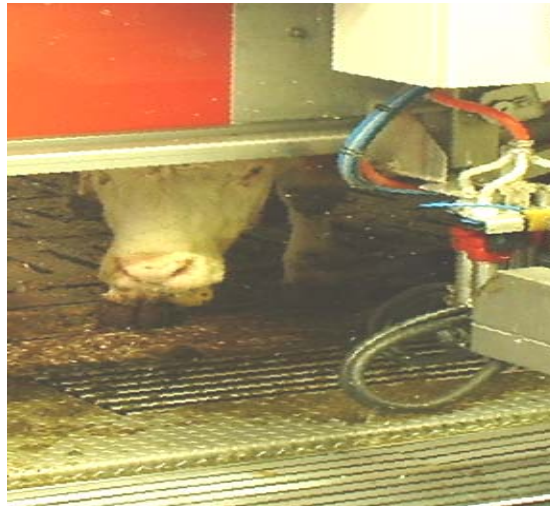


**Einfluss eines automatischen Melksystems auf Verhalten, Physiologie und
Gesundheit von Milchkühen unter Berücksichtigung der
Herdenüberwachung und verschiedener Fütterungsvarianten**



Forschungsprojekt 1206 sub

Endbericht

Dezember 2003

Projektleiter: Dr. S. Waiblinger, O. Univ. Prof. Dr. J. Troxler

Projektbearbeitung: Dr. D. Lexer, Dr. K. Hagen,

Dr. B. Vosika, Dr. J.L. Khol

Projektträger: Landwirtschaftliche BVW GmbH

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	16
1 Allgemeine Einleitung	17
2 Zielstellung	17
3 Allgemeine Methodik	18
3.1 Struktur und Zeitverlauf der verschiedenen Fragestellungen und Versuchsteile	18
3.2 Tiere und Aufstallung	20
3.3 Versuchsbegleitende Tätigkeiten	20
3.3.1 Messung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit	20
3.3.2 Installation von Kameras	20
3.3.3 Markierung der Tiere	22
3.3.4 Direktbeobachtung mit dem „Observer“	23
3.4 Statistik und graphische Darstellung	24
3.5 Ausfälle von Versuchskühen	24
4 Sozialverhalten	26
4.1 Einleitung	26
4.2 Methode	26
4.2.1 Beobachtungszeiten	26
4.2.2 Datenerhebung	27
4.2.3 Verhaltensparameter	28
4.2.4 Datenauswertung	29
4.2.4.1 <i>Gruppenvergleiche</i>	29
4.2.4.2 <i>Rangordnung</i>	29
4.3 Resultate	29
4.3.1 Gruppenvergleiche	29
4.3.2 Rangordnung	41
4.4 Diskussion	43
5 Zeitbudgets	44
5.1 Einleitung	44
5.2 Methode	45

5.2.1 Datenerhebung	45
5.2.2 Datenauswertung	47
5.2.2.1 Gruppenvergleiche	47
5.2.2.2 Zusammenhang zwischen Grundaktivität und ausgewählten Parametern	47
5.3 Resultate	47
5.3.1 Gruppenvergleiche	47
5.3.2 Zusammenhang zwischen Grundaktivität und ausgewählten Parametern	50
5.4 Diskussion	54
6 Weide	55
6.1 Einleitung	55
6.2 Methode	55
6.2.1 Beschreibung der Weide	56
6.2.2 Datenerhebung	58
6.2.3 Verhaltensparameter	59
6.2.4 Datenauswertung	59
6.3 Resultate und Diskussion	59
7 Roboterbesuche und Ansetzgenauigkeit	61
7.1 Einleitung	61
7.2 Methode	62
7.2.1 Datenerhebung	62
7.2.2 Datenauswertung	63
7.3 Resultate	63
7.3.1 Allgemein	63
7.3.2 Erhebungen zu Melkungen im Roboter während Beobachtungsphasen	72
7.3.3 Ansetzprobleme und Fehlmelkungen	74
7.4 Diskussion	78
8 Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität	80
8.1 Einleitung	80
8.2 Methode	83
8.2.1 Tiere und Versuchskontext	83
8.2.2 Messung der Herzschlagaktivität	84
8.2.3 Zusammenführen von Messungen der Herzschlagaktivität und Verhalten	85

8.2.4 Auswahl und Aufbereitung von Herzfrequenzmessungen für weitere Analyse	85
8.2.5 Kenngrößen der Herzfrequenzvariabilität	86
8.2.6 Datenauswertung	86
8.3 Resultate	88
8.4 Diskussion	93
9 Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken	94
9.1 Einleitung	94
9.2 Methode	95
9.2.1 Tiere und Messzeitpunkte	95
9.2.2 Funktionale Phasen des Melkvorgangs, Melkdauern und Verhalten der Kühe	98
9.2.3 Herzfrequenz	99
9.2.4 Kortisol in Milchproben	99
9.2.5 Datenauswertung	101
9.3 Resultate	102
9.3.1 Anzahl der Melkungen und Milchmengen	102
9.3.2 Melkdauern	106
9.3.3 Verhalten	110
9.3.4 Herzfrequenz	114
9.3.5 Milchkortisol	119
9.4 Diskussion	120
9.4.1 Anzahl der Melkungen, Milchmengen und Melkdauern	120
9.4.2 Verhalten	120
9.4.3 Herzfrequenz	121
9.4.4 Milchkortisol	122
9.4.5 Schlussbetrachtung der Versuche zu Belastungen während der Melkung	123
10 Kortisolmetaboliten im Kot als physiologischer Stressparameter	124
10.1 Einleitung	124
10.2 Methode	125
10.2.1 Datenerhebung	125
10.2.2 Datenauswertung	125
10.3 Resultate	126
10.3.1 Gruppenvergleiche	126

10.3.2 Zusammenhang zwischen Kortisol und ausgewählten Parametern	129
10.4 Diskussion	130
11 Ultraschalluntersuchung an der Zitze des Rindes	132
11.1 Einleitung	132
11.2 Methode	132
11.2.1 Versuchsaufbau	133
11.2.2 Methodik der Ultraschalluntersuchung der Zitze	133
11.2.3 Statistische Auswertung	135
11.3 Resultate	140
11.3.1 Strichkanallänge	140
11.3.2 Strichkanalbreite	141
11.3.3 Zitzenwanddicke auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette	142
<i>11.3.3.1 Sondennah</i>	<i>142</i>
<i>11.3.3.2 Sondenfern</i>	<i>143</i>
11.3.4 Zitzenwanddicken 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette	143
<i>11.3.4.1 Sondennah</i>	<i>143</i>
<i>11.3.4.2 Sondenfern</i>	<i>143</i>
11.3.5 Zitzenlumen 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette	143
11.4 Diskussion	144
11.4.1 Strichkanallänge	144
11.4.2 Strichkanalbreite	145
11.4.3 Zitzenwanddicke	145
11.4.4 Zitzenlumen	146
11.4.5 Eignung der Sonographie	147
11.5 Zusammenfassung	147
12 Klauengesundheit & Lahmheit in Zusammenhang mit einem AMS	149
12.1 Einleitung	149
12.2 Methode	150
12.2.1 Datenerhebung - Klauen	150
12.2.2 Datenerhebung - Lahmheit	153
12.2.3 Datenauswertung - Klauen	154
12.2.4 Datenauswertung - Lahmheit	155

<i>12.2.4.1 Gruppenvergleiche</i>	<i>155</i>
<i>12.2.4.2 Markoff-Modell</i>	<i>155</i>
12.3 Resultate	156
12.3.1 Resultate - Klauen	156
<i>12.3.1.1 Gesamtscore</i>	<i>156</i>
<i>12.3.1.2 Blutungen</i>	<i>161</i>
<i>12.3.1.3 Zusammenhangstrennungen</i>	<i>164</i>
<i>12.3.1.4 Massive Verängerungen</i>	<i>165</i>
<i>12.3.1.5 Ballenfäule</i>	<i>166</i>
12.3.2 Resultate - Lahmheit	176
<i>12.3.2.1 Prozentuelle Verteilung der verschiedenen Lahmheitsgrade</i>	<i>176</i>
<i>12.3.2.2 Gruppenvergleiche</i>	<i>179</i>
<i>12.3.2.3 Markoff-Ketten</i>	<i>181</i>
12.4 Diskussion	185
12.5 Schlussfolgerung	190
13 Herdenüberwachung	190
14 Sonstige Gesundheitsparameter	191
14.1 Methode	191
14.1.1 Datenerhebung	191
14.1.2 Datenauswertung	192
14.2. Resultate	193
14.2.1 Verletzungen	193
14.2.2 Strichkanalöffnung und Drüsenparenchym des Euters	197
14.3 Diskussion	198
15 Zusammenfassung	199
16 Summary	201
17 Danksagung	203
18 Literaturangaben	204

Abbildungsverzeichnis

Abb.Nr	Abbildungstitel	
Abb.1	Plan des Stalls.	21
Abb.2	Kamerapositionen im Melkstand.	22
Abb.3	Beispiele für mit Blondiermittel markierte Tiere.	23
Abb.4	Typischer Bildschirm des „Observer“.	23
Abb.5	Häufigkeit von Sozialverhaltensparametern pro Stunde und Kuh bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	31
Abb.6	Dauer des Sozialen Leckens in Minuten pro Stunde und Kuh für beide Versuchsgruppen bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	31
Abb.7	Häufigkeit von Sozialverhaltensparametern pro Stunde und Kuh bei freiem Kuhverkehr.	33
Abb.8	Dauer des Sozialen Leckens in Minuten pro Stunde und Kuh für beide Versuchsgruppen bei freiem Kuhverkehr.	33
Abb.9	Auftreten der Parameter „Agonistisch erfolgreich“ (links) und „Agonistisch nicht erfolgreich“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	35
Abb.10	Auftreten der Parameter „Kopfspiel“ (links) und „Soziales Lecken“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei teilgest. Kuhverkehr.	37
Abb.11	Auftreten der Parameter „Agonistisch erfolgreich“ (links) und „Agonistisch nicht erfolgreich“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei freiem Kuhverkehr.	38
Abb.12	Auftreten der Parameter „Kopfspiel“ (links) und „Soziales Lecken“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei freiem Kuhverkehr.	40
Abb.13	Anteil von „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ am Gesamtverhalten der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	48
Abb.14	Anteil von „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ am Gesamtverhalten der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bei freiem Kuhverkehr.	49
Abb.15	Skizze der Weide.	57
Abb.16	Beobachtungsstand auf der Weide.	58
Abb.17	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat Juli 01.	64
Abb.18	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat August 01.	64
Abb.19	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat September 01.	65
Abb.20	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat Oktober 01.	65

Abb.21	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat November 01.	66
Abb.22	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat Dezember 01.	66
Abb.23	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat Januar 01.	67
Abb.24	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat Februar 01.	67
Abb.25	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat März 01.	68
Abb.26	Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat April 01.	68
Abb.27	Anzahl der Melkungen im Mittel je Kuh (ohne Anlernen) und Laktationstag (monatliches Mittel) im Verlauf von 10 Monaten.	72
Abb.28	Streudiagramm von Dominanzindex und Verteilung der Melkungen über 24 Stunden.	72
Abb. 29	Anteil von Fehlmelkungen an beobachteten Melkungen (N=175).	74
Abb.30	Anteil der Kühe mit mindestens einer Fehlmelkung an beobachteten Kühen (N=24).	75
Abb.31	Treten je Minute bei Braunvieh – und Fleckviehkühen während Melkungen ohne Fehler und Fehlmelkungen.	76
Abb.32	Trippeln je Minute bei Braunvieh – und Fleckviehkühen während Melkungen ohne Fehler und Fehlmelkungen.	76
Abb.33	Abtreten je Minute bei Braunvieh (N=9) – und Fleckviehkühen (N=10) während Fehlmelkungen.	77
Abb.34	Fehler des Roboters je Minute bei Braunvieh (N=9) – und Fleckviehkühen (N=10) während Fehlmelkungen.	77
Abb.35	Vereinfachte Darstellung der Zusammenhänge, die zur Herzfrequenzvariabilität führen.	80
Abb.36	Beispiel eines Tachogramms.	81
Abb.37	Herzfrequenzmeßgeräte.	84
Abb.38	Kurzzeitvariabilität in Abhängigkeit von der Rasse (je N=6) innerhalb der Verhaltenskategorien.	91
Abb.39	Mittlere Anzahl der erfolgreichen Melkungen in der AMS Gruppe in Abhängigkeit des mittleren Laktationstages während der Beobachtungsperiode.	103
Abb.40	Mittlere Anzahl der Melkungen in der AMS Gruppe in Abhängigkeit der Tagesmilchmenge (kg).	104
Abb.41	Mittlere Tagesmilchmenge (kg) in der AMS Gruppe in Abhängigkeit des mittleren Laktationstages während der Beobachtungsperiode.	105

Abb.42	Mittelwerte der Dauern der verschiedenen funktionalen Phasen während eines Melkgangs in den beiden Versuchsgruppen.	106
Abb.43	Dauer der Phase <i>locate</i> , zwischen Reinigung und Anhängen in der AMS-Gruppe, in Abhängigkeit von der Rasse.	107
Abb.44	Dauer der Nachmelkphase <i>last</i> in der Melkstand-Gruppe in Abhängigkeit von der Rasse.	107
Abb.45	Hauptmelkdauer <i>main</i> in Abhängigkeit von der Milchleistung bei der jeweiligen Melkung.	108
Abb.46	Anzahl der Trippelschritte mit den Hinterbeinen pro Minute während der Melkung in den Versuchsgruppen.	111
Abb.47	Anzahl der Trippelschritte mit den Hinterbeinen pro Minute in den verschiedenen funktionalen Phasen der beiden Versuchsgruppen.	112
Abb.48	Anzahl der Tritte mit den Hinterbeinen pro Minute in den verschiedenen funktionalen Phasen der beiden Versuchsgruppen.	113
Abb.49	Mittlere Herzfrequenz (Schläge pro Minute) während der einzelnen Melkvorgänge in den beiden Gruppen, in Relation zur Tageszeit.	114
Abb.50	Verlauf der Herzfrequenz während dem Melken, nach Gruppen getrennt.	115
Abb.51	Herzfrequenz in den beiden Versuchsgruppen, nach Rassen.	116
Abb.52	Zwei Beispiele für Herzfrequenzkurven in der AMS-Gruppe.	117
Abb.53	Zwei Beispiele für Herzfrequenzkurven in der Melkstand-Gruppe.	118
Abb.54	Milchkortisol in der AMS-Gruppe im Vergleich zur Melkstand-Gruppe.	119
Abb.55	Darstellung des Zusammenhanges zwischen Trächtigkeitstag und Konzentration von Kortisolmetaboliten der Gesamtproben.	126
Abb.56	Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot von Kühen der AMS-Gruppe und Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem (links) und freiem (rechts) Kuhverkehr.	127
Abb.57	Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot von Kühen der AMS-Gruppe und Melkstand-Gruppe, welche durchgehend im Versuch waren, bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr.	128
Abb.58	Vergleichende Darstellung der Rinderzitze im Längsschnitt.	134
Abb.59	Vermessung der Zitze am Ultraschallbild.	135
Abb.60	Mittelwerte der Strichkanallänge (mm) im Laktationsverlauf.	141
Abb.61	Mittelwerte der Strichkanalbreite (mm) im Laktationsverlauf.	142
Abb.62	Außenklaue einer linken Hinterextremität mit verschiedenen Veränderungen.	152
Abb.63	Beispiele für erhobene Veränderungen an der Klaue und an der Extremität.	153
Abb.64	Boxplotdarstellung der Gesamtscores zu Scoringtermin 1, 2, 3 und 4 (= rel. Datum) in beiden Gruppen.	157

Abb.65	Boxplotdarstellung der Gesamtscores (Gesscore) zu Scoringtermin 1, 2 und 3 in beiden Gruppen.	159
Abb.66	Boxplotdarstellung der Gesamtscores (Gesscore) zu Scoringtermin 3 und 4 in beiden Gruppen.	160
Abb.67	Boxplotdarstellung des Gesamtballenfäulescores zu Scoringtermin 1, 2, 3 und 4 (=rel. Datum) in beiden Gruppen.	167
Abb.68	Boxplotdarstellung des Gesamtballenfäulescores (Score) zu Scoringtermin 1, 2 und 3 in beiden Gruppen.	170
Abb.69	Boxplotdarstellung des Gesamtballenfäulescores (Score) zu Scoringtermin 3 und 4 in beiden Gruppen; AMS-Gruppe.	174
Abb.70	Mittelwertdarstellung der aufgetretenen Lahmheitsgrade in den beiden Gruppen zu den 36 Erhebungszeitpunkten.	177
Abb.71	Prozentuelles Auftreten von Lahmheit Grad 0 zu den 36 Scoringzeitpunkten in beiden Gruppen.	178
Abb.72	Prozentuelles Auftreten von Lahmheit Grad 1 zu den 36 Scoringzeitpunkten in beiden Gruppen.	178
Abb.73	Prozentuelles Auftreten von klinisch lahmen Tieren (= Lahmheit Grad 2 - 4) zu den 36 Scoringzeitpunkten in beiden Gruppen.	179
Abb.74	Verteilung der Lahmheitsgrade bei Tieren mit mindestens 18 Datenaufnahmepunkten in beiden Gruppen.	180
Abb.75	Beispiele von Erhebungsparametern zur Tiergesundheit.	192
Abb.76	Anzahl der Verletzungen am Carpalgelenk je Kuh im Mittel.	193
Abb.77	Anzahl der Verletzungen am Tarsalgelenk je Kuh im Mittel.	194
Abb.78	Anzahl der Verletzungen am Calcaneus je Kuh im Mittel.	194
Abb.79	Anzahl sonstiger Verletzungen je Kuh im Mittel.	195

Tabellenverzeichnis

Tab.Nr	Tabellentitel	
Tab.1	Zeitplan der Datenerhebungen.	19
Tab.2	Darstellung der Anzahl ausgeschiedener Kühe.	25
Tab.3	Beobachtungszeiten für das Sozialverhalten.	27
Tab.4	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für ausgewählte Sozialverhaltensparameter bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	30
Tab.5	Mann-Whitney-U-Test auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in der Dauer des sozialen Leckens bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	32
Tab.6	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für ausgewählte Sozialverhaltensparameter bei freiem Kuhverkehr.	32
Tab.7	Mann-Whitney-U-Test auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in der Dauer des sozialen Leckens bei freiem Kuhverkehr.	34
Tab.8	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Agonistisch erfolgreich“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	35
Tab.9	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Agonistisch nicht erfolgreich“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	36
Tab.10	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Kopfspiel“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	37
Tab.11	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Soziales Lecken“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	38
Tab.12	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Agonistisch erfolgreich“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr.	39
Tab.13	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Agonistisch nicht erfolgreich“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr.	39
Tab.14	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Kopfspiel“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr.	40
Tab.15	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Soziales Lecken“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr.	41
Tab.16	Dominanzindices (DI) der Kühe.	42
Tab.17	Verhaltensparameter zu Zeitbudgets.	46

Tab.18	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ bei teilgesteuertem Kuhverkehr	48
Tab.19	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ bei freiem Kuhverkehr	49
Tab.20	Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Dominanzindex bei teilgesteuertem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis.	50
Tab.21	Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Kortisol-metabolitenkonzentration bei teilgesteuertem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis.	51
Tab.22	Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Lahmheitsgraden bei teilgesteuertem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis.	51
Tab.23	Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Dominanzindex bei freiem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis.	52
Tab.24	Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Kortisol-metabolitenkonzentration bei freiem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis.	53
Tab.25	Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Lahmheitsgraden bei freiem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis.	53
Tab.26	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für „Auf der Weide“, „im Stall“, „am Treibweg zur Weide“ und „am Treibweg von der Weide“.	60
Tab.27	Anzahl der möglichen Melkungen pro Kuh und Tag.	61
Tab.28	Deskriptive Statistik zur Charakterisierung der AMS-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr.	69
Tab.29	Deskriptive Statistik zur Charakterisierung der AMS-Gruppe bei freiem Kuhverkehr.	70
Tab.30	Anteil unterschiedlicher Arten von Melkungen an Gesamtmelkungen in verschiedenen Monaten.	71
Tab.31	Anteil unterschiedlicher Arten von Melkungen an Gesamtmelkungen im Zeitraum der Beobachtungsphasen.	73
Tab.32	Deskriptive Statistik zur Charakterisierung der AMS-Gruppe bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr im Zeitraum der Beobachtungsphasen.	74
Tab.33	Mann-Whitney-U Tests auf Unterschiede zwischen den Rassen in der Frequenz von trippeln, treten, abtreten und Fehler je Minute bei Fehlmelkungen und bei Melkungen ohne Fehler.	78
Tab.34	Kühe, für die Herzfrequenzvariabilität ausgewertet wurde.	84
Tab.35	Verhaltensparameter zu Herzfrequenzvariabilität.	85
Tab.36	Parameter der Herzfrequenzvariabilität.	87
Tab.37	Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Abhängigkeit vom Verhalten.	89

Tab.38	Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe.	90
Tab.39	Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Abhängigkeit von der Rasse.	92
Tab.40	Kühe in der AMS-Gruppe, die im Rahmen dieser Studie beobachtet wurden.	96
Tab.41	Kühe der Melkstand-Gruppe, die im Rahmen dieser Studie beobachtet wurden	97
Tab.42	Definition der funktionellen Phasen des Melkvorgangs.	98
Tab.43	Dauern der funktionellen Phasen des Melkvorgangs.	109
Tab.44	Tritte und Trippelschritte pro Minute mit Vorder- bzw. Hinterbeinen in den beiden Versuchsgruppen.	110
Tab.45	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede in Bezug auf die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot zwischen Kühen der AMS-Gruppe und Kühen der Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr.	128
Tab.46	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede in Bezug auf die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot zwischen durchgehend im Versuch gewesenen Kühe der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr.	129
Tab.47	Wilcoxon-Tests auf Unterschiede zwischen teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr innerhalb der Versuchsgruppen in Bezug auf die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot bei durchgehend im Versuch gewesenen Kühen.	129
Tab.48	Zusammenhang zwischen Kortisolmetabolitenkonzentration (Cortisol) und verschiedenen Parametern	130
Tab.49	Erhebungszeitpunkte der Klauenscores 1 bis 4.	151
Tab.50	Schema zur Beurteilung der Lahmheit.	154
Tab.51	Zusammenfassung der 12 Lahmheitsgrade auf 5 Gradabstufungen.	155
Tab.52	Deskriptive Statistik der Gesamtscores in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	157
Tab.53	Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	158
Tab.54	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen Score 1 bis 3 innerhalb der AMS-Gruppe.	159
Tab.55	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen Score 1 bis 3 innerhalb der Melkstand-Gruppe.	160
Tab.56	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschiede der Gesamtscores zwischen Score 3 und 4 innerhalb der AMS-Gruppe.	161

Tab.57	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschiede der Gesamtscores zwischen Score 3 und 4 innerhalb der Melkstand-Gruppe.	161
Tab.58	Chi-Quadrat-Test für Klauenscore 1 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen.	162
Tab.59	Chi-Quadrat-Test für Klauenscore 2 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen.	162
Tab.60	Chi-Quadrat- Test für Klauenscore 3 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen.	163
Tab.61	Chi-Quadrat-Test für Klauenscore 4 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen.	163
Tab.62	Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 1 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen.	164
Tab.63	Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 2 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen.	164
Tab.64	Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 3 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen.	165
Tab.65	Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 4 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen.	165
Tab.66	Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 1(links) & 2 (rechts) bezüglich „Massiver Veränderungen“ in beiden Gruppen auf Basis vorhanden/nicht vorhanden.	166
Tab.67	Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 3(links) & 4 (rechts) bezüglich „Massiver Veränderungen“ in beiden Gruppen auf Basis vorhanden/nicht vorhanden.	166
Tab.68	Deskriptive Statistik der Gesamtballenfäule in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe.	167
Tab.69	Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Gesamtballenfäule zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	168
Tab.70	Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Vorderextremität in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	168
Tab.71	Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	168
Tab.72	Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Hinterextremität in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	169
Tab.73	Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine.	169

Tab.74	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten von Gesamtballenfäule zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der AMS-Gruppe.	170
Tab.75	Deskriptive Statistik der Gesamtballenfäule zu den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der Melkstand-Gruppe.	171
Tab.76	Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Gesamtballenfäule zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der Melkstand-Gruppe.	171
Tab.77	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der AMS-Gruppe.	171
Tab.78	Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der Melkstand-Gruppe.	172
Tab.79	Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Hinterextremität zu den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der AMS-Gruppe.	172
Tab.80	Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen innerhalb der AMS-Gruppe.	172
Tab.81	Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Hinterextremität zu den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der Melkstand-Gruppe.	173
Tab.82	Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen innerhalb der Melkstand-Gruppe.	173
Tab.83	Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten von Ballenfäule zwischen Score 3 und 4 innerhalb der AMS-Gruppe.	174
Tab.84	Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten von Ballenfäule zwischen Score 3 und 4 innerhalb der Melkstand-Gruppe.	175
Tab.85	Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der AMS-Gruppe.	175
Tab.86	Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der Melkstand-Gruppe.	175
Tab.87	Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der AMS-Gruppe.	176
Tab.88	Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der Melkstand-Gruppe.	176
Tab.89	Median, Maximum und Minimum der prozentuellen Anteile an Lahmheitsgraden bei Tieren mit mindestens 18 Datenpunkten in beiden Gruppen.	180

Tab.90	Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied des Auftretens einzelner Lahmheitsgrade zwischen den Gruppen bei Tieren mit mindestens 18 Datenpunkten.	181
Tab.91	Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum.	181
Tab.92	Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der Melkstand-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum.	182
Tab.93	Stabile Verteilung der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Lahmheitsausprägung über den gesamten Beobachtungszeitraum.	182
Tab.94	Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Stallperiode.	183
Tab.95	Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der Melkstand-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Stallperiode.	183
Tab.96	Stabile Verteilung der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Lahmheitsausprägung bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Stallperiode.	183
Tab.97	Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Weideperiode.	184
Tab.98	Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der Melkstand-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Weideperiode.	184
Tab.99	Stabile Verteilung der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Lahmheitsausprägung bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Weideperiode.	184
Tab.100	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Regionen mit Verletzungen.	195
Tab.101	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Arten von Verletzungen.	196
Tab.102	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Veränderungen der Strichkanalmündung.	197
Tab.103	Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Veränderungen des Drüsenparenchyms.	198

Vorwort

Das Institut für Tierhaltung und Tierschutz an der Veterinärmedizinischen Universität Wien führte im Rahmen des Forschungsprojektes 1206 „*Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen*“ der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW) das Subprojekt 1206 sub „*Einfluss eines automatischen Melksystems auf Verhalten, Physiologie und Gesundheit von Milchkühen unter Berücksichtigung der Herdenüberwachung und verschiedener Fütterungsvarianten*“ durch.

Die Laufzeit dieses Subprojektes betrug drei Jahre von November 2000 bis Ende 2003. Kooperationspartner waren neben der Landwirtschaftlichen Bundesversuchswirtschaften GmbH (BVW) die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH Milchwirtschaft Wolfpassing (AGES Milchwirtschaft Wolfpassing), Kliniken und Institute der Veterinärmedizinischen Universität Wien sowie ein Institut aus Deutschland.

Titel des Projektteiles	Kooperationspartner
# Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität	Institut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere, Dummerstorf, BRD
# Kortisolmetaboliten im Kot als physiologischer Stressparameter	Institut für Biochemie, Vet.Med. Wien (Kotprobenanalyse)
# Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken	Institut für Biochemie, Vet.Med. Wien (Milchprobenanalyse)
# Ultraschalluntersuchung an der Zitze des Rindes unter Berücksichtigung von Laktationsstadium und Melksystem	II. Medizinischen Universitätsklinik für Klautiere, Vet.Med. Wien
# Klauengesundheit und Lahmheit in Zusammenhang mit einem AMS	Universitätsklinik für Orthopädie bei Huf- und Klautieren, Vet.Med. Wien

Die Grundstruktur der Versuche basierte auf den beiden Versuchsgruppen, der AMS (automatisches Melksystem)-Gruppe mit Melkroboter als Melktechnik und der Melkstand-Gruppe mit konventioneller Melktechnik (Fischgrätenmelkstand), sowie auf unterschiedlichen Managementbedingungen. In gegenständlichem Projektteil wurde zwischen langfristigen und kurzfristigen Erhebungen unterschieden. Langfristige Erhebungen liefen über mehrere Monate und sollten dadurch eine bessere Charakterisierung des Melksystems ermöglichen sowie eventuelle Einflüsse des Kuhumtriebs (Kuhverkehr) und der Fütterungsphasen berücksichtigen. Bei kurzfristigen Erhebungen handelte es sich um Vergleiche zwischen den Versuchsgruppen, die innerhalb kürzerer Zeiträume abgeschlossen wurden.

1 Allgemeine Einleitung

Das Lösen von den zwei Mal täglich fixen Melkzeiten in konventionellen Melksystemen, Arbeitsentlastung für den Landwirt sowie durch häufigeres Melken erhoffte Milchleistungssteigerung führten zur Entwicklung automatischer Melksysteme (AMS, Melkroboter). Seit Beginn des kommerziellen Vertriebes automatischer Melksysteme in den frühen 90igern werden nun weltweit annähernd 2300 Milchviehherden automatisch gemolken (Stand Ende 2003). In Österreich sind bereits auf 7 landwirtschaftlichen Betrieben Melkroboter im Einsatz (jeweils 3 in Ober- und Niederösterreich, einer in der Steiermark).

Der Einsatz eines Melkroboters stellt geänderte Ansprüche an das Herdenmanagement (vermehrte Tierbeobachtung, Kontrolle des Melkerfolges anhand computergestützter Daten, 24-Stunden-Rufbereitschaft im Falle technischer Gebrechen). Die Tiere müssen ihren Melkrhythmus nicht mehr den vom Menschen vorgegebenen Melkzeiten anpassen, sondern können diesen - im Idealfall - nun selbst bestimmen. Diesen Vorstellungen zufolge unterliegen die Tiere somit weniger Einschränkungen. Daher wird von Produzenten der Melkroboter im Vergleich zur konventionellen Melktechnik als tiergerechteres System bezeichnet.

Doch auch in einem automatischen Melksystem finden sich Problembereiche und die Kühe können sehr wohl Einschränkungen unterliegen. Der angeblich über 24 Stunden freie Zugang zum Melken wird durch festgelegte mögliche Melkungen pro Kuh und Tag limitiert, rangniedere Kühe können in ihrem Zugang durch ranghöhere Tiere eingeschränkt und in für die Kühe unattraktive Zeiten abgedrängt werden. Für diese Tiere kann es zu erhöhten Stehzeiten kommen, welche sich ungünstig auf die Klauengesundheit auswirken können. Schlechte Einstellungen des Melkroboters führen zu verlängerten Suchzeiten beim Ansetzen der Melkbecher. Dadurch treten Ansetzfehler und Fehlmelkungen auf. In der Folge kann es zu verlängerten Zwischenmelkzeiten kommen. Werden solche Tiere nicht regelmäßig nachgetrieben, könnten sich zu lange Zwischenmelkzeiten negativ auf die Eutergesundheit auswirken.

Arbeiten zur Thematik des automatischen Melksystems ließen bis jetzt den Aspekt langfristiger Auswirkungen dieses Systems auf Belastungen und Gesundheit der Tiere außer acht. Noch existieren keine Ergebnisse zu direkten Vergleichen des Verhaltens und der Stressreaktion beim Melken im Melkroboter und im Fischgrätenmelkstand. Der überwiegende Teil vorliegender Untersuchungen wurde mit Kühen der Rasse Holstein Frisian durchgeführt.

2 Zielstellung

Allgemeine Zielsetzung des vorliegenden Projektteils war es, unter Berücksichtigung verschiedener Managementbedingungen, mögliche Auswirkungen eines automatischen Melksystems auf das Verhalten und Wohlbefinden von Milchkühen zu untersuchen.

Als Referenzsystem diente eine Gruppe von Kühen, welche in einem Fischgrätenmelkstand, der in Österreich am weitest verbreitete Melkstand, gemolken wurde. Als Rassen wurden die in Österreich anteilmäßig am häufigsten vorkommenden Rassen Fleckvieh und Braunvieh verwendet, sodass auch hierbei auf spezifisch österreichische Bedingungen Bedacht genommen wurde.

In vorliegendem Projektteil wurden in einem integrativen Ansatz insbesondere für die gegenständliche Thematik relevante Bereiche des Tierverhaltens, der Tiergesundheit sowie Reaktionen auf Belastungen untersucht. Durch die kombinierte Berücksichtigung ethologischer und physiologischer Merkmale wird eine verbesserte Beurteilung der Belastung der Einzeltiere und damit eine Beurteilung des Melkrobotersystems auf Tiergerechtigkeit ermöglicht (Broom & Johnson, 1993, Terlouw et al., 1997).

Aus den Untersuchungen abzuleitende Aussagen zur Tiergerechtigkeit und zu Auswirkungen des Melkrobotersystems auf die Tiergesundheit sollen dem interessierten Landwirt eine objektive Entscheidungsgrundlage bieten.

3 Allgemeine Methodik

3.1 Struktur und Zeitverlauf der verschiedenen Fragestellungen und Versuchsteile

Mit 20. November 2000 begann die Vorversuchsphase, welche bis einschließlich 30. Juni 2001 dauerte. Diese diente sowohl versuchstechnischen Anpassungen als auch Probeerhebungen, welche im ersten Zwischenbericht detailliert beschrieben wurden. Die angestrebte Gruppengröße von 30 Milchkühen je Versuchsgruppe (bestehend aus den Rassen Fleckvieh und Braunvieh zu je 15 Kühen) war zu Beginn noch nicht gegeben. Die Gruppen wurden laufend aufgestockt. Mit Ende Januar 2001 waren die Gruppen komplett. Ab Juli 2001 begann die Hauptversuchsphase.

Die im Rahmen der Hauptversuche behandelten Fragestellungen lassen sich methodisch gliedern in:

- (i) Fragestellungen, für die längerfristig durchgehend Daten erhoben wurden
 - a. Chronische physiologische Stressparameter
 - b. Ultraschalluntersuchung an der Zitze
 - c. Erhebungen zu Klauengesundheit und Lahmheit
 - d. Sonstige Tiergesundheitsparameter
- (ii) Fragestellungen, die anhand von durchgehend geführten Aufzeichnungen behandelt wurden
 - a. Herdenmanagement
 - b. Roboterbesuche
- (iii) Fragestellungen, bei denen über einen kurzen Zeitraum Daten erhoben wurden
 - a. Reaktionen der Kühe auf das Melken an sich
 - b. Herzfrequenzvariabilität
 - c. Ansetzgenauigkeit
- (iv) Fragestellungen, die der Struktur der vom Projektpartner BVW durchgeführten Fütterungsversuche eingegliedert waren
 - a. Sozialverhalten
 - b. Zeitbudgets
 - c. Weide

Der Zeitplan der Datenerhebungen ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Tab. 1: Zeitplan der Datenerhebungen mit Angabe der Anzahl der erfolgten Erhebungen in dem jeweiligen Monat.

Monat	Futter ¹	Kuh- verkehr ²	Gesundheit & Lahmheit ³	Ultraschall der Zitze	Kot- proben	Grund- aktivität	Sozial- verhalten	Ansetz- genau- igkeit	Melken ⁴
3/01	AGR	frei	1x + KI						
4/01	AGR	teilgest.	1x						
5/01	AGR	teilgest.	1x						
6/01	AGR	teilgest.	1x						
7/01	AGR	teilgest.	1x			2 x 24 h	2 x 7,5 h		
8/01	AGR	teilgest.	2 x		2 x	6 x 24 h	4 x 7,5 h		
9/01	KON	teilgest.	2 x + KI		2 x	2 x 24 h	2 x 7,5 h		
10/01	KON	teilgest.	2 x		2 x	4 x 24 h	4 x 7,5 h		
11/01	TMR	teilgest.	2 x	1 x	2 x				7 Tage
12/01	TMR	teilgest.	2 x	1 x	2 x				5 Tage
1/02	AGR	frei	2 x	1 x	2 x				
2/01	AGR	frei	2 x	1 x	2 x				
3/02	KON	frei	2 x + KI	1 x	2 x	4 x 24 h	4 x 7,5 h		
4/02	KON	frei	2 x	1 x	2 x	8 x 24 h	8 x 7,5 h		
5/02	Weide+TMR Gew.	frei	2 x	1 x					
6/02	Weide+TMR 1	frei	2 x	1 x		14 x 24 h			
7/02	Weide+TMR 1	frei	2 x	1 x		3 x 24 h			
8/02	Weide+TMR 2	frei	2 x	1 x					
9/02	Weide+TMR 2	frei	2 x + KI	1 x					
10/02	TMR	frei		1 x					
11/02	TMR	frei		1 x					
12/02	TMR	teilgest.		1 x					
1/03	TMR	teilgest.		1 x					
2/03	TMR	teilgest.							
3/03	AGR	teilgest.						3 x 12 h	
4/03	AGR	teilgest.						8 x 12 h	

¹ Beim Futter: AGR, Aufgewertete Grundration; KON, Konventionelle Fütterung; TMR, Totale Mischration.

² Beim Kuhverkehr: teilgest = teilgesteuerter Verkehr; Weide Gew = Gewöhnung; Weide 1 = 8 Stunden Weidegang mit freiem Zugang zum Stall; Weide 2 = 5 Stundenweide ohne Zugang zum Stall; TMR wurde bei Weide zugefüttert.

³ Bei Gesundheit: KI, zusätzlich Klauenuntersuchung an allen Tieren

⁴ „Melken“ bezieht sich auf die kurzfristigen Vergleiche beim Melken.

3.2 Tiere und Aufstallung

Zur Verfügung standen zwei Versuchsgruppen (AMS-Gruppe, Melkstand-Gruppe) zu je 30 Milchkühen, welche die Rassen Braunvieh und Fleckvieh jeweils zu gleichen Anteilen beinhalteten. Die Gruppen bestanden sowohl aus laktierenden wie auch aus trockenstehenden Kühen.

Die Melkung der Kühe der AMS-Gruppe erfolgte in einem Einzelbox-Melkroboter (Astronaut[®], Lely Industries NV, Netherlands). Die Melkstand-Gruppe wurde in einem 2 x 6 Fischgrätmelkstand (Happel Ltd., Germany) mit Nachmelkautomatik gemolken.

Die Tiere waren in demselben Außenklimastall in zwei getrennten Abteilen mit Spaltenboden und Hochliegeboxen mit Weichgummimatten („Farmat“ Hörmann GmbH & Co.KG, Allgäuer Stallbau) und Strohhackseleinstreu aufgestallt (Abb. 1). Pro Gruppe standen den Tieren eine Kratzbürste, ein Salzleckstein sowie zwei Kraftfutterstationen zur Verfügung. In der AMS-Gruppe befand sich eine der beiden Kraftfutterstationen im Melkroboter. Die Futtevorlage erfolgte einmal pro Tag kuhindividuell, wobei jede Kuh ihren eigenen Fressplatz hatte (American Calan Inc., USA). Wasser wurde ad libitum angeboten.

Die AMS-Gruppe wurde einerseits unter freiem Kuhverkehr andererseits unter teilgesteuertem Kuhverkehr geführt. Freier Kuhverkehr ermöglicht den Kühen ungehinderten Zugang zu Liege-, Fress- und Melkbereich. Ohne den Melkroboter passieren zu müssen können die Tiere zum Futtertisch gelangen. Bei teilgesteuertem Kuhverkehr sind Liege- und Fressbereich durch Einwegtore getrennt. Die Kühe müssen den Melkroboter passieren, um zum Futtertisch zu gelangen. Jedoch können noch nicht melkberechtigte Tiere über ein Selektionstor zum Futtertisch gelangen, ohne den Melkroboter passieren zu müssen. Kühe, die zum Melken müssen, können dieses Tor nicht passieren und werden retour geleitet (Abb.1).

3.3 Versuchsbegleitende Tätigkeiten

3.3.1 Messung von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit

Aufzeichnungen der im Stall herrschenden Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit während der Versuchsperiode erfolgten automatisch alle 30 Minuten mittels Data-Logger („HotDog“, Elpro-BuchsAG, Schweiz). Dieser war hängend, für die Kühe gerade nicht erreichbar, über dem Bereich der AMS-Gruppe angebracht.

3.3.2 Installation von Kameras

Für die langfristige Untersuchung von Zeitbudgets der Tiere während der Datenerhebungsphase ist eine feste Installation von Kameras im Stall notwendig. Während mehrerer Tage wurden im Versuchsstall unterschiedliche Kamerapositionen und -Einstellungen probiert, um eine gute Erkennbarkeit der Versuchstiere und deren Verhalten zu gewährleisten. Es erfolgte die Verlegung von Videokabeln im Stall- und Melkstandbereich sowie die Installation von CCTV Kameras (Panasonic[®] WV-BP 330 sw) im Stall und im Fischgrätenmelkstand. Somit konnten beide Versuchsgruppen jederzeit in ihrer Gesamtheit

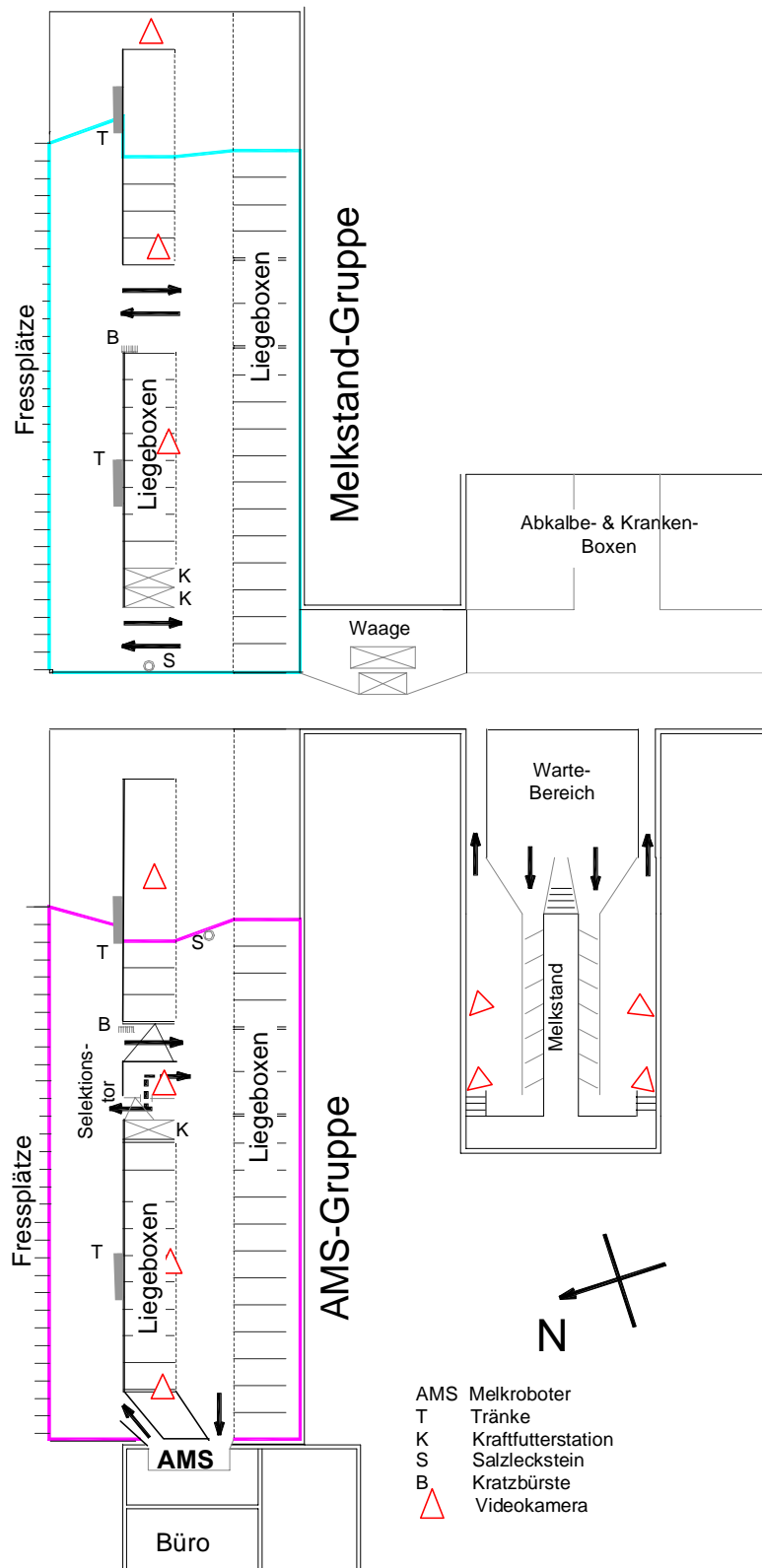


Abb. 1: Plan des Stalls mit Details der Versuchsgruppen – Aufstallung und des Melkstandes. Die ungefähren Positionen der Kameras sind als Dreieck eingezeichnet, wobei die Kameras grundsätzlich nah unter dem Dach positioniert sind und in die Richtung der Dreiecksbasis ausgerichtet sind.

