nicht laktierende Kühe handelt gefunden (Tab. 2).

3.3 Sozialverhaltensparameter

Tiere der R-Gruppe (N = 30) führten $0,75 \pm 0,12$ (mittlere Häufigkeit \pm SD je Stunde und Kuh) „agonistisch erfolgreiche“, $0,10 \pm 0,01$ „agonistisch erfolglose“ Interaktionen sowie $0,35 \pm 0,06$ soziale Leck-Interaktionen aus. In der MS-Gruppe fanden $0,89 \pm 0,11$ „agonis-

Tab. 3: Ergebnisse der verallgemeinerten linearen Modelle mit gemischten Effekten (GLMMs) für die Sozialverhaltensparameter „agonistisch erfolgreich“, „agonistisch erfolglos“ und „soziales Lecken“
Results of the GLMMs for parameters of social behaviour „successful agonistic“, „unsuccessful agonistic“ and „social licking“

Abhängige Variable	feste Effekte	Schätzer	z	p	
agonistisch erfolgreich	Regressionskonstante	1,70	10,13	<0,001	***
	Melksystem (Roboter)	- 0,029	- 0,14	0,89	
	Rasse (Fleckvieh)	0,02	0,093	0,93	
	Trächtigkeitstag	- 0,0026	- 2,79	0,0053	**
	Laktationstag	0,00057	0,91	0,36	
	Laktierend (nein)	0,38	1,37	0,17	
	Melksystem : Rasse	- 0,28	-0,93	0,36	
agonistisch erfolglos	Regressionskonstante	- 0,53	-2,96	0,003	**
	Melksystem (Roboter)	0,27	1,31	0,19	
	Rasse (Fleckvieh)	0,086	0,41	0,69	
	Trächtigkeitstag	- 0,0021	- 1,78	0,076	(*)
	Laktationstag	0,00075	0,99	0,32	
	Laktierend (nein)	0,39	1,09	0,28	
	Melksystem : Rasse	- 0,12	- 0,43	0,67	
soziales Lecken	Regressionskonstante	0,64	3,04	0,0024	**
	Melksystem (Roboter)	- 0,088	- 0,36	0,72	
	Rasse (Fleckvieh)	- 0,43	- 1,72	0,085	(*)
	Trächtigkeitstag	- 0,0014	- 1,16	0,25	
	Laktationstag	0,0019	2,39	0,017	*
	Laktierend (nein)	0,43	1,18	0,24	
	Melksystem : Rasse	0,21	0,60	0,55	

(*): $p < 0,1$; *: $p < 0,05$; **: $p < 0,01$; ***: $p < 0,001$; Wechselwirkungsterm (:)

tisch erfolgreiche“, $0,08 \pm 0,01$ „agonistisch erfolgreiche“ Interaktionen und $0,36 \pm 0,06$ mal soziales Lecken statt.

In keinem der drei hier dargestellten Sozialverhaltensparameter konnte ein Einfluss des Melksystems bestätigt werden. Tiere mit fortgeschrittener Trächtigkeit führten signifikant weniger oft „agonistisch erfolgreiche“ und tendenziell weniger oft „agonistisch erfolglose“ Interaktionen aus. Unabhängig vom Melksystem zeigten Kühe der Rasse Fleckvieh tendenziell weniger oft und Kühe mit höherem Laktationstag signifikant öfter „soziales Lecken“ (Tab.3).

4 Diskussion

Generell konnte ein Effekt des Melksystems auf chronische Belastungen, Sozialverhalten oder Zeitbudgets von Kühen nicht aufgezeigt werden. Ausnahme war der Parameter „Fressen“: Kühe der R-Gruppe mit freiem Kuhverkehr verbrachten mehr Zeit mit Fressen als Kühe der MS-Gruppe. Dieser Effekt könnte durch den Melkprozess in der MS-Gruppe bedingt sein, welcher einschließlich des Gehens zum Melkstand, des Stehens im Wartebereich, des Melkvorgangs sowie des Zurückgehens jeweils 35 bis 50 Minuten dauerte. Dadurch ergaben sich für manche Kühe zusätzliche Stehzeiten von bis zu 100 Minuten je Tag. Folglich blieb den Tieren der MS-Gruppe weniger Zeit zum Fressen.

Im Zusammenhang mit einem automatischen Melksystem wurde möglichen Unterschieden von Milchviehassen in deren Verhalten oder in deren Belastungsreaktionen bisher kaum Beachtung geschenkt. In anderen Untersuchungen zeigte sich, dass Kühe der Rasse Fleckvieh im Vergleich zu Braunvieh während des Melkens in einem Melkroboter vermehrt trippelten, unabhängig davon, ob es sich um erfolgreiche Melkungen oder um Fehlmelkungen handelte (LEXER et al., 2003; HAGEN et al., 2004). Dies könnte auf vermehrtes Unbehagen während des Melkens für Fleckviehkühe hinweisen. Ebenso wurden in einer Untersuchung zur Herzfrequenzvariabilität von Kühen in unterschiedlichen Melksystemen konsistente Unterschiede zwischen den Rassen gefunden: Kühe der Rasse Fleckvieh waren stressempfindlicher als Braunviehkühe (LEXER et al., 2003). In der vorliegenden Arbeit konnte ein signifikanter Einfluss der Rasse nicht bestätigt werden, jedoch wiesen Kühe der Rasse Fleckvieh tendenziell höhere Konzentrationen von Kortisolmetaboliten auf, was auf eine vermehrte Belastung hinweisen könnte.

Unter gesteuertem oder teilgesteuertem Kuhverkehr kann es für rangniedere Tiere zu erhöhten Stehzeiten kommen, da diese im Wartebereich des Melkroboters von ranghöheren Kühen abgedrängt werden können und somit längere Wartezeiten in Kauf nehmen müssen (KETELAAR-DE LAUWERE et al., 1996; LEXER et al., 2003; WIKTORSSON et al., 2003). Ein Einfluss des sozialen Ranges der Tiere auf die untersuchten Parameter konnte in der hier dargestellten Studie nicht nachgewiesen werden. Da der Melkroboter unter freiem Kuhverkehr betrieben wurde, unterlagen die Tiere geringeren Einschränkungen (WIKTORSSON et al., 2003) als bei teilgesteuertem oder gesteuertem Kuhverkehr. Zusätzlich könnte im Melkrobotersystem die im Vergleich zu Herstellerempfehlungen geringe Gruppengröße wie auch die Tatsache, dass in beiden Systemen jede Kuh ihren eigenen Fress- und Liegeplatz hatte und somit eine Einschränkung von Ressourcen nicht gegeben war, die Bedeutung des sozialen Ranges gemindert haben.

5 Schlussfolgerung

Aufgrund der hier dargestellten Ergebnisse scheint eine Haltung mit Melkroboter und freiem Kuhverkehr nicht grundsätzlich weniger tiergerecht zu sein als mit einem Fischgrätenmelkstand. Allerdings ist zu beachten, dass nur eine Herde untersucht wurde, und dass die Schlussfolgerung nur für die untersuchten Bedingungen bezüglich Melkroboterauslastung (welche Herstellerangaben zufolge nicht gegeben war), Haltung, Management und Umgang mit den Tieren gilt.

6 Literatur

- BATES, D.; SARKAR, D. (2004): lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and Eigenfaces. R package version 0.6-9, URL <http://www.R-project.org>.
- DE KONING, K.; RODENBURG, J. (2004): Automatic milking: state of the art in Europe and North America, in: MEIJERING, A.; HOGVEEN, H.; DE KONING, C.J.A.M. (Eds.), *Automatic milking - a better understanding*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 27–37.
- HAGEN, K.; LEXER, D.; PALME, R.; TROXLER, J.; WAIBLINGER, S. (2004): Milking of Brown Swiss and Austrian Simmental cows in a herringbone parlour or an automatic milking unit. *Applied Animal Behaviour Science* 88, 209–225.
- KETELAAR-DE LAUWERE, C. C. ; DEVIR, S. ; METZ, J. H. H. (1996): The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visits to an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 49, 199–211.
- LEXER, D.; HAGEN, K.; VOSIKA, B.; KHOL, J. L.; TROXLER, J.; WAIBLINGER, S. (2003): Einfluss eines automatischen Melksystems auf Verhalten, Physiologie und Gesundheit von Milchkühen unter Berücksichtigung der Herdenüberwachung und verschiedener Fütterungsvarianten. Endbericht zum Forschungsprojekt 1206sub. Eigenverlag, Wien, 214 Seiten.
- MÖSTL, E.; MAGGS, J.L.; SCHRÖTTER, G.; BESENFELDER, U.; PALME, R. (2002): Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. *Veterinary Research Communications* 26, 127–258.
- NEUFFER, I.; HAUSER, R.; GYGAX, L.; KAUFMANN, C.; WECHSLER, B. (2004): Assessment of welfare of dairy cows milked in different automatic milking systems (AMS), in: MEIJERING, A.; HOGVEEN, H.; DE KONING, C. J. A. M. (Eds.), *Automatic milking – a better understanding*. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 394–399.
- PALME, R.; MÖSTL, E. (1997): Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *International Journal of Mammalian Biology* 62 (Suppl.II), 192–197.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2004): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- SAMBRAUS, H. H. (1975): Beobachtungen und Überlegungen zur Sozialordnung von Rindern. *Züchtungskunde* 47, 8–14.
- WIKTORSSON, H.; PETTERSSON, G.; OLOFSSON, J.; SVENNERSTEN-SJAUNJA, K.; MELIN, M. (2003): Welfare status of dairy cows in barns with automatic milking. Relations between the environment and cow behaviour, physiologic, metabolic and performance parameters. Deliverable D24. Report within EU-project QLK5-2000-31006. <http://www.automaticmilking.nl>.

Danksagung

Diese Studie war Teil eines 3-jährigen Kooperationsprojektes mit der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH Wieselburg und der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Milchwirtschaft Wolfpassing, gefördert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (Projekt-Nr. 1206 sub). Herzlichen Dank an Herbert Strnad und Franz Posseth für deren technische Unterstützung, sowie an Michaela Frötscher, Petra Günter und Marlene Kirchner für deren Mithilfe bei der Datenerhebung und -aufbereitung.

Dr. Daniela Lexer, Dr. Kristin Hagen, Univ. Prof. Dr. Josef Troxler, ao. Univ. Prof. Dr. Susanne Waiblinger, Institut für Tierhaltung und Tierschutz, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien
ao. Univ. Prof. Dr. Rupert Palme, Institut für Biochemie, Veterinärmedizinische Universität Wien, Veterinärplatz 1, A-1210 Wien
Dr. Friedrich Leisch, Institut für Statistik & Wahrscheinlichkeitstheorie, Technische Universität Wien, Wiedner Hauptstrasse 8-10/1071, A-1040 Wien