über Video erfasst werden (Abb. 2). Das Video-Equipment bestand zusätzlich aus einem Multiplexer (9 channel digital multiplexer "sprite", Fa. Dedicated Micros), einem Videorekorder (Panasonic® Time lapse Videocassette Recorder AG-6040 mit Interface) und einem Bildschirm (Panasonic® WV-BM 900) zur Kontrolle der Aufnahmen.

Auch während Nachtstunden wurden Videoaufnahmen durchgeführt. Zu diesem Zweck wurde ein Teil der über dem Futtertisch sowie über den Laufgängen zwischen den Liegeboxen der beiden Versuchsgruppen befindlichen Neonröhren mittels einer Verdunkelungsfolie abgedeckt. Diese verdunkelten Neonröhren wurden über einen lichtempfindlichen Sensor bei Eintritt der Dämmerung aktiviert und blieben während der Nacht eingeschaltet (5-8 Lux).



Abb. 2: Kamerapositionen im Melkstand. Auf dem Bild sind die beiden Kameras zu sehen, die den linken Teil des Melkstandes abdecken (mit roten Kreisen gekennzeichnet) - auf der anderen Seite sind zwei Kameras entsprechend montiert.

3.3.3 Markieren der Tiere

Um die Kühe sowohl bei Direktbeobachtungen als auch am Videobild individuell erkennen zu können, wurden sie mittels schwarzer Haarfärbemittel oder Blondiermittel beidseitig im Bereich der Kruppe und der Körperseite mit arabischen Zahlen markiert (Abb. 3). Da diese Markierungen nicht von Dauer sind (Sichtbarkeit einige Wochen, tierindividuell sehr unterschiedlich), mussten sie bei Bedarf erneuert werden.



Abb. 3: Beispiele für mit Blondiermittel markierte Tiere.

3.3.4 Direktbeobachtungen mit dem „Observer“

Das Beobachtungsprogramm „The Observer“ (Noldus Information Technology b.v., NL) ermöglicht das rasche Erfassen von Geschehnissen durch vordefinierte Codes (Abb. 4). Mit Hilfe speziell tragbarer Computer der Firma Husky Computers Ltd. (Coventry, England) und diesem Programm wurden Direktbeobachtung des Sozialverhaltens sowie Direktbeobachtungen bei den kurzfristigen Melkversuchen durchgeführt.

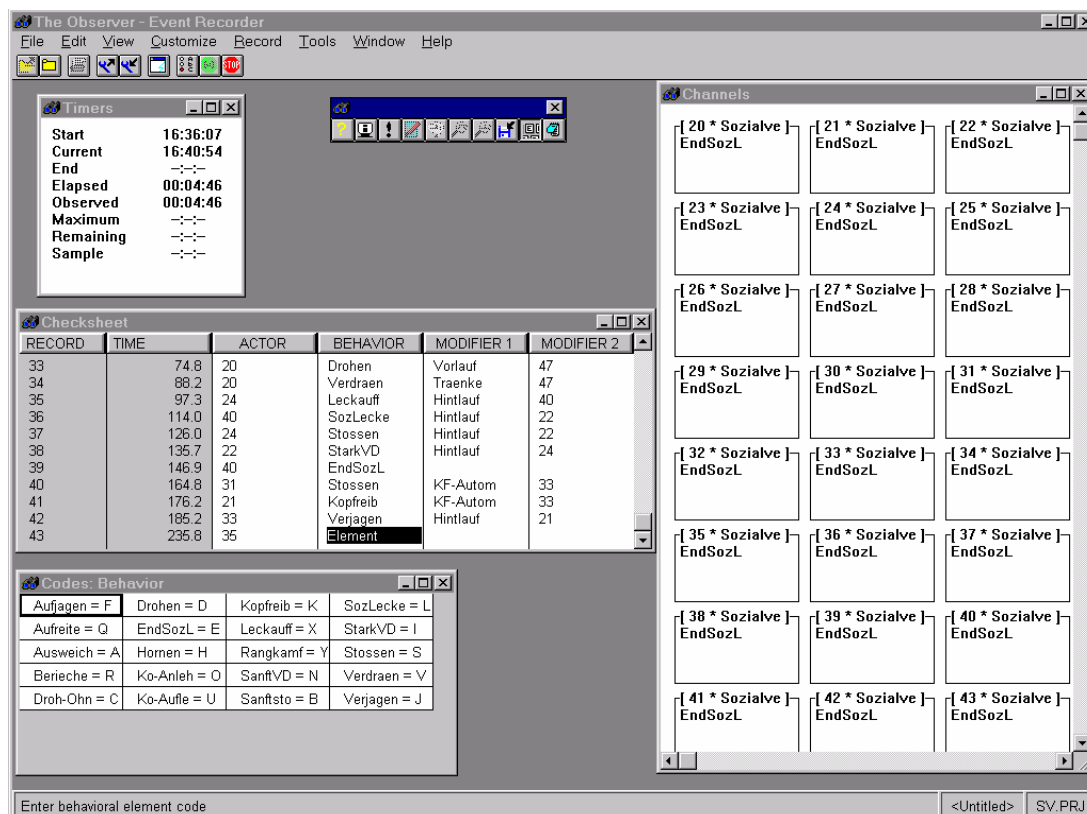


Abb. 4: Bildschirmansicht des „Observer“ während der Beobachtung von Sozialverhalten und der kurzfristigen Melkversuche.

3.4 Statistik und graphische Darstellungen

Als Signifikanzniveau wurde $\alpha = 0,05$ herangezogen.

Nicht-parametrische Tests wurden entsprechend Siegel und Castellan (1988) durchgeführt:

- bei mehreren verbundenen Stichproben: Friedman Test. Angegebene Statistik: F.
- bei zwei gepaarten Stichproben oder einer Stichprobe, deren Abweichung von einem vorgegebenen Wert getestet wird: Wilcoxon signed ranks Test in R oder SPSS. Angegebene Statistik: V.
- bei zwei unabhängigen / ungepaarten Stichproben: Mann Whitney U Test (entspricht Wilcoxon Rangsummentest und Kruskal-Wallis Test für zwei Gruppen). Angegebene Statistik: U.
- Chi-Quadrat-Test: nominale Daten, Gruppenvergleich

Zur Einbeziehung von Wechselwirkungen wurden geeignete Modelle erstellt.

Bei Boxplots fanden folgende Konventionen Anwendung:

In Boxplots werden jeweils dargestellt:

- der Median (horizontale Markierung — [schwarz oder weiß]),
- der Interquartilabstand (Box),
- die Spannweite ohne Ausreißer und Extremwerte (Whisker-Linien am Ende der Box zeigen die Distanz vom Ende der Box zu den größten oder kleinsten beobachteten Werten an, die weniger als 1,5 Boxlängen von beiden Enden der Box entfernt liegen),
- Ausreißer (Fälle, deren Werte zwischen 1,5 und 3 Boxlängen von einem Ende der Box entfernt liegen, o),
- Extremwerte (Fälle, deren Werte mehr als 3 Boxlängen von einem Ende der Box entfernt liegen, ◆).

Darstellung (graphisch oder tabellarisch) von Mittelwerten mit Angabe der Standardabweichung (Standard Deviation, SD) oder von Median mit Minimum und Maximum.

Graphiken wurden in SPSS für Windows Version 11.5 (SPSS Inc., 1989 – 1999) oder in Excel Office 2000 erstellt, Berechnungen entweder in SPSS für Windows Version 11.5 oder in R (Ihaka & Gentleman 1996) durchgeführt.

3.5 Ausfälle von Versuchskühen

Die Aufzeichnung von Versuchstierausfällen und deren Ursachen obliegt dem Projektpartner BVW. In Tabelle 2 sind die im Laufe des Versuches ausgeschiedenen Tiere nach Versuchsphase und zugehöriger Versuchsgruppe aufgelistet. Die Zuteilung zu den Ausscheidungsursachen war nicht stets eindeutig möglich, da teils mehrere Ursachen ein Tier betreffen konnten. Ursachen für Tierausfälle werden grob gegliedert in gesundheitsbedingte Ausfälle und in Ausfälle bedingt durch sogenannte „nicht roboter- melktaugliche Tiere“. Letztgenanntes bedeutet, dass sich z. B. die Zitzenstellung oder der Zitzendurchmesser post partum so sehr verändert hat, dass eine Ortung der Zitzen für den Melkroboter nicht mehr

möglich ist. Oder die Melkung im Roboter ist auf Grund hochgradig unruhigem Verhalten der Kuh nicht möglich bzw. die Kuh verweigert jeglichen Melkroboterzutritt.

Der Punkt „Anderes“ beinhaltet Abgangsursachen wie zum Beispiel Knochenbrüche (N=3) oder post partum aufgetretene Erkrankungen (Milchfieber, Endometritis), welche nicht mehr behandelt werden konnten. Teils konnte nur eine Verdachtsdiagnose vom behandelnden Tierarzt ausgesprochen werden. Besonders auffällig sind die hohen Ausfälle in der AMS-Gruppe, welche den Rubriken „Fruchtbarkeit“ und „Eutererkrankungen“ zugeteilt wurden.

Ende Oktober 2003 befanden sich in der Melkstand-Gruppe noch 50 % (15 von 30 Tieren) der Kühe aus der ursprünglichen Gruppe (Vorversuchsphase) im Versuch bzw. 60 % (18 von 30 Tieren) der Kühe, mit denen die Versuchsphase (Anfang Juli 2001) begonnen wurde. In der AMS-Gruppe fanden sich zu diesem Datum noch 30 % (9 von 30 Tieren) der Kühe, welche seit der Vorversuchsphase im Versuch sind bzw. 36,7 % (11 von 30 Tieren) der Kühe, welche seit Beginn der Versuchsphase in der Gruppe sind.

Diese große Anzahl an Tieraufällen erschwert in hohem Maße die Datenauswertung z.B. im Bereich des Sozialverhaltens, Rangordnung, Erhebungen zu Klauengesundheit und Lahmheit. Insbesondere Vergleiche zwischen den Melksystemen über länger dauernde Perioden stoßen auf massive Schwierigkeiten. Entgegen der ursprünglichen Planung konnten somit Effekte der Fütterungsvarianten nicht mehr (z.B. Sozialverhalten) berücksichtigt werden können.

Tab. 2: Darstellung der Anzahl ausgeschiedener Kühe in den Versuchsphasen und Zuteilung zu den Ursachen.

			Vorversuchsphase (20.11.00 - 30.6.01)		Versuchsphase (1.7.01 – 31.10.03)	
			AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe	AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Ausscheidungsgrund	1	Nicht roboter-/melktauglich	1		4	
	2	Geringe Milchleistung			1	1
	3	Eutererkrankung	1		8	2
	4	Fruchtbarkeit		2	11	3
	5	Klauenerkrankung			2	4
	6	Anderes	5	5	6	4
Summe ausgeschiedener Kühe			7	7	32	14

4 Sozialverhalten

4.1 Einleitung

Kühe gehören zur Gruppe sozial lebender Tiere (Sambraus et al., 2002), deren Zusammenleben charakterisiert ist durch die Bildung individueller Freundschaften (Reinhardt, 1981) (affiliate, nicht agonistische, soziopositive Verhaltensweisen), sowie durch die Etablierung einer Rangordnung (agonistische Verhaltensweisen) (Sambraus et al., 2002). Letztere dient dem Vermeiden unnötiger Auseinandersetzungen. Nach Sato et al. (1993) besteht die Funktion des „Sozialen Leckens“ in der Reduzierung von Spannungen, der Bekräftigung sozialer Bande sowie in der Stabilisierung sozialer Beziehungen und wird in der Literatur als soziopositiver Parameter angesehen. Zwischen Tieren mit starker sozialer Spannung tritt „Soziales Lecken“ sehr selten auf (Schloeth, 1961). Dagegen ist der Parameter „Kopfspiel“ für sich alleine schwierig zu interpretieren. „Kopfspiel“ tritt einerseits in Verbindung mit „Sozialem Lecken“ auf (Schloeth, 1961), andererseits lassen sich auch agonistische Tendenzen erkennen.

Obwohl Rinder ein großes Maß an Anpassungsfähigkeit besitzen, kann es unter Bedingungen intensiver Tierhaltung zu Störungen des sozialen Gefüges und in weiterer Folge zur Beeinträchtigung des Wohlbefindens der Tiere kommen (Bouissou et al., 2001).

In dieser Untersuchung wurde der Frage nachgegangen, ob zwei unterschiedliche Melksysteme mit dem verbundenen Management Auswirkungen auf das Sozialverhalten von Kühen haben. In Zusammenhang mit einem AMS wäre gerade bei gesteuertem bzw. teilgesteuertem Kuhverkehr unter anderem im Wartebereich vor der Melkbox ein Ansteigen von agonistischen Interaktionen zu erwarten.

4.2 Methode

4.2.1 Beobachtungszeiten

Beobachtungen des Sozialverhaltens der Kühe fanden sowohl bei teilgesteuertem (Juli bis Oktober 01) wie auch bei freiem Kuhverkehr (März und April 02) je 6 Mal an jeweils 2 aufeinanderfolgenden Tagen statt (d.h. je 12 x 7,5 Stunden; siehe Tab. 1). Bei den Erhebungen von Juli bis Oktober 01 wurden die Fütterungsvarianten „KON“ und „AGR“ berücksichtigt. Dagegen fanden die Beobachtungen im März und April 02 ausschließlich während der Fütterungsvariante „KON“ statt, da aufgrund einiger Kuhausfälle die Datenerhebungen während der Fütterungsvariante „AGR“ nicht durchführbar waren. Keinesfalls eignete sich die Fütterungsvariante „TMR“ (totale Mischration) für die Beobachtung des Sozialverhaltens, da bei den gegebenen Bedingungen mit der Dataranger-Einfütterung innerhalb einer Gruppe nicht alle Tiere zur gleichen Tageszeit frisches Futter vorgelegt bekamen. Dies könnte das Sozialverhalten beträchtlich beeinflussen.

Die Beobachtungszeiten wurden einerseits danach ausgewählt, wann die Tiere aktiv sind, da es relativ unergiebig ist, das Sozialverhalten zu beobachten, wenn die meisten Tiere liegen. Im Idealfall würden die beiden Gruppen immer zeitgleich beobachtet werden. Dies war nicht sinnvoll, da beide Gruppen zu unterschiedlichen Tageszeiten frisches Futter vorgelegt bekamen (innerhalb der jeweiligen Gruppe jedoch alle Kühe zur gleichen Tageszeit) und die

Fütterung ein starker externer Zeitgeber für den Tagesrhythmus der Kühe darstellt. Pro Tag wurden beide Gruppen 5 1/2 Stunden gleichzeitig und je 2 Stunden einzeln beobachtet (Tab. 3). Es wurde darauf geachtet, dass Eingliederungen neuer Tiere mindestens drei Tage vor einer Beobachtung vorgenommen wurden

Tab. 3: Beobachtungszeiten für das Sozialverhaltens.

Beobachtungszeit	
Ca. 6:15 - 8:15 Uhr	Nachdem die Melkstand-Gruppe vom Melken zurück kommt, wird sie 2 h lang beobachtet. Die AMS-Gruppe wird in diesem Zeitraum nicht beobachtet, da dort gerade eingefüttert wird.
Ca. 8:30 - 10:30 Uhr	Nachdem die Einfütterung bei der AMS-Gruppe abgeschlossen ist, werden beide Gruppen 2 h lang beobachtet.
14:00 - 15:30 Uhr	Ab 14:00 bis die Melkstand-Gruppe zum Melken geholt wird, werden beide Gruppen je 1 1/2 h lang beobachtet.
15:30 - 17:30 Uhr	Während die Melkstand-Gruppe gemolken und eingefüttert wird, wird in der AMS-Gruppe 2 h lang beobachtet.
Ca. 18:00 - 20:00 Uhr	Nachdem die Einfütterung bei der Melkstand-Gruppe abgeschlossen ist, werden beide Gruppen je 2 h lang beobachtet.

Um ausreichend Daten für die Berechnung der Rangordnung zu bekommen, wurden zum Teil zusätzliche Beobachtungen von 20:00 bis 20:45 Uhr und an zusätzlichen Tagen durchgeführt. Diese zusätzlichen Beobachtungszeiten sind jedoch nicht in die Auswertungen zum Sozialverhalten eingeflossen.

4.2.2 Datenerhebung

Als Methode für die Datenerhebung wurde die kontinuierliche Beobachtung der Gruppe (continuous behaviour sampling) (Lehner, 1998) mittels Direktbeobachtung herangezogen. Die Beobachtungen wurden von fahrbaren Baugerüsten aus gemacht, die mittig jeweils vor den beiden Versuchsgruppen auf dem Futtertisch platziert waren. Wenn beide Gruppen gleichzeitig beobachtet wurden, beobachteten zwei Personen je eine Gruppe, wobei die Beobachter regelmäßig zwischen den Gruppen wechselten, um einen Einfluss des Beobachters auszuschließen. In Summe fanden 208,5 Stunden Direktbeobachtungen statt (davon 180 Stunden zum Sozialverhalten; 28,5 Stunden flossen zusätzlich in die Berechnung der Rangordnung ein).

4.2.3 Verhaltensparameter

Die erhobenen Parameter bestehen aus Definitionen der Akteure und Empfänger von Sozialverhalten, der Art des Sozialverhaltens und dem Ort des Sozialverhaltens und umfassen folgende Elemente:

- Akteure (A) und Empfänger (E)
 - Sämtliche Kühe in der Gruppe
- Art des Sozialverhaltens
 - Verdrängen: Erfolgreiches Verdrängen durch Kopfstoß mit Körperkontakt
 - Sanftes Verdrängen: Verdrängen mit einem leichten Kopfstoß
 - Starkes Verdrängen: Verdrängen mit mehr als zwei kräftigen Kopfstößen
 - Verjagen: Verdrängen mit Hinterherlaufen über mehr als zwei Meter
 - Aufjagen: durch Kopfstöße wird ein liegendes Tier aufgetrieben
 - Stoßen: Kopfstoß ohne Verdrängungseffekt
 - Sanft Stoßen: Ganz leichter Kopfstoß ohne Verdrängungseffekt
 - Drohen: Drohen (präsentieren der Stirn mit geneigtem Kopf) mit Ausweichen von E, ohne Körperkontakt
 - Drohen ohne Erfolg: Drohen ohne Ausweichen von E
 - Ausweichen: ein Tier weicht ohne sichtbares Drohen eines näher als 2 Meter stehenden anderen Tieres
 - Rangkampf: Schiebekampf
 - Kopfspiel: spielerisches Stirn an Stirn reiben
 - Beriechen: beriechen eines Tieres (ausgenommen Anogenitalbereich)
 - Kopfreiben: A reibt Kopf am Körper von E (ausgenommen Kopfbereich)
 - Kopf (Stirn) Anlehnen: A legt seinen Kopf mit der Stirn an E an
 - Kopf (Unterkiefer) Auflegen: A legt seinen Kopf mit Unterkiefer auf E
 - Aufreiten
 - Leckaufforderung mit nach vorne unten gestreckter Kopfhaltung
 - Soziales Lecken (Dauer): A beleckt E (ausgenommen Anogenitalbereich)
- Ort des Sozialverhaltens (definiert nach Aufenthaltsort des Empfängers)
 - Ausgang des Roboters (nur AMS-Gruppe)
 - Vorderer Laufbereich: Bereich zwischen Futtertisch und Liegeboxen
 - Fressbereich: Kuh steht unmittelbar vor oder in den Fressplätzen, Blick zu diesen.
 - Tränke: Kuh steht unmittelbar vor der Tränke, Blick zu dieser
 - Hinterer Laufbereich: Bereich zwischen den Liegeboxenreihen
 - Kraftfutterautomat: Kuh steht mindest. mit den Vorderextremitäten im KF-Automat
 - Liegebox: Kuh befindet sich in der Liegebox
 - Wartebereich (nur AMS-Gruppe): Raum bis einschließlich Höhe der vorletzten wandständigen Liegebox bzw. der letzten nicht wandständigen Box. Kopf des Tieres muss in diesem Bereich sein (bei Blick zum Roboter) bzw. die Hinterhand (bei Blick weg vom Roboter).

4.2.4 Datenauswertung

4.2.4.1 Gruppenvergleiche

Die während jeweils 7 1/2 Stunden pro Beobachtungstag erfassten Häufigkeiten von Sozialverhaltensparametern der zwei aufeinanderfolgenden Tage wurden zusammengefasst und zu Gruppenwerten aggregiert (N=6). Die Parameter „Verdrängen“, „Sanftes Verdrängen“, „Starkes Verdrängen“, „Drohen“, „Verjagen“, „Aufjagen“ wurden zum Parameter „Agonistisch erfolgreich“ sowie die Parameter „Stossen“, „Sanft Stossen“, „Drohen ohne Erfolg“ zum Parameter „Agonistisch erfolglos“ zusammengefasst. Die jeweiligen Häufigkeiten von Parametern und die Dauer des sozialen Leckens wurden durch die Anzahl anwesender Kühe und beobachteter Stunden pro Tag und Gruppe dividiert (=Häufigkeit bzw. Dauer (min) pro Stunde und pro Kuh). Mittels Mann-Whitney-U-Tests wurde überprüft, ob sich die Versuchsgruppen innerhalb der jeweiligen Kuhverkehrsvariante im Auftreten von Sozialverhaltensparameter und in der Dauer des sozialen Leckens signifikant voneinander unterscheiden.

In einem weiteren Schritt wurden die Anteile der unterschiedlichen Orte am Auftreten der Verhaltensparameter berechnet und anhand Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Gruppen getestet.

Auf Vergleiche innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppe zwischen den Kuhverkehrsvarianten musste verzichtet werden, da aufgrund von Kuhausfällen die Zusammensetzung der Gruppen bei freiem Kuhverkehr nicht mehr der Zusammensetzung bei teilgesteuertem Kuhverkehr entsprach (Ausfall von 9 Kühen in der AMS-Gruppe und 4 Kühen in der Melkstand-Gruppe).

4.2.4.2 Rangordnung

Die Ermittlung der sozialen Rangordnung in den beiden Versuchsgruppen erfolgte nach der Methode von Sambras (1975) durch Berechnung eines Dominanzindex für jede Kuh. Dieser kann einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen. Je näher der errechnete Wert an 1 liegt, desto höher ist der Rangplatz (Sambras, 1975). Hierbei flossen alle Häufigkeiten agonistisch erfolgreicher Interaktionen (verjagen, verdrängen, stark verdrängen, sanft verdrängen, drohen, aufjagen) pro Tierpaar ein, ausgenommen jene, welche am Ort „Kraftfutterautomat“ stattfanden. Interaktionen am Ort „Kraftfutterautomat“ wurden deshalb nicht miteinbezogen, da für den Empfänger im Kraftfutterautomat, welcher vorne und an den Seiten von einem Sichtschutz umgeben war, an der Hinterhand jedoch angreifbar war, nicht ersichtlich war, um welchen Akteur (welche Kuh) es sich handelte. Somit könnten die Ergebnisse dieser Interaktionen das Bild des sozialen Status in der Gruppe verfälschen.

4.3 Resultate

4.3.1 Gruppenvergleiche

Im folgenden werden Ergebnisse zu ausgewählten Parametern bezüglich Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in deren Häufigkeit, der Dauer des sozialen Leckens und in der Verteilung des Auftretens dieser an unterschiedlichen Orten während teilgesteuertem und

freiem Kuhverkehr mittels Boxplot-Abbildungen (Abb. 5 bis 8) und Signifikanztests (Tab. 4 bis 7) dargestellt.

Innerhalb der Variante teilgesteuerter Kuhverkehr ergaben Mann-Whitney-U-Tests, dass im Vergleich zur Melkstand-Gruppe in der AMS-Gruppe signifikant mehr „Kopfspiel“, jedoch signifikant weniger „Soziales Lecken“ auftrat. Weder in der Häufigkeit von „Kämpfen“, „Agonistisch erfolgreich“ und „Agonistisch nicht erfolgreich“ noch in der Dauer des sozialen Leckens unterschieden sich die Gruppen signifikant von einander (Tab. 4 u. 5; Abb. 5 u.6).

Tab. 4: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für ausgewählte Sozialverhaltensparameter bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Häufigkeit des Parameters pro Stunde und pro Kuh (h/K)]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

	Parameter	Gruppe	Median	Minimum	Maximum	P
teilgesteuerter Kuhverkehr	Kämpfen/h/K	Melkstand	0,000	0,000	0,002	0,1
		AMS	0,002	0,000	0,009	
	Agonistisch- erfolgreich/h/K	Melkstand	0,823	0,646	1,035	0,589
		AMS	0,867	0,688	0,984	
	Agonistisch- nicht erfolg./h/K	Melkstand	0,101	0,066	0,174	0,7
		AMS	0,107	0,068	0,145	
	Kopfspiel/h/K	Melkstand	0,043	0,019	0,073	0,004**
		AMS	0,107	0,057	0,128	
	Sozial. Lecken /h/K	Melkstand	0,476	0,331	0,658	0,015*
		AMS	0,327	0,252	0,406	

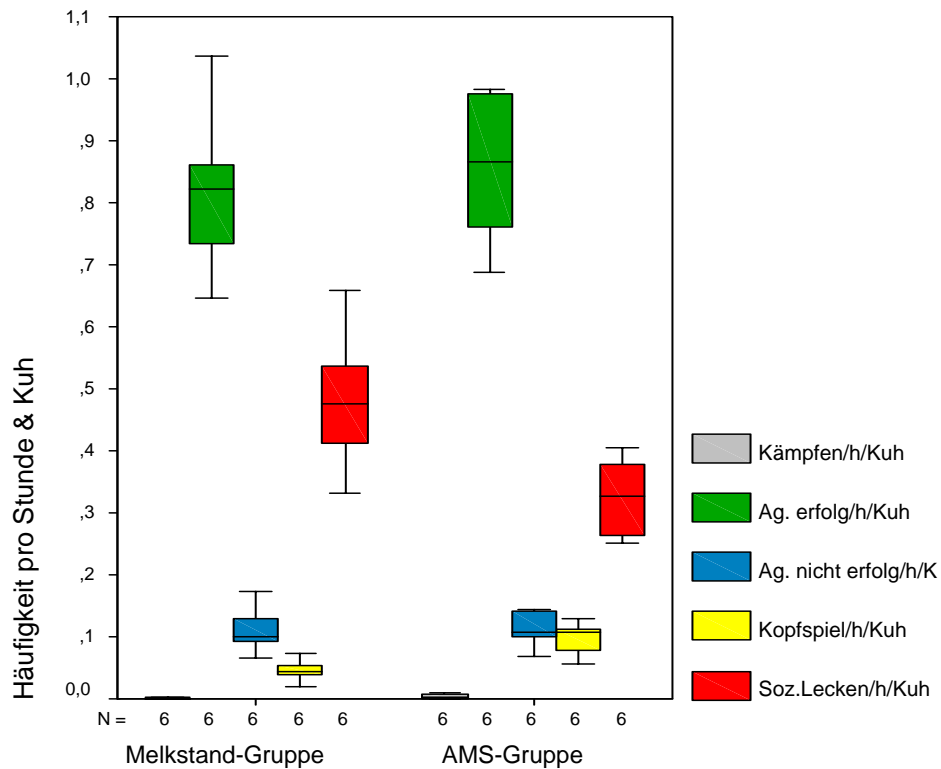


Abb. 5: Häufigkeit von Sozialverhaltensparametern pro Stunde und Kuh für die Melkstand – Gruppe und AMS-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr (N = 6).

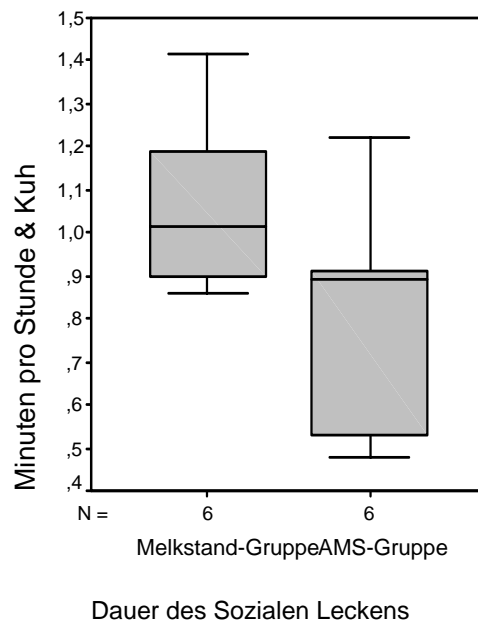


Abb. 6: Dauer des Sozialen Leckens in Minuten pro Stunde und Kuh für beide Versuchsgruppen bei teilgesteuertem Kuhverkehr (N=6).

Tab. 5: Mann-Whitney-U-Test auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in der Dauer des sozialen Leckens bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Dauer in Minuten pro Stunde und Kuh (h/K)]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

Teilgesteuerter Kuhverkehr	Parameter	Dauer des Sozialen Leckens (min)	
	Gruppe	AMS- Gruppe	Melkstand- Gruppe
	Median	0,892	1,017
	Minimum	0,477	0,857
	Maximum	1,222	1,417
	P	0,240	

Bei freiem Kuhverkehr fand in der AMS-Gruppe wieder signifikant häufiger „Kopfspiel“ statt als in der Melkstand-Gruppe. Dagegen konnte in der Häufigkeit des Parameters „Soziales Lecken“ kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mehr festgestellt werden. Wie auch bei teilgesteuertem Kuhverkehr unterschieden sich die Gruppen hier, bei freiem Kuhverkehr, in der Häufigkeit der anderen Parameter („Kämpfen“, „Agonistisch erfolgreich“, „Agonistisch nicht erfolgreich“) und in der Dauer des sozialen Leckens nicht signifikant voneinander (Tab. 6 u. 7; Abb. 7 u. 8).

Tab. 6: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für ausgewählte Sozialverhaltensparameter bei freiem Kuhverkehr ([Häufigkeit des Parameters pro Stunde und pro Kuh (h/K)]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

	Parameter	Gruppe	Median	Minimum	Maximum	P
freier Kuhverkehr	Kämpfen/h/K	Melkstand	0,001	0,000	0,009	0,827
		AMS	0,002	0,000	0,007	
	Agonistisch- erfolgreich/h/K	Melkstand	0,878	0,575	1,210	0,485
		AMS	0,749	0,588	0,944	
	Agonistisch- nicht erfolg./h/K	Melkstand	0,082	0,054	0,117	0,394
		AMS	0,105	0,062	0,173	
	Kopfspiel /h/K	Melkstand	0,066	0,052	0,076	0,002**
		AMS	0,159	0,108	0,193	
	Sozial. Lecken /h/K	Melkstand	0,354	0,284	0,516	0,589
		AMS	0,343	0,277	0,495	

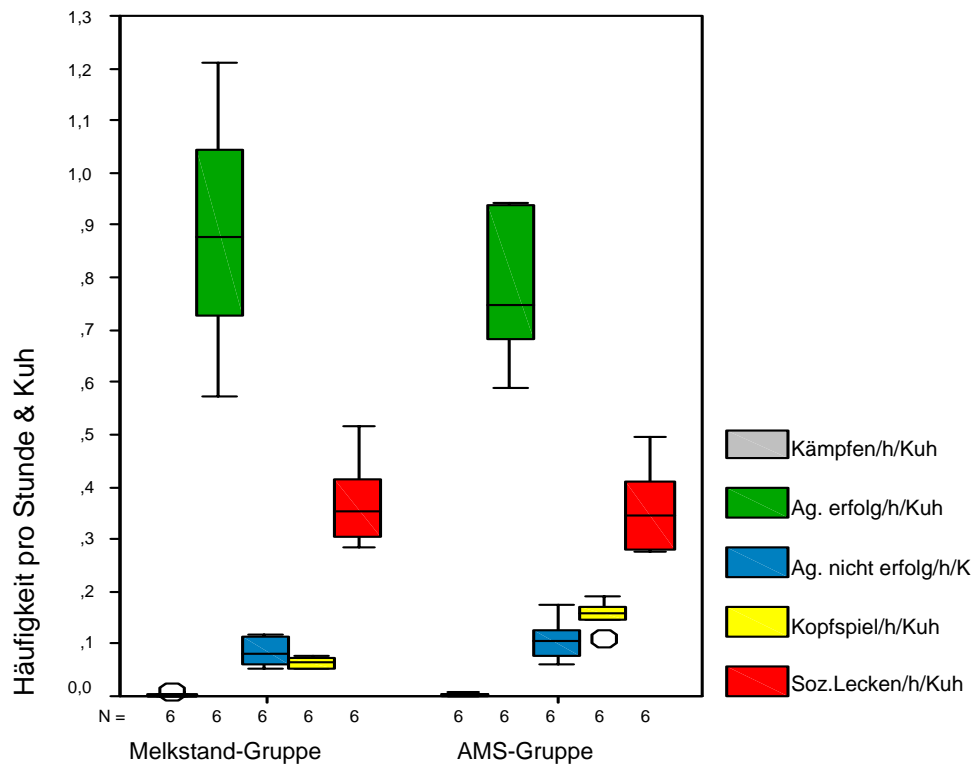


Abb. 7: Häufigkeit von Sozialverhaltensparametern pro Stunde und Kuh für die Melkstand-Gruppe und AMS-Gruppe bei freiem Kuhverkehr (N=6).

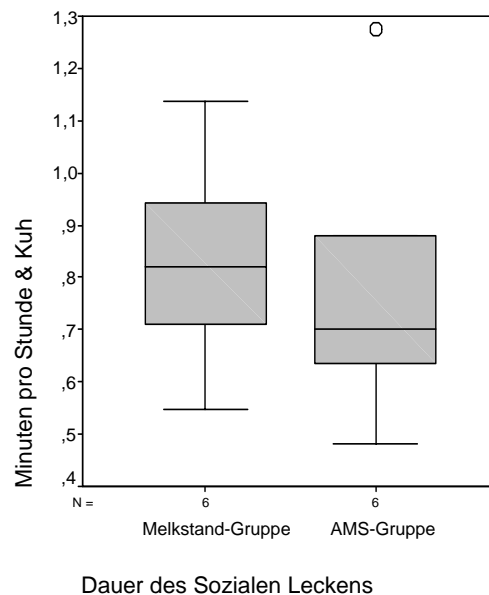


Abb. 8: Dauer des Sozialen Leckens in Minuten pro Stunde und Kuh für beide Versuchsgruppen bei freiem Kuhverkehr (N=6).

Tab.7: Mann-Whitney-U-Test auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen in der Dauer des sozialen Leckens bei freiem Kuhverkehr ([Dauer in Minuten pro Stunde und Kuh (h/K)]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

Freier Kuhverkehr	Parameter	Dauer des Sozialen Leckens (min)	
	Gruppe	AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
	Median	0,700	0,819
	Minimum	0,482	0,547
	Maximum	1,274	1,137
	P	0,587	

Da „Kämpfen“ generell auf sehr niedrigem Niveau stattfand, wird bei diesem Parameter auf die Darstellung des Auftretens an den einzelnen Orten verzichtet. Die Orte „vorderer Laufbereich“, „Kraftfutterautomat“ und „Liegebereich“ wurden je nach Versuchsgruppe und Verhaltensparameter, unabhängig von der Kuhverkehrsvariante, am häufigsten aufgesucht (Abb. 9 bis 12; Tab. 8 bis 15). Entgegen den Erwartungen fand sowohl bei teilgesteuertem als auch bei freiem Kuhverkehr im Wartebereich vor dem Melkroboter ein sehr geringer Anteil der agonistischen Interaktionen (erfolgreich, nicht erfolgreich) statt (zwischen 0,21% und 4,97%). Gleiches gilt für den Bereich „Ausgang des Roboters“ (zwischen 0% und 2,42%). In den übrigen Parametern ergaben sich bezüglich der Verteilung des Auftretens an den Orten teils signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen.

„Agonistisch erfolgreich“ und „Agonistisch nicht erfolgreich“ fanden in der Melkstand-Gruppe, sowohl bei teilgesteuertem wie auch bei freiem Kuhverkehr, am Ort „Kraftfutterautomat“ signifikant häufiger statt (31,09%, 20,43% [teilgesteuerter K.]; 34,75%, 21,27%[freier K.] als beim Kraftfutterautomat in der AMS-Gruppe (0,8%, 0,26% [teilgesteuerter K.]; 2,05%, 0,81%[freier K.]). Dagegen trat bei teilgesteuertem Kuhverkehr in der AMS-Gruppe „Agonistisch erfolgreich“ im vorderen Laufbereich und im Fressbereich signifikant öfter auf als an diesen Orten in der Melkstand-Gruppe. Tiere der AMS-Gruppe führten „Soziales Lecken“ signifikant weniger oft im Fressbereich aus als Tiere der Melkstand-Gruppe. Bei freiem Kuhverkehr fanden „Agonistisch erfolgreich“ und „Agonistisch nicht erfolgreich“ in der AMS-Gruppe signifikant häufiger im vorderen Laufbereich, „Agonistisch erfolgreich“ und „Kopfspiel“ signifikant häufiger an der Tränke statt als in der Melkstand-Gruppe.

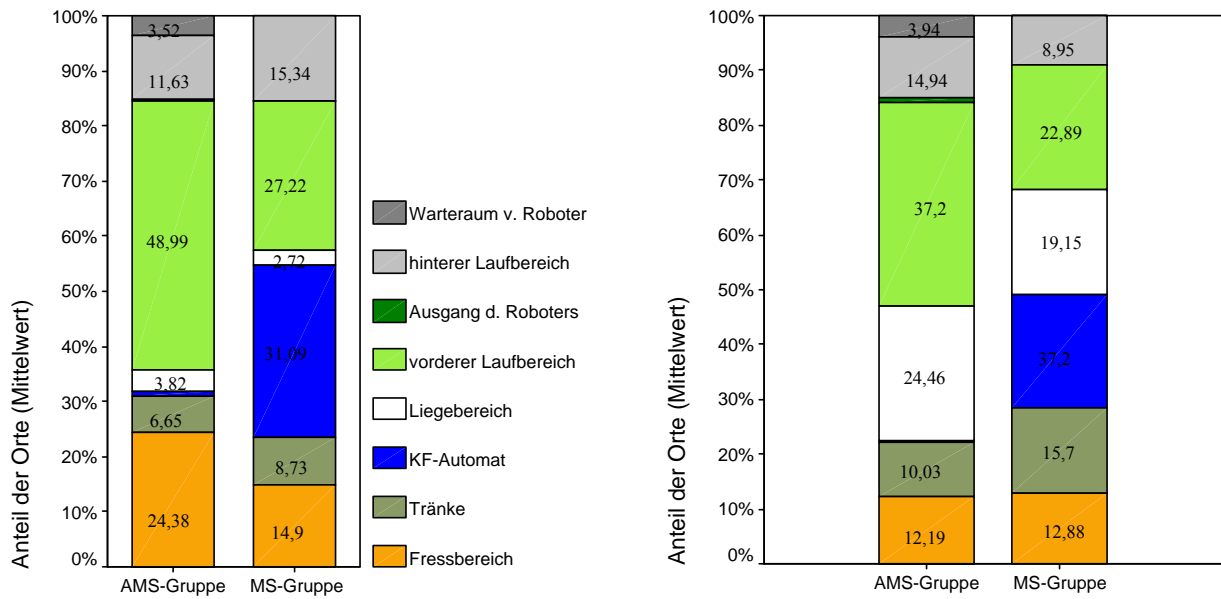


Abb. 9: Auftreten der Parameter „Agonistisch erfolgreich“ (links) und „Agonistisch nicht erfolgreich“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei teilgesteuertem Kuhverkehr.

Tab. 8: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „Agonistisch erfolgreich“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

Teilgesteuerter Kuhverkehr	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minim.	Maxim.	P
	Agon. erfolgreich Fressbereich		AMS	24,38	2,99	24,66	19,94	28,52
MS			14,90	5,67	13,58	10,00	25,49	
Agon. erfolgreich Tränke		AMS	6,65	2,79	6,71	2,74	10,82	0,94
		MS	8,73	5,85	6,34	2,55	16,94	
Agon. erfolgreich KF-Automat		AMS	0,80	0,37	0,76	0,28	1,36	0,002**
		MS	31,09	10,82	32,05	14,58	43,08	
Agon. erfolgreich Liegebereich		AMS	3,82	0,82	3,91	2,76	5,07	0,07
		MS	2,72	0,90	2,44	1,79	4,34	
Agon. erfolgreich vorder. Laufbereich		AMS	49,2	4,04	48,98	43,88	54,79	0,002**
		MS	27,22	6,97	24,63	20,27	38,69	
Agon. erfolgreich hint. Laufbereich		AMS	15,15	4,65	16,38	9,55	21,06	0,81
		MS	15,34	3,44	15,67	9,29	19,22	
Agon. erfolg. Ausgang		AMS	0,21	0,26	0,14	0,0	0,63	
Agon. erfolg. Warteraum		AMS	3,52	1,96	3,44	0,82	6,50	

Tab. 9: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Agonistisch nicht erfolgreich**“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum	P
Teilgesteuerter Kuhverkehr	Agon. Nicht erfolg. Fressbereich	AMS	12,19	4,72	12,24	4,35	17,18	0,82
		MS	12,88	8,33	13,44	2,38	21,94	
	Agon. Nicht erfolg. Tränke	AMS	10,03	8,94	7,89	2,29	26,22	0,59
		MS	15,70	9,80	15,89	2,44	25,85	
	Agon. Nicht erfolg. KF-Automat	AMS	0,26	0,64	0	0	1,56	0,002**
		MS	20,43	8,42	18,42	10,37	32,10	
	Agon. Nicht erfolg. Liegebereich	AMS	24,46	7,15	23,66	16,66	34,37	0,24
		MS	19,15	11,54	18,58	6,64	39,03	
	Agon. Nicht erfolg. vorder. Laufbereich	AMS	38,12	15,68	41,45	12,49	56,52	0,09
		MS	22,89	8,14	23,33	9,75	33,39	
Agon. Nicht erfolg. hint. Laufbereich	AMS	14,94	6,99	12,51	6,84	24,99	0,18	
	MS	8,95	3,71	9,04	4,58	13,79		
	Agon. Nicht erfolg. Ausgang Rob.	AMS	0,92	1,47	0	0	3,28	
	Agon. Nicht erfolg. Warteraum Rob.	AMS	3,94	5,91	1,91	0	15,89	

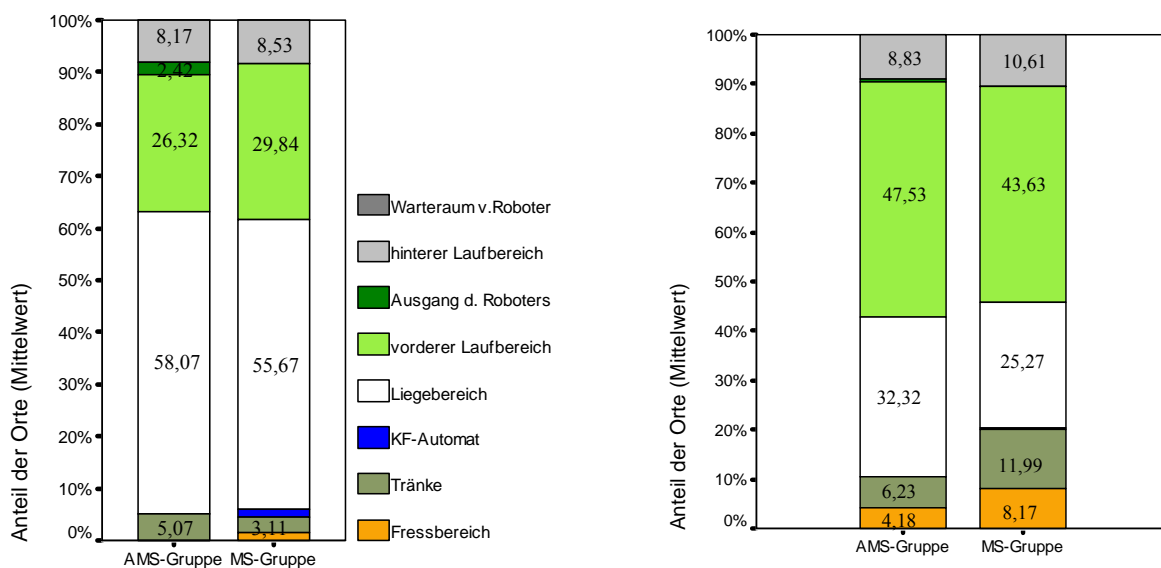


Abb. 10: Auftreten der Parameter „**Kopfspiel**“ (links) und „**soziales Lecken**“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei teilgesteuertem Kuhverkehr.

Tab. 10: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Kopfspiel**“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

Teilgesteuerter Kuhverkehr	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum	P
	Kopfspiel Fressbereich	AMS	AMS	0	0	0	0	0
MS		MS	1,35	2,17	0	0	4,98	
Kopfspiel Tränke	AMS	AMS	5,04	7,21	1,07	0	16,66	0,87
	MS	MS	3,11	4,18	1,57	0	10,52	
Kopfspiel KF-Automat	AMS	AMS	0	0	0	0	0	0,46
	MS	MS	1,5	2,49	0	0	5,89	
Kopfspiel Liegebereich	AMS	AMS	58,07	7,44	56,73	49,98	67,19	0,7
	MS	MS	55,67	12,4	56,09	41,18	73,78	
Kopfspiel vorder. Laufbereich	AMS	AMS	28,74	8,36	26,98	17,13	40,74	0,82
	MS	MS	29,84	13,43	31,84	10,53	47,06	
Kopfspiel hint. Laufbereich	AMS	AMS	8,17	2,74	7,86	4,39	11,44	0,94
	MS	MS	8,53	5,25	9,7	0	15,79	
Kopfspiel Ausgang Rob.	AMS	AMS	2,42	3,03	1,43	0	7,41	
Kopfspiel Warteraum R.	AMS	AMS	0	0	0	0	0	

Tab. 11: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Soziales Lecken**“ an unterschiedlichen Orten bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maxim.	P
Soz. Lecken Fressbereich	AMS	4,18	1,65	4,5	1,3	6,25	0,009**
	MS	8,17	2,29	8,07	4,7	11,88	
Soz. Lecken Tränke	AMS	6,23	4,14	4,9	2,85	14,28	0,49
	MS	11,99	9,31	9,91	3,33	26,23	
Soz. Lecken KF-Automat	AMS	0,14	0,33	0	0	0,82	0,46
	MS	0,32	0,51	0	0	1,11	
Soz. Lecken Liegebereich	AMS	32,32	10,36	34,46	12,33	40,91	0,09
	MS	25,27	7,53	26,45	14,42	33,11	
Soz. Lecken vorder. Laufbereich	AMS	48,21	11,86	49,2	26,78	59,79	0,31
	MS	43,63	8,65	42,93	33,79	57,71	
Soz. Lecken hint. Laufbereich	AMS	8,93	6,72	6,69	2,27	18,75	0,49
	MS	10,61	4,43	10,86	4,51	17,85	
Soz. Lecken Ausgang R.	AMS	0,67	0,72	0,6	0	1,95	
Soz. Lecken Warteraum	AMS	0,1	0,25	0	0	0,62	

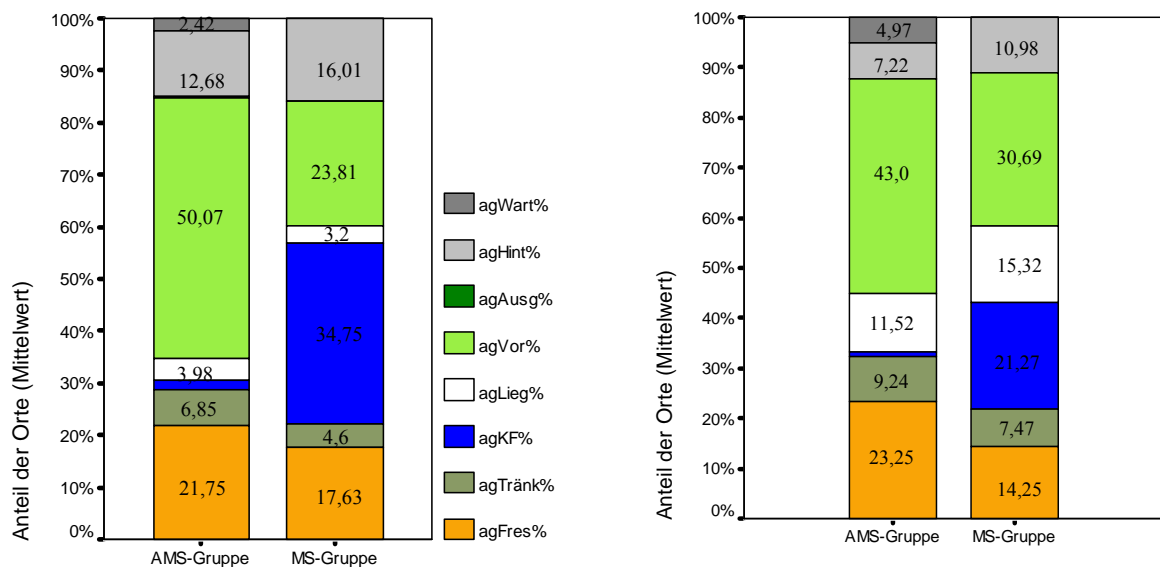


Abb. 11: Auftreten der Parameter „**Agonistisch erfolgreich**“ (links) und „**Agonistische nicht erfolgreich**“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei freiem Kuhverkehr.

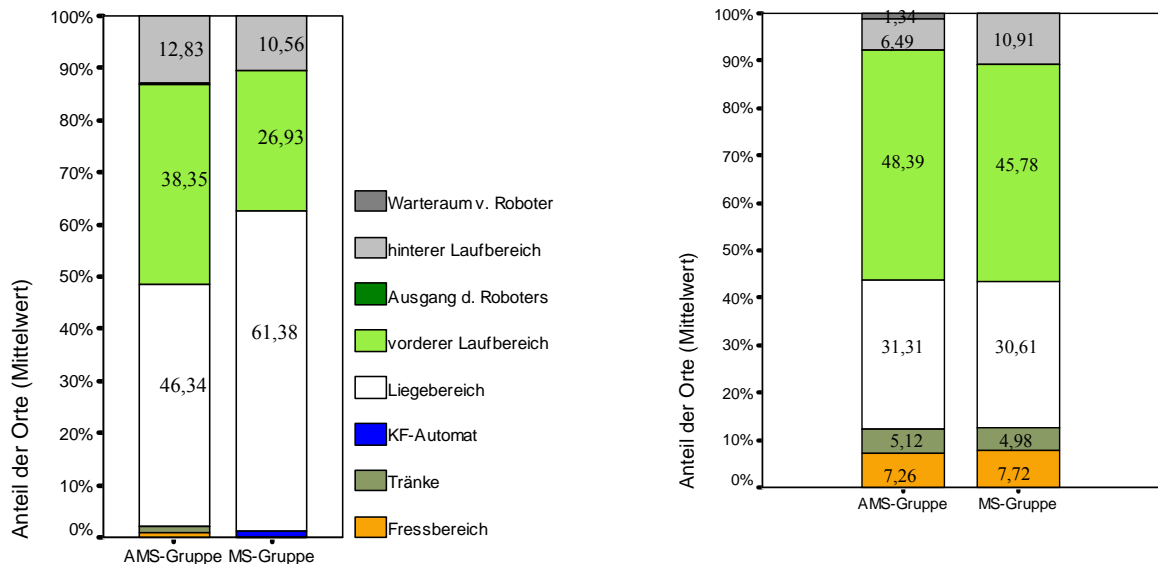
Tab. 12: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Agonistisch erfolgreich**“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maxim.	P
Freier Kuhverkehr	Agon. erfolgreich Fressbereich	AMS	21,75	5,68	20,34	16,0	30,41	0,31
		MS	17,63	4,24	16,88	11,93	22,68	
	Agon. erfolgreich Tränke	AMS	6,85	1,79	6,93	4,53	9,57	0,04*
		MS	4,6	1,23	4,74	2,75	6,42	
	Agon. erfolgreich KF-Automat	AMS	2,05	0,7	2,04	1,26	3,23	0,002**
		MS	34,75	8,6	36,54	22,53	45,25	
	Agon. erfolgreich Liegebereich	AMS	3,98	1,22	3,89	2,04	5,61	0,24
		MS	3,2	0,94	3,14	1,90	4,51	
	Agon. erfolgreich vorder. Laufbereich	AMS	50,27	4,14	49,22	45,61	56,64	0,002**
		MS	23,81	4,47	24,32	17,76	29,17	
	Agon. erfolgreich hint. Laufbereich	AMS	15,10	3,62	15,03	10,05	20,47	0,7
		MS	16,01	2,5	15,16	13,10	19,98	
	Agon. erfol. Ausgang	AMS	0,21	0,4	0	0	1,01	
	Agon. erfol. Warteraum	AMS	2,42	2,3	1,99	0,32	6,85	

Tab. 13: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Agonistische nicht erfolgreich**“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maxim.	P
Freier Kuhverkehr	Agon. Nicht erfolg. Fressbereich	AMS	23,25	14,38	17,98	8,65	48,14	0,39
		MS	14,25	5,94	15,49	3,77	19,67	
	Agon. Nicht erfolg. Tränke	AMS	9,24	4,74	7,96	4,11	17,22	0,59
		MS	7,47	3,59	6,82	3,44	13,12	
	Agon. Nicht erfolg. KF-Automat	AMS	0,81	1,28	0	0	2,75	0,002**
		MS	21,27	4,7	22,05	13,31	26,14	
	Agon. Nicht erfolg. Liegebereich	AMS	11,52	8,03	11,39	0	21,92	0,49
		MS	15,32	7,86	12,94	7,32	25,47	
	Agon. Nicht erfolg. vorder. Laufbereich	AMS	43,0	9,31	43,56	27,83	56,73	0,03*
		MS	30,7	8,64	31,71	17,69	39,93	
	Agon. Nicht erfolg. hint. Laufbereich	AMS	12,18	6,13	13,11	4,25	18,51	0,94
		MS	10,99	4,93	9,06	7,81	20,71	
	Ag. N. erfol. Ausgang	AMS	0	0	0	0	0	
	Ag. N. erfol. Warteraum	AMS	4,97	4,39	3,8	0	11,11	

Abb. 12: Auftreten der Parameter „**Kopfspiel**“ (links) und „**soziales Lecken**“ (rechts) an unterschiedlichen Orten (%) im Mittel (N=6) bei freiem Kuhverkehr.



Tab. 14: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Kopfspiel**“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maxim.	P
Freier Kuhverkehr	Kopfspiel Fressbereich	AMS	0,87	1,01	0,69	0	2,38	0,18
		MS	0	0	0	0	0	
	Kopfspiel Tränke	AMS	1,38	0,77	1,46	0	2,38	0,02*
		MS	0	0	0	0	0	
	Kopfspiel KF-Automat	AMS	0	0	0	0	0	0,46
		MS	1,11	1,73	0	0	3,63	
	Kopfspiel Liegebereich	AMS	46,34	6,04	48,31	36,68	51,38	0,13
		MS	61,38	15,64	62,11	43,51	81,77	
	Kopfspiel vorder. Laufbereich	AMS	38,5	8,67	39,23	27,25	48,43	0,13
		MS	26,94	12,82	24,91	12,17	44,24	
Kopfspiel hint. Laufbereich	AMS	12,83	4,76	12,17	7,81	18,44	0,31	
	MS	10,56	5,77	8,6	4,73	18,21		
	Kopfspiel Ausgang Rob.	AMS	0,23	0,57	0	0	1,4	
	Kopfspiel Warterraum R.	AMS	0	0	0	0	0	

Tab. 15: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen im Auftreten des Parameters „**Soziales Lecken**“ an unterschiedlichen Orten bei freiem Kuhverkehr ([Anteil der Orte (%) auf Gruppenbasis]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum	P
Freier Kuhverkehr	Soz. Lecken Fressbereich	AMS	7,26	2,66	7,86	2,31	10,06	0,94
		MS	7,72	4,57	7,29	1,92	15,24	
	Soz. Lecken Tränke	AMS	5,12	2,99	5,23	0,82	9,49	0,82
		MS	4,98	2,4	5,43	1,44	8,3	
	Soz. Lecken KF-Automat	AMS	0	0	0	0	0	1,0
		MS	0	0	0	0	0	
	Soz. Lecken Liegebereich	AMS	31,31	3,16	30,95	28,14	34,92	0,59
		MS	30,61	2,73	30,73	27,37	34,49	
	Soz. Lecken vorder. Laufbereich	AMS	48,47	4,9	48,18	42,6	54,47	0,39
		MS	45,79	5,91	43,9	41,05	57,41	
	Soz. Lecken hint. Laufbereich	AMS	7,84	3,27	9,02	1,25	9,9	0,7
		MS	10,91	5,62	9,74	4,13	20,0	
	Soz. Lecken Ausgang R.	AMS	0,08	0,2	0	0	0,48	
	Soz. Lecken Warteraum	AMS	1,34	0,77	1,61	0	2,24	

4.3.2 Rangordnung

Die Berechnung der Dominanzindices diente der Erstellung einer Rangordnung. In nachfolgenden Kapiteln wurde diese zur Überprüfung auf eventuelle Zusammenhänge mit z.B. Melkroboterbesuchen oder Grundaktivitäten herangezogen. Wie in Tabelle 16 ersichtlich, kam es zwischen den Kuhverkehrsvarianten zu Änderungen in der Rangordnung der Kühe. Dies ist darin begründet, dass im Laufe der Zeit einige Kühe aus den Versuchsgruppen ausgeschieden wurden und neue Tiere in die Gruppen kamen. Eine stabile Rangordnung ist somit nicht gegeben. Die hier erstellte Rangordnung hat deshalb nur für den Zeitraum der Sozialverhaltensbeobachtungen Geltung (teilgesteuerter Kuhverkehr: Ende Juli 01 bis Mitte Oktober 01; freier Kuhverkehr: März 02 bis Ende April 02). Daher konnten die zuvor beispielhaft genannten eventuellen Zusammenhänge nur für jene Daten überprüft werden, welche im gleichen Zeitraum erhoben wurden wie die Daten zur Dominanzindex-Berechnung.

Die Diskussion der Ergebnisse (z.B: Zusammenhang Rang und Melkbesuchszeiten oder Kortisolmetabolitenkonzentration) erfolgt in dem jeweiligen Kapitel.

Tab. 16: Dominanzindices (DI) der Kühe. Kleinbuchstaben in Spalte „Kuh-Code“ bedeuten, dass diese zu dem Kuh-Code gehörende Kuh zumindest einmal ausgewechselt wurde (a=Original; b=1x...).

Teilgesteuerter Kuhverkehr (07.01-10.01)						Freier Kuhverkehr (03.02-04.02)					
Melkstand-Gruppe			AMS-Gruppe			Melkstand-Gruppe			AMS-Gruppe		
Kuh-Nummer	Kuh-Code	DI	Kuh-Nummer	Kuh-Code	DI	Kuh-Nummer	Kuh-Code	DI	Kuh-Nummer	Kuh-Code	DI
9410	17	1,00	4531	28	1,00	9410	17	0,96	4531	28	0,96
4324	7	0,90	8442	33	0,90	4501	5	0,91	8442	33	0,89
4501	5	0,90	7050	42	0,90	3707	18	0,78	9446	41	0,88
4293	13	0,84	6208	38a	0,90	687	11	0,77	5330	32	0,86
687	11	0,83	9446	41	0,86	8552	16	0,73	7209	44	0,86
8552	16	0,79	7209	44	0,85	4324	7	0,72	9034	48	0,83
7653	8	0,74	5330	32	0,83	9452	54	0,72	1230	40b	0,70
3707	18	0,70	9034	48	0,69	7653	8	0,68	3863	34b	0,67
8212	51	0,67	7654	23	0,67	4293	13	0,68	4600	27	0,65
4583	4	0,63	8911	31	0,67	8212	51	0,63	9924	36	0,64
6271	50	0,62	4600	27	0,59	9032	58	0,61	8911	31	0,61
3920	53	0,58	2067	30	0,58	4583	4	0,59	2085	29	0,58
2051	1	0,56	9924	36	0,52	3920	53	0,57	9135	35	0,58
8110	55	0,54	2085	29	0,48	2069	2	0,52	2067	30	0,50
2069	2	0,50	9135	35	0,48	9108	10b	0,5	9020	46	0,50
9032	58	0,50	2092	22	0,48	6608	15	0,48	5489	45	0,48
2050	9	0,46	2091	20	0,48	6271	50	0,48	9041	26	0,46
6608	15	0,46	9041	26	0,47	7655	3	0,44	2130	43	0,44
9024	52	0,43	2074	21	0,46	2050	9	0,42	9039	49	0,44
2128	56a	0,38	2140	43	0,39	8110	55	0,42	2978	42b	0,40
9416	19	0,35	2103	25	0,38	251	1	0,41	9095	24	0,33
7655	3	0,32	1230	40b	0,37	9085	0b	0,36	7226	39	0,33
9043	6a	0,30	9020	46	0,36	9066	6b	0,29	2103	25	0,32
9452	54	0,23	9039	49	0,33	9062	56b	0,21	9075	22b	0,27
8114	12	0,21	4192	37	0,30	9416	19	0,19	9103	20b	0,23
2129	57a	0,17	5489	45	0,30	9082	14	0,19	7388	38c	0,14
7652	0a	0,15	9095	24	0,2	8114	12	0,17	9375	21b	0,13
2111	59	0,13	8289	47	0,12	9024	52	0,17	3827	37b	0,08
9066	6b	0,05	7226	39	0,08	2111	59	0,14	9369	23b	0,07
9082	14	0,04	9045	34	0,03	9094	57b	0,09	9432	47b	0,07
2063	10a	0,00	1935	38b	0,0						
			2407	40a	0,0						

4.4 Diskussion

In der vorliegenden Studie konnten in der Häufigkeit agonistischer Interaktionen in beiden Kuhverkehrsvarianten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Jedoch ergaben sich signifikante Unterschiede in der Häufigkeit soziopositiver Parameter. Bis dato wurden bei Erhebungen zum Sozialverhalten in Zusammenhang mit einem automatischen Melksystem die Parameter des Sozialverhaltens nicht für sich betrachtet. Zumeist dienen diese der Erstellung einer Rangordnung, um mögliche Zusammenhänge mit zum Beispiel Melkbesuchen untersuchen zu können (Ketelaar-de Lauwere et al., 1996; Wiktorsson et al., 2003). Deshalb sind Vergleiche mit Ergebnissen anderer Studien zur Zeit noch nicht möglich.

Ergebnisse zum Sozialverhalten in anderen Untersuchungen bei Milchkühen in Laufställen zeigen, dass die hier erhobenen Häufigkeiten agonistischer Interaktionen auf vergleichbarem, teils etwas niedrigerem Niveau sind. So fanden Menke et al. (1999) bei 35 Milchviehherden „Verdrängen“ und „Verjagen“ von 0-0,7 Interaktionen je Stunde und Kuh. Jedoch handelte es sich bei diesen Kühen ausschließlich um behornete Tiere. Mülleder (2001) registrierte in einer Herde von 19 Mutterkühen 1,54 Interaktionen von „Verdrängen“ je Stunde und Kuh bzw. 2,34 agonistisch erfolgreiche Interaktionen je Stunde und Kuh, allerdings in einem Zeitraum unmittelbar um die Fresszeiten.

„Soziales Lecken“ wurde in der Untersuchung von Menke et al. (1999) mit einer durchschnittlichen Häufigkeit von 0,24 je 4 Stunden und Kuh, bei Mülleder (2001) mit einer Häufigkeit von 0,32 je Stunde und Kuh angeführt. Die in der vorliegenden Untersuchung gefundenen signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in der Häufigkeit der Parameter „soziales Lecken“ und „Kopfspiel“ könnten auch auf einzelnen Tieren beruhen, welche diese Verhaltensweisen in hohem Maße ausübten, da sich Einzeltiere hier deutlich unterscheiden (Mülleder et al., 2003). Eine andere Erklärung für die geringere Häufigkeit von „sozialem Lecken“ (teilgesteuerter Kuhverkehr) und das vermehrte Auftreten von „Kopfspiel“ (beide Kuhverkehrsvarianten) in der AMS-Gruppe könnten auch im vermehrten Kuhaustausch während der Projektzeit begründet sein. Dominanzbeziehungen, auch von Tieren die in der Herde verbleiben, werden durch Neueingliederungen gestört. Vermehrte Tierwechsel in der AMS-Gruppe bedeuten eine geringere Stabilität in der Rangordnung und ein häufigeres Trennen von Kuhpaaren, die bevorzugte Sozialpartner sind. Bevorzugte Sozialpartner zeigen vermehrt soziales Lecken (Reinhardt, 1980), eine Trennung führt daher zu einer Reduktion dieser Verhaltensweise. Da in der AMS-Gruppe primär Zukaufstiere neu eingeführt wurden, müssen diese Tiere erst soziale Bindungen aufbauen. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, ist eine eindeutige Zuordnung des Parameters „Kopfspiel“ zu soziopositiven oder agonistischem Verhalten schwierig.

Sowohl bei teilgesteuertem als auch bei freiem Kuhverkehr fand in der AMS-Gruppe im Wartebereich vor der Melkbox und im Ausgangsbereich von der Melkbox ein sehr geringer Anteil von agonistischen Interaktionen statt (0,21-3,52%, 0-4,97%). Gerade Engstellen wie den Wartebereich können zu vermehrten agonistischen Interaktionen zwischen den Kühen führen (Metz u. Mekking, 1984; Miller u. Wood-Gush, 1991). Ketelaar-de Lauwere et al. (1996) fanden in ihrer Untersuchung mit 30 Milchkühen, dass rangniedere Tiere vermehrt Zeit mit Warten vor dem Melkroboter verbringen. Jedoch wurden keine Angaben zu sozialen Interaktionen in diesem Bereich gemacht. Dagegen zeigten Stefanowska et al. (1999), dass, bei freiem Kuhverkehr und 18 Kühen in der Herde, es bei 50 von 218 Melkbesuchen (22,9%) beim Verlassen der Melkbox im Ausgangsbereich zu agonistischen Interaktionen mit anderen

Kühen kam. Der im Vergleich zu unseren Ergebnissen relativ hohe Anteil kann darin liegen, dass es sich bei der Untersuchung von Stefanowska et al. (1999) um 24 Stunden Erhebungen handelte, bei uns „nur“ 7,5 Stunden je Tag erhoben wurden.

Auffallend war, dass in der Melkstand-Gruppe im Vergleich zur AMS-Gruppe am Ort „Kraftfutterautomat“ ein sehr hoher Anteil agonistischer Interaktionen stattfand. Da die Tiere der AMS-Gruppe die Kraftfuttermengen ausschließlich im Melkroboter erhielten, waren sie in der „geschützten“ Box vor Aggressionen anderer Kühe sicher. Dagegen waren Kühe der Melkstand-Gruppe im Kraftfutterautomat agonistischen Handlungen von hinten ungeschützt ausgeliefert. In beiden Gruppen fanden agonistische Interaktionen vermehrt im Fressbereich und vorderen Laufbereich (Bereich zwischen Fressplätze und Liegeplätze) statt, was mit der Ressource Futter in Zusammenhang stehen kann. Es ist jedoch auffällig, dass der Anteil der agonistisch erfolgreichen Interaktionen im vorderen Laufbereich für beide Kuhvarianten höher als in der Melkstandgruppe war, obwohl zumindest im teilgesteuerten Verkehr von einer stärkeren Verteilung der Fresszeiten bei den Tieren im AMS auszugehen ist. Mögliche Frustrationen im Wartebereich oder am Selektionstor durch behinderten Zugang zum Futter oder zum Melkroboter mögen hier im Bereich nach dem Fressgitter abregiert werden. Die Tatsache, dass der Anteil an agonistischen Interaktionen im Fressbereich in der AMS-Gruppe nur beim teilgesteuerten Kuhverkehr höher liegt, deutet ebenfalls auf Frustrationsreaktionen im Zuge behinderten Zugangs zum Futter hin. Wichtig ist, dass auch beim Einsatz eines automatischen Melksystems auf ein optimales Stalldesign geachtet wird (Halachmi, 2000), um Engstellen oder Sackgassen zu vermeiden, damit unnötige agonistische Interaktionen zwischen den Tieren vermieden werden können.

Schlussfolgernd läßt sich sagen, dass sich bei Betrachtung des Sozialverhaltens keine Hinweise darauf fanden, dass unter den untersuchten Bedingungen die Kühe im AMS größeren Belastungen ausgesetzt waren. Weiter müssen eventuelle Konsequenzen höherer Besatzdichten, wie sie von Herstellerfirmen empfohlen werden (ca. 60 Kühe), auf das Sozialverhalten noch untersucht werden.

5 Zeitbudgets

5.1 Einleitung

Untersuchungen zum Ruheverhalten der Tiere in verschiedenen Melksystemen zeigten, dass zwischen einem automatischen und einem konventionellen Melksystem keine Unterschiede in der Gesamtliegezeit pro Tag festzustellen waren. Doch verbrachten die Tiere des konventionellen Melksystems mehr Zeit mit Stehen (Uetake et al., 1997). Weiter kann auch die Art des Kuhverkehrs in einem automatischen Melksystem zu Änderungen in der Grundaktivität führen (Prescott et al., 1998). Das primäre Ziel der Untersuchung zum Zeitbudget war zu prüfen, ob das Melksystem und damit verbundene Management zu Änderungen im Zeitbudget der Tiere führen kann.

5.2 Methode

5.2.1 Datenerhebung

Zur Erhebung von Zeitbudgets wurde die indirekte Beobachtung mittels Videoaufnahme gewählt. Je drei Kameras pro Gruppe und eine speziell für den Roboter zeichneten das Verhalten der Kühe über 24 Stunden auf. Diese Aufnahmen fanden jeweils 6 Mal an zwei aufeinanderfolgenden Tagen (in Summe 12 Tage) während teilgesteuertem Kuhverkehr und während freiem Kuhverkehr zeitgleich mit den Direktbeobachtungen zum Sozialverhalten statt (siehe Tab. 1). Die Zeitpunkte waren so gewählt, dass den Kühen nach einer Managementumstellung (Kuhverkehr, Fütterung) mindestens 3 Wochen Eingewöhnung gewährt wurde, bevor die Videoaufnahmen stattfanden. Um die Kühe am Videoband individuell erkennen zu können, wurden diese mittels Haarfärbemittel markiert (siehe Punkt 3.3.3).

Es wurde darauf geachtet, dass einerseits die Fütterung der Versuchstiere stets in einem fixen Zeitraum stattfand und andererseits die Fütterungsreihenfolge der Gruppen nicht geändert wurde. Dies konnte managementbedingt bei der Variante TMR teilgesteuert/frei nicht gewährleistet werden. Somit fanden derartige Versuche während dieser Fütterungsphasen nicht statt.

Zur Datenerhebung wurden in Summe 1152 Stunden Videoaufnahmen angesehen (2 x 12 x 2 Gruppen x 24 Stunden). Von den Videobändern wurden am Standbild mittels scan-sampling (Lehner, 1998) alle fünf Minuten kuhindividuell die in Tabelle 17 aufgelisteten Parameter erhoben und in Excel-Tabellen eingetragen.

Tab. 17: Verhaltensparameter zu Zeitbudgets

Parameter	Definition
Lb	Kuh liegt in der Liegebox
Ls	Kuh liegt auf den Spalten
Sb	Kuh steht mit allen 4 Extremitäten in der Liegebox
Se	Kuh steht mit beiden Vorderextremitäten in der Liegebox
Sh	Kuh steht im hinteren Laufgangbereich (= Laufgang zwischen den Liegeboxen)
Sv	Kuh steht im vorderen Laufgangbereich (=Laufgang hinter den Futterplätzen)
Sk	Kuh steht VOR Kraftfutterautomat; Blickrichtung zu KF
Sl	Kuh steht vor dem Leckstein und leckt
Sf	Kuh steht unmittelbar vor irgendeinem Fressplatz, Kopfrichtung zu diesem.
F	Kuh steht unmittelbar in eigenem Fressplatz u. Kopf durch Calantür
Fk	Kuh steht im Kraftfutterautomat (frisst)
K	Kuh steht bei Kratzbürste und kratzt sich
T	Kuh steht unmittelbar an Tränke mit Kopf über Tränkebereich, trinkt
M	Kuh beim Melkstand (Melkstand-Gruppe) oder Kuh im Roboter (AMS-Gruppe) und wird gemolken
Hb	Kuh sitzt hundeartig in Liegebox
Kb	Kuh auf Carpalgelenke gestützt in Liegebox
X	wenn keine passende Definition vorhanden ist
Y	Kuh nicht in der Gruppe (Krank, Abkalbung usw.)
Parameter	Definition
zusätzlich NUR bei AMS-GRUPPE	
Sw	Kuh steht im Wartebereich des Melkroboters (Blickrichtung zum Roboter; Kopf muss auf Höhe letzter nichtwandständiger Box sein, bzw. auf Höhe der vorletzten wandständigen Box.
Sx	Kuh steht nach dem Ausgang des Roboters, Blick zum Roboter
Sq	Kuh steht im Ausgangsbereich des Roboters - Blick weg vom Roboter
Sr	Kuh steht im Ausgang des Roboters, Blick zum Roboter - Kuh steht verkehrt im Ausgang
Sz	Kuh steht im Roboter ohne gemolken zu werden
Sd	Kuh steht im Selektionstor (Nur bei teilgesteuertem Kuhverkehr)

5.2.2 Datenauswertung

5.2.1.1 Gruppenvergleiche

Die erhobenen Parameter wurden kuhindividuell zu „Liegen“ (Lb & Ls), „Fressen“ (F) und „Stehen“ (Rest ausgenommen X & Y) zusammengefasst und deren Anteil am Gesamtverhalten über 24 Stunden für jede Kuh und jeden Beobachtungstag (in Summe 12 Tage je Kuhverkehrsvariante) berechnet. Da die zwei aufeinanderfolgenden Tage nicht als unabhängig betrachtet werden können, wurden die Daten dieser aufeinanderfolgenden Tage gemittelt und ein Gruppenmittelwert gebildet (N=6). Dieser Wert ging in die weitere Analyse ein. Gruppenvergleiche innerhalb der jeweiligen Kuhverkehrsvariante erfolgten mittels Mann-Whitney-U-Tests. Auch hier waren aufgrund von Kuhausfällen Vergleiche innerhalb der Gruppen zwischen den Kuhverkehrsvarianten nicht möglich (siehe Sozialverhalten, Punkt 4.2.4.1).

5.2.1.2 Zusammenhang zwischen Grundaktivität und ausgewählten Parametern

Zusätzlich erfolgte eine Analyse auf mögliche Zusammenhänge zwischen Parametern der Grundaktivität („Liegen“, „Stehen“, „Fressen“, „Stehen mit zwei Vorderbeinen in der Liegebox“ und für die AMS-Gruppe zusätzlich „Stehen im Wartebereich des Roboters“) und des Dominanzindex, der Kortisolmetabolitenkonzentration und dem Lahmheitsgrad. Diese wurden mit Rang-Korrelationen nach Spearman durchgeführt.

5.3 Resultate

5.3.1 Gruppenvergleiche

Bei teilgesteuertem Kuhverkehr unterschieden sich die beiden Versuchsgruppen weder im Parameter „Liegen“ noch im Parameter „Stehen“. Die AMS-Gruppe hatte einen signifikant geringeren Anteil an „Fressen“ am Gesamtverhalten im Vergleich zur Melkstand-Gruppe (Abb.13, Tab.18).

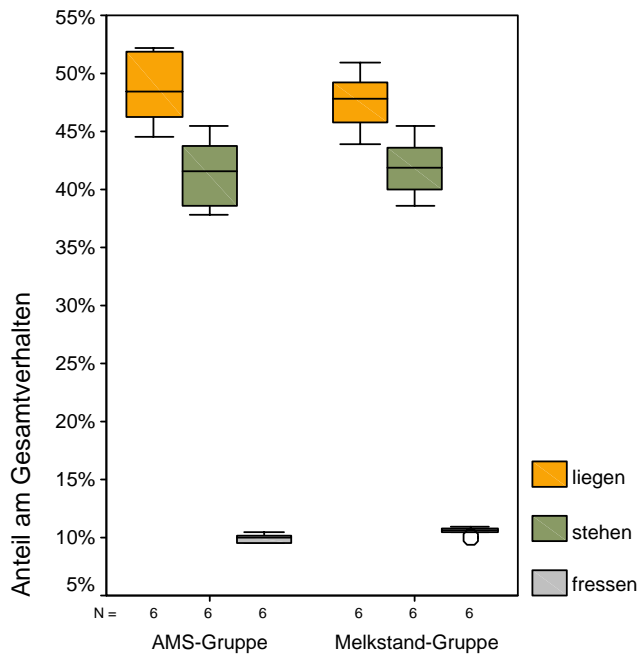


Abb. 13: Anteil von „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ am Gesamtverhalten der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr.

Tab. 18: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ bei teilgesteuertem Kuhverkehr ([Anteil des Parameters am Gesamtverhalten (%)]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum	P
Teilg. Kuhverkehr	Liegen	AMS-Gruppe	48,62	3,01	48,4	44,60	52,12	0,59
		Melkstand-Gruppe	47,56	2,48	47,75	43,96	50,89	
	Stehen	AMS-Gruppe	41,46	2,99	41,02	37,74	40,39	0,94
		Melkstand-Gruppe	41,89	2,48	41,85	38,60	45,50	
	Fressen	AMS-Gruppe	9,92	0,36	9,99	9,48	10,42	0,009**
		Melkstand-Gruppe	10,55	0,29	10,56	10,03	10,87	

Bei freiem Kuhverkehr zeigte sich ein anderes Bild. Die Gruppen unterschieden sich in allen drei Parametern signifikant voneinander. In der AMS-Gruppe fand mehr „Liegen“ statt und es wurde mehr Zeit mit „Fressen“ verbracht, weniger aber mit „Stehen“ (Abb. 14, Tab. 19).

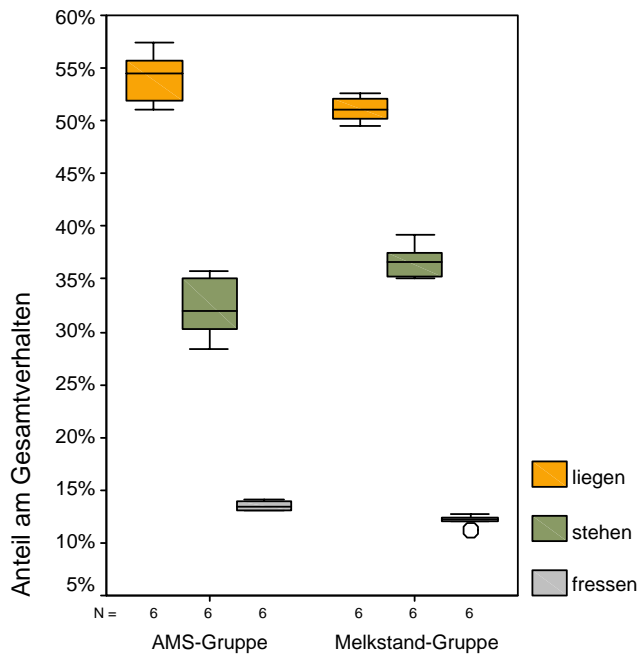


Abb. 14: Anteil von „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ am Gesamtverhalten der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bei freiem Kuhverkehr.

Tab. 19: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für „Liegen“, „Stehen“ und „Fressen“ bei freiem Kuhverkehr ([Anteil des Parameters am Gesamtverhalten (%)]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$], [N=6]).

	Paramter	Gruppe	Mittelwert	SD	Median	Minimum	Maximum	P
Freier Kuhverkehr	Liegen	AMS-Gruppe	54,2	2,44	54,54	50,99	57,46	0,04*
		Melkstand-Gruppe	51,13	1,22	51,14	49,46	52,69	
	Stehen	AMS-Gruppe	32,27	2,89	32,05	28,39	35,76	0,009**
		Melkstand-Gruppe	36,76	1,54	36,7	35,08	39,28	
	Fressen	AMS-Gruppe	13,53	0,49	13,5	13,01	14,16	0,002**
		Melkstand-Gruppe	12,11	0,51	12,14	11,26	12,8	

5.3.2 Zusammenhang zwischen Grundaktivität und ausgewählten Parametern

Im folgenden werden die Ergebnisse zu den Korrelationen verschiedener Parameter zuerst für den teilgesteuerten Kuhverkehr und anschließend für den freien Kuhverkehr dargestellt.

Bei teilgesteuertem Kuhverkehr zeigte sich nur im Parameter „Stehen im Wartebereich des Melkroboters“ ein mäßiger gegenläufiger Zusammenhang mit dem Dominanzindex. Das bedeutet, dass rangniedere Kühe mehr Zeit mit Stehen im Wartebereich vor dem Melkroboter verbringen als ranghohe Tiere. Für die Melkstand-Gruppe ergaben sich zwei weitere statistisch gesehen signifikante Zusammenhänge. Doch zeigt der jeweilige Korrelationskoeffizient einen nur schwachen Zusammenhang zwischen „stehen“ und Dominanzindex (gegenläufig) und zwischen „stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox“ und Dominanzindex (Tab. 20).

Tab. 20. Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Dominanzindex bei teilgesteuertem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis ([Spearman r_s], [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter	Gruppe	N	r_s	p
Dominanzindex * liegen	AMS-Gruppe	171	0,031	0,690
	Melkstand-Gruppe	178	0,115	0,128
Dominanzindex * stehen	AMS-Gruppe	171	-0,031	0,687
	Melkstand-Gruppe	178	-0,152*	0,043
Dominanzindex * fressen	AMS-Gruppe	171	-0,032	0,680
	Melkstand-Gruppe	178	0,024	0,752
Dominanzindex * stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox	AMS-Gruppe	171	0,008	0,921
	Melkstand-Gruppe	178	0,175*	0,019
Dominanzindex * stehen im Wartebereich des Melkroboters	AMS-Gruppe	171	-0,372**	0,000
	Melkstand-Gruppe	178	-----	-----

Bei der Kortisolmetabolitenkonzentration fand sich in der AMS-Gruppe ein gegenläufiger Zusammenhang mit dem Parameter „stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox“. Dieser ließ sich statistisch nicht signifikant absichern, weist aber eine Tendenz auf (Tab. 21).

Tab. 21: Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Kortisolmetabolitenkonzentration (Kortisol) bei teilgesteuertem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis ([Spearman r_s], [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter	Gruppe	N	r_s	p
Kortisol * liegen	AMS-Gruppe	20	-0,182	0,443
	Melkstand-Gruppe	22	-0,033	0,883
Kortisol * stehen	AMS-Gruppe	20	0,253	0,283
	Melkstand-Gruppe	22	-0,018	0,938
Kortisol * fressen	AMS-Gruppe	20	0,147	0,535
	Melkstand-Gruppe	22	-0,033	0,883
Kortisol * stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox	AMS-Gruppe	20	-0,432	0,057
	Melkstand-Gruppe	22	0,092	0,684
Kortisol * stehen im Wartebereich des Melkroboters	AMS-Gruppe	20	-0,048	0,840
	Melkstand-Gruppe	22	-----	-----

Tab. 22: Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Lahmheitsgraden bei teilgesteuertem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis ([Spearman r_s], [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter	Gruppe	N	r_s	p
Lahm * liegen	AMS-Gruppe	167	0,094	0,229
	Melkstand-Gruppe	177	-0,007	0,927
Lahm * stehen	AMS-Gruppe	167	-0,006	0,934
	Melkstand-Gruppe	177	0,092	0,221
Lahm * fressen	AMS-Gruppe	167	-0,271**	0,000
	Melkstand-Gruppe	177	-0,188*	0,012
Lahm * stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox	AMS-Gruppe	167	0,058	0,454
	Melkstand-Gruppe	177	-0,141	0,062
Lahm * stehen im Wartebereich des Melkroboters	AMS-Gruppe	167	-0,056	0,473
	Melkstand-Gruppe	177	-----	-----
Lahm * Dominanzindex	AMS-Gruppe	167	0,168*	0,03
	Melkstand-Gruppe	177	-0,137	0,07

Sowohl in der AMS-Gruppe als auch in der Melkstand-Gruppe fand sich zwischen Lahmheitsgrad und „fressen“ ein gegenläufiger Zusammenhang, welcher in der AMS-Gruppe stärker ausgeprägt ist. Zwischen Lahmheitsgrad und Dominanzindex fanden sich in beiden Gruppen Zusammenhänge, welche aber geringe Korrelationskoeffizienten aufweisen (Tab.22).

Bei freiem Kuhverkehr zeigte sich, dass rangniedere Tiere der Melkstand-Gruppe mehr Zeit mit „stehen“ verbringen und dafür weniger „liegen“ (Tab. 23).

Tab. 23: Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Dominanzindex bei freiem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis ([Spearman r_s], [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter	Gruppe	N	r_s	p
Dominanzindex * liegen	AMS-Gruppe	170	-0,041	0,599
	Melkstand-Gruppe	172	0,161*	0,035
Dominanzindex * stehen	AMS-Gruppe	170	0,099	0,200
	Melkstand-Gruppe	172	-0,186*	0,014
Dominanzindex * fressen	AMS-Gruppe	170	-0,099	0,198
	Melkstand-Gruppe	172	0,014	0,854
Dominanzindex * stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox	AMS-Gruppe	170	-0,115	0,134
	Melkstand-Gruppe	172	-0,093	0,227
Dominanzindex * stehen im Wartebereich des Melkroboters	AMS-Gruppe	170	-0,082	0,291
	Melkstand-Gruppe	172	-----	-----

Zwischen der Kortisolmetabolitenkonzentration und Parametern der Grundaktivität fanden sich keine statistisch abgesicherten Zusammenhänge (Tab. 24).

Zwischen dem Parameter „Lahmheit“ und Parametern der Grundaktivität zeigten sich einige interessante Zusammenhänge. In der AMS-Gruppe verbringen Tiere mit höherem Lahmheitsgrad mehr Zeit im Liegen, stehen generell weniger, verbringen weniger Zeit mit fressen, stehen weniger mit zwei Vorderbeinen in der Liegebox und stehen weniger im Wartebereich vor dem Melkroboter. Dagegen verbringen Kühe der Melkstand-Gruppe mit höherem Lahmheitsgrad mehr Zeit mit stehen und wie auch in der AMS-Gruppe weniger Zeit mit fressen. Weiteres korreliert der Dominanzindex gleichläufig mit dem Parameter „lahm“ (Tab. 25).

Tab. 24: Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Kortisolmetabolitenkonzentration (Kortisol) bei freiem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis ([Spearman r_s], [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter	Gruppe	N	r_s	p
Kortisol * liegen	AMS-Gruppe	22	-0,171	0,446
	Melkstand-Gruppe	23	0,049	0,823
Kortisol * stehen	AMS-Gruppe	22	0,237	0,289
	Melkstand-Gruppe	23	-0,099	0,654
Kortisol * fressen	AMS-Gruppe	22	-0,144	0,523
	Melkstand-Gruppe	23	-0,029	0,897
Kortisol * stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox	AMS-Gruppe	22	-0,251	0,259
	Melkstand-Gruppe	23	0,260	0,232
Kortisol * stehen im Wartebereich des Melkroboters	AMS-Gruppe	22	0,249	0,264
	Melkstand-Gruppe	23	-----	-----

Tab. 25: Zusammenhang zwischen Grundaktivitätsparametern und Lahmheitsgraden bei freiem Kuhverkehr auf Einzeltierbasis ([Spearman r_s], [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter	Gruppe	N	r_s	p
Lahm * liegen	AMS-Gruppe	112	0,334**	0,000
	Melkstand-Gruppe	114	-0,154	0,103
Lahm * stehen	AMS-Gruppe	112	-0,189*	0,046
	Melkstand-Gruppe	114	0,244**	0,009
Lahm * fressen	AMS-Gruppe	112	-0,407**	0,000
	Melkstand-Gruppe	114	-0,264**	0,005
Lahm * stehen mit 2 Vorderbeinen in der Liegebox	AMS-Gruppe	112	-0,351**	0,000
	Melkstand-Gruppe	114	0,040	0,674
Lahm * stehen im Wartebereich des Melkroboters	AMS-Gruppe	112	-0,221*	0,019
	Melkstand-Gruppe	114	-----	-----
Lahm * Dominanzindex	AMS-Gruppe	112	0,037	0,702
	Melkstand-Gruppe	114	0,310**	0,001

5.4 Diskussion

Bei teilgesteuertem Kuhverkehr unterschieden sich die Gruppen im Anteil von Liegen und Stehen nicht signifikant voneinander. Die Anteile von Liegen und Stehen an der Gesamtaktivität waren in beiden Gruppen sehr ähnlich. Der Anteil von Fressen war in der AMS-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr signifikant geringer als jener in der Melkstand-Gruppe. Ketelaar-de Lauwere et al., (1998) und Prescott et al., (1998) wiesen darauf hin, dass teilgesteuerter Kuhverkehr zu einem Rückgang der Zeitdauer für die Grundfutteraufnahme führt. Bei freiem Kuhverkehr fand sich in der AMS-Gruppe ein signifikant höherer Anteil von Liegen und Fressen als in der Melkstand-Gruppe. Dies könnte durch das Melken in der Melkstand-Gruppe bedingt sein. Das Melken (Beginn Treiben zum Warteraum bis Rückkehr aller Kühe) dauerte pro Melkzeit zwischen 35 und 50 min, d.h. es konnte für einige Tiere bis zu knapp 100 min am Tag betragen und damit 7% der Gesamtaktivitäts-Zeit. Entsprechend kürzere Zeit haben die Kühe für andere Aktivitäten wie Liegen und Fressen. Die Unterschiede sind ein Hinweis darauf, dass Kühe im AMS mit freiem Kuhverkehr unter den gegebenen Bedingungen dagegen scheinbar weniger Wartezeiten vor dem Melken hatten. Dies wird auch unterstrichen durch die Tatsache, dass rangniedere Tiere im teilgesteuerten Kuhverkehr längere Stehzeiten im Wartebereich des Melkroboters hatten, im freien Kuhverkehr jedoch kein Zusammenhang mit dem Rang bestand. Dass die Kühe im teilgesteuerten Kuhverkehr wieder verstärkt Beschränkungen ihres Verhaltens ausgesetzt sind, ist eine wahrscheinliche Erklärung, dass sich die Gruppen hier im Vergleich zum Melkstand im Liegen nicht mehr unterscheiden.

Aufgrund von Kuhausfällen war ein direkter Vergleich von teilgesteuertem mit freiem Kuhverkehr innerhalb der AMS-Gruppe nicht möglich. So kann nur vermutet werden, dass der höhere Anteil von Fressen bei freiem Kuhverkehr auf die Art des Kuhverkehrs zurückzuführen ist. Jedoch fand sich auch in der Melkstand-Gruppe ein höherer Anteil von Fressen während dieser Zeit. Die Untersuchungen zu teilgesteuertem Kuhverkehr fanden in der Zeit von August bis Oktober statt. Jene zu freiem Kuhverkehr im März und April. Somit könnte auch der Einfluss der höheren Temperatur während der Sommermonate dieses Resultat beeinflusst haben (McGovern u. Bruce, 2000).

Nach Potter u. Broom (1987) verbringen rangniedere Tiere mehr Zeit mit Stehen in der Liegebox. Wir fanden, dass in der Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr rangniedere Kühe längere Stehzeiten hatten als ranghohe Tiere, allerdings war der Zusammenhang sehr gering. Relevante Zusammenhänge zwischen der Kortisolmetabolitenkonzentration und den Grundaktivitätsparametern konnten hier nicht gefunden werden. Interessant erwiesen sich die relativ hohen Korrelationen zwischen Lahmheit und den Grundaktivitätsparametern insbesondere bei freiem Kuhverkehr. Es zeigte sich, dass bei Kühen der AMS-Gruppe Lahmheit zu längeren Liegezeiten, vermindertem Stehen im Wartebereich des Melkroboters, generell verminderter Stehzeit sowie zu einer Verminderung der Fresszeit führen kann. Teils fanden sich diese Zusammenhänge auch in der Melkstand – Gruppe.

6 Weide

6.1 Einleitung

Kühen den Zugang zu einer Weide zu ermöglichen hat positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden (Miller u. Wood-Gush, 1991; Redbo, 1990) sowie auf die Gesundheit der Tiere (Frankena et al., 1991). In Schweden wird Weidehaltung zumindest für einige Stunden pro Tag während der Sommermonate bereits gesetzlich gefordert. Für biologisch wirtschaftende Betriebe ist Weide ab 2010 ohne Ausnahme vorgeschrieben (EUVO 1804/1999). Somit wird bei der Investition in ein automatisches Melksystem von manchen Landwirten auch der Wunsch nach Verträglichkeit des automatischen Melksystems mit Weidehaltung geäußert (De Boer et al., 1994).

In dieser Arbeit lag der Fokus auf freiem Weidezugang über 8 Stunden. Dabei ist zu beachten, dass die Kühe freiwillig während dieser Zeit zu den Melkungen in den Stall zurückkehren müssen (Ketelaar-de Lauwere, 1999). Faktoren, welche das Weideverhalten der Kühe beeinflussen sind unter anderem klimatische Verhältnisse (Prescott et al., 1994; Rook and Huckle, 1996), Aufwuchshöhe (Ketelaar-de Lauwere et al., 2000; Rook et al., 1994) oder Zufütterung im Stall (Phillips u. Hecheimi, 1989). In der Untersuchung von Ketelaar-de Lauwere u. Ipema (2001) wird die Anzahl von Roboterbesuchen bis zu einer Weide-Stall Entfernung von ca. 400 m nicht beeinflusst.

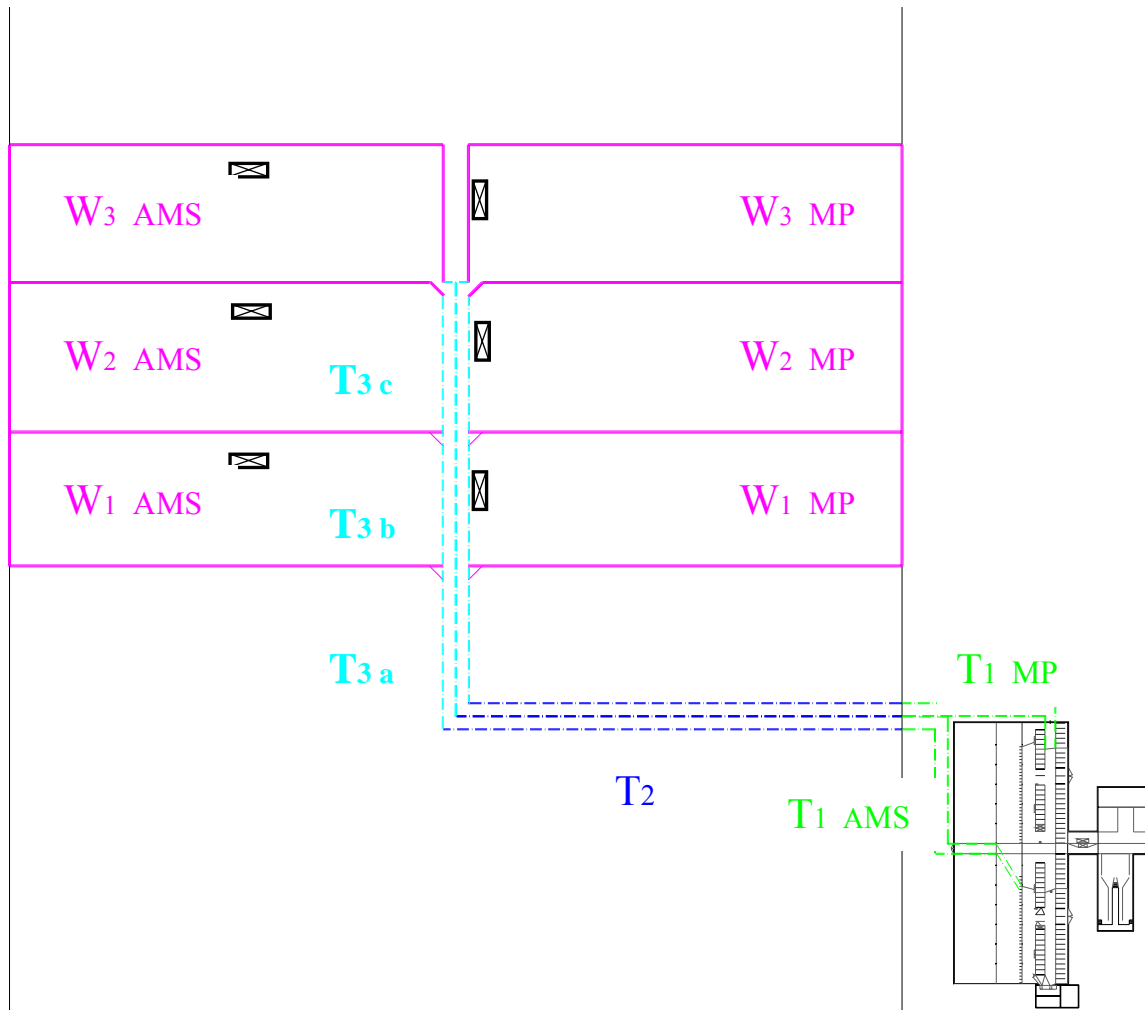
6.2 Methode

Ab Mai 2002 wurden die Kühe beider Versuchsgruppen sukzessive an die Weide gewöhnt. Im Zeitraum von Mitte Juni bis Anfang Juli 2002 fanden an insgesamt 17 Tagen (siehe Tabelle 1) die Beobachtungen zur Weideperiode statt. Um ca. 7.30 Uhr wurden die Kühe beider Gruppen auf die Weide getrieben und hatten anschließend bis ca. 15.30 Uhr die Möglichkeit zwischen Weide und Stall hin und her zu pendeln. Die AMS-Gruppe wurde im Stall unter freiem Kuhverkehr geführt. Im Stall wurde TMR zugefüttert. Die Fütterung fand bei beiden Gruppen ab ca. 17.00 Uhr statt und das Futter stand den Kühen mehr oder weniger ad libitum bis zur nächstfolgenden Einfütterung zur Verfügung. Zusätzlich erhielten die Kühe auf der Weide Wasser ad libitum.

Während dieser Periode wurden über eine Klimastation (in Zusammenarbeit mit dem Institut für Medizinische Physik und Biostatistik, Vet. Med. Wien), welche in unmittelbarer Nähe der zu beobachtenden Kühe aufgestellt war, Aufzeichnungen zu Lufttemperatur, relativer Luftfeuchtigkeit, Sonneneinstrahlung, Windgeschwindigkeit und Windrichtung erhoben. Jedoch war diese Klimastation aufgrund eines zu dieser Zeit irreparablen technischen Defektes nach wenigen Tagen nicht mehr einsatzfähig. Dankeswerter Weise wurden diese Klimadaten sodann vom Bundesamt für Wasserwirtschaft, Petzenkirchen, zur Verfügung gestellt. Zusätzlich wurde mittels vorgefertigter Schemas jede Stunde grobsensorisch Bewölkungsgrad, Windstärke und Niederschlag beurteilt.

6.2.1 Beschreibung der Weide

Zu Beginn der Beobachtungen hatten die Kühe je Gruppe eine Fläche von ca. 1270 m² zur Verfügung (Abb. 15). Pro Tag wurde ihnen eine zusätzlich frische Fläche von ca. 431 m² zugeteilt. Nach etwa einer Woche kamen die Tiere auf eine neue Parzelle. Der zurückzulegende Weg von der Aufstallung zur Weidefläche betrug zu Beginn für die Melkstand-Gruppe ca. 201 m, für die AMS-Gruppe ca. 219 m, gegen Ende der Beobachtungsperiode für die Melkstand-Gruppe 273 m, für die AMS-Gruppe 291 m (Abb.15). Die Weidequalität wurde vom Projektpartner BVW grobsensorisch beurteilt (siehe dazu BVW-Bericht).



Legende

mobile Weidetränke

Treibwege Melkstand-Gruppe (MP)

T1 MP	Treibweg Stall – Zaun	50,65 m
T2	Treibweg ab Zaun	115,20 m
T3 a	Treibweg 1. Woche	35,00 m
T3 b	Treibweg 2. Woche	34,00 m
T3 c	Treibweg 3. Woche	38,00 m

W1 – W3 MP Weideflächen MP-Gruppe

Treibwege AMS-Gruppe

T1 AMS	Treibweg Stall – Zaun	69,00 m
T2	Treibweg ab Zaun	115,20 m
T3 a	Treibweg 1. Woche	35,00 m
T3 b	Treibweg 2. Woche	34,00 m
T3 c	Treibweg 3. Woche	38,00 m

W1 – W3 AMS Weideflächen AMS-Gruppe

Abb. 15: Skizze der Weide

6.2.2 Datenerhebung

Von 7.30 Uhr bis 15.30 Uhr fand auf der Weide die direkte Beobachtung der Grundaktivitäten statt. Dabei wurden von einem Beobachter, welcher sich auf einem Beobachtungsstand in unmittelbarer Nähe der weidenden Kühe befand (Abb. 16), mittels scan-sampling (Lehner, 1998) alle 10 Minuten je Versuchgruppe die im nachfolgenden Punkt 6.2.3 aufgelisteten Verhaltensparameter kuhindividuell erfasst und in Handprotokollen notiert. Etwa alle zwei Stunden erfolgte ein Beobachterwechsel. Zeitgleich fanden im Stall 24 – Stunden – Videoaufnahmen statt. Von diesen werden ebenfalls im 10 Minuten scan-sample Intervall die unter Tabelle 17 aufgelisteten Parameter erhoben. Zur individuellen Erkennung der Kühe waren diese mittels Haarfärbemittel markiert (siehe Punkt 3.3.3).



Abb. 16: Beobachtungsstand auf der Weide. Im Hintergrund Kühe der Melkstand-Gruppe.

6.2.3 Verhaltensparameter

Erhoben wurden Verhaltensparameter der Grundaktivitäten und die Auftretensorte der Grundaktivitäten. Weiters wurde erhoben, welche Körperrichtung das Tier am Treibweg einnahm, um Rückschluss zu erhalten, ob sich das Tier von der Weide zum Stall oder umgekehrt bewegte. Folgende Elemente wurden aufgezeichnet:

- Art der Grundaktivität
 - Liegen ohne Wiederkauen
 - Liegen mit Wiederkauen
 - Stehen ohne Wiederkauen
 - Stehen mit Wiederkauen
 - Gehen
 - Grasen (gesenkter Kopf; im stehen und gehen)
 - Trinken
- Ort der Grundaktivität (siehe Abb. 15)
 - Auf der Weide
 - Treibweg nahe Stall (T1)
 - Treibweg Mitte (T2)
 - Treibweg nahe Weide (T3 a-c)
- Position am Treibweg
 - Körperachse des Tieres parallel zum Treibweg mit Kopf Richtung Weide
 - Körperachse des Tieres parallel zum Treibweg, mit Kopf Richtung Stall
 - Körperachse des Tieres quer zum Treibweg

6.2.4 Datenauswertung

Untersucht werden sollte, in wie weit Kühe den Zugang zu einer Weide bei freiem Zugang zwischen Weide und Stall nutzen und ob sich die beiden Versuchsgruppen in der Nützung der Weide unterscheiden.

Die erhobenen Parameter wurden kuhindividuell zu „auf der Weide“ (w), „im Stall“ (s), „am Treibweg in Richtung Weide“ (z) und „am Treibweg von der Weide weg“ (v) zusammengefasst und deren Anteil am Gesamtverhalten über 24 Stunden für jede Kuh und jeden Beobachtungstag (in Summe 12 Tage) berechnet (N=12). Dieser Wert ging in die weitere Analyse ein. Gruppenvergleiche erfolgten mittels Mann-Whitney-U-Tests.

6.3 Resultate und Diskussion

Die Versuchsgruppen unterschieden sich nur im Parameter „Am Treibweg zur Weide“ signifikant voneinander. Hierbei verbrachte die Melkstand-Gruppe mehr Zeit (Tab. 26). Ansonsten konnten sich keine signifikanten Unterschiede in der Nutzung der Weide zwischen den Gruppen finden.

Die Auswertung dieser Daten wurde nicht weiter fortgeführt, da während der Datenaufnahmen zur Weidenutzung bereits ersichtlich wurde, dass in beiden Gruppen die Kühe die Weide nicht zweckmäßig nutzten. Im Schnitt verbrachten die Kühe nur 9 bis 10 %

von 24 Stunden auf der Weide, wobei diese Zeit auf den Vormittag fiel. Nur selten kam ein in den Stall zurückgekehrtes Tier wieder auf die Weide oder hielt sich am Treibweg in Stallnähe auf.

Folgende Punkte könnten diese geringe Weidenutzung verursacht haben:

- (1) Die Angewöhnung an die Weide erfolgte etwa zwei Monate vor der Weidebeobachtung. Für viele Kühe war es der erste Weidekontakt, sodass die Zeit zur Angewöhnung an die Weide eventuell zu kurz war.
- (2) Die Zeit der Weidebeobachtung fand während sehr warmen Aussentemperaturen statt (im Mittel 25, 9 Grad C; maximal bis zu 34, 5 Grad C). Auf der Weide stand den Tieren kein Schatten zur Verfügung.
- (3) Während dieser Zeit wurde im Stall TMR zugefüttert, was für die Tiere ein erhöhter Anreiz zum Verbleiben im Stall sein konnte.

Doch mit dem jeweilig passenden Beweidungsmanagement und Robotermanagement lässt sich automatisches Melken mit Weidegang sehr wohl vereinbaren, wie folgende Daten zeigen: in den Niederlanden werden von 425 AMS-Betrieben 53 % , in Frankreich von 160 AMS-Betrieben 48 % und in Belgien von 25 AMS-Betrieben 71 % in Kombination mit Weidegang geführt (Van Dooren et al., 2002).

Tab. 26: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für „Auf der Weide“, „im Stall“, „am Treibweg zur Weide“ und „am Treibweg von der Weide“ ([Anteil des Parameters am Gesamtverhalten (%)]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***], [N=12]).

Parameter	Gruppe	Mittel	SD	Minimum	Maximum	P
Auf der Weide	AMS	8,52	2,22	5,89	14,18	0,45
	MS	9,67	3,68	6,20	16,94	
Im Stall	AMS	89,98	2,21	84,72	93,06	0,42
	MS	88,71	3,55	81,74	92,29	
Am Treibweg zur Weide	AMS	0,91	0,18	0,69	1,27	0,02*
	MS	1,16	0,24	0,83	1,60	
Am Treibweg von der Weide	AMS	0,59	0,19	0,34	1,0	0,14
	MS	0,47	0,12	0,22	0,67	

7 Roboterbesuche und Ansetzgenauigkeit

7.1 Einleitung

In einem automatischen Melksystem entfallen die 2 Mal täglich fix vorgegebenen Melkzeiten. Die Tiere können ihren Melkrhythmus – im Idealfall – nun selbst bestimmen und müssen diesen nicht mehr den vom Menschen vorgegebenen Melkzeiten anpassen. Angelockt durch in der Melkbox angebotenes Kraftfutter, sollte diese von den Kühen selbständig aufgesucht werden. Das mehrmalige selbständige Aufsuchen der Anlage über 24 Stunden hinweg bestimmt den eigentlichen Erfolg eines Melkroboters. Mit unterschiedlichen Arten des Kuhumtriebes (Kuhverkehr) wird versucht, dies zu gewährleisten, da das Melken selbst als Motivation oft nicht ausreicht um eine ausreichend hohe Melkfrequenz zu sichern (Pirkelmann, 1992; Prescott et al., 1998), (Details zu den Kuhverkehrsvarianten siehe unter Punkt 3.2).

Doch auch in einem Melkroboter ist es einer laktierenden Kuh nicht zu jeder ihr beliebigen Zeit möglich, gemolken zu werden. Der über 24 Stunden freie Zugang zum Melken wird (i) durch die festgelegten möglichen Melkungen pro Kuh und Tag, (ii) durch mehrere Reinigungsphasen des Roboters, während derer nicht gemolken werden kann limitiert und (iii) rangniedere Kühe können in ihrem Zugang durch ranghöhere Tiere eingeschränkt werden und in für die Kühe unattraktive Zeiten abgedrängt werden (Ketelaar-de Lauwere et al., 1996). Für diese Tiere kann es zu erhöhten Stehzeiten kommen (Wiktorsson et al., 2003), welche sich ungünstig auf die Klauengesundheit auswirken können.

Die Anzahl der möglichen Melkungen einer Kuh pro Tag können während der Laktationsperiode variieren. Über das Computer-Programm des Melkroboters kann der Tierhalter die Anzahl der möglichen Melkungen einer Kuh pro Tag selbst festlegen. In diesem Projekt wurden die Kriterien Milchleistung und Laktationstag zur Festlegung der maximalen Melkhäufigkeit pro Tag herangezogen (Tab. 27).

Tab. 27: Anzahl der möglichen Melkungen pro Kuh und Tag, so wie sie nach den Kriterien Milchleistung und Laktationstag festgelegt sind.

		Milchleistung (kg)			
		0-10	10-20	20-30	> 30
Laktationstag	Abkalbung bis 15.Tag	2,0	2,5	2,8	3,5
	15. - 250. Tag	2,0	2,3	2,5	3,5
	ab 250. Tag	2,0	2,0	2,5	2,5
	2 Tage vor Trockenstellen	1,0	1,0	1,0	-----

Bei den Reinigungsphasen des Roboters lassen sich kurz verlaufende von länger verlaufenden Reinigungen unterscheiden. Die kurzen Reinigungen finden nach jeder 10. Kuh kombiniert mit einem Zeitfaktor statt und dauern etwa zwei bis drei Minuten. Diese kurzen Reinigungen

erfolgen, damit keine Milchreste eintrocknen können, auch dann, wenn über eine längere Zeit kein Roboterbesuch stattgefunden hat. Die längeren Reinigungen werden etwa alle 9 1/2 bis 10 Stunden durchgeführt und dauern 17 Minuten (bis März 2001 fanden diese Reinigungen alle 8 Stunden statt). Zusätzlich wird täglich eine Tankreinigung zwischen 6.00 Uhr und 7.00 Uhr durchgeführt (etwa 45 Minuten).

Schlechte Einstellungen des Melkroboters führen zu verlängerten Suchzeiten beim Ansetzen der Melkbecher. Ansetzfehler und Fehlmelkungen treten auf. In der Folge kann es zu verlängerten Zwischenmelkzeiten kommen. Werden solche Tiere nicht regelmäßig nachgetrieben, könnten zu lange Zwischenmelkzeiten sich negativ auf die Eutergesundheit auswirken. Deshalb ist die ordnungsgemäße Funktion des Melkroboters durch das betreuende Personal täglich zu überprüfen (Pallas, 2002).

In diesem Abschnitt werden die über eine längere Periode erhobenen Melkbesuche unter anderem auf deren Verteilung über 24 Stunden und dem Anteil von Fehlmelkungen an den Gesamtmelkungen untersucht. Weiters wurde überprüft, ob der in der Literatur angeführte Einfluss des Ranges eines Tieres auf die zeitliche Verteilung der Melkungen auch in unserer Studie vorliegt. Zusätzlich wurden Fehlmelkungen auf deren Ursache untersucht.

7.2 Methode

7.2.1 Datenerhebung

Bei dem in unserer Untersuchung verwendeten Melkroboter werden die aufgezeichneten Melkungen in vier unterschiedliche Kategorien eingeteilt: (a) normale Melkungen (d.h. erfolgreiche Melkung ohne Besonderheiten), (b) Melkungen, welche unter der erwarteten Leistung lagen, (c) Melkungen mit mindestens einem nicht gemolkenen Viertel, (d) Melkungen, mit keinem gemolkenen Viertel, sowie (e) Anlernen /Angewöhnen. Letzteres ist keine echte Melkung, doch die anzulernende Kuh bleibt für einige Minuten in der geschlossenen Melkbox und erhält Kraftfutter, sodass sich das Tier an zukünftige Melkungen gewöhnen kann. Diese Aufzeichnungen kann sich der Landwirt vom PC ausdrucken lassen und so den Melkerfolg seiner Herde kontrollieren.

Der Projektpartner AGES Milchwirtschaft Wolfpassing hatte eine Datenbank erstellt, in der die vom Melkroboter aufgezeichneten Daten (wie gewonnene Milchleistung, Häufigkeit von Melkungen, Art der Melkungen wie oben genannt) laufend gespeichert wurden. Für die in diesem Kapitel dargestellten Ergebnisse wurden mit Hilfe dieser Datenbank alle Melkungen während eines 24 Stunden Tages auf kuhindividueller Basis im Zeitraum von Juli 2001 bis einschließlich April 2002 (10 Monate) selektiert. Für die weitere Analyse wurden nur jene Tage herangezogen, an denen keine außergewöhnlichen Ereignisse stattfanden (z.B. Klauenkorrektur, Markieren der Kühe), welche das Roboterbesuchsverhalten der Kühe beeinflussen könnten. Die Kategorisierung der Art der Melkungen wurde wie oben angeführt beibehalten. Die Melkungen „c“ und „d“ wurden in weiterer Folge als Fehlmelkungen bezeichnet. Zusätzlich sollte in diesem Zeitraum das Personal alle von ihnen forcierten Melkungen (sprich nachtreiben der Kühe zur Melkbox) verlässlich in eine Liste eintragen.

Aus den oben beschriebenen Fehlmelkungen ist nicht ersichtlich, ob es sich um durch den Melkroboter verursachte Fehlmelkungen handelt (bedingt durch schlechte Systemeinstellung), oder ob diese Fehlmelkungen durch das Verhalten der Kuh bedingt sind (abtreten des

Melkaggregates). Zur Abklärung dessen wurden im Zeitraum von März und April 2003 Videoaufnahmen zum Melkvorgang in der Melkbox durchgeführt (in Summe 11 Mal je 12 Stunden Aufnahmen).

7.2.2 Datenauswertung

Die über einen Zeitraum von 10 Monaten aus der Datenbank selektierten Melkdaten wurden zuerst je Monat ausgewertet. Es wurde die durchschnittliche Verteilung der Melkungen über 24 Stunden je Monat graphisch dargestellt. Mittels deskriptiver Statistik erfolgte eine Charakterisierung der AMS-Gruppe bezüglich stattgefundener Melkungen, Verteilung der Laktationstage und des Laktationsabschnittes. Der Anteil der verschiedenen Arten von Melkungen sowie der Anteil von Nachtreiben an den Gesamtmelkungen je Monat wurden tabellarisch aufgelistet.

Mittels Rangkorrelation nach Spearman erfolgte die Analyse eines möglichen Zusammenhanges zwischen der zeitlichen Verteilung von Melkungen über 24 Stunden und dem Dominanzindex der Kühe. Die Analyse beschränkte sich dabei auf den Zeitraum der Verhaltensbeobachtungen (August bis Oktober 01 und März bis April 02; Begründung siehe Punkt 4.3.2 Rangordnung). Ebenfalls für diesen Zeitraum wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Anzahl von Melkungen und dem Lahmheitsgrad besteht.

Von den zum Thema Ansetzgenauigkeit aufgenommenen Videos zum Melkverhalten wurden nach den gleichen Parametern wie im Kapitel 9 *Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken* das Verhalten der Kühe während des Melkvorganges erhoben (Details siehe dort). In Summe wurde das Verhalten von 24 Kühen (je 12 Braunvieh und Fleckvieh) während 175 Melkungen beobachtet. Je Kuh wurden mindestens 5 bis maximal 11 Melkungen beobachtet. Mittels nicht-parametrischer Tests wurde auf Unterschiede im Verhalten der Tiere bei Fehlmelkungen im Vergleich zu Melkungen ohne Fehler geprüft. Zusätzlich wurde ein möglicher Einfluss der Rasse berücksichtigt.

7.3 Resultate

7.3.1 Allgemein

In den Abbildungen 17 bis 26 ist die zeitliche Verteilung über 24 Stunden aller durchschnittlich stattgefundener Melkungen (blaue Säulen), sowie der durchschnittlich stattgefundenen normalen Melkungen (gelbe Säule) im jeweiligen Monat dargestellt. In den Monaten Juli bis Dezember 2001 wurde die Herde unter teilgesteuertem Kuhverkehr, von Januar bis April 2002 unter freiem Kuhverkehr geführt. Aus den Abbildungen ist ersichtlich, dass in allen hier dargestellten Monaten auch während der Nachtstunden Melkungen stattfanden. In fast allen Stunden zeigte sich sowohl bei „Gesamt Melkungen“ als auch bei „normalen Melkungen“ eine teils große Streuung. In den frühen Vormittagsstunden (07.00 Uhr bis 09.00 Uhr) sowie in den späteren Nachmittagsstunden (16.00 Uhr bis 18.00 Uhr) fanden Melkungen vermehrt statt. Dieses Bild zeigte sich vor allem in den Sommermonaten bei teilgesteuertem Kuhverkehr. Auffällig ist auch, dass vor allem in dieser Zeit die Säule der „Gesamt Melkungen“ oft höher war, als jene der „normalen Melkungen“, was darauf hinweist, dass Fehlmelkungen oder Anlernen von Kühen stattfanden.

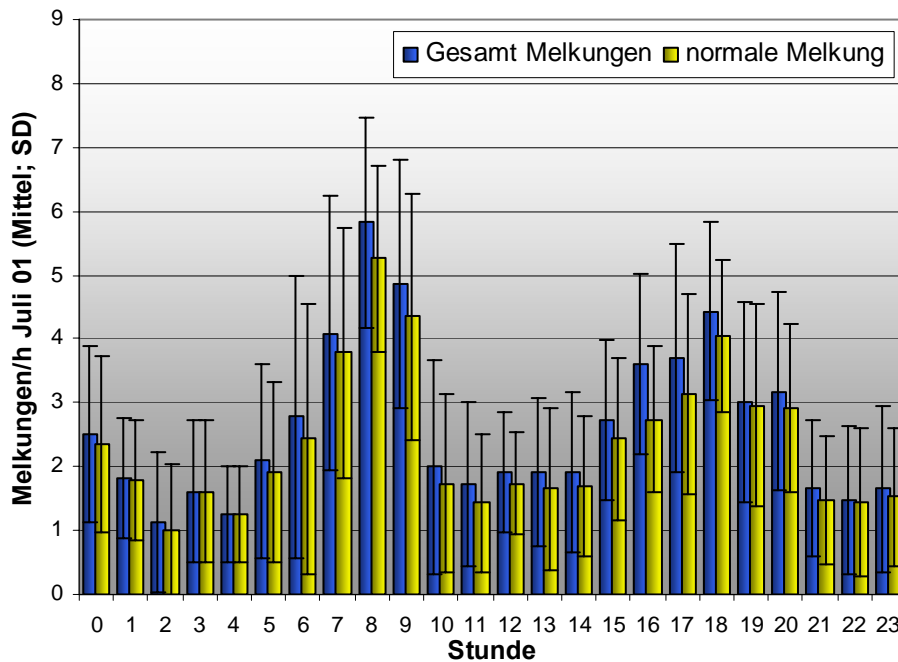


Abb. 17: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat Juli 01 (Mittel über 23 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

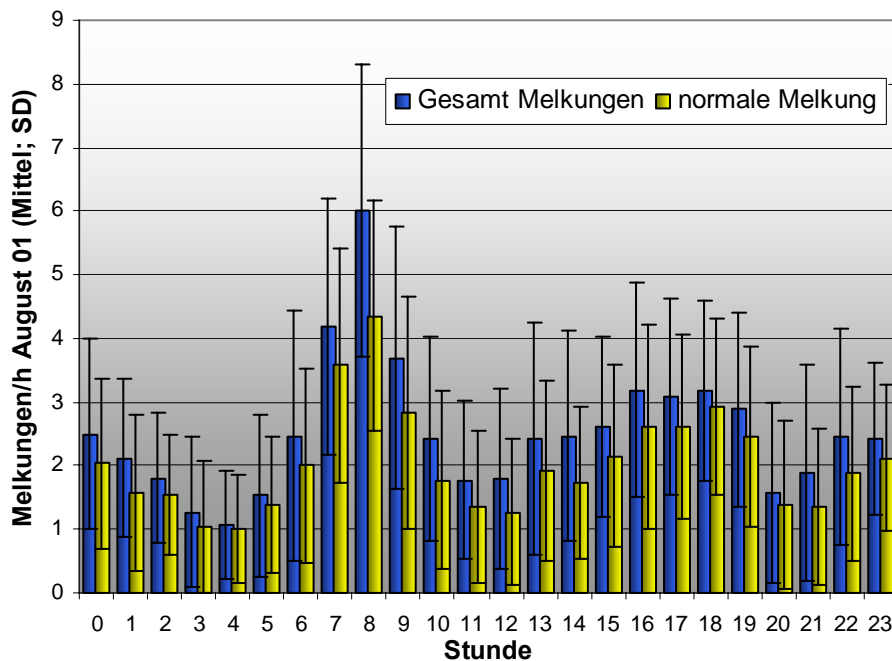


Abb. 18: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat August 01 (Mittel über 26 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

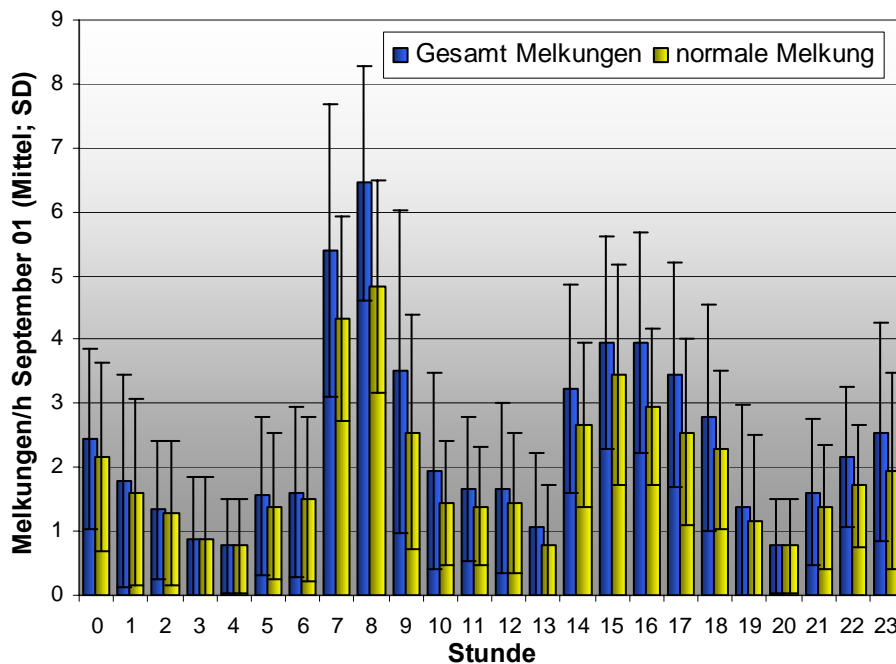


Abb. 19: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im September 01 (Mittel über 18 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

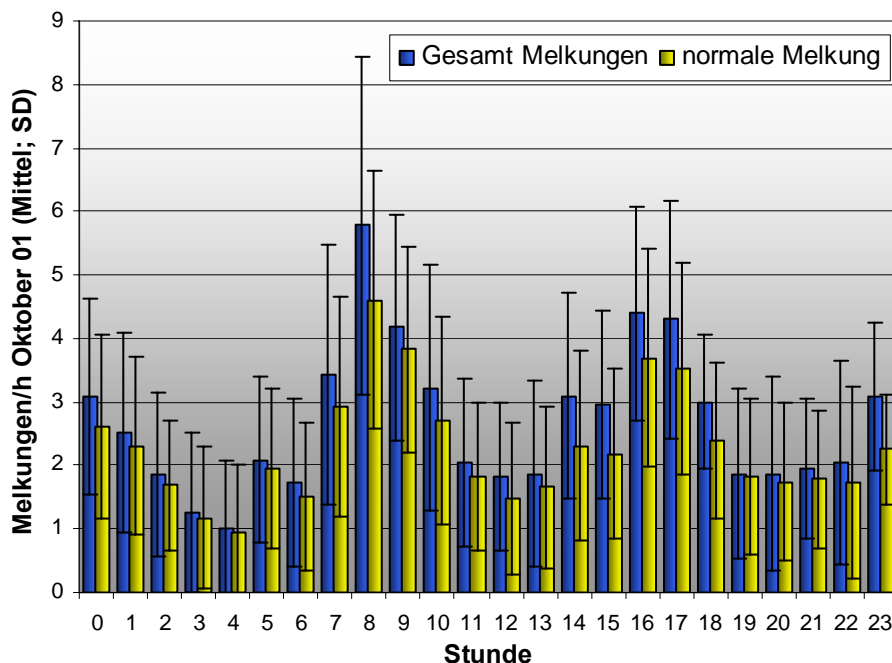


Abb. 20: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat Oktober 01 (Mittel über 23 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

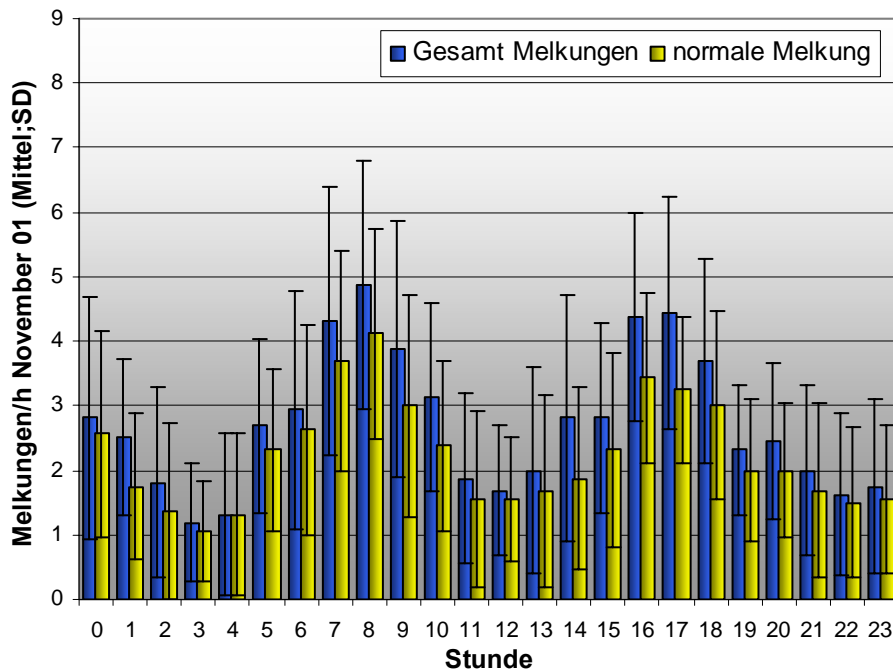


Abb. 21: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat November 01 (Mittel über 16 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

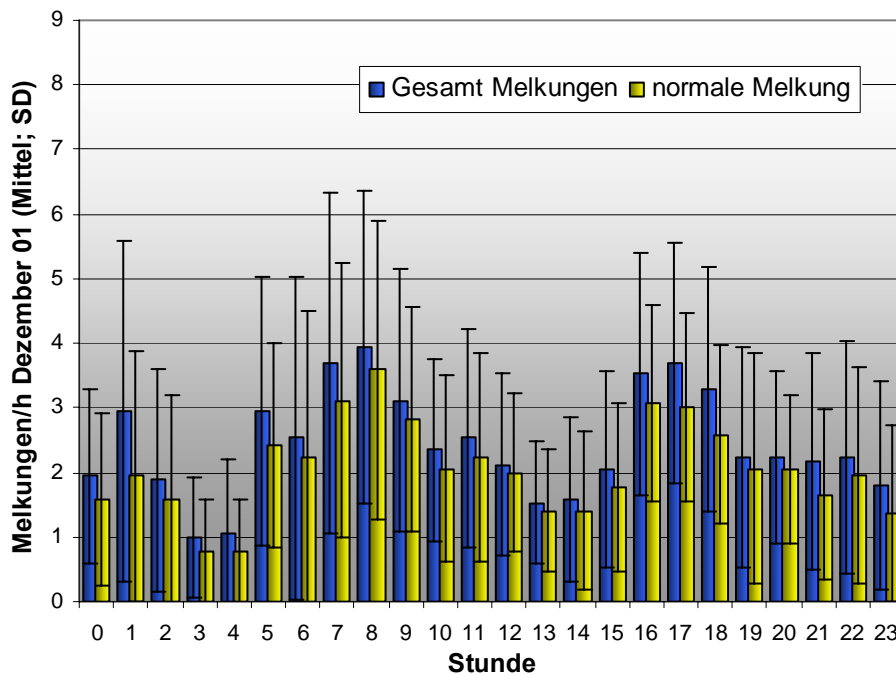


Abb. 22: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei teilgesteuertem Kuhverkehr im Monat Dezember 01 (Mittel über 17 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

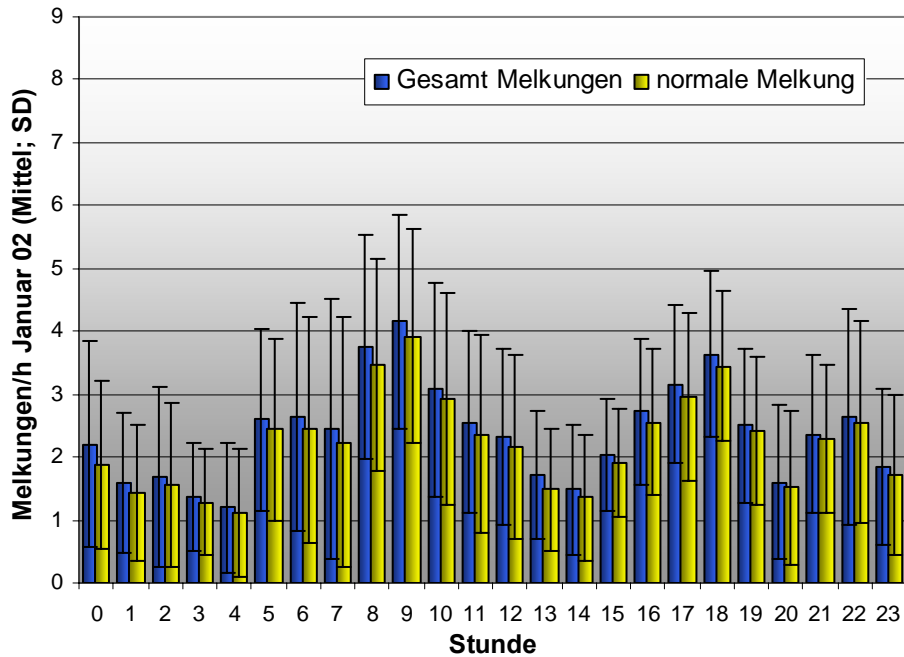


Abb. 23: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat Januar 02 (Mittel über 25 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

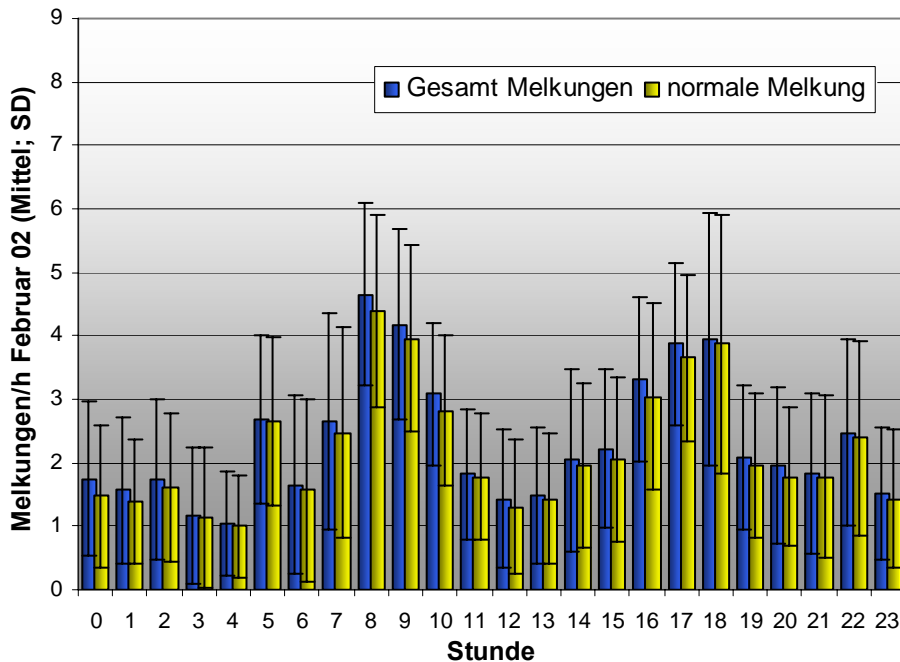


Abb. 24: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat Februar 02 (Mittel über 23 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

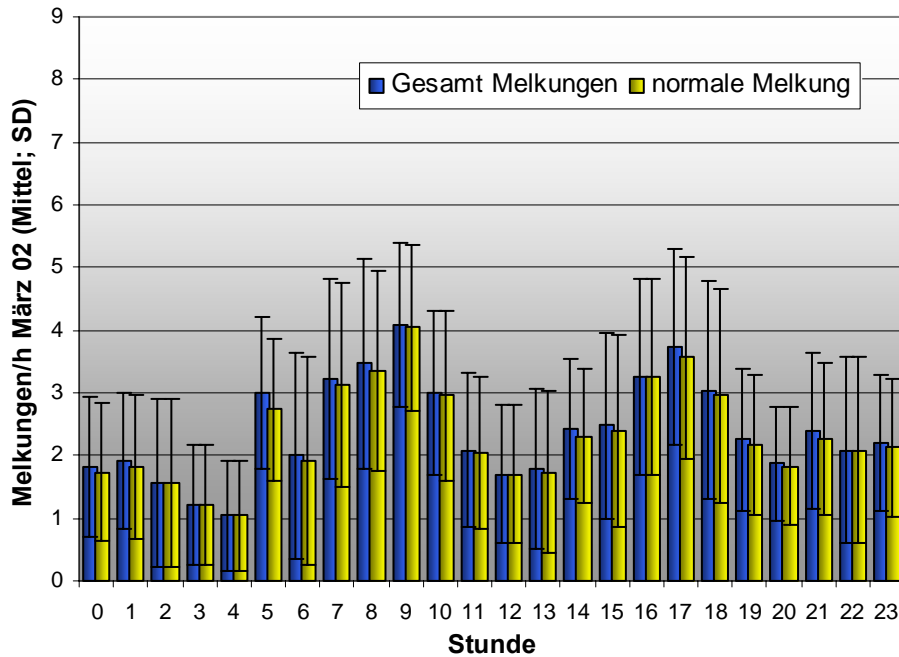


Abb. 25: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat März 02 (Mittel über 23 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

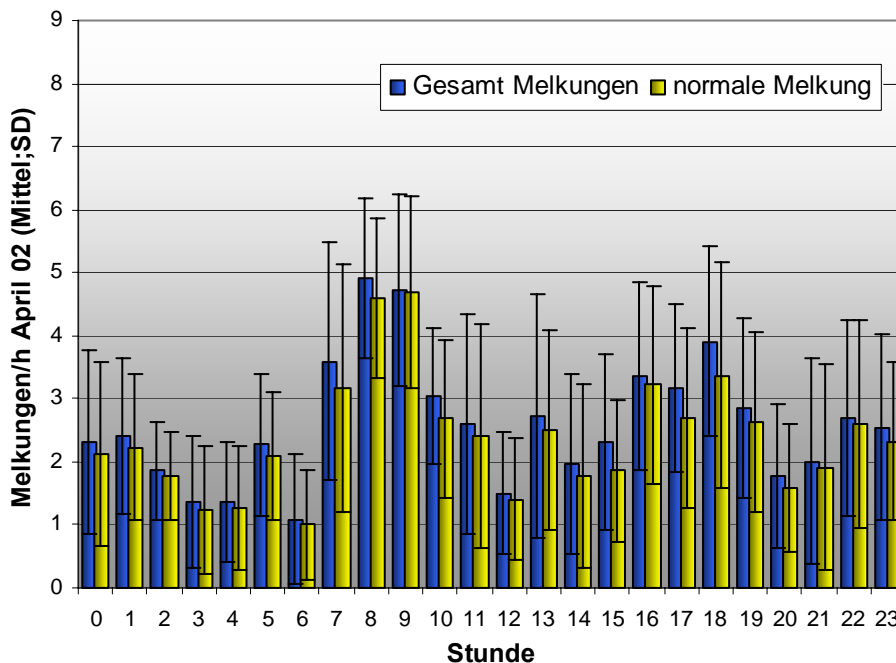


Abb. 26: Verteilung der Melkungen über 24 Stunden bei freiem Kuhverkehr im Monat April 02 (Mittel über 22 Tage \pm Standardabweichung [SD]; blau = Gesamt Melkungen; gelb = normale Melkung).

In den Tabellen 28 und 29 finden sich Daten zur durchschnittlichen Anzahl laktierender Kühe in dem jeweiligen Monat, deren durchschnittliche Laktationstage und des durchschnittlichen Laktationsabschnitts, sowie der mittleren Anzahl von Melkungen je Kuh. Bei teilgesteuertem Kuhverkehr fanden mehr Melkungen je Kuh statt als bei freiem Kuhverkehr. Aus Tabelle 30 ist ersichtlich, dass der Anteil „normaler Melkungen“ an den Gesamtmelkungen in den Monaten mit teilgesteuertem Kuhverkehr geringer ist als vergleichsweise in den Monaten mit freiem Kuhverkehr. In den Monaten mit teilgesteuertem Kuhverkehr fanden mehr Anlern-Melkungen statt und mehr Fehlmelkungen. Letzteres ließ gerade in den Monaten November und Dezember den Anteil an „Nachtreiben“ der Kühe zum Melken ansteigen. In den Monaten Januar und Februar zeigte sich bei freiem Kuhverkehr auch ein höherer Anteil von „Nachtreiben“ an den Gesamtmelkungen, nicht jedoch im März und April.

Tab. 28: Deskriptive Statistik zur Charakterisierung der AMS-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr (nur laktierende Kühe; Melkungen = alle Melkungen ohne Anlernen).

Teilgesteuerter Kuhverkehr	Monat	Parameter	Kühe	Laktationstage	Laktationsabschnitt	Melkungen	Tage
	Juli 01	Mittel	23,83	222,14	2,42	2,54	23
		SD	3,42	102,34	0,52	0,74	
		Minimum	20	61	2	1	
		Maximum	29	448	4	7	
	August 01	Mittel	19,69	224,12	2,28	2,71	26
		SD	0,74	94,27	0,49	0,90	
		Minimum	18	7	1	1	
		Maximum	21	469	4	8	
	Sept. 01	Mittel	19,89	199,32	2,25	2,66	18
SD		0,96	104,57	0,62	1,15		
Minimum		19	1	1	1		
Maximum		22	421	4	16		
Oktob. 01	Mittel	22,17	176,07	2,31	2,75	23	
	SD	0,72	111,79	0,60	1,07		
	Minimum	21	1	1	1		
	Maximum	23	379	4	10		
Nov. 01	Mittel	24	171,07	2,25	2,62	16	
	SD	0,89	121,97	0,60	1,14		
	Minimum	23	1	1	1		
	Maximum	26	406	4	10		
Dez. 01	Mittel	23,19	173,39	2,27	2,65	17	
	SD	1,22	120,57	0,58	1,14		
	Minimum	21	1	1	1		
	Maximum	25	364	3	10		

Tab.29: Deskriptive Statistik zur Charakterisierung der AMS-Gruppe bei freiem Kuhverkehr (nur laktierende Kühe; Melkungen = alle Melkungen ohne Anlernen).

freier Kuhverkehr	Monat	Parameter	Kühe	Laktationstage	Laktationsabschnitt	Melkungen	Tage
	Januar 02	Mittel	24,32	176,05	2,36	2,35	25
		SD	0,90	121,42	0,54	0,79	
		Minimum	23	1	1	1	
		Maximum	26	396	4	7	
	Februar 02	Mittel	23,43	171,34	2,24	2,32	23
		SD	0,84	121,29	0,49	0,63	
		Minimum	22	2	1	1	
		Maximum	25	424	3	4	
	März 02	Mittel	24,52	179,87	2,19	2,35	23
		SD	1,53	132,17	0,52	0,66	
		Minimum	22	1	1	1	
		Maximum	26	454	3	4	
	April 02	Mittel	25,73	183,48	2,17	2,42	22
		SD	0,88	130,27	0,47	0,75	
		Minimum	25	3	1	1	
		Maximum	28	466	4	5	

Tab. 30: Anteil unterschiedlicher Arten von Melkungen an Gesamtmelkungen in verschiedenen Monaten.

	Monat	Tage	Melkungen (N)	Art der Melkung (% an Gesamtmelkungen)					Nachtreiben (% an Melkungen)
				Normale Melkung	Anlernen	Unter erwartet. Leistung	Mind. 1 Viertel nicht gemolken	Alle 4 Viertel nicht gemolken	
Teilgesteuerter Kuhverkehr	Juli 01	23	1450	89,79	3,72	0,28	3,79	2,41	2,55
	Aug. 01	26	1584	80,24	12,44	0,57	1,26	5,49	1,39
	Sept. 01	18	1045	81,44	9,00	0,00	2,30	7,27	2,30
	Okt. 01	23	1485	84,65	5,66	0,00	2,02	7,68	1,41
	Nov. 01	16	1040	82,50	3,27	0,00	3,65	10,58	5,87
	Dez. 01	17	992	84,68	0,81	0,10	2,72	11,69	5,24
Freier Kuhverkehr	Jan. 02	25	1431	93,22	0,00	0,14	2,59	4,05	4,47
	Feb. 02	23	1292	94,20	3,02	0,08	1,55	1,16	6,27
	März 02	23	1327	96,99	0,15	0,45	1,66	0,75	2,11
	April 02	22	1373	91,55	0,44	1,02	5,61	1,38	3,35

Bei freiem Kuhverkehr kann es zu einem Rückgang der Melkbesuche kommen. Auch in der vorliegenden Studie fanden in den Monaten mit freiem Kuhverkehr durchschnittlich weniger Melkungen je Kuh statt als vergleichsweise in den Monaten mit teilgesteuertem Kuhverkehr (Tab 28 u. 29). Dies könnte auch darauf beruhen, dass bei freiem Kuhverkehr Kühe mit höheren Laktationstagen in der Gruppe waren und es somit zwangsweise zu einem Rückgang der Melkungen kam. Anhand der Abbildung 27 ist ersichtlich, dass bei freiem Kuhverkehr die durchschnittliche Anzahl an Laktationstagen in etwa gleich war wie in den Wintermonaten bei teilgesteuertem Kuhverkehr. Somit können hohe Laktationstage nicht die Ursache für den Rückgang der Anzahl mittlerer Melkungen bei freiem Kuhverkehr sein.

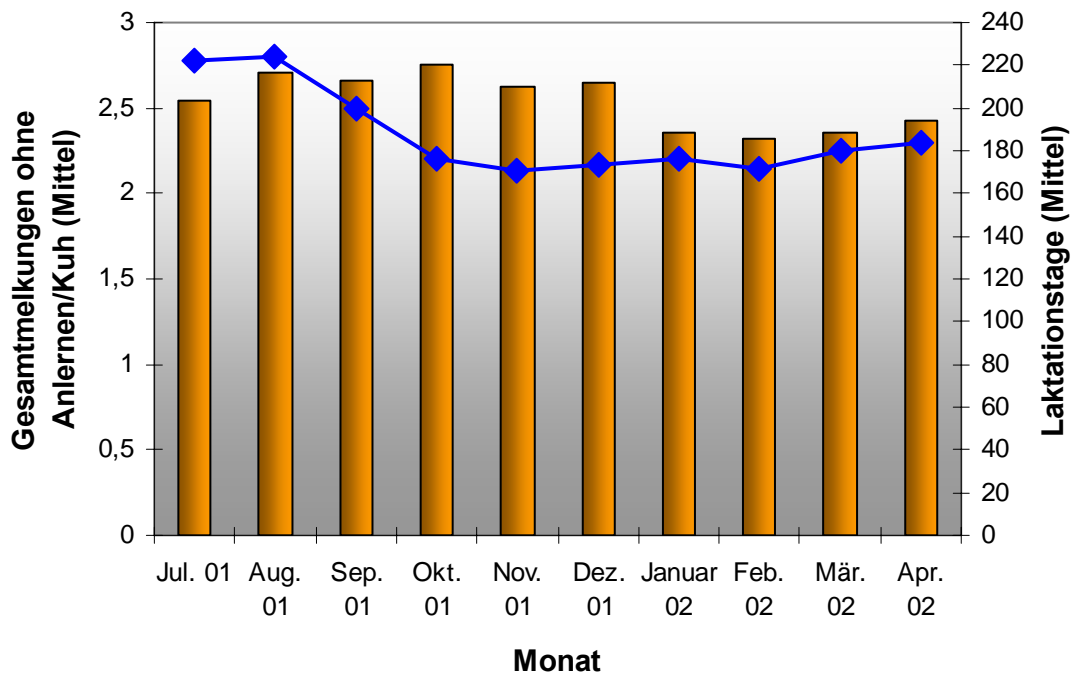


Abb. 27: Anzahl der Melkungen im Mittel je Kuh (ohne Anlernen) und Laktationstag (monatliches Mittel) im Verlauf von 10 Monaten.

7.3.2 Erhebungen zu Melkungen im Roboter während der Beobachtungsphasen

In der Literatur wird beschrieben, dass rangniedere Kühe in ihrem Zugang durch ranghöhere Tiere eingeschränkt werden und in für die Kühe unattraktive Zeiten abgedrängt werden können. Um dies zu überprüfen, wurde der aus den Sozialverhaltensbeobachtungen ermittelte Dominanzindex jeder Kuh mit den in diesem Zeitraum in den jeweiligen Stunden stattgefundenen Melkungen je Kuh in einem Streudiagramm graphisch dargestellt.

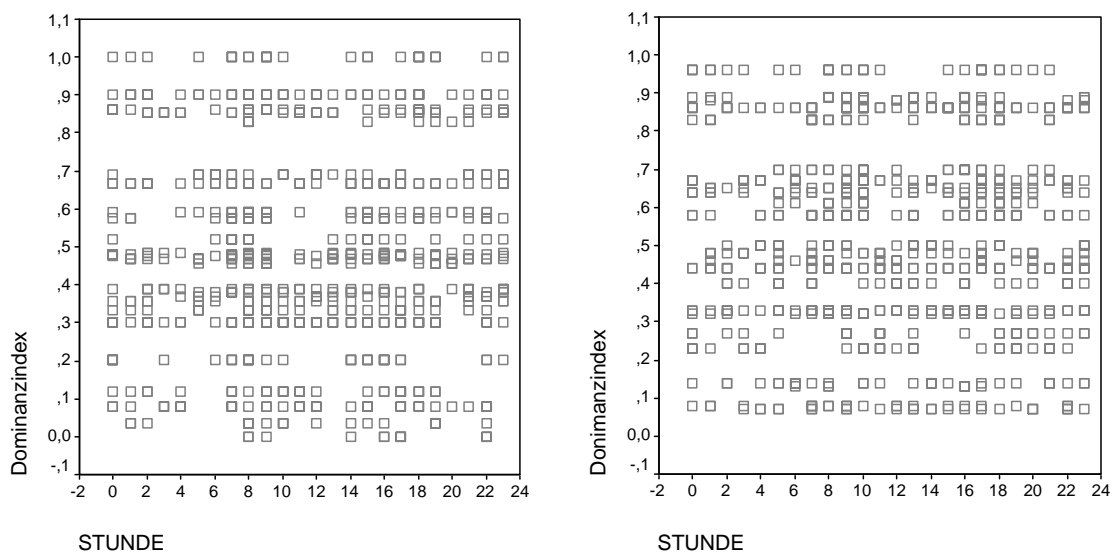


Abb 28.: Streudiagramm von Dominanzindex und Verteilung der Melkungen über 24 Stunden. Links: teilgesteuerter Kuhverkehr; rechts: freier Kuhverkehr.

Wie aus der Graphik (Abb. 28) ersichtlich, besteht kein Zusammenhang zwischen Dominanzindex und der Stunde, in der die Melkung stattfindet. Dies wird auch durch die Rangkorrelation nach Spearman bestätigt (bei teilgesteuertem Kuhverkehr: $r_s=0,024$; $p=0,514$; $N=748$; bei freiem Kuhverkehr: $r_s=-0,007$; $P=0,851$; $N=728$). Die oben dargestellte Verteilung der Melkungen bezieht sich auf den Zeitraum der Verhaltensbeobachtungen (August – Oktober 2001 und März-April 2002).

Von Interesse war auch, ob die Anzahl an Melkungen mit steigendem Lahmheitsgrad abnimmt. Die Ergebnisse der Rangkorrelation nach Spearman zeigen, dass weder bei teilgesteuertem ($r_s=-0,09$, $p=0,324$, $N=122$) noch bei freiem Kuhverkehr ($r_s=0,011$, $p=0,911$, $N=102$) ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Anzahl an Melkungen und dem Lahmheitsgrad bestand.

Wie auch bei den Erhebungen über mehrere Monate, lässt sich in diesem Zeitabschnitt bei teilgesteuertem Kuhverkehr ein höherer Anteil an Fehlmelkungen finden. Dagegen wird hier bei freiem Kuhverkehr anteilmäßig mehr nachgetrieben als bei teilgesteuertem Kuhverkehr (Tab. 31). In Tabelle 32 finden sich noch Angaben zu der durchschnittlichen Anzahl von Melkungen je Kuh, der durchschnittlichen Anzahl von Laktationstagen und des durchschnittlichen Laktationsabschnitts der Kühe während der Beobachtungsphasen.

Tab. 31: Anteil unterschiedlicher Arten von Melkungen an Gesamtmelkungen im Zeitraum der Beobachtungsphasen.

	Tage	Melkungen (N)	Art der Melkung (% an Gesamtmelkungen)					Nachtreiben (% an Melkungen)
			Normale Melkung	Anlernen	Unter erwartet. Leistung	Mind. 1 Viertel nicht gemolken	Alle 4 Viertel nicht gemolken	
Teilgest. Kuhverkehr	12	748	82,22	0,27	1,20	7,75	8,56	1,47
Freier Kuhverkehr	12	728	93,82	0,96	4,26	0,69	0,27	3,02

Tab. 32: Deskriptive Statistik zur Charakterisierung der AMS-Gruppe bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr im Zeitraum der Beobachtungsphasen (nur laktierende Kühe; Melkungen = alle Melkungen ohne Anlernen).

		Kühe	Laktationstage	Laktationsabschnitt	Melkungen	Tage
Teilgesteuerter Kuhverkehr	Mittel	20,67	199,50	2,28	2,76	12
	SD	1,30	104,57	0,55	1,27	
	Minimum	19	5	1	-----	
	Maximum	23	465	3	-----	
Freier Kuhverkehr	Mittel	25,83	179,62	2,16	2,35	12
	SD	0,94	131,93	0,48	0,71	
	Minimum	25	3	1	-----	
	Maximum	28	461	3	-----	

7.3.3 Ansetzprobleme und Fehlmelkungen

Die im Zeitraum März und April 2003 durchgeführten Erhebungen zu Fehlmelkungen ergaben, dass von 175 beobachteten Melkungen knapp 30 % Fehler aufwiesen. Bei 6,86 % kam es zum Abtreten des Melkbechers durch die Kuh. In 17,71 % lagen die Probleme auf Seiten des Melkroboters. Während der Melkung wurden die Melkbecher öfters erneut wieder angesetzt. In 5,14 % der Fälle lag die Ursache bei der Kuh und dem Melkroboter. Hierbei traten sowohl abtreten des Melkbechers durch die Kuh, wie auch mehrmalige Ansetzversuche von Seiten des Melkroboters auf (Abb. 29).

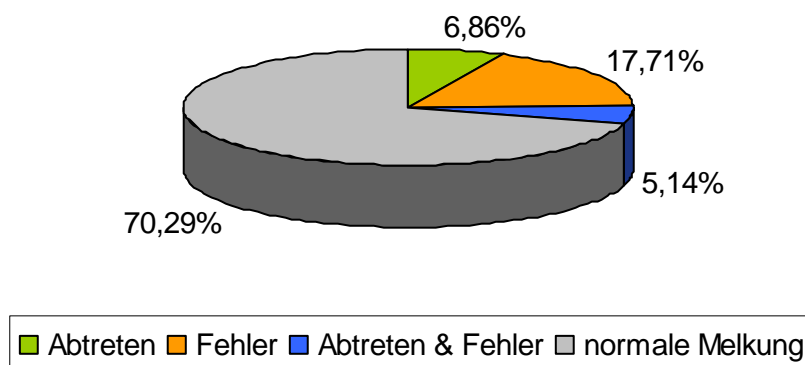


Abb. 29: Anteil von Fehlmelkungen an beobachteten Melkungen (N=175).

Von den 24 Kühen, welche in diesem Zeitraum beobachtet wurden, trat bei 50 % der Tiere mindestens ein Mal ein Ansetzfehler von Seiten des Melkroboters auf. 20,83% wiesen zumindest ein Mal eine Kombination von abtreten durch die Kuh und Ansetzfehler des Melkroboters auf. Nur bei 20,83% kam es nie zu diesen Problemen (Abb. 30).

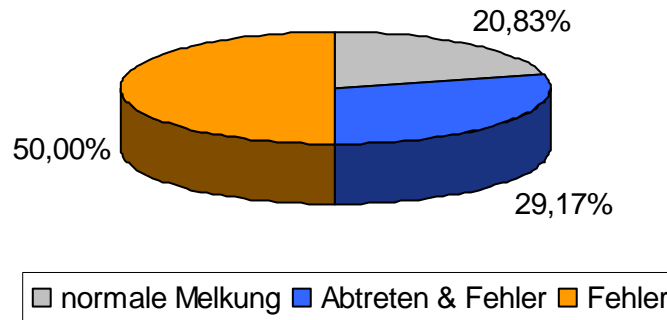


Abb. 30: Anteil der Kühe mit mindestens einer Fehlmelkung an beobachteten Kühen (N=24).

Bei Fehlmelkungen trippelten Kühe der Rasse Fleckvieh signifikant mehr als Kühe der Rasse Braunvieh. Auch traten Fleckviehkühe mehr und traten öfters Melkbecher ab als Braunviehkühe. Doch diese Effekte waren nicht signifikant. Dagegen fanden sich bei Braunviehkühen mehr durch den Roboter verursachte Fehler. Selbst bei Melkungen ohne Fehler traten Fleckviehkühe signifikant mehr und trippelten tendenziell mehr als Braunviehkühe (Tab. 33, Abb. 31-34).

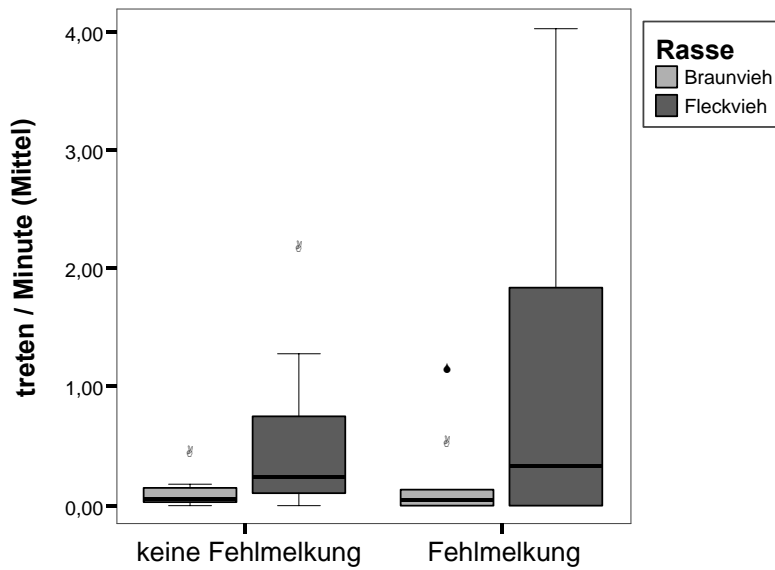


Abb. 31: Treten je Minute bei Braunvieh – und Fleckviehkühen während Melkungen ohne Fehler und Fehlmelkungen.

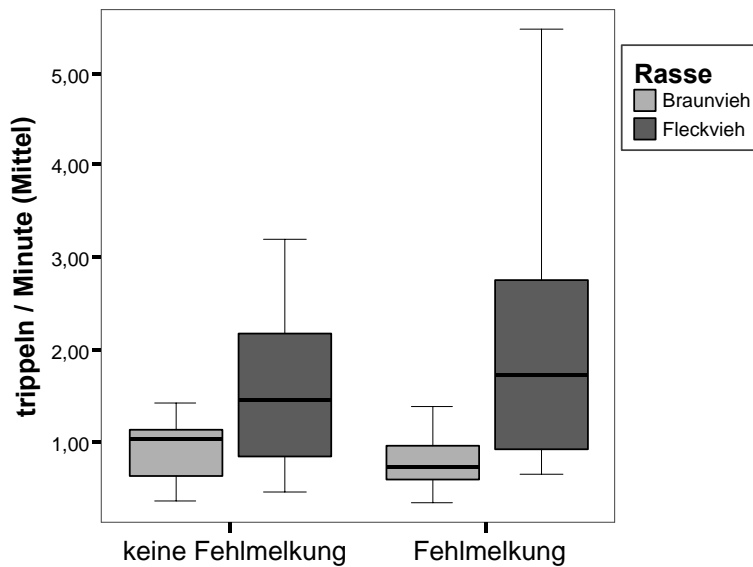


Abb. 32: Trippeln je Minute bei Braunvieh – und Fleckviehkühen während Melkungen ohne Fehler und Fehlmelkungen.

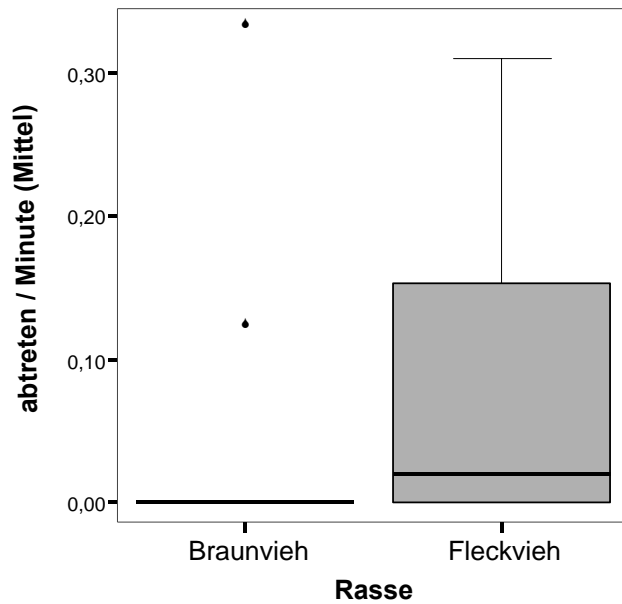


Abb. 33: Abtreten je Minute bei Braunvieh (N=9) – und Fleckviehkühen (N=10) während Fehlmelkungen.

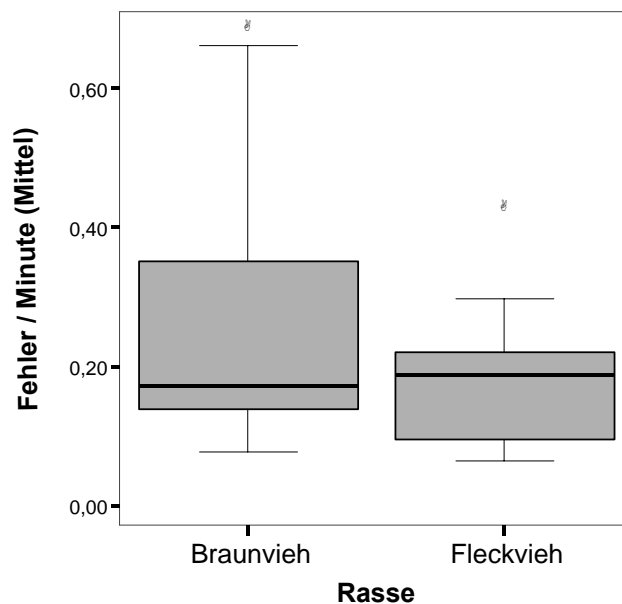


Abb. 34: Fehler des Melkroboters je Minute bei Braunvieh (N=9) – und Fleckviehkühen (N=10) während Fehlmelkungen.

Tab. 33: Mann-Whitney-U Tests auf Unterschiede zwischen den Rassen in der Frequenz von trippeln, treten, abtreten und Fehler je Minute bei Fehlmelkungen und bei Melkungen ohne Fehler [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$].

Fehlmelkung	Rasse	N	Parameter / min	Mittel	SD	P
ja	Braunvieh	9	trippeln	0,82	0,35	0,011*
	Fleckvieh	10		2,24	1,60	
	Braunvieh	9	treten	0,21	0,37	0,180
	Fleckvieh	10		0,92	1,32	
	Braunvieh	9	abtreten	0,05	0,11	0,278
	Fleckvieh	10		0,08	0,11	
	Braunvieh	9	Fehler Robter	0,29	0,23	0,624
	Fleckvieh	10		0,19	0,11	
nein	Braunvieh	11	trippeln	0,92	0,34	0,085
	Fleckvieh	12		1,57	0,86	
	Braunvieh	11	treten	0,10	0,12	0,029*
	Fleckvieh	12		0,51	0,64	

7.4 Diskussion

Die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten zur Verteilung der Melkbesuche über 24 Stunden ergaben, dass Melkungen nicht nur während des Tages stattfanden, sondern auch nachts. Je nach Anzahl der Melkungen je Kuh und Tag können im Schnitt 56 laktierende Kühe mit einer Einboxenanlage gemolken werden (Kowalewsky u. Fübbecker, 2000). Eine Auslastung des Melkroboters war bei unseren Versuchen mit durchschnittlich 24 laktierenden Kühen keinesfalls gegeben. Somit war ein Ausweichen der Kühe zum Melken in die Nachtstunden nicht nötig. Auch zeigte sich, dass der soziale Rang eines Tieres hier keinen nachweisbaren Einfluss auf die zeitliche Verteilung von Melkungen hat wie beispielsweise in einer Untersuchung von Ketelaar-de Lauwere et al. (1996). Doch die möglichen Melkungen je Kuh und Tag waren in unserer Untersuchung nach Milchleistung und Laktationsabschnitt voreingestellt. Umstätter u. Kaufmann (2001) befassten sich in ihrer Studie mit der bei Melkrobotern der Fa. Lely eingesetzten Zulassungsformel zum Melken und ihre Auswirkungen auf das Tierverhalten. Bei dieser Zulassungsformel werden mittels verschiedener Faktoren die Anzahl möglicher Melkungen je Kuh und Tag errechnet (Details sind aus der Literatur zu entnehmen). Ein möglicher Einfluss des sozialen Ranges auf die Verteilung der Melkungen konnte auch bei ihnen nicht gefunden werden. Sie stellten fest, dass dies unter den Bedingungen der Zulassungsformel gar nicht möglich sei, da die möglichen Melkungen der Kühe mehr oder weniger zeitlich festgelegt werden und Kühe somit teilweise auch zu weniger beliebten Zeiten in der Melkbox erscheinen müssen. Aus ihrer Untersuchung

schlossen sie, dass die mittels dieser Zulassungsformel berechnete Zulassungsberechtigung für die einzelne Kuh zu wenig vorhersehbar ist.

Wendl et al. (2000) stellten bei einer Untersuchung von Melkverteilungen über den Tag fest, dass sich Zeiten mit höheren und Zeiten mit niedrigeren Melkfrequenzen zeigten. Die geringsten Melkfrequenzen fanden sie in den frühen Morgenstunden. Höhere Frequenzen von Melkungen fielen mit Zeiten der Stallarbeit zusammen. Dies konnte auch in unserer Untersuchung gefunden werden. Während dieser Zeit fand das Nachtreiben der Kühe statt oder der Melkroboter war aufgrund von einer Reinigungsphase für eine gewisse Zeit nicht für die Kühe zugänglich, sodass es danach zu einem höheren Andrang vorm Melkroboter kam.

Wendl et al (2000) analysierten über einen Zeitraum von 31 Tagen bei 40 Kühen auch misslungene Melkvorgänge. Von 3337 untersuchten Melkvorgängen waren 163 (4,8%) misslungen und von diesen etwa Zweidrittel ohne Milchfluss. Von den 40 Kühen hatten 57,5% Fehlmelkungen (hier: 79,90% von 24 Kühen). Kurzfristig starke Anstiege von misslungenen Melkungen lassen sich laut Wendl et al. (2000) meist auf technische Defekte oder einfacher auf Verschmutzung des Zitzenortungssystems zurückführen. Wie auch Pallas (2002) weisen sie darauf hin, dass regelmäßige Reinigung und Wartung des Melkroboters unbedingt nötig ist, um misslungene Melkungen in Grenzen zu halten.

Obwohl sich in unserer Untersuchung zu Ansetzfehler Braunviehkühe im Vergleich zu Fleckviehkühen ruhiger während der Melkung verhielten, kam es bei diesen zu mehr Ansetzfehlern durch den Melkroboter. Das kann ein Hinweis darauf sein, dass das System zum Teil schlecht eingestellt war. Die teils recht hohen Werte von Fehlmelkungen von bis zu fast 12% deuten ebenfalls in diese Richtung.

8 Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität

In Zusammenarbeit mit dem Institut für die Biologie landwirtschaftlicher Nutztiere in Dummerstorf, Deutschland (Dr. J. Langbein) wurden Parameter der Herzfrequenzvariabilität erhoben. Dipl. Biol. E. Zampiga war an der Datenaufnahme beteiligt, und Dipl. Tzt. C. Schmied an der Datenauswertung. Wir bedanken uns außerdem bei Prof. Dr. E. Mohr der Universität Rostock in Deutschland für Beratung und für die Bereitstellung des Auswertungsprogramms.

8.1 Einleitung

Der Sinusknoten (Nodus sinuatrialis) ist der primäre Taktgeber des Herzens. Seine Eigenfrequenz wird vor allem durch die beiden Antagonisten des autonomen Nervensystems, Sympathikus und Parasympathikus (Vagus), modifiziert. Diese sind wiederum durch neuronale, humorale und andere physiologische Steuerungs- und Rückkopplungsmechanismen beeinflusst. Die Kombination verschiedener Steuerungsmechanismen bewirkt eine sich ständig ändernde Herzfrequenz. Diese Unregelmäßigkeit wird Herzfrequenzvariabilität genannt (Abb. 35).

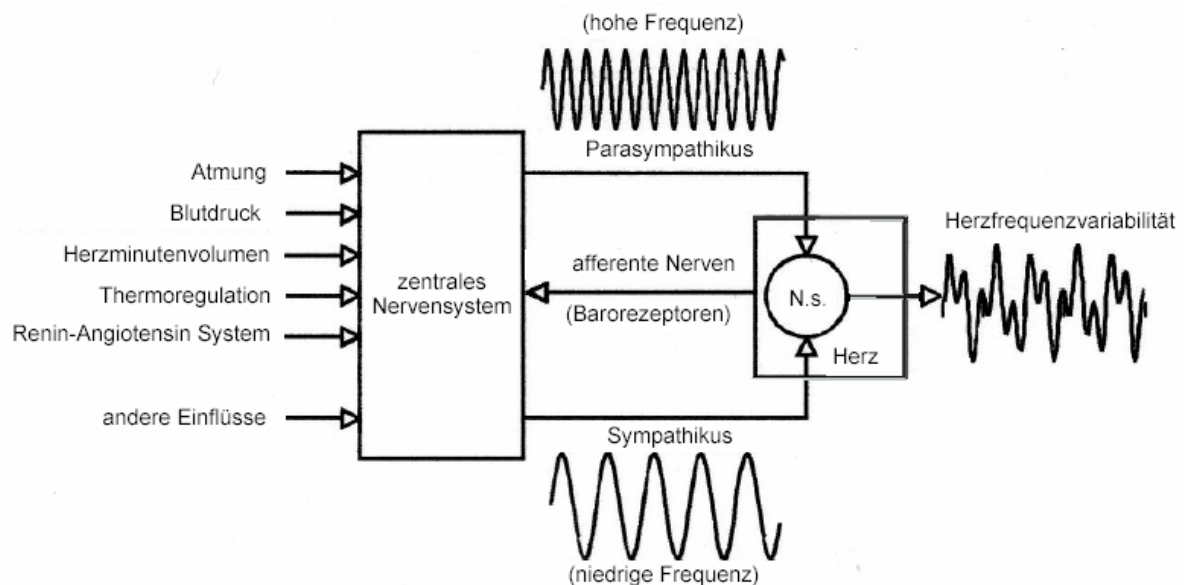


Abb. 35: Vereinfachte Darstellung der Zusammenhänge, die zur Herzfrequenzvariabilität führen (nach McCraty et al., 1995). N. s., Nodus sinuatrialis, Sinusknoten.

Berechnungen der Herzfrequenzvariabilität beruhen auf der Messung von Zwischenschlag-Intervallen, d. h. dem zeitlichen Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Perioden des Elektrokardiogramms. Hier werden diese als RR-Intervalle bezeichnet, da ihre Messung sich auf die R-Spitzen des Elektrokardiogramms beziehen. Abbildung 36 stellt aufeinanderfolgende RR-Intervalle graphisch gegen die Zeit dar (Tachogramm). Diese Darstellung entspricht einer invertierten Herzfrequenzkurve. Die Länge von RR-Intervallen wird in Millisekunden (ms) angegeben. Die Herzfrequenz wird in Schlägen pro Minute (S/min) angegeben und entspricht jeweils der Anzahl von Herzschlägen, die bei einer bestimmten RR-Intervalllänge pro Minute gemessen würden:

Herzfrequenz (S/min) = $60.000 / \text{RR-Intervall (ms)}$.

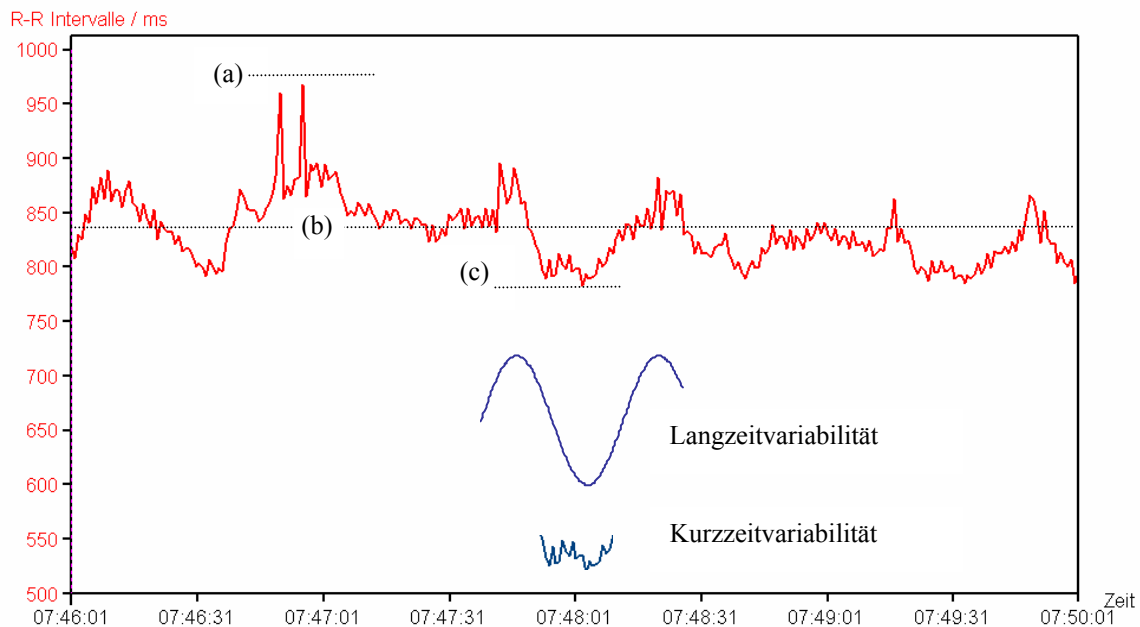


Abb. 36: Beispiel eines Tachogramms (rote Linie) über eine Dauer von vier Minuten (Kuh 2069 am 4.12.2001, mit zurückgelegtem Kopf in der Box liegend). Die Abszisse gibt die Realzeit an, die Ordinate die RR-Intervall-Länge in Millisekunden (ms). Die gestrichelten Linien zeigen für die Auswahl: (a) das maximale RR-Intervall (968 ms), welches der minimalen Herzfrequenz entspricht (62 S/min); (b) das durchschnittliche RR-Intervall (830 ms, entsprechend einer durchschnittlichen Herzfrequenz von 72 S/min) und (c) das minimale RR-Intervall (783 ms = 77 S/min). Nach Hansen (2000) sind mutmaßliche Schwingungsanteile der Langzeitvariabilität (niedrige Frequenz) und Kurzzeitvariabilität (hohe Frequenz) zur Illustration separat nachgezeichnet (blaue Linien).

Die Herzfrequenz wird traditionell als Belastungsindikator gesehen (Broom u. Johnson, 1993). Bei der Interpretation von Herzfrequenzänderungen im Zusammenhang mit Stress wurde zunächst meist die Bedeutung der Sympathikus-Aktivität betont. Eine hohe Aktivität des Sympathikus ist mit körperlicher oder mentaler Anspannung verbunden und bewirkt eine Erhöhung der Herzfrequenz. Im entspannten Zustand ist die parasympathische Aktivität dominierend und bewirkt eine Verringerung der Herzfrequenz (Hainsworth, 1995). Zunehmend wurde die Bedeutung der vagalen Aktivität für die Modulation der Herzfrequenz in Abhängigkeit von psychischem Stress erkannt, insbesondere durch die Arbeiten von Porges (z. B. 1995).

Die Einflüsse von Sympathikus und Parasympathikus auf die Herzfrequenz lassen sich allerdings nicht einfach addieren. Bei sympathischer Stimulation wird die erste Reaktion nach bis zu 5 Sekunden, die maximale Reaktion erst nach 20 bis 30 Sekunden erreicht (Langzeitvariabilität). Auf Stimulation durch den Parasympathikus dagegen kann der Sinusknoten innerhalb von ein bis zwei Herzschlägen reagieren (Kurzzeitvariabilität). Dieser Unterschied ist auch in den Abbildungen 35 und 36 illustriert.

Quantifizierungen der Langzeit- und Kurzzeitkomponenten der Herzfrequenzvariabilität helfen, die Einflüsse von Sympathikus und Parasympathikus zu unterscheiden. Dadurch wird eine präzisere Erfassung der Belastungssituation ermöglicht. Allerdings können auch langsame Änderungen durch den Parasympathikus herbeigeführt werden (Hainsworth, 1995). Daher ist die Interpretation insbesondere für den Einfluss des vagalen Tonus auf die Herzfrequenz möglich, während der Einfluss des Sympathikus schwieriger festzustellen ist.

Die Quantifizierung der Herzfrequenzvariabilität dient neben der Differenzierung in Langzeit- und Kurzzeitvariabilität auch der Beschreibung des Gesamtzustandes eines Organismus. Eine hohe Herzfrequenzvariabilität ist für einen gesunden Organismus charakteristisch, wenn er keinen Belastungen ausgesetzt ist (Moss, 1995). Dabei spielen neben den Komponenten der Kurzzeit- und Langzeitvariabilität auch solche Änderungen eine Rolle, die keinen regelmäßigen Mustern folgen.

Eine Reihe unterschiedlicher Kenngrößen sind für die Quantifizierung der Herzfrequenzvariabilität geeignet. Zwei Arten der Quantifizierung sind grundsätzlich zu unterscheiden: (1) Lineare Kenngrößen, die der Differenzierung von Langzeit- und Kurzzeitvariabilität dienen, und (2) nicht-lineare Kenngrößen, welche die Selbstähnlichkeit des Systems im Chaos-theoretischen Sinne quantifizieren.

(1) Für die linearen Parameter wurden in der Humanmedizin Verfahren, die der Standardisierung dienen, vorgeschlagen (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996). Man unterscheidet bei den linearen Parametern zwischen Parametern im Zeitbereich, geometrischen Parametern, und Parametern im Frequenzbereich. Die Parameter im Zeitbereich werden direkt aus der Messreihe der aufeinanderfolgenden RR-Intervalle berechnet. Die geometrischen Parameter basieren auf dem Vermessen der Häufigkeitsverteilung der RR-Intervalle. Den Parametern im Frequenzbereich liegt eine Spektralanalyse zu Grunde, die die Herzfrequenzvariabilität in Schwingungen unterschiedlicher Frequenzen zerlegt und die Kraft der verschiedenen Frequenzbereiche misst. Die Definition der Frequenzbereiche ist von der Atemfrequenz der Tiere abhängig.

(2) Eine Methode zur Berechnung nicht-linearer Parameter der Herzfrequenzvariabilität ist die Recurrence Quantification Analysis (Webber u. Zbilut, 1996). Die Messreihe der RR-

Intervalle wird dabei zunächst in eine geeignete Vektormatrix übersetzt. Dafür sind eine geeignete Anzahl von Dimensionen und ein passender Ähnlichkeits-Radius zu wählen. Anschliessend werden Punkte von Selbstähnlichkeit in der Vektormatrix zu unterschiedlichen Zeitpunkten in einem sogenannten Recurrence Plot visualisiert. Anhand dieses Plots lassen sich verschiedene Parameter bestimmen, die die Selbstähnlichkeit der Messreihe quantifizieren. Die nicht-linearen Parameter berücksichtigen auch den Teil der Herzfrequenzvariabilität, der keine Periodizität aufweist.

In der Humanmedizin hat sich die Analyse der Herzfrequenzvariabilität als wichtiges diagnostisches Mittel in der Kardiologie (Pumpura et al., 2002) und in der Stress-Psychologie (Porges, 1995) bewährt. Es wurden auch Studien an Tieren durchgeführt, bei denen Tiere als Modellorganismen für die humanmedizinische Grundlagenforschung oder Arzneimittelforschung dienten (z. B. bei Ferkeln: Sica et al., 2002; bei Ratten: Matthew et al., 2002). In der Tiermedizin und in der angewandten Verhaltensforschung ist die Analyse der Herzfrequenzvariabilität noch im innovativen Bereich. In den letzten Jahren sind Studien im Bereich der tiermedizinischen Kardiologie durchgeführt worden (z. B. bei Pferden: Mohr et al., 1998; bei Hunden: Calvert u. Wall, 2002; Fujii u. Wakao, 2003). Im Bereich der Nutztierethologie gibt es bisher nur wenige Studien (bei Schweinen: Hansen, 2000; bei Rindern: Minero et al., 2001; Mohr et al., 2002; bei Pferden: Visser et al., 2002).

Das Ziel dieses Projektteils war, die Herzfrequenzvariabilität als innovativen Indikator der Befindlichkeit in Hinblick auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen oder Rassen zu untersuchen, wobei der Effekt unterschiedlicher Aktivitätszustände mit einbezogen wurde.

8.2 Methode

8.2.1 Tiere und Versuchskontext

Die Messungen wurden im Rahmen der Untersuchung zu Belastungen beim Melken, die im nächsten Kapitel dargestellt ist, vorgenommen. Von den dort beschriebenen Tieren wurde eine Auswahl getroffen, bei der nur eindeutig gesunde Tiere ausgewählt wurden und auf eine genaue Abstimmung des Lebendgewichts, des Trächtigkeitsstadiums, des Laktationszeitpunktes und der Leistung geachtet wurde. Anhand dieser Merkmale wurden die Tiere einander paarweise zugeordnet (Tab. 34). Weitere Angaben zu den einzelnen Kühen im Zeitraum der Datenaufnahme finden sich in den Tabellen 40 und 41 des nachfolgenden Kapitels.

Tab. 34: Kühe, für die Herzfrequenzvariabilität ausgewertet wurde.

Paar	AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe	Rasse
1	1230	9452	Braunvieh
2	7050	3920	Braunvieh
3	7226	6608	Braunvieh
4	2067	9066	Fleckvieh
5	2085	2069	Fleckvieh
6	2103	2050	Fleckvieh

8.2.2 Messung der Herzschlagaktivität

Die Herzschlagaktivität wurde als Reihe von RR-Intervallen gemessen. Dafür wurden Polar™ Herzfrequenzmessgeräte genutzt (Polar Horse Trainer Transmitter, Polar S810 Monitor; Polar Electro Oy, Kempele, Finland; Abb. 37). Diese Geräte haben sich in der angewandten Ethologie bewährt, da sie nicht-invasiv sind und genaue Messungen liefern.

Die Kunststoff-beschichteten Elektroden wurden mit Hilfe eines Pferddeckengurts angelegt. Kontakt zur Haut wurde mit EKG-Gel sichergestellt. Anschließend wurden 10 cm breite elastische Übergurte über die Pferddeckengurte montiert, um ein Verrutschen der Elektroden und daran angeschlossenen Sender zu verhindern. In Taschen an diesen Übergurten wurden auch die armbanduhrförmigen Aufnahmeggeräte aufbewahrt. Bei Probeaufnahmen wurden die Kühe daran gewöhnt, die Geräte angelegt zu bekommen und zu tragen.

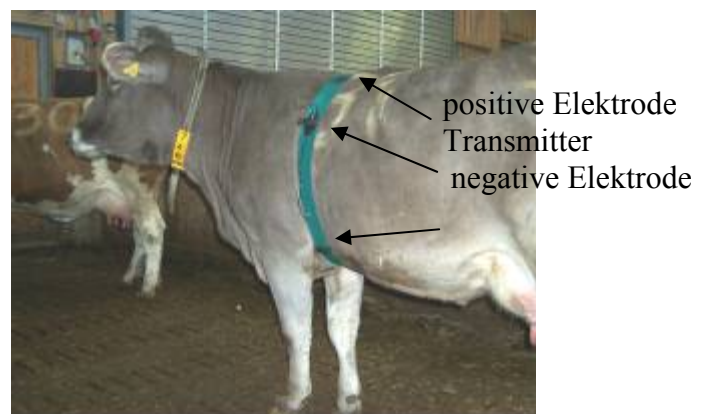


Abb. 37: Herzfrequenzmeßgeräte. In der linken Abbildung von links nach rechts: Ein elastischer Übergurt, ein Pferddeckengurt, ein Monitor (Uhr) vom Modell S810, und ein Horse Trainer Transmitter (Sender) mit Elektroden. In der rechten Abbildung eine Kuh mit angelegtem Pferddeckengurt und Transmitter.

8.2.3 Zusammenführen von Messungen der Herzschlagaktivität und Verhalten

Es wurden nur Zeiträume mit einer Mindestdauer von 8 Minuten analysiert (s. u.). Dafür wurden Zeiträume identifiziert, in denen folgende zwei Kriterien gleichzeitig erfüllt waren:

- die RR-Messkurve wies weniger als 5 % Störungen (s. u.) auf
- die Kuh verhielt sich durchgehend und ungestört gleich.

Für die Auswertung des Verhaltens der Kühe wurden Videoaufnahmen zu Hilfe genommen, die mit den fest installierten Kameras im Stall gemacht wurden. Die erhobenen Verhaltensparameter sind in Tabelle 35 dargestellt.

Tab. 35: Verhaltensparameter zu Herzfrequenzvariabilität.

Parameter	Definition
Liegen	Kuh liegt in der Liegebox
Stehen	Kuh steht im Laufgangbereich oder in der Liegebox
Melken	Kuh steht im Roboter bzw. im Melkstand
Fressen	Kuh steht unmittelbar im eigenen Fressplatz u. Kopf durch Calantür

8.2.4 Auswahl und Aufbereitung von Herzfrequenzmessungen für weitere Analyse

Herzfrequenzvariabilitäts-Kenngrößen werden teilweise von der Dauer der Messung beeinflusst. Daher wurden zur Standardisierung und Vergleichbarkeit grundsätzlich 5-Minuten Intervalle ausgewertet. Dies entspricht der Empfehlung der Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996).

Wenn aus einer zusammenhängenden oder mehreren zeitlich nahen Messungen mehrere 5-Minuten-Intervalle ausgewertet werden konnten, dann wurden die berechneten Kenngrößen anschliessend gemittelt. Dadurch wurde Pseudoreplikation vermieden: Für jede Kenngröße gibt es pro Tier, Verhaltenskategorie, Messzeitraum und Kenngröße nur einen Wert.

Bei Kenngrößen im Frequenzbereich kann es bei der Analyse zu Randeffekten kommen, d. h. die ersten und letzten Daten einer 5-minütigen Messreihe werden u. U. anders bewertet als die Daten in der Mitte der Messreihe. Um diesen Effekt zu mindern, ließen wir 5-Minuten-Intervalle in zusammenhängenden Messungen um 50 % überlappen (Mohr et al., 2002). Grundsätzlich wurden nur Messungen ausgewertet, die mindestens eine Überlappung zuließen, also mindestens 7 1/2 Minuten lang waren.

Vor Auswertung der Messungen wurden diese auf Fehler überprüft. Während die durchschnittliche Herzfrequenz von geringen Messfehlern kaum beeinflusst wird, sind die Parameter der Herzfrequenzvariabilität gegenüber Messfehlern sehr empfindlich. Zur Fehlerbewertung und Korrektur wurde die Software der Herzfrequenzmessgeräte (Polar 3.0) genutzt. Die Standardeinstellungen der Kurvenkorrektur wurden jeweils auf 1-minütige Zeitfenster angewandt. Wenn die Software ein Fehlerprozent von mehr als 5 % berechnete, dann wurde das Zeitfenster für die weitere Analyse verworfen. Wenn der Fehlerprozent

geringer als 5 % war, dann wurde die angebotene Korrektur der Fehler auf Plausibilität überprüft. Wenn die Korrektur nicht plausibel war (wenn z. B. mehr als zwei Herzschläge aufeinander gefehlt hatten und durch eine gerade Interpolation ersetzt wurden) wurde das Zeitfenster für die weitere Analyse verworfen. Nur wenn die Korrektur zu plausiblen Interpolationen führte oder die Messreihe fehlerfrei war wurde das Zeitfenster für die weitere Analyse genutzt.

8.2.5 Kenngrößen der Herzfrequenzvariabilität

Die Parameter, die in dieser Studie berechnet wurden, sind in Tabelle 36 zusammengefasst und definiert. Weitere Einzelheiten können der Literatur entnommen werden (Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology, 1996; Webber u. Zbilut, 1996). Sämtliche Parameter wurden mit dem Programm MULTIDAT (Bornemann et al., 1998) berechnet.

8.2.6 Datenauswertung

Für jede der 12 Kühe wurden an insgesamt 10 Tagen über den Tag verteilt (zwischen 4 und 19 Uhr) mehrere Messungen für jeden der vier Verhaltensparameter ausgewertet. Für die Auswertung bezüglich der Tageszeit wurden die Daten pro angefangener Stunde gemittelt (N=Anzahl der Stunden=15). Für die weitere Auswertung wurden die Daten pro Kuh und Verhaltensparameter gemittelt (N=Anzahl der Kühe=12 je Verhalten bzw. 6 je Rasse oder Versuchsgruppe).

Es wurden nicht-parametrische Verfahren für Tests der Unterschiede aufgrund von Versuchsgruppe, Rasse oder Verhalten genutzt. Für Tests des Einflusses der Versuchsgruppe waren die Stichproben verbunden, da die Versuchstiere bezüglich ihrer Merkmale in Paaren aufeinander abgestimmt waren. Auch für Tests des Einflusses des Verhaltens waren die Stichproben verbunden, da für jedes Tier Daten zu jedem Verhalten erhoben wurden. Für Tests des Einflusses der Rasse waren die Stichproben unabhängig.

Tab. 36: Parameter der Herzfrequenzvariabilität.

Art der Analyse	Parameter	Definition
Zeitbereich	Hfr (S/min)	Mittlere Herzschlagfrequenz
	RMSSD (ms)	Quadratwurzel der Varianz der Differenz aufeinanderfolgender RR-Intervalle (Kurzzeitvariabilität)
	SDNN (ms)	Standardabweichung der RR-Intervalle (Langzeitvariabilität)
	RMSSD/SDNN	Kurzzeitvariabilität geteilt durch Langzeitvariabilität
	SDANN	Standardabweichung des mittleren RR-Intervalls
Frequenzbereich (obere Grenze des niedrigfrequenten Abschnitts: 0.25 Hz; des hochfrequenten Abschnitts: 0.58 Hz)	LFnorm	Normierte Kraft der niedrigfrequenten (eng. low-frequency) Schwingungsanteile
	HFnorm	Normierte Kraft der hochfrequenten (eng. high-frequency) Schwingungsanteile
	LF / HF	Kraft des niedrigfrequenten Abschnitts geteilt durch Kraft des hochfrequenten Abschnitts
Nicht-linearer Bereich (Dimension=10; Radius=30)	% REC	Anteil der Wiederholung in der Serie der Messwerte (eng. Recurrence)
	% DET	Anteil der Recurrence in aufeinanderfolgenden Sequenzen (eng. Determinism)
	DET/REC	Determinism geteilt durch Recurrence
	Entropie	Shannon Entropie der Linienverteilung im Histogramm
	Lmax	Längste Sequenz aufeinanderfolgender Recurrence-Punkte
	Trend	Abweichung einer linearen Regressionslinie durch alle Recurrence-Punkte von der Diagonalen

8.3 Resultate

Die Herzfrequenz nahm im Laufe des Tages zu (Spearman Korrelation nach Rängen; $r_s=0.73$, $N=15$, $P=0.002$). Eine Analyse innerhalb der Rassen ergab, dass der Effekt der Tageszeit auf die Herzfrequenz nur beim Braunvieh ($r_s=0.86$, $N=15$, $P<0.0001$), nicht aber beim Fleckvieh ($r_s=0.18$, $N=15$, $P=0.52$) bestand. Dies war innerhalb aller Verhaltenskategorien und in beiden Versuchsgruppen der Fall. In den Parametern der Herzfrequenzvariabilität waren keine eindeutigen Muster der Tageszeit-Abhängigkeit zu erkennen.

Die Erhebungen für die meisten Kombinationen aus Rasse, Versuchsgruppe und Verhalten ergaben Daten sowohl aus frühen als auch aus späten Teilen des Tagesverlaufs. Daher wurde der Tagesverlauf in der weiteren Analyse nicht berücksichtigt.

Sowohl die Herzfrequenz als auch sämtliche hier erhobenen Parameter der Herzfrequenzvariabilität waren vom Verhalten der Kühe beeinflusst (Tab. 37):

Vergleich des Liegens mit den aktiven Verhaltenskategorien: Bei den aktiven Verhaltenskategorien Stehen/Melken/Fressen waren die Maße der Kurzzeitvariabilität bzw. der hochfrequenten Schwingungsanteile (RMSSD, RMSSD/SDNN und HFnorm) im Vergleich zum Liegen niedriger. Ebenso waren die Herzfrequenz, das Verhältnis von niedrigfrequenten zu hochfrequenten Schwingungsanteilen (LF/HF) und die Parameter der nicht-linearen Selbstähnlichkeit (ausser Trend) beim Stehen/Melken/Fressen höher als beim Liegen. Die Maße der Langzeitvariabilität zeigten kein so eindeutiges Muster auf: SDNN war nur beim Fressen höher als beim Liegen, LFnorm war beim Liegen/Stehen höher als beim Melken/Fressen.

Vergleich des Melkens mit den anderen Verhaltenskategorien: SDANN und Trend waren die einzigen Parameter, bei denen zwischen Stehen und Melken ein Unterschied bestand. Bei SDANN war dies auf einen besonders niedrigen Wert beim Stehen zurückzuführen; zwischen Liegen, Melken und Fressen gab es bei diesem Parameter keinen signifikanten Unterschied, aber der Wert war beim Melken am höchsten. Der absolute Wert des Parameters Trend war beim Melken signifikant höher als in den anderen drei Verhaltenskategorien. Die Herzfrequenz war beim Fressen höher als beim Melken, RMSSD/SDNN und HFnorm waren beim Fressen niedriger.

Vergleich des ruhigen Stehens mit dem Fressen: Die Herzfrequenz, SDNN und die Parameter der nicht-linearen Selbstähnlichkeit (außer Trend) nahmen vom Stehen zum Fressen zu, RMSSD/SDNN sowie LFnorm und HFnorm nahmen vom Stehen zum Fressen ab.

Die Versuchsgruppen unterschieden sich nicht in der durchschnittlichen Herzfrequenz, und nur in zwei Parametern der Herzfrequenzvariabilität: SDANN und LF/HF (Tab. 38). Nach Aktivitäten aufgeschlüsselt unterschieden sich die Gruppen jedoch in keinem erkennbaren Muster.

Tab. 37: Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Abhängigkeit vom Verhalten.

Parameter	Verhalten	Median		Minimum	Maximum	P
Hfr (S/min)	Liegen	73.1	a	66.3	82.1	<0.001
	Stehen	79.1	b	74.9	84.0	
	Melken	78.7	b	69.7	83.8	
	Fressen	88.2	c	79.7	94.1	
RMSSD (ms)	Liegen	9.2	a	5.5	28.2	<0.001
	Stehen	5.0	b	4.2	9.0	
	Melken	4.8	b	3.6	14.3	
	Fressen	5.5	b	3.7	8.4	
SDNN (ms)	Liegen	30.0	ab	19.3	57.6	0.013
	Stehen	27.7	a	17.2	36.6	
	Melken	25.0	ab	19.9	44.8	
	Fressen	41.6	b	25.7	54.4	
RMSSD/SDNN	Liegen	0.36	a	0.22	0.55	<0.001
	Stehen	0.19	b	0.13	0.31	
	Melken	0.18	b	0.11	0.32	
	Fressen	0.15	c	0.10	0.24	
SDANN	Liegen	14.6	ab	11.0	20.2	0.003
	Stehen	7.3	a	1.1	18.8	
	Melken	17.8	b	9.2	44.2	
	Fressen	14.5	ab	6.3	27.6	
LFnorm	Liegen	26.6	a	18.4	40.2	0.016
	Stehen	22.4	a	9.0	30.5	
	Melken	17.4	ab	11.7	33.6	
	Fressen	19.1	b	3.1	28.6	
HFnorm	Liegen	5.2	a	3.7	17.2	<0.001
	Stehen	2.5	b	0.5	7.9	
	Melken	1.9	b	1.1	6.4	
	Fressen	1.1	c	0.2	5.0	
LF/HF	Liegen	6.1	a	2.3	9.9	<0.001
	Stehen	11.4	b	2.9	20.1	
	Melken	10.8	b	5.8	20.7	
	Fressen	15.2	b	7.5	22.6	
% REC	Liegen	4.5	a	0.50	9.1	<0.001
	Stehen	7.5	b	3.5	9.5	
	Melken	7.3	bc	4.6	12.1	
	Fressen	9.7	c	4.9	15.9	
% DET	Liegen	82.3	a	63.5	92.2	<0.001
	Stehen	91.4	b	86.1	95.3	
	Melken	92.2	bc	86.6	96.6	
	Fressen	95.3	c	89.2	98.4	
DET/REC	Liegen	45.2	a	13.5	243.9	<0.001
	Stehen	17.7	b	10.9	30.8	
	Melken	13.9	bc	8.1	31.2	
	Fressen	11.4	c	7.1	23.3	
Entropie	Liegen	3.3	a	2.2	3.9	<0.001
	Stehen	3.8	b	3.4	4.0	
	Melken	3.8	bc	3.5	4.3	
	Fressen	4.1	c	3.5	4.7	
Lmax	Liegen	56.4	a	10.7	101.0	<0.001
	Stehen	145.1	b	75.2	392.0	
	Melken	164.3	bc	85.9	319.5	
	Fressen	275.7	c	128.8	468.2	
Trend	Liegen	-10.7	a	-1.5	-29.9	<0.001
	Stehen	-19.8	b	-7.3	-33.0	
	Melken	-30.4	c	-15.5	-85.1	
	Fressen	-14.9	ab	-4.1	-33.5	

P: P-Wert bei Friedman Test mit N=12 Kühen und vier Verhaltensweisen. a, b, und c: Signifikante ($P < 0.05$ nach Bonferroni-Korrektur) Unterschiede zwischen den Verhaltensweisen in Posthoc-Tests (Mann Whitney U). Erklärung der Parameter: Siehe Tabelle 35.

Tab. 38: Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Abhängigkeit von der Versuchsgruppe.

Parameter	Gruppe	Median	Minimum	Maximum	Δ %	P
Hfr (S/min)	AMS	78.4	75.0	84.7	3	0.345
	Melkstand	80.6	77.4	83.7		
RMSSD (ms)	AMS	5.9	5.2	13.7	0	0.463
	Melkstand	5.9	5.2	13.4		
SDNN (ms)	AMS	32.1	25.9	38.1	2	0.753
	Melkstand	32.6	21.3	43.1		
RMSSD/SDNN	AMS	0.21	0.16	0.35	10	0.917
	Melkstand	0.24	0.18	0.30		
SDANN	AMS	14.9	12.0	20.1	-13	0.046
	Melkstand	13.1	10.3	18.7		
LFnorm	AMS	22.4	13.6	33.2	-4	0.753
	Melkstand	21.5	16.6	23.9		
HFnorm	AMS	2.8	1.4	8.3	5	0.249
	Melkstand	2.9	1.8	4.7		
LF/HF	AMS	9.4	6.4	14.3	24	0.046
	Melkstand	12.0	10.7	15.8		
% REC	AMS	7.1	3.3	9.3	5	0.249
	Melkstand	7.4	4.9	9.5		
% DET	AMS	90.8	81.4	93.9	-1	0.463
	Melkstand	90.0	87.0	94.3		
DET/REC	AMS	17.3	13.3	82.3	38	0.917
	Melkstand	25.6	15.0	34.6		
Entropie	AMS	3.8	3.2	4.0	1	0.173
	Melkstand	3.8	3.5	4.1		
Lmax	AMS	144.6	82.2	301.7	20	0.345
	Melkstand	176.1	126.5	252.4		
Trend	AMS	-23.7	-14.2	-38.3	-22	0.249
	Melkstand	-19.0	-11.6	-23.7		

Erklärung der Parameter: Siehe Tabelle 35. Δ %: Prozentuale Abweichung des Medians in der Melkstand-Gruppe im Vergleich zur AMS-Gruppe. P: P-Wert bei Wilcoxon signed ranks Test mit N=6 Paaren.

Die Rassen unterschieden sich nicht in der durchschnittlichen Herzfrequenz, jedoch in der Herzfrequenzvariabilität. Kühe der Rasse Braunvieh hatten eine höhere Kurzzeitvariabilität (RMSSD) als Fleckvieh, unterschieden sich aber nicht in der Langzeitvariabilität (SDNN, SDANN). Der Quotient RMSSD/SDNN war dementsprechend auch beim Braunvieh höher. Dazu hatten Braunvieh auch höhere Werte in den hochfrequenten (HFnorm), nicht aber den niedrigfrequenten (LFnorm) Schwingungsanteilen. Die Rassen unterschieden sich außerdem in den nicht-linearen Parametern dahingehend, dass Braunvieh durchwegs einen geringen Anteil an deterministischen Strukturen in der transformierten Mess-Serie aufwies als Fleckvieh (Tab. 39).

Beim Vergleich der Rassen innerhalb der verschiedenen Aktivitäten zeigte sich im Zeitbereich, dass die höhere Kurzzeitvariabilität (RMSSD) nur während des Liegens bestand (Abb. 38). Während des Liegens war außerdem auch SDNN beim Braunvieh tendenziell höher ($P=0.065$), dabei blieb der Quotient RMSSD/SDNN höher ($P=0.041$). Der erhöhte Quotient RMSSD/SDNN bestand auch während der anderen Verhaltenskategorien. Beim Fressen, währenddessen sich die Rassen im Bereich der Kurzzeitvariabilität nicht unterschieden, war die höhere RMSSD/SDNN beim Braunvieh auf eine höhere SDNN beim Fleckvieh ($P=0.0043$) zurückzuführen. Im Frequenzbereich war der beim Braunvieh niedrigere Quotient LF/HF beim Liegen, Stehen und Melken, nicht aber beim Fressen zu beobachten. Die Muster in den nicht-linearen Parametern % DET, % REC, DET/REC und Entropie waren unabhängig von der Aktivität. Die nicht-linearen Parameter Lmax und Trend unterschieden sich zwischen den Rassen während des Liegens und Stehens, nicht aber während des Melkens und Fressens.

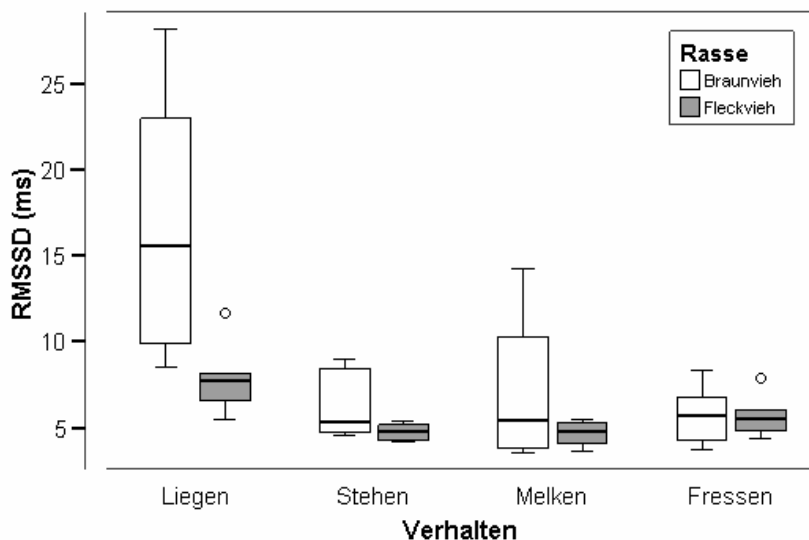


Abb. 38: Kurzzeitvariabilität in Abhängigkeit von der Rasse (je $N=6$) innerhalb der Verhaltenskategorien. Der Rassenunterschied war nur beim Liegen signifikant ($P=0.0087$).

Tab. 39: Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität in Abhängigkeit von der Rasse.

Parameter	Rasse	Median	Minimum	Maximum	Δ %	P
Hfr (S/min)	Braunvieh	78.1	75.3	81.6	3	0.310
	Fleckvieh	80.2	74.9	84.5		
RMSSD (ms)	Braunvieh	8.7	6.1	18.2	-40	0.026
	Fleckvieh	5.8	5.6	7.8		
SDNN (ms)	Braunvieh	29.0	20.2	48.2	8	0.699
	Fleckvieh	31.4	29.1	33.9		
RMSSD/SDNN	Braunvieh	0.31	0.23	0.36	-40	0.015
	Fleckvieh	0.21	0.19	0.29		
SDANN	Braunvieh	13.6	10.3	22.3	6	0.699
	Fleckvieh	14.5	12.0	18.1		
LFnorm	Braunvieh	23.1	18.3	31.1	-6	0.937
	Fleckvieh	21.7	17.9	25.0		
HFnorm	Braunvieh	5.1	2.9	7.0	-70	0.026
	Fleckvieh	2.5	2.2	4.6		
LF/HF	Braunvieh	8.6	5.3	10.0	34	0.004
	Fleckvieh	12.1	9.9	13.6		
% REC	Braunvieh	4.7	4.0	7.1	56	0.004
	Fleckvieh	8.4	6.0	9.2		
% DET	Braunvieh	86.1	84.4	88.6	7	0.004
	Fleckvieh	92.4	87.9	93.4		
DET/REC	Braunvieh	41.7	23.4	52.3	-83	0.009
	Fleckvieh	17.2	14.4	30.8		
Entropie	Braunvieh	3.5	3.4	3.7	12	0.004
	Fleckvieh	3.9	3.7	4.1		
Lmax	Braunvieh	106.9	74.9	210.3	45	0.041
	Fleckvieh	168.8	132.1	221.1		
Trend	Braunvieh	-16.2	-9.6	-22.5	33	0.093
	Fleckvieh	-22.7	-15.7	-27.6		

Erklärung der Parameter: Siehe Tabelle 35. Δ %: Prozentuale Abweichung des Medians beim Fleckvieh im Vergleich zum Braunvieh. P: P-Wert bei Mann-Whitney-U-Test mit N=6 pro Rasse.

8.4 Diskussion

Grob gesehen waren die von uns gemessenen absoluten Werte den von Mohr et al. (2002) an Holstein-Friesischen laktierenden und nicht-laktierenden Kühen gemessenen ähnlich. Große Unterschiede bestanden nur im Parameter LFnorm (und daraus folgend, im Parameter LF/HF): Hier lagen die von Mohr et al. gemessenen Werte bei 200 – 300 % über unseren. Da ansonsten bisher keine Referenzstudien zur Verfügung stehen, sind die absoluten Messwerte schwer zu beurteilen.

Die Unterschiede, die wir zwischen den Rassen gefunden haben, deuten auf stärkere Vagusaktivität bei Braunvieh hin: Höhere Kurzzeitvariabilität und mehr hochfrequente Modulationen der Herzfrequenz. Beim Liegen ist der vagale Einfluß am größten, und es ist daher natürlich, dass sich der Unterschied zwischen den Rassen im Bereich der Kurzzeitvariabilität speziell beim Liegen äusserte. Der Vagustonus ist ein Indikator für physiologische und psychologische Reaktivität des Organismus (Friedman u. Thayer, 1998). Laut Porges (1995) ist ein Organismus mit niedrigem parasympathischen Tonus durch eine erhöhte Stressempfindlichkeit gekennzeichnet. Es ist also anzunehmen, dass die Fleckvieh-Kühe in dieser Studie stressempfindlicher waren als die Braunvieh-Kühe. Diese Interpretation ist mit gängigen Einschätzungen der beiden Rassen unter Praktikern durchaus vereinbar. Auch der höhere Grad an Selbstähnlichkeit im nicht-linearen Bereich, der für Fleckvieh in allen Parametern bestätigt wurde, ist mit dieser Interpretation vereinbar. Es ist möglich, dass Fleckvieh-Kühe in der Milchhaltung sowohl stressempfindlicher als auch infolgedessen stärker belastet sind als Braunvieh-Kühe. An der Herzfrequenz allein war diese Situation nicht zu sehen, da sie sich zwischen den Rassen nicht unterschied.

Die verhaltensbedingten Unterschiede in der Herzfrequenz und Herzfrequenzvariabilität entsprechen weitgehend der Erwartung, dass mit zunehmender Aktivität der Einfluss des Parasympathikus abnimmt und die Balance zwischen Sympathikus und Parasympathikus in Richtung verstärkten sympathischen Einflusses verschoben wird. Dazu konnte bestätigt werden, dass die Gesamtvariabilität mit zunehmender Aktivität abnimmt. Diese Muster waren in beiden Versuchsgruppen und in beiden Rassen zu beobachten. Das Melken nahm dabei meist eine Mittelstellung zwischen ruhigem Stehen und Fressen ein. In der AMS-Gruppe wurde während des Melkens Kraftfutter gegeben, im Melkstand nicht. Trotzdem unterschieden sich die Versuchsgruppen nicht beim Melken, sondern das Melken unterschied sich in beiden Gruppen gleichermaßen vom Fressen am Futtertisch. Die Resultate, die hier für das Fressen gefunden wurden, beziehen sich also speziell auf das Fressen am Futtertisch, nicht auf das Fressen im Roboter. Dies ist möglicherweise auf die höhere motorische Aktivität zurückzuführen.

Die Versuchsgruppen unterschieden sich in Bezug auf die Herzfrequenzvariabilität nur in zwei Parametern, und diese Unterschiede waren im Gegensatz zu Unterschieden zwischen den Rassen und den Verhaltenskategorien nur marginal statistisch signifikant. Wir können daraus folgern, dass im Zeitraum der Messungen bei den gesunden laktierenden Kühen, von denen die hier analysierte Stichprobe stammt, die kardiovaskulären Parameter keine Hinweise auf einen Belastungsunterschied zwischen den Gruppen geben.

9 Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken

In diesem Projektteil wurden die Milchkortisol-Werte vom Institut für Biochemie (Prof. Dr. R. Palme) analysiert. Dipl. Biol. E. Zampiga war an der Datenaufnahme beteiligt.

9.1 Einleitung

In diesem Teil des Projektes wurde untersucht, ob der Melkvorgang an sich in den beiden Systemen unterschiedliche Stressreaktionen bei den Kühen hervorruft. Es ging an dieser Stelle also nicht um langfristige oder komplexe Auswirkungen der Systeme, sondern um akute Reaktionen der Kühe auf den Melkvorgang. Insbesondere sollten die Kühe bei dem für sie ganz normalen Melken untersucht werden - das Versuchsdesign und die Datenaufnahme sollten die Situation so wenig wie möglich beeinflussen. Die Kühe wurden nur in ihrer eigenen Gruppe gemolken, und es wurden im AMS keine Kühe für den Versuch zum Melken getrieben.

Es wurden ausschließlich nicht-invasive Techniken der Datenaufnahme angewandt. Die gleichzeitige Messung von mehreren potentiellen Stressparametern (Verhaltensparametern und physiologischen Parametern) ist geeignet, vorschnellen Schlüssen vorzubeugen (Broom u. Johnson, 1993). Daher wurden hier Verhalten, Herzfrequenz und Kortisolausschüttung gleichzeitig erhoben. Trippeln und Treten im Melkstand gelten als Zeichen der Unruhe (Willis, 1983; Hemsworth et al., 1987; 1989; Waiblinger et al., 1999, 2002), ebenso das Absetzen von Kot oder Urin, und die Vokalisation (Rushen et al., 2001). Weitere etablierte Parameter zur Beurteilung von Belastung, nicht nur beim Melken, sind Herzfrequenz und Kortisol-Ausschüttung, wobei letztere eine Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden (HPA)-Achse signalisiert (Broom u. Johnson, 1993).

Resultate ähnlicher Studien wurden bisher von Wenzel (1999 bzw. et al., 2000, 2003) und von Hopster et al. (2001, 2002) berichtet. Wenzel verglich Fleckvieh und Holstein-Friesische Kühe, die in einem Lely Astronaut gemolken wurden, mit Fleckvieh Kühen, die in einem Doppel-Vierer-Auto-Tandemmelkstand gemolken wurden. Er schloss auf eine höhere, aber nicht extrem hohe, Belastung im AMS. Hopster et al. dagegen fanden geringere Stress-Reaktionen bei Holstein-Friesischen Kühen im AMS als in einem Doppel-Dreier-Auto-Tandemmelkstand.

Unsere Studie war sowohl von dieser noch uneindeutigen Situation motiviert, als auch von der Tatsache, dass der Melkroboter bezüglich akuter Stressparameter noch nicht mit einem Fischgrätenmelkstand verglichen worden war. Dazu kommt, dass die Rasse Braunvieh noch nicht bezüglich ihrer Reaktion auf den Melkroboter untersucht worden war. Die Ziele dieses Projektteils waren, den Melkprozess in den beiden Versuchsgruppen in seiner Struktur und Dauer detailliert zu vergleichen, und festzustellen, ob sich die beiden Versuchsgruppen oder die Rassen in Hinblick auf ihr Verhalten, ihre Herzfrequenz oder ihre Kortisolausschüttung im Zusammenhang mit dem Melkvorgang unterscheiden.

9.2 Methode

9.2.1 Tiere und Messzeitpunkte

Die Erhebungen wurden an den laktierenden Kühen in der Melkstand-Gruppe während des normalen Melkens durchgeführt. Ebenso wurden die Erhebungen an den laktierenden Kühen in der AMS-Gruppe dann durchgeführt, wenn sie von selber zum Melken gingen. Kühe, die eindeutig krank oder brünstig waren, sowie Situationen, bei denen in den Roboter nachgetrieben oder fehlgemolken wurden, wurden aus der Analyse ausgeschlossen.

Angestrebt wurde die komplette Erfassung von mindestens vier Melkungen pro Tier. Bei einer kompletten Erfassung wurden gleichzeitig Messungen von Herzfrequenz, Milchkortisol und Verhalten vorgenommen. In der Melkstand-Gruppe wurden sowohl Morgen- als auch Abendmelkungen mit einbezogen. In der AMS-Gruppe wurden vorwiegend Melkungen am Vormittag und frühen Nachmittag erfasst. Zusätzlich wurde Milchkortisol in der AMS-Gruppe auch zu anderen Zeitpunkten gemessen. Für sechs Kühe je Gruppe (siehe voriges Kapitel zur Herzfrequenzvariabilität, Tab. 34) wurden für die Herzfrequenz auch Bezugswerte in den Grundaktivitäten berücksichtigt, und zeitliche Details während des Ablaufs der Melkung bestimmt.

Die Tabellen 40 und 41 beschreiben die komplett erfassten Melksituationen. Alle Messungen fanden an 10 Tagen im Zeitraum 20.11.2002 – 11.12.2002 statt. In dieser Zeit wurde einmal täglich TMR *ad libitum* eingefüttert. In der AMS-Gruppe war teilgesteuerter Kuhverkehr. Es herrschten stabil niedrige Temperaturen. Die Milchmengen bei jeder Melkung wurden von den jeweiligen Systemen und Rechnern automatisch erfasst und gespeichert.

Tab. 40: Kühe in der AMS-Gruppe, die im Rahmen dieser Studie beobachtet wurden.

Kuh	Rasse	Laktation	Laktationstag ¹	Tagesleistung (kg) ²	Melkungen/24h ^{2,3}	Beob. ⁴
1230	B	1	58-67	19	2.6 (0)	3
2067	F	2	67-88	25	2.0 (2.8)	4
2074	F	2	62-69	21	2.0 (0)	2
2085	F	2	15-34	36	3.8 (0)	3
2103	F	1	95	25	1.6 (2.3)	1
4192	B	1	204-222	16	2.0 (1.0)	4
4531	F	2	403-404	7	1.0 (0)	2
4600	F	3	311-328	19	2.0 (0)	5
5330	B	2	38-48	38	3.3 (0)	3
5489	B	1	319-326	20	2.1 (0.1)	2
7050	B	1	308-322	23	2.4 (0)	5
7226	B	1	209-223	18	2.4 (0)	6
7654	F	2	216-235	18	2.0 (0)	4
8289	B	1	242-254	23	2.4 (0)	3
8911	B	2	62-69	27	2.5 (0.1)	4
9020	F	1	336-342	10	1.9 (0)	4
9034	F	1	316-328	22	2.2 (0)	3
9039	F	1	258-279	17	2.0 (0.4)	3
9041	F	1	233-250	21	2.4 (0)	5
9095	F	1	19-38	26	2.0 (2.1)	2
9135	B	1	94-104	29	2.6 (0)	4
9446	B	1	326-345	17	2.0 (0)	5
9924	B	2	63-74	31	2.7 (0)	5

F, Fleckvieh; B, Braunvieh.

¹ Bei der ersten bis letzten Beobachtung

² Durchschnittswerte für den Beobachtungszeitraum 20.11. 01 – 11.12.01.

³ Zahlen in Klammern geben zusätzlich die durchschnittliche Anzahl misslungener Melkungen an.

⁴ Anzahl der kompletten Beobachtungen, d.h. mit Messungen der Herzfrequenz und des Milchkortisolgehalts, sowie Beobachtung des Verhaltens.

Tab. 41: Kühe der Melkstand-Gruppe, die im Rahmen dieser Studie beobachtet wurden.

Kuh	Rasse	Laktation	Laktationstag ¹	Tagesleistung (kg) ²	Beobachtungen ³
2050	F	2	68-78	27	5
2051	F	1	77-87	22	4
2069	F	2	8-22	35	4
2111	F	1	327-338	17	5
2129	F	1	324-335	17	4
3920	B	1	220-229	20	6
4293	B	2	143-154	24	5
4501	F	4	146-154	28	4
6271	B	1	339-343	20	5
6608	B	1	245-254	17	4
7653	F	1	83	31	2
7655	F	2	217-231	21	5
8114	B	1	289-297	17	4
8212	B	1	328-340	18	4
9024	B	1	292-302	19	2
9032	F	1	298-315	16	6
9066	F	1	73-83	27	5
9410	B	1	452-456	11	5
9452	B	1	90-101	21	4

F, Fleckvieh; B, Braunvieh.

¹ Bei der ersten bis letzten Beobachtung

² Durchschnittswerte für den Beobachtungszeitraum 20.11. 01 – 11.12.01.

³ Anzahl der kompletten Beobachtungen, d.h. mit Messungen der Herzfrequenz und des Milchkortisolgehalts, sowie Beobachtung des Verhaltens.

9.2.2 Funktionale Phasen des Melkvorgangs, Melkdauern und Verhalten der Kühe

Der Melkvorgang ist in den beiden Gruppen unterschiedlich und wurde zwecks Vergleich und Analysen in funktionale Phasen unterteilt, die in Tabelle 42 definiert sind. Die Dauer der Melkungen wurde nach diesen Phasen eingeteilt und in Direktbeobachtungen ermittelt. Dabei wurden ebenfalls Besonderheiten des Melkvorgangs wie Fehler im Roboter und Abtreten des Melkzeugs notiert. Zugleich wurde während des Melkens das Verhalten der Kühe beobachtet.

Tab. 42: Definition der funktionalen Phasen des Melkvorgangs.

Funktionale Phase		Definition
AMS	Melkstand	
<i>before</i>	<i>before</i>	Ab die Kuh sich im Roboter oder Melkstand befindet, bevor das Euter in irgendeiner Form angegriffen wird.
	<i>wet</i>	Im Melkstand: Ab dem Bespritzen des Euters mit Wasser.
<i>clean</i>		Im AMS: Während der automatischen Reinigung.
<i>locate</i>		Im AMS: Nach der Reinigung, bis ans erste Euterviertel angehängt wurde.
<i>attach</i>		Im AMS: Vom Anhängen an das erste bis zum Anhängen an das letzte Euterviertel.
	<i>clean-attach</i>	Im Melkstand: Ab der ersten Berührung des Euters durch den Melker bis alle Zitzenbecher angehängt sind (entspricht den drei Phasen <i>clean</i> , <i>lockte</i> und <i>attach</i> im AMS).
<i>main</i>	<i>main</i>	In beiden Gruppen: Während an allen Vierteln normal gemolken wird.
	<i>last</i>	Im Melkstand: Während an allen Vierteln mit Nachmelkautomatik gemolken wird.
<i>part</i>		Im AMS: Ab der erste Zitzenbecher abgenommen wird, bis alle abgenommen sind.
<i>after</i>	<i>after</i>	In beiden Gruppen: Ab das ganze Melkgeschirr abgenommen ist, bis die Brisketbar bzw. das Tor sich öffnet.
<i>out</i>	<i>out</i>	In beiden Gruppen: Ab die Brisketbar bzw. das Tor sich öffnet, bis die Kuh herausgegangen ist.

Im Melkstand standen zwei Beobachter in der Mitte des Melkgrabens und observierten je eine Kuh pro Einlass. Im Melkroboter wurden Kühe vom Büro aus durch eine Glasscheibe beobachtet. Dabei wurden, wie unter Punkt 3.3.4 beschrieben, die tragbaren Computer „Husky“ mit dem Anwendungsprogramm „The Observer“ benutzt. In beiden Gruppen wurden Videoaufnahmen zur Validierung gemacht.

Die Verhaltensweisen, die bei den Kühen beobachtet wurden, waren das Trippeln und Treten, sowie Vorkommnisse von Urinieren, Abkoten und Vokalisation. In Anlehnung an Rushen et al. (2001) wurden Trippelschritte als Anheben der Klaue um weniger als 15 cm vom Boden definiert, Treten als höheres Anheben, auch wenn es sich nicht um Ausschlagen mit Richtungsänderung handelte. Es wurde auch notiert, mit welchem Bein jeweils getrippelt/getreten wurde.

Besondere Verhaltensweisen des Melkers, etwa Berührungen außerhalb des Melkvorgangs, manuelles Nachmelken oder Massieren und Behandeln des Euters, sowie lautes Rufen und andere Störungen, wurden notiert.

9.2.3 Herzfrequenz

Die Herzfrequenzmessungen wurden so vorgenommen, wie im vorigen Kapitel zur Herzfrequenzvariabilität beschrieben. Für die Erhebung der Herzfrequenz während des Melkens wurden die Messgeräte grundsätzlich einige Zeit vor dem Melken angelegt, um einen Effekt des Anlegens auf die Aufnahme zu verhindern.

Anhand der Synchronisation mit den Videoaufnahmen wurden die Herzfrequenzmessungen dem genauen Beginn und Ende des Melkvorgangs zugeordnet, und über diesen Zeitraum gemittelt.

Zusätzlich wurden bei 12 Kühen (siehe voriges Kapitel zur Herzfrequenzvariabilität, Tabelle 34, drei bis fünf Aufnahmen pro Kuh) der zeitliche Verlauf bzw. die funktionalen Phasen des Melkvorgangs ausgewertet. Bei diesen Kühen konnten zudem aus den Erhebungen im Rahmen der Herzfrequenzvariabilität individuelle Bezugswerte der Herzfrequenz während des ruhigen Stehens berechnet werden. Relative Herzfrequenzwerte wurden als Abweichung in Prozent von den individuellen Bezugswerten berechnet.

9.2.4 Kortisol in Milchproben

Kortisol kann in Plasma, Milch, Speichel, Urin oder Kot gemessen werden. Messungen im Kot sind besonders für die Erfassung von chronischen Belastungen geeignet (Möstl et al. 2002) und werden im Rahmen dieses Projekts vorgenommen (Kapitel 10 in diesem Bericht). Im Zusammenhang mit dem Melken hätten sich alternativ grundsätzlich Plasma- oder Speichelproben angeboten. Allerdings sind Blutproben invasiv und können durch den Stress der Abnahme zu verzerrten Werten führen. Die Alternative der Katheterisierung, wie sie von Rushen et al. (2001) angewandt wurde, ist vor allem im Laufstall mit einer Belastung und einem Gesundheitsrisiko für die Tiere verbunden. Aus diesem Grund wurden nicht-invasive Methoden der Kortisolmessung bevorzugt. Die Speichelprobennahme zur Erfassung der Kortisolausschüttung während des Melkens wäre nur zu empfehlen, wenn die Kühe direkt nach dem Melken ohne Aufwand oder Verspätung fixiert würden, was hier nicht möglich war.

Als Alternative bot sich die Messung des Kortisols in der Milch an. Der Zusammenhang zwischen Kortisol in Blut und in Milch wurde wiederholt in Stresssituationen bzw. nach Adrenocorticotrophin (ACTH)-Stimulierung untersucht. Bremel u. Gangwer (1978) untersuchten Transport-Stress und ACTH- Stimulierung und fanden, dass der Kortisolspiegel in der Milch den mittleren Kortisolspiegel im Blut während des Zeitraumes der Milchsynthese widerspiegelt. Sowohl Termeulen et al. (1981) als auch Shutt u. Fell (1985) fanden sehr hohe Korrelationen zwischen ungebundenen Kortisolkonzentrationen im Blut und in der Milch. Totale extrahierbare Kortisolmengen in der Milch scheinen im Gegensatz zum ungebundenen Kortisol nicht so gut mit den Werten im Blut zu korrelieren (Schwalm u. Tucker, 1978; Shutt u. Fell, 1985), daher wurde bei uns ungebundenes Kortisol gemessen.

Im Melkstand wurden Milchproben mit Hilfe der Milchmessbecher genommen, im Roboter mit Hilfe des Shuttle (siehe 2. Zwischenbericht der AGES Milchwirtschaft Wolfpassing). Grundsätzlich wurden Milchproben immer dann genommen, wenn auch Herzfrequenz gemessen und der Melkvorgang beobachtet wurde. Da tageszeitliche Schwankungen im Kortisol zu erwarten waren (Thun, 1987), wurden in der AMS-Gruppe 142 zusätzliche Milchproben über den Tag verteilt genommen, um die Vergleichbarkeit der Gruppen sicher zu stellen.

Es wurden auf diese Art jeweils 5 ml vom Gesamtgemelk entnommen und im Laufe von maximal einer Stunde eingefroren. Die Proben wurden bei -22°C gelagert und später vom Institut für Biochemie analysiert. Dabei wurden die Proben zunächst aufgetaut und zentrifugiert. Anschließend wurden 500 µl Magermilch mit 5 ml Diethyläther extrahiert und in 0.5 ml Assaypuffer aufgelöst, ehe der Kortisolgehalt mittels Enzymimmunoassay bestimmt wurde (Palme u. Möstl, 1997). Der Intra-Assay-Variations-Koeffizient war 8.9 %, der Inter-Assay-Variations-Koeffizient war 11.1 %.

Die Resultate werden in der SI-Einheit nmol/l dargestellt. Zum Vergleich mit der vielfach in der Literatur angegebenen Masseinheit ng/ml dient die Umrechnungsformel:

$$\frac{\text{nmol}}{\text{l}} = \frac{\text{ng}}{\text{relativeMolekülmasse}_{\text{Kortisol}}} \times \frac{1000}{\text{ml}} = \frac{\text{ng}}{362} \times \frac{1000}{\text{ml}} = 2.76243 \frac{\text{ng}}{\text{ml}}$$

Um den Effekt der Tageszeit zu prüfen, wurden die Werte pro Individuum und Morgen/Abend gemittelt. Dabei waren Morgenproben in der AMS-Gruppe als Proben, die zwischen 5 Uhr und 8 Uhr genommen wurden definiert, in der Melkstand-Gruppe als Proben, die während der Morgenmelkung genommen wurden. Am Nachmittag bei der Melkstand-Gruppe entsprechend, und bei der AMS-Gruppe Proben, die zwischen 15 Uhr und 18 Uhr genommen wurden.

9.2.5 Datenauswertung

Wenn möglich, wurden die erhobenen Daten mit gemischten linearen Modellen (Pinheiro u. Bates, 2000) ausgewertet. Dabei wurde die Varianzstruktur so gewählt, dass die Abhängigkeit der wiederholten Messungen an einzelnen Kühen mit einbezogen wurde, und pseudo-Replikation verhindert wurde. Zu diesem Zweck wurde die Identität der Kühe als zufälliger Faktor mit einbezogen, um die den Messwiederholungen entsprechenden korrekten Freiheitsgrade zu erlangen. Das genaue Modell, von dem ausgegangen wurde, variierte zwischen den Analysen, orientierte sich jedoch immer an folgendem Grundmodell:

$$y = C + (G_i + R_j + M_{\text{cov}} + L_k + Ltag_{\text{cov}} + T_m + Ttag_{\text{cov}} + Z_{\text{cov}} + A_{\text{cov}} + P_{\text{cov}})^2 + k_n + error$$

- y: Abhängige Variable, etwa die Dauer einer bestimmten Melkphase, Milchkortisol-Konzentration oder Herzfrequenz, zum Teil ln- oder Wurzel-transformiert.
- C: Konstante
- (²): Die in der Klammer befindlichen Faktoren und Kovariaten wurden auch auf Interaktionen hin untersucht.
- G: Versuchsgruppe [AMS-Gruppe (i=1), Melkstand-Gruppe (i=2)], dieser Faktor fiel bei Untersuchungen innerhalb einer Gruppe weg.
- R: Rasse [Braunvieh (j=1), Fleckvieh (j=2)].
- M: Milchmenge, d.h. die in den einzelnen Melkungen gegebene Milch (Kovariate, Minimum=4.50kg, Mittelwert=10.44kg, Maximum=19.90kg); alternativ Tagesmilchmenge, d.h. durchschnittliche Milchmenge einer Kuh im Beobachtungszeitraum (Kovariate, Minimum=7.00kg, Mittelwert=21.57kg, Maximum=38kg).
- L: Laktation [erste (k=1), zweite oder spätere (k=2)].
- Ltag: Laktationstag (Kovariate, Minimum=8, Mittelwert=209, Maximum=456).
- T: Trächtigkeit [trächtig (m=1), nicht-trächtig (m=2)]
- Ttag: Trächtigkeitstag (Kovariate, Minimum=4, Mittelwert=103, Maximum=250), nur bei separater Analyse der trächtigen Tiere.
- Z: Tageszeit (kategorisiert zu ganzen Stunden, Minimum=5 Uhr morgens, Maximum=6 Uhr abends)
- A: Durchschnittliche Anzahl der Melkungen der Kuh im Beobachtungszeitraum (Kovariate, in der AMS-Gruppe Minimum=1.38, Mittelwert=2.26, Maximum=3.8; in der Melkstand-Gruppe konstant=2, fiel bei Untersuchungen innerhalb einer Gruppe bei der Melkstand-Gruppe weg).
- P: Position der Kuh im Melkstand (kategorisch, Minimum=1, Maximum=6)
- k: Kuh (zufälliger Faktor innerhalb der Versuchsgruppen; 1, 2,...n=23 in der AMS-Gruppe, 1, 2,...n=19 in der Melkstand-Gruppe; 1-6 Beobachtungen pro Kuh).
- error: Unbekannte zufällige Resteffekte.

Die Normalverteilung der Residualwerte wurde mit Hilfe graphischer Darstellungen sowie dem Shapiro-Wilk Test geprüft. Wenn die Residuen nicht normalverteilt waren, wurden die Ursprungsdaten ln-transformiert (natürlicher Logarithmus) oder Quadratwurzel-transformiert. Wenn dies nicht zur Normalverteilung der Residuen führte, wurde auf die nicht-parametrischen Tests zurückgegriffen. Die Berechnungen wurden in der Anwendung R (Ihaka u. Gentleman, 1996) mit der REML (restricted maximum likelihood) Methode durchgeführt. Die Angaben der Resultate beziehen sich auf die ANOVA Darstellung der jeweils auf die statistisch signifikanten Parameter reduzierten Modelle.

Neben den Modellen wurden nicht-parametrische Tests sowohl zur Überprüfung als auch als Alternative bei nicht-normalisierbaren Daten genutzt. Zu diesem Zweck wurden die wiederholten Messungen an einzelnen Kühen grundsätzlich zunächst gemittelt. Den graphischen Darstellungen wurden grundsätzlich, wenn es nicht ausdrücklich anders angegeben ist, die Mittelwerte einzelner Kühe zugrunde gelegt.

9.3 Resultate

9.3.1 Anzahl der Melkungen und Milchmengen

Die Kühe in der AMS-Gruppe wurden im Zeitraum dieser Untersuchungen durchschnittlich häufiger als zwei Mal am Tag gemolken ($N=23$; Mittelwert \pm Standardabweichung [Minimum; Maximum]: 2.26 ± 0.55 [1.00; 3.80], Tab. 40; Wilcoxon signed ranks test: $V_{23}=99.5$, $P=0.021$). Braunvieh wurde öfter gemolken als Fleckvieh (Mann-Whitney-U Test: $U_{11,12}=24.5$, $P=0.0089$). Dieser Unterschied steht im Zusammenhang mit den Laktationstagen (Abb. 39). Es wird deutlich, dass die Anzahl der Melkungen am Beginn der Laktation höher ist als mit fortschreitender Laktation. Eine Fleckviehkühe (4531) war kurz vor dem Trockenstellen und beeinflusste den Mittelwert der Fleckviehrasse, da sie nur noch einmal täglich gemolken wurde. Allerdings wurden vier der fünf frühlaktierenden Fleckviehkühe seltener gemolken als die Braunvieh im selben Laktationsstadium. Ein Vergleich mit Tabelle 40 zeigt, dass drei von diesen (2067, 2103 und 9095) diejenigen Kühe waren, bei denen es mehrmals täglich zu misslungenen Melkungen kam. D. h. die Fleckviehkühe besuchten den Roboter nicht seltener, sondern wurden seltener gemolken, da es zu Ansetzfehlern kam.

Die drei Kühe, bei denen häufiger misslungene Melkungen vorkamen, gaben mehr Milch pro Melkung als andere. Hierdurch erreichten sie eine höhere Tagesmilchmenge als andere Kühe mit vergleichbar wenig Melkungen am Tag (Abb. 40), und entsprachen annähernd der erwarteten Tagesmilchleistung für ihr Laktationsstadium (Abb. 41). In der restlichen Gruppe gingen Kühe, die eine größere Tagesmilchmenge hatten, häufiger zum Melken (Pearson Korrelationskoeffizient: $r=0.90$, $N=20$, $P<0.001$), gaben aber trotzdem auch mehr Milch pro Melkung ($r=0.56$, $N=20$, $P=0.011$).

Insgesamt unterschied sich die Tagesmilchmenge im Beobachtungszeitraum nicht signifikant zwischen den Versuchsgruppen (Mittelwert \pm Standardabweichung: AMS-Gruppe, $N=23$; 22.09 ± 7.24 ; Melkstand-Gruppe, $N=19$; 21.50 ± 6.07).

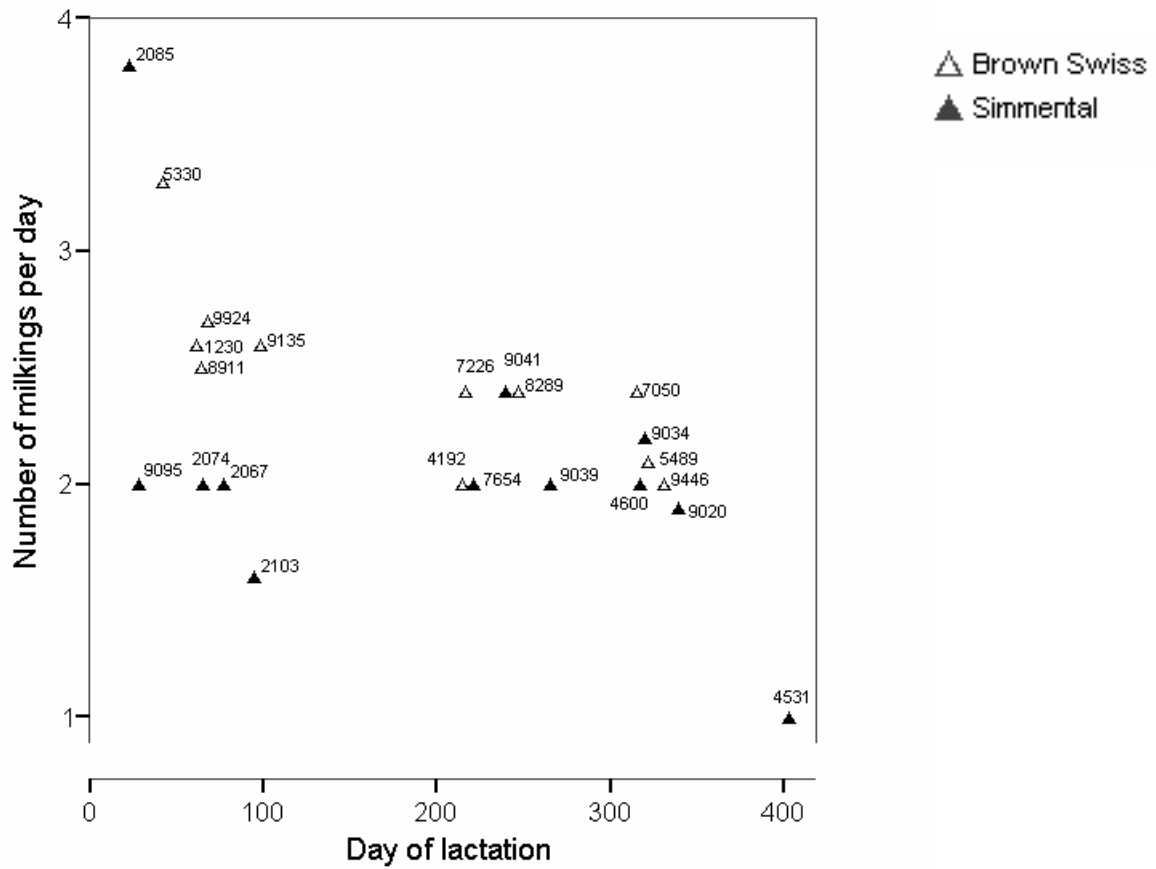


Abb. 39: Mittlere Anzahl der erfolgreichen Melkungen in der AMS-Gruppe (Beschriftungen: Kuhnummern) in Abhängigkeit des mittleren Laktationstages während der Beobachtungsperiode und der Rasse (Braunvieh, eng. Brown Swiss; Fleckvieh, eng. Simmental). Abszisse: Laktationstag. Ordinate: Anzahl der Melkungen pro Tag.

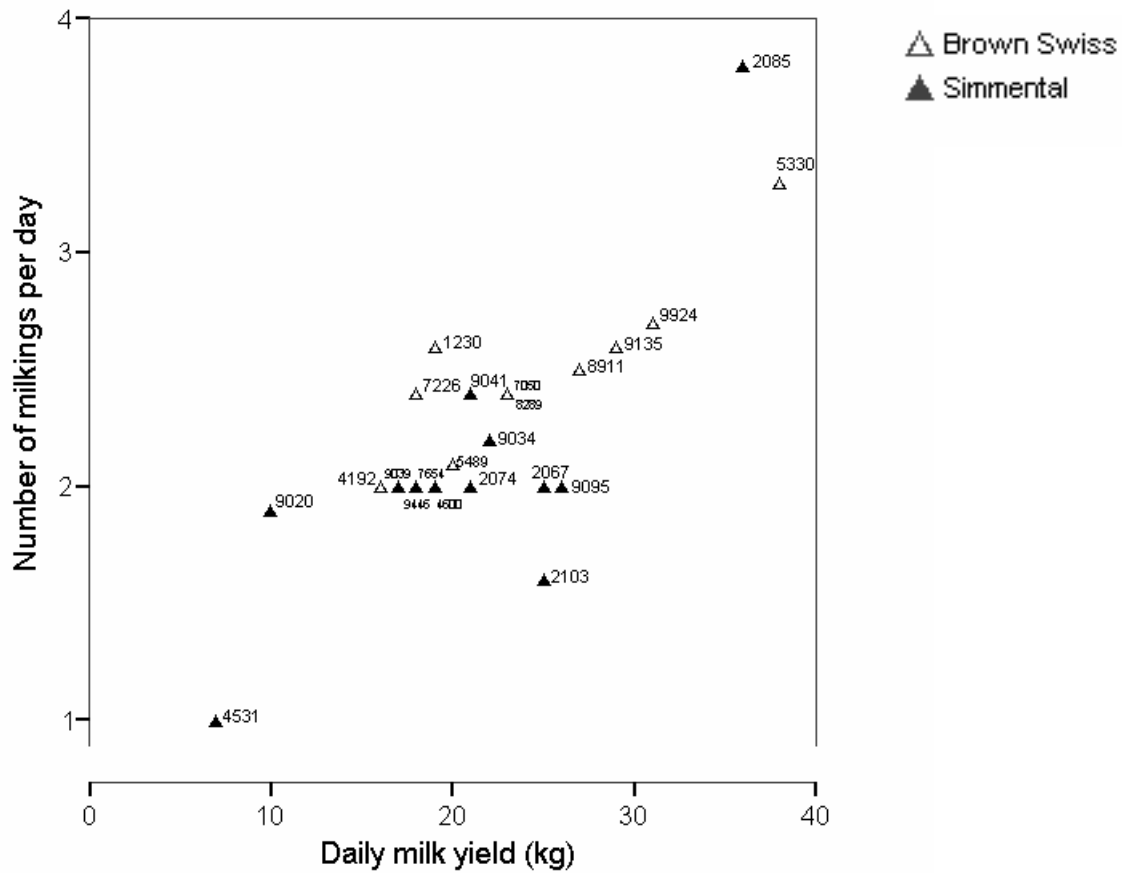


Abb. 40: Mittlere Anzahl der Melkungen in der AMS-Gruppe (Beschriftungen: Kuhnummern) in Abhängigkeit der Tagesmilchmenge (kg) und der Rasse (Braunvieh, eng. Brown Swiss; Fleckvieh, eng. Simmental). Abszisse: Tages-Durchschnittsleistung. Ordinate: Anzahl der Melkungen pro Tag.

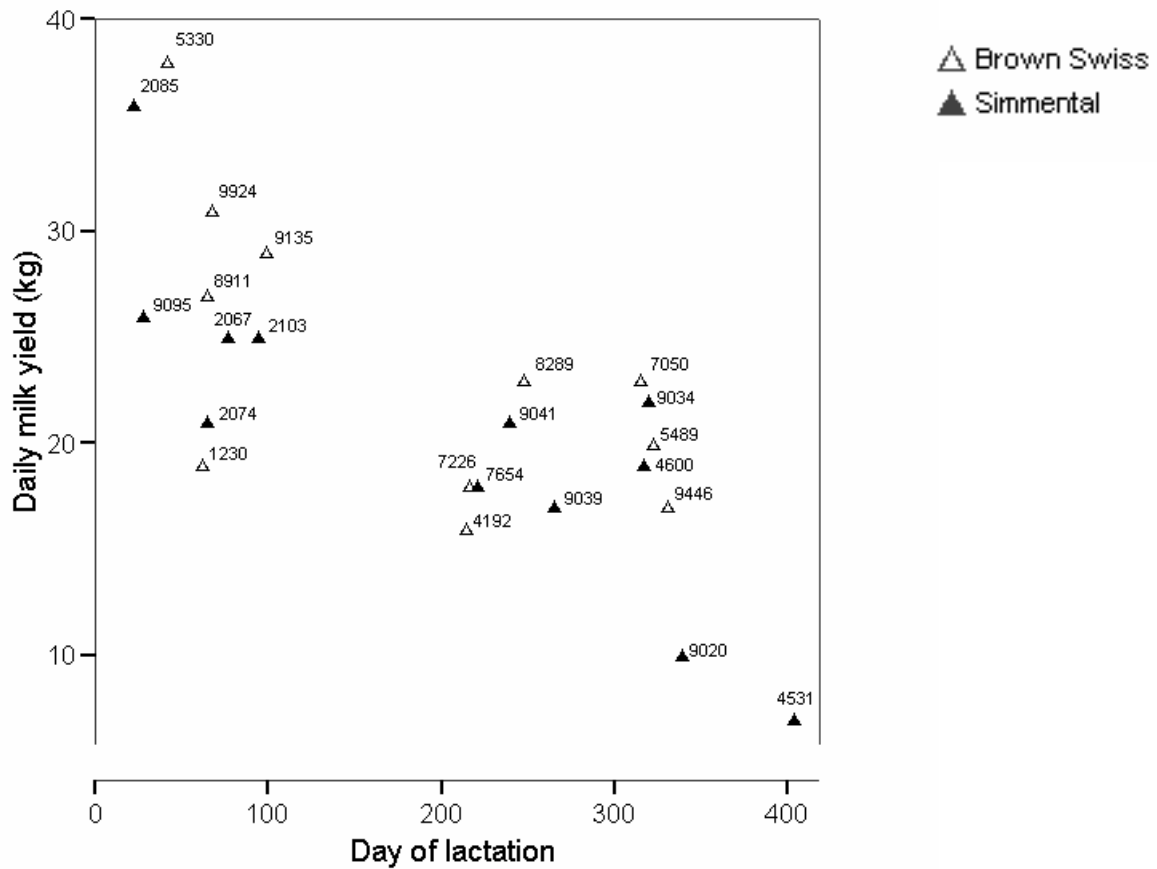


Abb. 41: Mittlere Tagesmilchmenge (kg) in der AMS-Gruppe (Beschriftungen: Kuhnummern) in Abhängigkeit des mittleren Laktationstages während der Beobachtungsperiode und der Rasse (Braunvieh, eng. Brown Swiss; Fleckvieh, eng. Simmental). Abszisse: Laktationstag. Ordinate: Tages-Durchschnittsleistung. Der Pearson Korrelationskoeffizient bleibt gleich ($r=0.75$, $P<0.001$), unabhängig davon, ob $N=23$ oder $N=20$ unter Ausschluss der Kühe 9095, 2067 und 2103.

9.3.2 Melkdauern

Insgesamt verbrachten die Kühe in der AMS-Gruppe durchschnittlich 8:30 min im Roboter (Minimum=4:57; Maximum=17:17), während die Kühe im Melkstand durchschnittlich 16:30 min standen (Minimum=9:46; Maximum=24:31). Die durchschnittlichen Melkdauern, nach funktionalen Phasen (Tab. 42) unterteilt, sind in Abbildung 42 dargestellt.

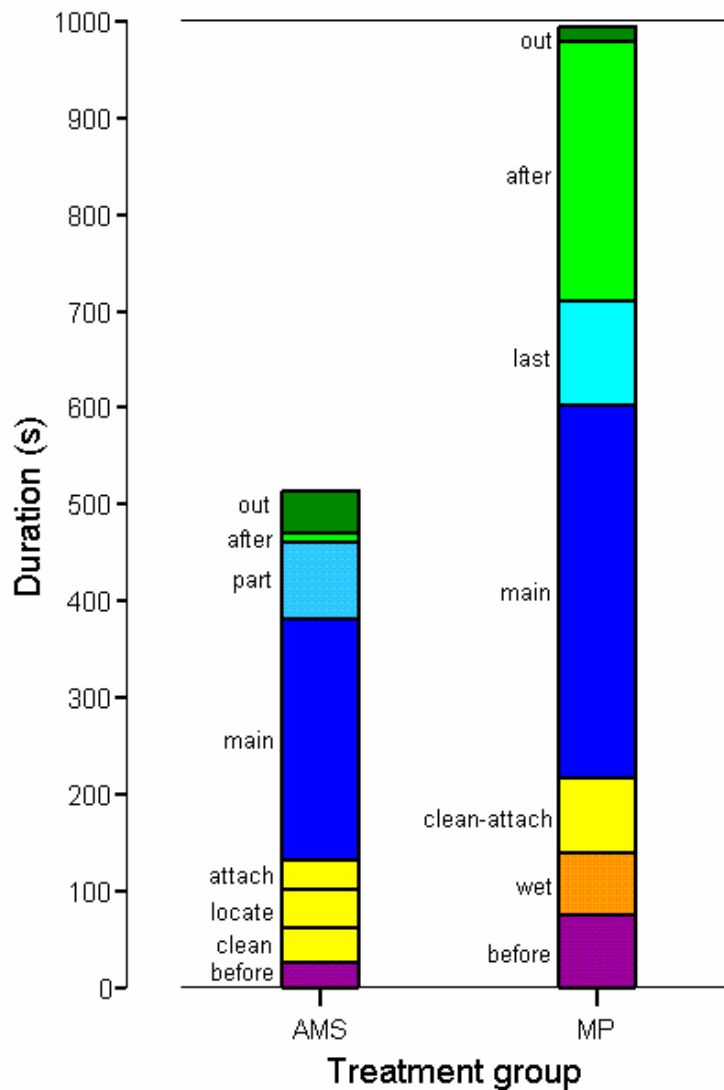


Abb. 42: Mittelwerte (berechnet über Mittelwerte der Individuen: N=23 in der AMS-Gruppe; N=19 in der Melkstand-Gruppe) der Dauern der verschiedenen funktionalen Phasen (vergl. Tab. 42) während eines Melkgangs in den beiden Versuchsgruppen. Abszisse: Versuchsgruppe, MP=Melkstand. Ordinate: Dauer in Sekunden.

Phasen, die einen direkten Vergleich erlauben, dauerten in der Melkstand-Gruppe signifikant länger (Mann-Whitney-U Tests; *before*: $U_{23,19}=3$, $P<0.001$; *main*: $U_{23,19}=95$, $P=0.0013$; *after*: $U_{23,19}=0$, $P<0.001$). Der Effekt für die Hauptmelkphase *main* bleibt auch dann bestehen, wenn man die Phasen *part* bzw. *last* dazu zählt ($U_{23,19}=90$, $P<0.001$), oder auch bei der AMS Gruppe die Phase *attach* (bei der ja an manchen Vierteln schon gemolken wird) dazuzählt ($U_{23,19}=126$, $P=0.018$). Der Unterschied in der Dauer der Phase *out* ist nicht statistisch signifikant ($U_{23,19}=247$, $P=0.49$). Die Anrüstzeit ist schwer vergleichbar, da der Vorgang in den beiden Gruppen sehr unterschiedlich ist.

Die Phase *locate* in der AMS-Gruppe dauerte bei Fleckviehkühen länger als bei Braunvieh ($U_{11,12}=32$, $P=0.037$, Abb. 43). In der Melkstand-Gruppe dauerte die Nachmelkphase *last* tendenziell bei Fleckvieh länger ($U_{9,10}=27$, $P=0.065$, Abb. 44). Ansonsten waren keine Rassenunterschiede festzustellen.

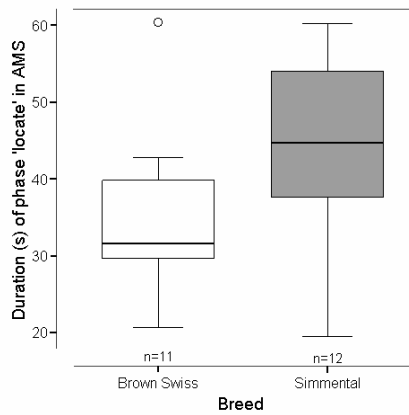


Abb. 43: Dauer (in s) der Phase *locate*, zwischen Reinigung und Anhängen in der AMS-Gruppe, nach Rasse (Braunvieh, eng. Brown Swiss; Fleckvieh, eng. Simmental).

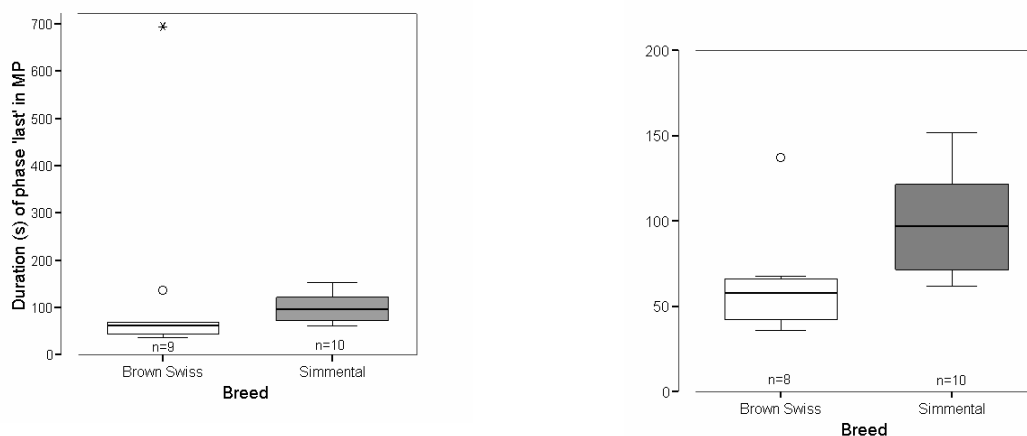


Abb. 44: Dauer (in s) der Nachmelkphase *last* in der Melkstand-Gruppe, nach Rasse (Braunvieh, eng. Brown Swiss; Fleckvieh, eng. Simmental). In der linken Abbildung sind alle Messungen mit einbezogen, in der rechten wurde der Extremwert ausgelassen: Kuh 6608, die in vier Beobachtungen jeweils 678, 707, 663 und 735 s nachgemolken wurde.

Die Gruppenunterschiede in der Melkdauer wurden auch mit einem gemischten linearen Modell verglichen, um mögliche Effekte des Faktors Rasse und der Kovariaten Milchmenge (in einer Melkung), Anzahl der Melkungen pro Tag im Roboter, Position im Melkstand, Tageszeit und Laktationstag, sowie deren Interaktionen zu berücksichtigen. Dabei wurden die Daten der einzelnen Messungen analysiert, nicht die Durchschnittswerte der einzelnen Kühe, und die Identität der Kühe wurde als zufälliger Faktor einbezogen, um der Messwiederholung gerecht zu werden. Die Resultate sind in Tabelle 43 zusammengefasst. Abbildung 45 illustriert die Dauern der Hauptmelkphasen *main* in Abhängigkeit der Versuchsgruppe, Milchmenge und der Identität der Kuh.

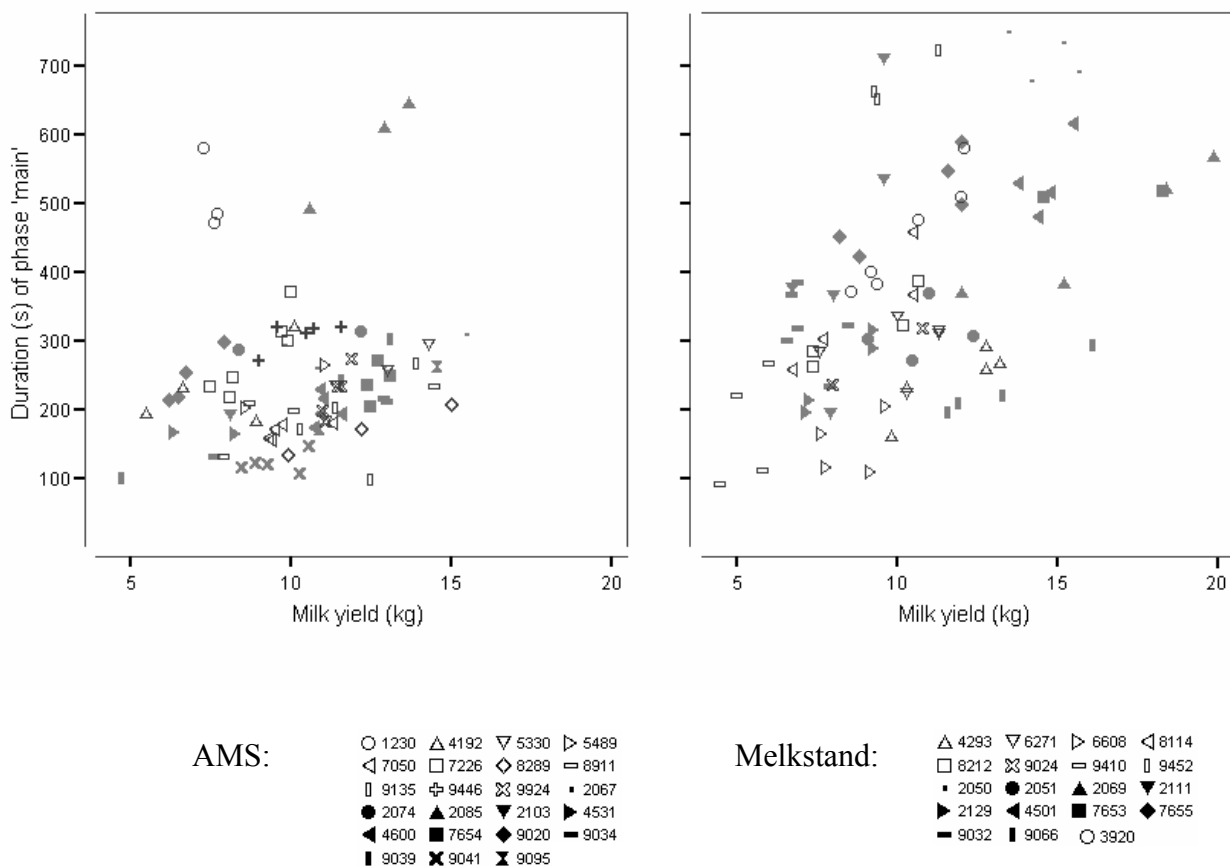


Abb. 45: Hauptmelkdauer *main* (s) in Abhängigkeit von der Milchleistung (kg) bei der jeweiligen Melkung. Links in der AMS-Gruppe (23 Kühe), Rechts in der Melkstand-Gruppe (19 Kühe). Werte für zwei bis sechs Melkungen pro Kuh; gleiche Symbole innerhalb einer Gruppe bedeuten Messungen an der gleichen Kuh.

Tab. 43: Dauern der funktionalen Phasen (siehe Tab. 42) des Melkvorgangs: Mittelwerte, Standardabweichungen, Verteilung und Einflussfaktoren.

Phase	Dauer in Sekunden (Mittelwert±Standardabweichung)		Allgemeines gemischtes Modell
	AMS (N=82)	Melkstand (N=81)	
<i>before</i>	17±15	77±54	Poisson Verteilung; AMS: nicht normalisiert; Melkstand: ln-Transformation, keine Effekte.
<i>wet</i>		64±34	Verteilung nicht normalisiert, keine Effekte.
<i>clean</i>	36±7		Normalverteilt, keine Effekte.
<i>locate</i>	41±23		Bimodale Verteilung, nicht normalisiert, siehe nicht-parametrische Tests ¹ .
<i>attach</i>	31±31		Normalverteilt nach ln-Transformation und Ausschluss eines Extremwertes ² . Länger, je mehr Melkungen pro Tag ($F_{1,21}=9.52$, $P=0.0056$) und je früher am Tag ($F_{1,57}=4.95$, $P=0.030$).
<i>clean-attach</i>		77±51	Normalverteilt nach ln-Transformation. Trend zu längeren Dauern je weiter vorne im Melkstand die Kühe standen ($F_{1,60}=6.30$, $P=0.056$).
<i>main</i>	246±106	380±167	Normalverteilt nach Ausschluss von 4 Extremwerten ³ . Im Melkstand länger ($F_{1,39}=12.06$, $P=0.0013$). Länger, je mehr Melkungen pro Tag ($F_{1,39}=4.91$, $P=0.0325$), je höhere Leistung ($F_{1,115}=124.28$, $P<0.0001$), und je früher am Tag ($F_{1,115}=12.74$, $P=0.0005$) ⁴ .
<i>last</i>		114±145	Normalverteilt nach ln-Transformation und Ausschluss von Extremwerten bei einer Kuh ⁵ . Länger je weniger Milch ($F_{1,58}=4.16$, $P=0.046$), und bei Fleckvieh länger als in Braunvieh ($F_{1,16}=5.91$, $P=0.027$).
<i>part</i>	78±72		Normalverteilt nach Quadratwurzel-Transformation. Länger je höhere Leistung ($F_{1,58}=9.45$, $P=0.0032$), und tendenziell bei Fleckvieh ($F_{1,21}=3.88$, $P=0.062$).
<i>after</i>	10±2	266±203	Bimodale Verteilung; getrennt betrachtet in beiden Gruppen normalverteilt, keine Effekte.
<i>out</i>	43±65	15±10	Normalverteilt nach ln-Transformation in getrennten Gruppen. AMS: Länger, je später am Tag ($F_{1,57}=5.97$, $P=0.018$) und tendenziell je früher in der Laktation ($F_{1,57}=2.98$, $P=0.090$); Melkstand: Keine Effekte.

¹ Siehe auch Abb.43

² Kuh 9135, 199 s.

³ Kuh 2050 nachmittags Laktationstag 77, Kuh 2111 nachmittags Laktationstag 327 und morgens Laktationstag 330, Kuh 9032 morgens Laktationstag 303.

⁴ Dieses Resultat blieb abgesehen von Detailabweichungen auch bestehen, wenn man die Melkdauer inklusive der Phasen *attach*, *last* und *part* analysierte.

⁵ Kuh nr 6608, siehe auch Abb. 44

9.3.3 Verhalten

In der Melkstand-Gruppe wurde pro Zeiteinheit mehr getreten und getrippelt als in der AMS-Gruppe (Tab. 44). Beim Trippeln mit den Hinterextremitäten unterschieden sich auch die Rassen (Abb. 46).

Die Häufigkeit des Trippelns und Tretens pro Minute war teilweise von den funktionalen Phasen des Melkvorgangs beeinflusst (Abb. 47, 48). Am klarsten war dabei der Effekt, dass im Melkstand während der Phase *clean-attach* mehr getreten wurde als in anderen Phasen. Die Abbildungen zeigen die Häufigkeiten für die Hinterbeine – das Einbeziehen der Vorderbeine veränderte die Analyse nur geringfügig.

Lautgebungen wurden in keiner der Gruppen festgestellt. Koten und Urinieren wurde in beiden Gruppen kaum beobachtet: In der AMS-Gruppe urinierte keine der beobachteten Kühe während des Melkens, eine kotete ein Mal. In der Melkstand-Gruppe wurde ebenfalls einmal gekotet. Uriniert wurde in der Melkstand-Gruppe insgesamt sechs Mal (fünf verschiedene Kühe, eine von diesen war die, die auch kotete).

Tab. 44: Tritte und Trippelschritte pro Minute mit Vorder- bzw. Hinterbeinen in den beiden Versuchsgruppen.

Verhalten	Anzahl pro Minute (Mittelwert±Standardabweichung)		U	P-Wert
	AMS (N=23)	Melkstand (N=19)		
Tritte				
mit Vorderbeinen	0.013 ± 0.024	0.10 ± 0.25	125.5	0.0092
mit Hinterbeinen	0.071 ± 0.10	0.29 ± 0.25	76.5	0.00017
Trippelschritte				
mit Vorderbeinen	0.67 ± 0.54	1.13 ± 1.13	146.5	0.069
mit Hinterbeinen	1.01 ± 1.14	2.22 ± 1.60	85	0.00047

U, Mann-Whitney Test-Größe

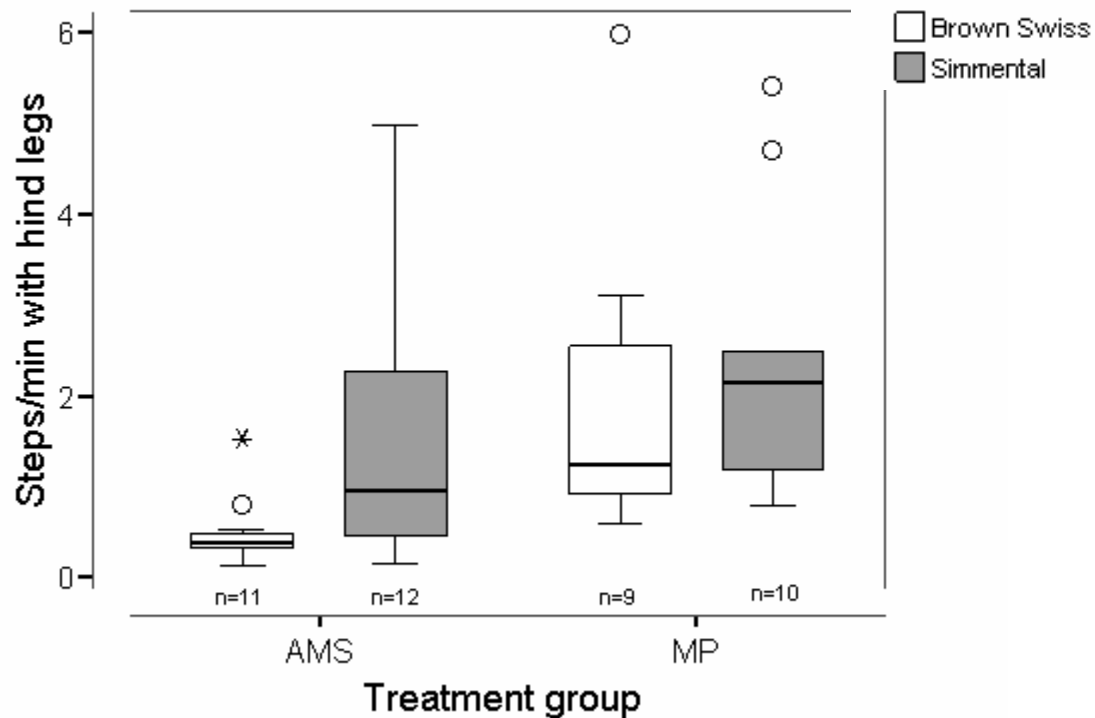


Abb. 46: Anzahl der Trippelschritte mit den Hinterbeinen pro Minute während der Melkung in den Versuchsgruppen in Abhängigkeit von der Rasse (weiß: Braunvieh; grau: Fleckvieh). In der AMS Gruppe unterscheiden sich die beiden Rassen signifikant (Mann Whitney U Test: $U_{11,12}=32$, $P=0.036$), in der Melkstand-Gruppe nicht ($U_{9,10}=36$, $P=0.50$). Der Unterschied zwischen den Versuchsgruppen ist insgesamt signifikant (Tab. 12), und auch für Braunvieh allein ($U_{11,9}=7$, $P=0.00045$), nicht aber für Fleckvieh allein ($U_{12,10}=35$, $P=0.11$).

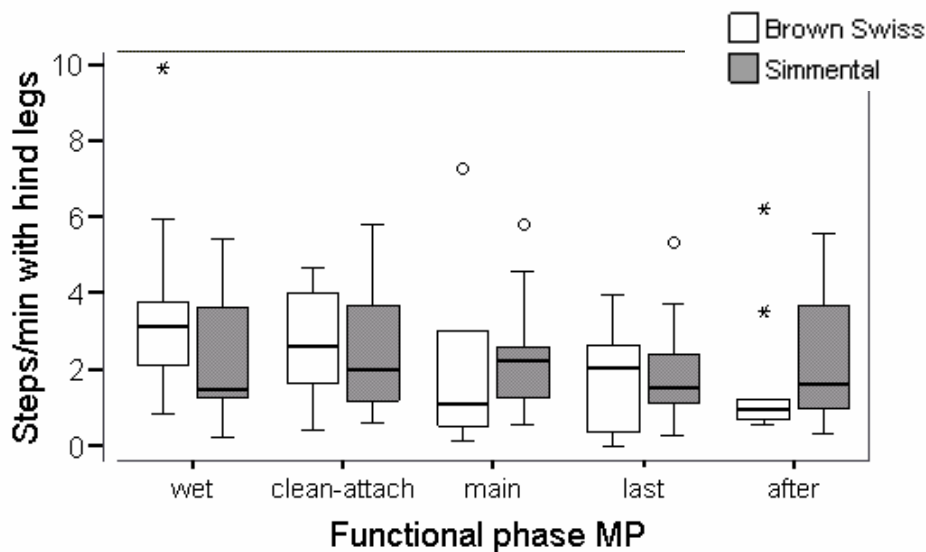
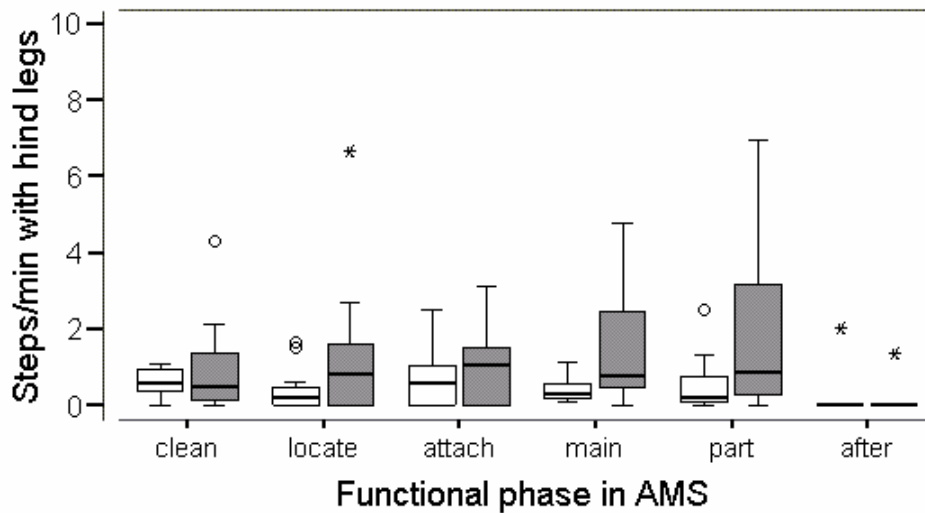


Abb. 47: Anzahl der Trippelschritte mit den Hinterbeinen pro Minute in den verschiedenen funktionalen Phasen der beiden Versuchsgruppen, bei Braunvieh (weiß, N=11 im AMS, N=9 im Melkstand) und Fleckvieh (Grau, N=12 im AMS, N=10 im Melkstand). In der AMS-Gruppe sind die Phasen innerhalb beider Rassen signifikant unterschiedlich (Braunvieh: $F_{11,5}=12.04$, $P=0.034$; Fleckvieh: $F_{12,5}=15.11$, $P=0.0099$), in der Phase *after* wurde weniger getrippelt als in jeder der anderen, $P<0.01$). In der Melkstand-Gruppe unterscheiden sich die Phasen beim Braunvieh nicht. Beim Fleckvieh sind sie verschieden ($F_{10,4}=13.05$, $P=0.011$), in den Posthoc Vergleichen gibt es jedoch keine Unterschiede.

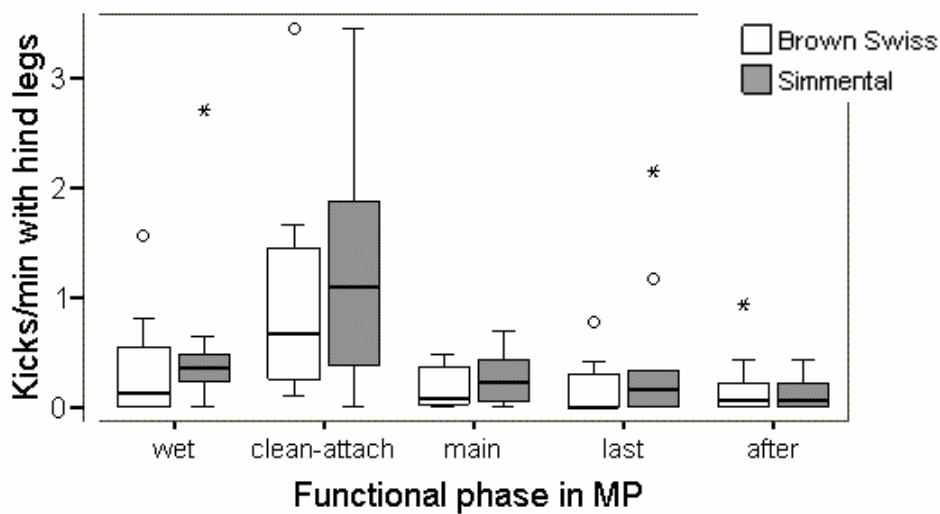
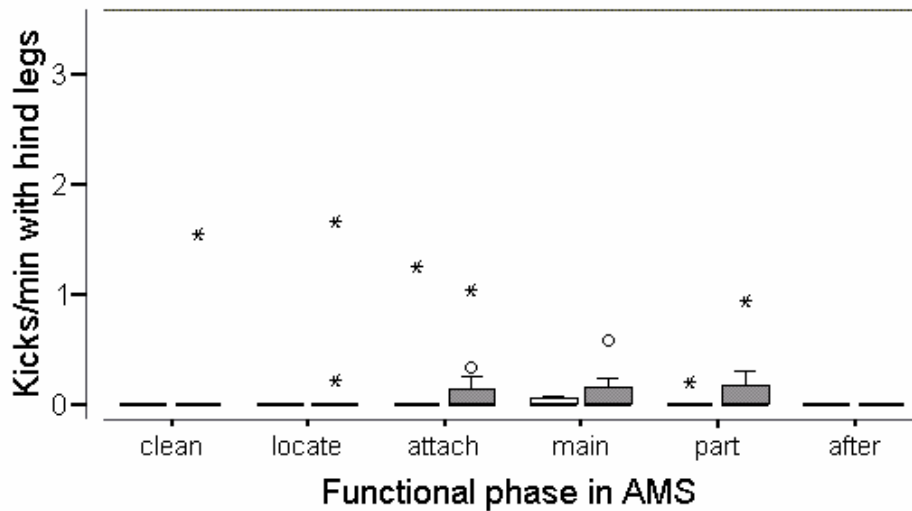


Abb. 48: Anzahl der Tritte mit den Hinterbeinen pro Minute in den verschiedenen funktionalen Phasen der beiden Versuchsgruppen, bei Braunvieh (weiß, N=11 im AMS, N=9 im Melkstand) und Fleckvieh (grau, N=12 im AMS, N=10 im Melkstand). In der AMS-Gruppe sind die Phasen für das Braunvieh zwar insgesamt signifikant unterschiedlich (Friedman Test: $F_{11,5}=16.14$, $P=0.0064$), unterscheiden sich jedoch nicht in den posthoc-Vergleichen, und nicht beim Fleckvieh. In der Melkstand-Gruppe sind die Phasen für beide Rassen unterschiedlich (Braunvieh: $F_{9,4}=16.58$, $P=0.0028$; Fleckvieh: $F_{10,4}=18.33$, $P=0.0011$), die phase *clean-attach* unterschied sich von den darauffolgenden Phasen deutlich ($P<0.01$) und von *wet* tendenziell ($P=0.092$).

9.3.4 Herzfrequenz

Der Faktor der Tageszeit beeinflusste die Herzfrequenz dahingehend, dass sie während Melkungen, die später am Tag stattfanden, höher war als früher am Tag (Einfluss der zufälligen Kovariate Tageszeit im gemischten Modell: $F_{1,116}=16.07$, $P<0.001$); allerdings war dieser Effekt, wie in Abbildung 49 zu sehen ist, nicht sehr groß.

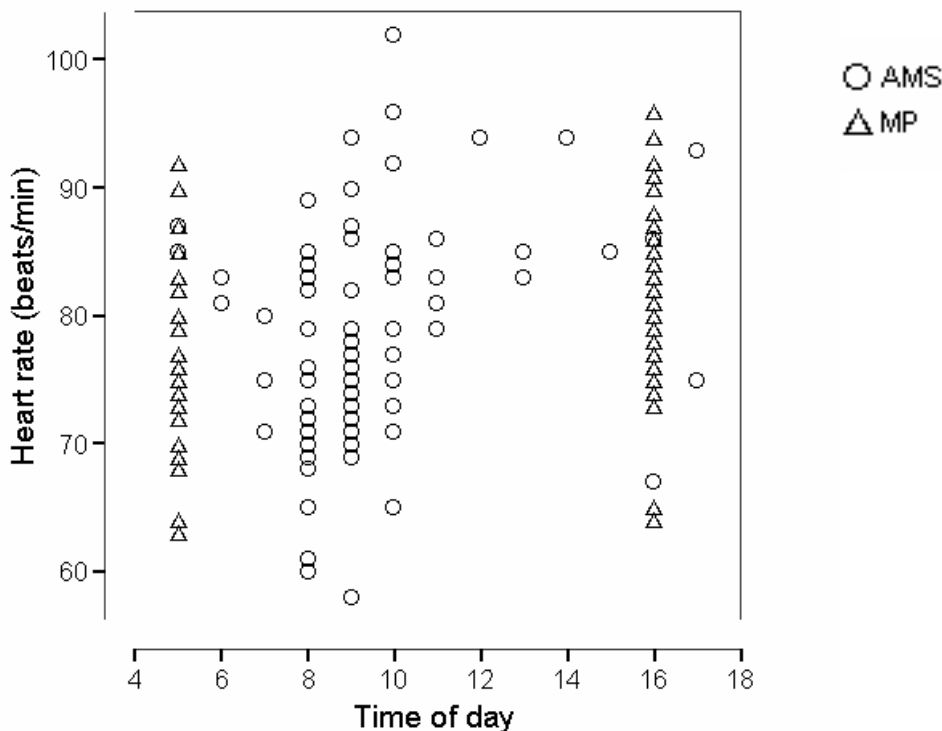


Abb. 49: Mittlere Herzfrequenz (S/min) während der einzelnen Melkgänge in den beiden Gruppen (Kreise: AMS; Dreiecke: Melkstand), in Relation zur Tageszeit.

Ansonsten wurden keine Einflussfaktoren auf die mittlere absolute Herzfrequenz während des Melkens identifiziert. Insbesondere unterschieden sich bei den absoluten Werten weder die Gruppen noch die Rassen. Für sechs Kühe je Versuchsgruppe wurde die Herzfrequenz auch als relativ zu den individuellen mittleren Bezugswerten beim ruhigen Stehen berechnet. Der zeitliche Verlauf vor, während, und im Anschluss an das Melken wurde bei diesen 12 Kühen genauer analysiert. Der Verlauf war in beiden Versuchsgruppen ähnlich: Mit Eintritt in den Melkstand bzw. Roboter stieg die Herzfrequenz an, im Laufe des Melkens nahm sie ab, und mit dem Austreten nahm sie wieder zu (Abb. 50). Der tendenziell größere Anstieg in der Melkstand-Gruppe war nicht statistisch signifikant (Mittelwerte der relativen Herzfrequenz während des Melkens: $N=6$, $U=15$, $P=0.70$). Der zeitliche Verlauf in Abhängigkeit von den Rassen ist in Abbildung 51 dargestellt. Braunvieh hatten eine höhere relative Herzfrequenz

während des Melkens als Fleckvieh (N=6, U=4, P=0.026). Eine Auswertung nach funktionalen Phasen des Melkvorgangs statt nach dem zeitlichen Verlauf ergab insgesamt ähnliche Muster. Der Unterschied zwischen den Rassen war in den Anrüstphasen im Melkstand besonders deutlich (Median [Minimum; Maximum]; Phase *wet* Braunvieh: 11.7 [9.4; 13.0], Fleckvieh: 3.1 [-2.9; 3.8]; Phase *clean-attach* Braunvieh: 11.1 [9.5; 11.7], Fleckvieh: 2.6 [-4.9; 2.8]; je N=3), ließ sich jedoch für diese allein nicht statistisch absichern.

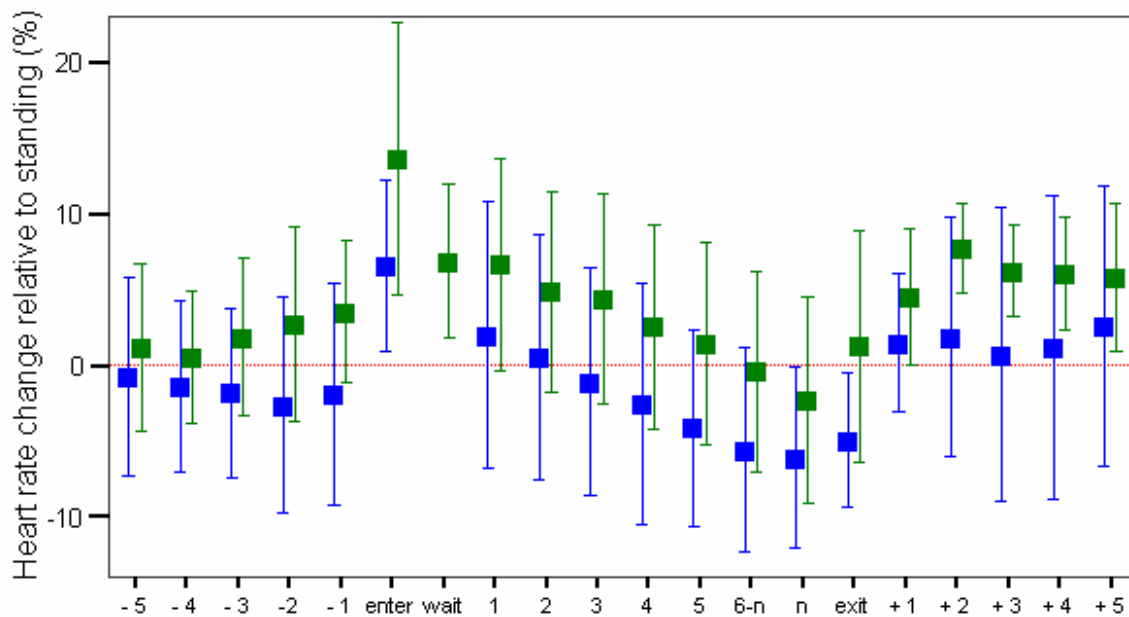


Abb. 50: Relative Herzfrequenz (% Mittelwerte u. Standardabweichungen) in den 5 Minuten vor dem Melken (-5 bis -1), während des Eintretens in Melkstand oder Roboter (*enter*), während des Wartens, bis alle Kühe den Melkstand betreten haben (*wait*), während der ersten 5 Minuten im Melkstand oder Roboter (1 bis 5), der letzten Minute im Melkstand oder Roboter (*n*), der restlichen Zeit zwischen 5 und *n* (6-*n*), dem Austreten aus dem Melkstand oder Roboter (*exit*) und den 5 Minuten danach (+1 bis +5). AMS-Gruppe in Blau, Melkstand-Gruppe in Grün, je N=6.

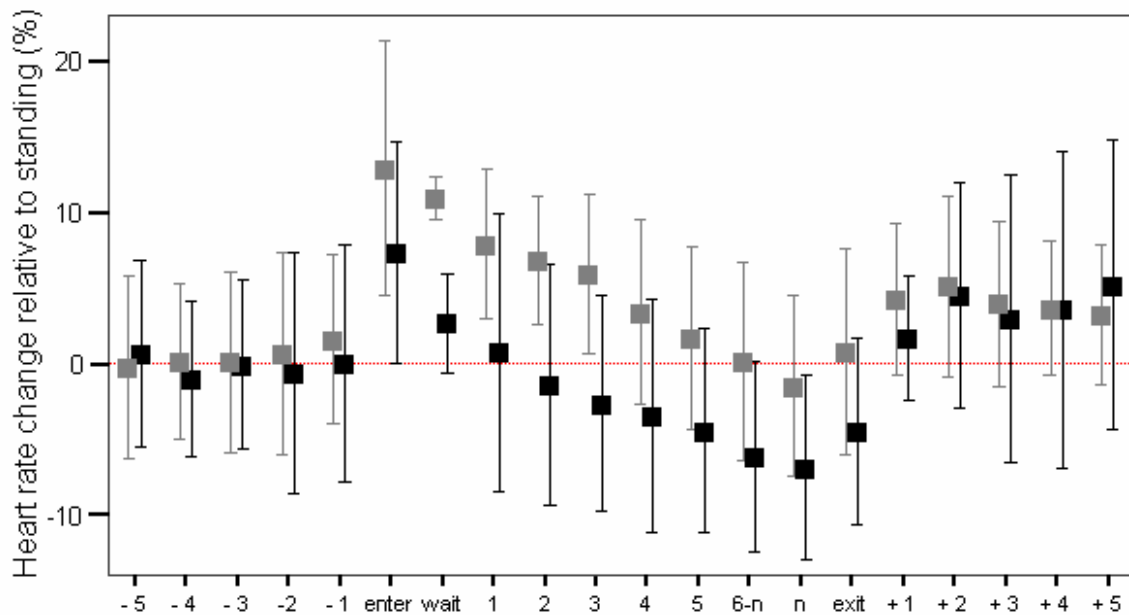


Abb. 51: Relative Herzfrequenz (% Mittelwerte u. Standardabweichungen) in den 5 Minuten vor dem Melken (-5 bis -1), während des Eintretens in Melkstand oder Roboter (*enter*), während des Wartens, bis alle Kühe den Melkstand betreten haben (*wait*), während der ersten 5 Minuten im Melkstand oder Roboter (1 bis 5), der letzten Minute im Melkstand oder Roboter (*n*), der restlichen Zeit zwischen 5 und *n* (6-*n*), dem Austreten aus dem Melkstand oder Roboter (*exit*) und den 5 Minuten danach (+1 bis +5). Braunvieh in Hellgrau, Fleckvieh in Schwarz, je N=6 (bei *wait*: N=3).

Wie an den großen Standardabweichungen in den Abbildungen 50 und 51 zu erkennen ist, gab es große individuelle Unterschiede zwischen den Kühen. Zur Illustration wird hier noch eine Auswahl von individuellen Messungen abgebildet (Abb. 52 und 53).

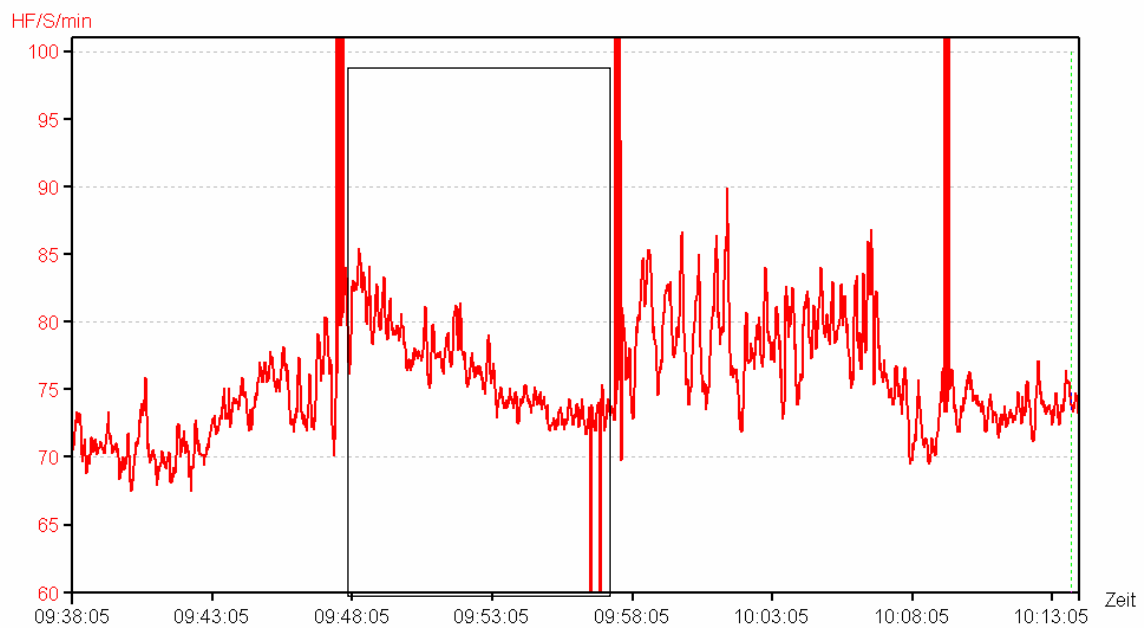
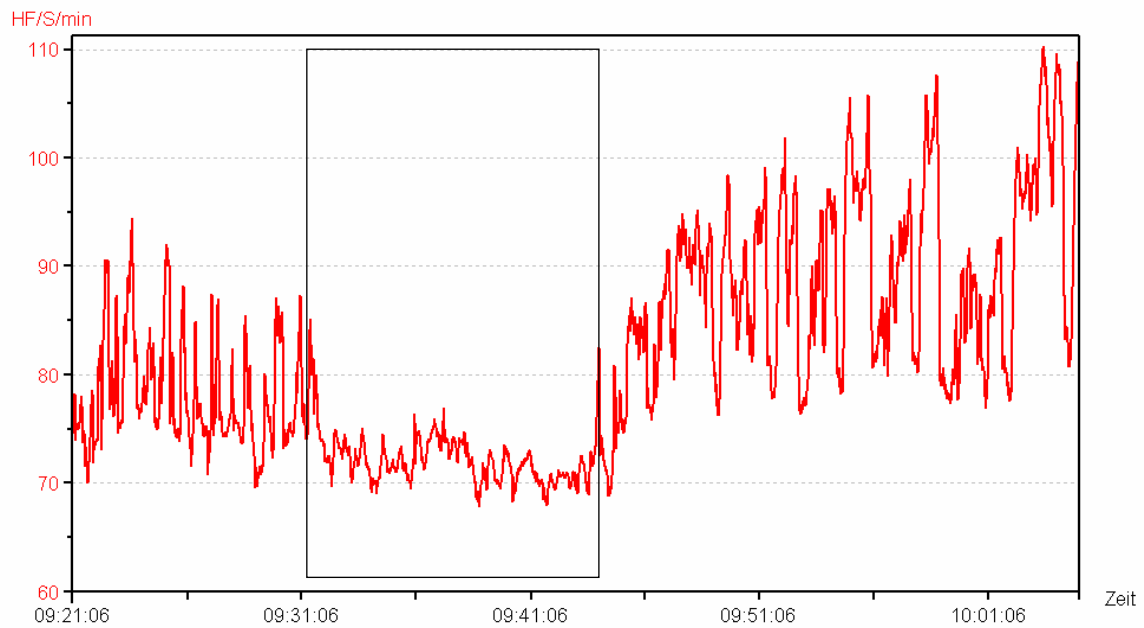


Abb. 52: Zwei Beispiele für Herzfrequenzkurven in der AMS-Gruppe. Die obere Kurve wurde an Kuh 2067 am 1.12.01 gemessen, die untere an Kuh 8911 am 20.11.01. Der Rahmen gibt jeweils den Zeitraum einer gelungenen Melkung im AMS an. Die extremen Ausschläge in der unteren Darstellung, in Verbindung mit dem Eintreten in den Roboter und dem Austreten, sind Messfehler. In der oberen Darstellung sind die Höhen im Bereich des Ein- und Austretens keine Messfehler.

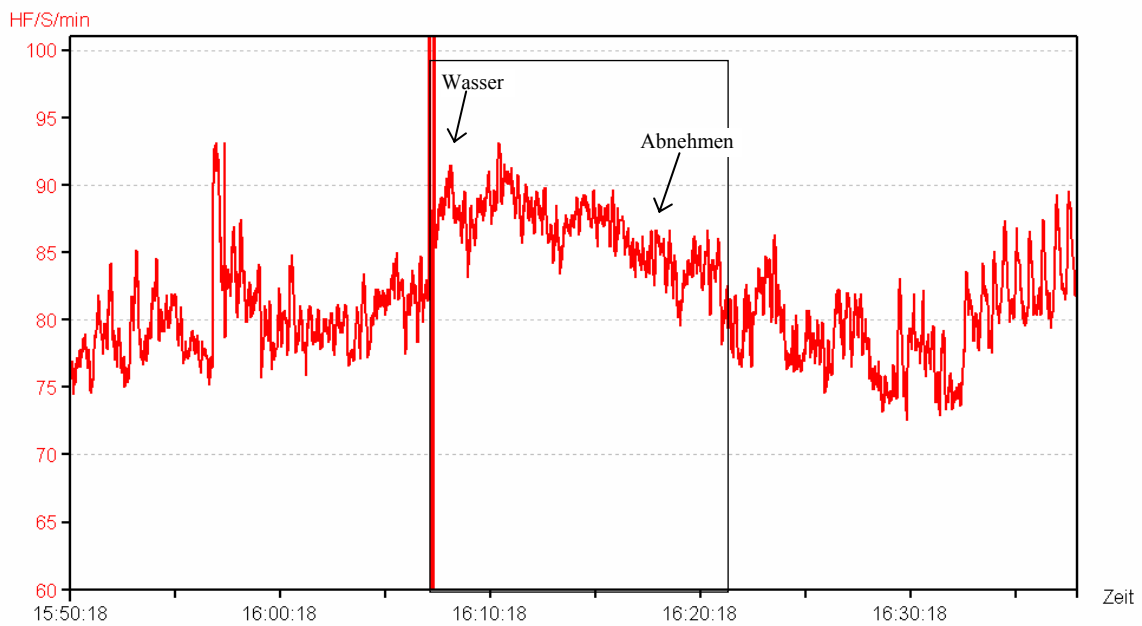
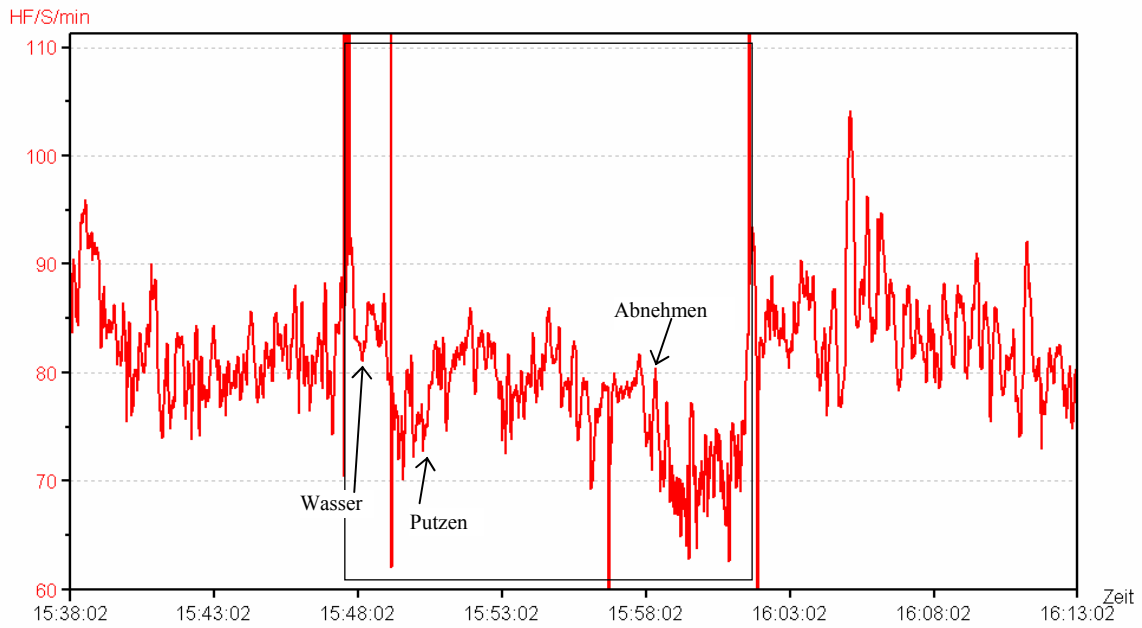


Abb. 53: Zwei Beispiele für Herzfrequenzkurven in der Melkstand-Gruppe. Die obere Kurve wurde an Kuh 9032 am 4.12.2001 gemessen, die untere an Kuh 3920 am 29.11.2001. Der Rahmen gibt jeweils den Zeitraum des Aufenthalts im Melkstand an.

9.3.5 Milchkortisol

Die Kortisol-Werte am Morgen und am Abend unterschieden sich weder in der Melkstand-Gruppe (N=19; $0.47 \pm 0.0.26$ nmol/l am Morgen; $0.43 \pm 0.0.28$ nmol/l am Nachmittag, Wilcoxon signed rank test: $V_{19}=123.5$, $P=0.26$) noch in der AMS-Gruppe (N=15; $0.74 \pm 0.0.57$ nmol/l am Morgen; $0.67 \pm 0.0.34$ nmol/l am Nachmittag, Wilcoxon signed rank test: $V_{15}=69$, $P=0.64$).

Beim nicht-parametrischen Vergleich an den Milchkortisol-Mittelwerten der einzelnen Kühe waren die Werte in der AMS-Gruppe signifikant höher als in der Melkstand-Gruppe (Mann-Whitney-U Test: $U_{23,19}=130.5$, $P=0.026$, Abb. 54). Dieser Effekt bestand vor allem bei nicht-trächtigen Tieren. Es gab keinen Unterschied zwischen den Rassen. Bei der Untersuchung der Milchkortisolwerte mittels gemischter linearer Modelle auf Zusammenhänge mit Laktationstagen, Trächtigkeitsstadium, Tageszeit, Milchmenge und Tagesmilchmenge wurden keine Zusammenhänge festgestellt.

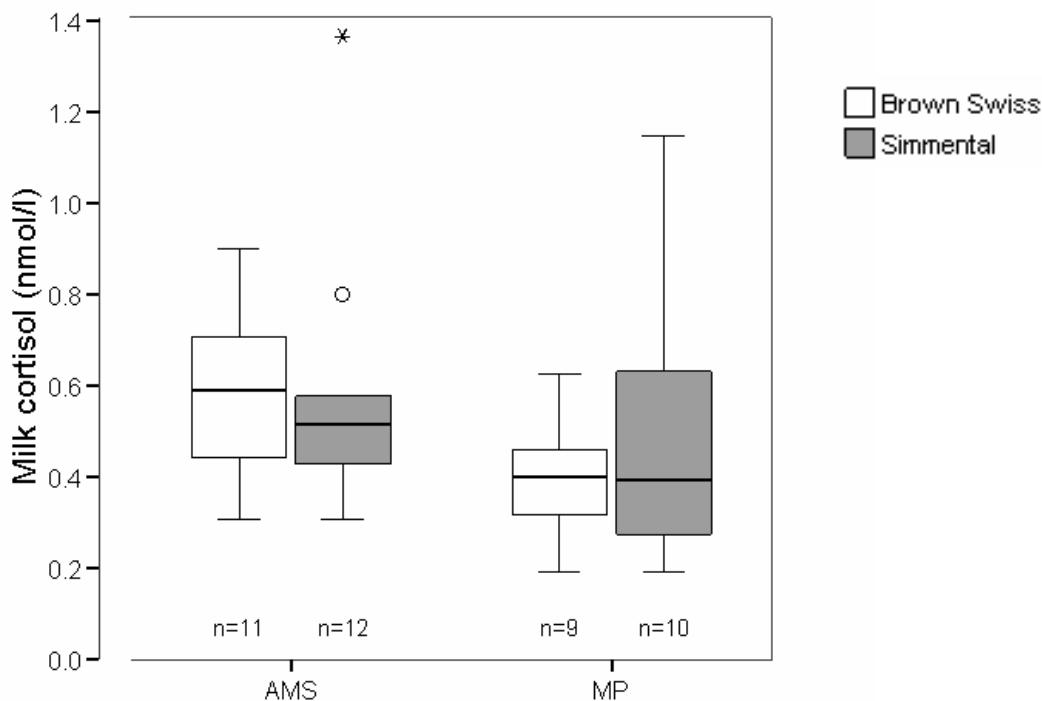


Abb. 54: Milchkortisol in der AMS-Gruppe im Vergleich zur Melkstand-Gruppe nach Rassen (weiß: Braunvieh; grau: Fleckvieh).

9.4 Diskussion

9.4.1 Anzahl der Melkungen, Milchmengen und Melkdauern

Der in dieser Studie beobachtete Zusammenhang, dass eine höhere durchschnittliche Tagesmilchleistung im AMS sowohl mit einer höheren Leistung pro Melkung als auch mit mehr Melkungen pro Tag verbunden ist, entspricht den Beobachtungen von Neuhaus et al. (1998). Auch die durchschnittliche Anzahl von Melkungen pro Tier und 24 h lag mit 2.26 in der gleichen Größenordnung wie beim Fleckvieh in der deutschen Studie. Allerdings war die Frequenz im Verhältnis zur durchschnittlichen Tagesleistung, die hier bei 22.1 vs. 17.5 bei Neuhaus et al. lag, geringer.

Drei Kühe der AMS Gruppe hatten weniger als zwei Melkungen pro Tag; bei zweien lag dies am sehr fortgeschrittenen Laktationsstadium, bei einer an häufigen Fehlmelkungen. In dieser Studie kann die relativ geringe Häufigkeit der Melkungen nicht, wie es vielleicht bei Neuhaus et al. (1998) der Fall gewesen sein könnte, an der hohen Zahl von Kühen pro Roboter gelegen haben. Wahrscheinlicher ist, dass die Ursache in Lernprozessen der Kühe bzw. in der Berechnung der Melkerlaubnis zu suchen ist. Umstätter u. Kaufmann (2001) hatten diese Formel zur Berechnung der Melkerlaubnis kritisiert, da sie zu scheinbar willkürlichen Abweisung melkbereiter Kühe führen kann. Allerdings muss eine zukünftige Evaluierung der Melkerlaubnis neben den Lernprozessen und der Milchleistung auch Auswirkungen auf die Eutergesundheit berücksichtigen.

Die Zeit, welche die Kühe insgesamt pro Melkgang im Roboter verbrachten, war in dieser Studie etwas länger als bei Wenzel (1999): im Durchschnitt 8:30 min gegenüber 7:16 min bei Wenzel. Wenzel gibt an, das Erkennen des Tieres, die Zitzenreinigung und das Ansetzen der Melkbecher dauerten normalerweise 40 s. In der vorliegenden Studie waren diese Dauern erheblich länger. Die Reinigungsphase allein dauerte durchschnittlich 41 s, welches auf die entsprechende Einstellung des Roboters zurückzuführen ist und auch eine ausreichend lange Anrüstzeit und eine gründliche Euterreinigung gewährleisten soll. Die Erkennungsphase vor dem Reinigen dauerte hier etwa 17 s, das Ansetzen inkl. Lokalisieren des Euters insgesamt durchschnittlich 72 s, was als ziemlich lang zu werten ist. Ein weiterer Grund für die etwas längeren Aufenthaltsdauern in dieser Studie könnte sein, dass sich in Wenzels Studie die elektrische Austreibhilfe 20 s nach Öffnen des Roboter-Ausgangs einschaltete.

Im Fischgrätenmelkstand der vorliegenden Studie hielten sich die Kühe durchschnittlich 16:30 min auf, davon waren durchschnittlich 4:26 min Wartezeit nach dem Melken (*after*). Bei Wenzel war die Dauer des Aufenthalts in einer Tandemmelkstand-Box durchschnittlich 12:56 min.

9.4.2 Verhalten

Willis (1983) etabliert den Begriff des "flinch, step and kick response" (FSK), als Beschreibung für dieses typisch nervöse Verhalten bei Kühen während des Melkens: (Zurück)- Zucken, Trippeln und Treten in Kombination. FSK wird von Hemsworth et al. (1987, 1989) als eine Reaktion auf Menschen interpretiert – Kühe, die an Menschen in größerem Maße gewöhnt waren, zeigten weniger FSK beim Melken.

Im AMS sind Menschen während des Melkens nicht anwesend, und es wurde in der vorliegenden Studie wesentlich weniger Trippeln und Treten in der AMS-Gruppe als in der

Melkstand-Gruppe beobachtet. Die Abwesenheit von Menschen könnte eine Erklärung für diesen Effekt sein. Für diese Interpretation spricht auch das Ergebnis, dass die hohen Tretfrequenzen im Melkstand vor allem während des intensiven Handlings im Zusammenhang mit Euterreinigung und Ansetzen vorkamen.

Andererseits wurden in der Literatur schon sehr unterschiedliche Ergebnisse berichtet. Auch Hopster et al. (2001) berichteten zwar, dass die Kühe während des Anhängens im AMS weniger trippelten als im Melkstand, die Frequenzen lagen dabei in der gleichen Größenordnung wie hier und bei Wenzel (1999). Aber es wurde andererseits bei Hopster et al. (2001) während des Abnehmens mehr Trippeln im AMS beobachtet. Wenzel beobachtete insgesamt im AMS im Vergleich zum Melkstand häufigeres Trippeln.

Auch bezüglich des Tretens gibt es gegenläufige Resultate: Hier traten die Kühe mehr im Melkstand, bei Wenzel traten sie im AMS mehr (allerdings nicht statistisch signifikant). Bei Hopster et al. (2001) wurde in keiner der Gruppen getreten. Von der Größenordnung her waren die Tretfrequenzen in der vorliegenden Studie demnach höher als bei Hopster et al. (2001), im Melkstand den von Wenzel berichteten ähnlich, und im Roboter wesentlich geringer als bei Wenzel.

Rushen et al. (2001) untersuchten in Anbindehaltung den Effekt von Isolation und ungewohnter Umgebung beim Melken, mit oder ohne menschlichen Kontakt. In der ungewohnten Umgebung in Isolation von der Herde waren die Tretfrequenzen den hier für die Melkstandgruppe berichteten vergleichbar, egal, ob es menschlichen Kontakt gab oder nicht, die Trippelfrequenz war jedoch höher. Beim gewöhnlichen Melken waren die Trippelfrequenzen vergleichbar, die Tretfrequenzen jedoch wesentlich höher (mehr als zehnfach den hier berichteten).

Es zeichnet sich ab, dass Treten eher als Abwehr-Reaktion zu sehen ist. Es kann gegen Menschen gerichtet sein oder bei Schmerzen oder Angst auftreten. Andererseits kann es unter Umständen auch durch Angst, so wie sie in ungewohnter Umgebung und sozialer Isolation entsteht, unterdrückt werden. Trippeln dagegen ist weniger als Abwehr-Reaktion zu sehen, sondern eher als Zeichen von Unbehagen. Dass Fleckvieh in dieser Studie mehr trippelte als Braunvieh könnte auf mehr Unbehagen für Fleckvieh hinweisen. Allerdings sollte auch bedacht werden, dass die Reaktionen von rassebedingten Unterschieden im Temperament beeinflusst sein können.

9.4.3 Herzfrequenz

Absolut gesehen waren die mittleren Herzfrequenzen in der hier vorliegenden Studie mit rund 80 Schlägen/min den Angaben in der Literatur vergleichbar (Hemsworth et al., 1989; Rushen et al., 2001), oder etwas niedriger (Hopster et al., 2001; Umstätter u. Kaufmann, 2002; Wenzel 1999).

In unserer Studie wurden außer der Tageszeit keine Einflussfaktoren auf die mittlere Herzfrequenz während des Aufenthalts im Melkstand oder im Roboter gefunden. Insgesamt fanden Wenzel et al. (2003) auch keine unterschiedliche Herzfrequenz im Roboter oder Melkstand. Die Kühe in der Untersuchung von Hopster et al. (2001, 2002) hatten im AMS während des Melkens signifikant niedrigere Herzfrequenzen als im Tandem-Melkstand. Allerdings hatten die Kühe dort auch schon in der halben Stunde vor dem Melken, also wahrscheinlich im Wartebereich des Melkstands, signifikant höhere Herzfrequenzen, und es

gab keine Bezugswerte des ungestörten Stehens. Wenzel et al. (2003) berichteten ein Zunahme der Herzfrequenz vor Eintritt in den Melkstand oder Roboter, und eine Abnahme während des Melkens. Dieses Muster wurde hier, auch unter Berücksichtigung der individuellen Bezugswerte, bestätigt. Da die Muster hier in der zeitlichen Auswertung und der Auswertung nach funktionalen Phasen gleich waren, letztere aber von variabler Dauer waren, ist anzunehmen, dass die Abnahme der Herzfrequenz während des Melkens v. a. ein zeitlicher Effekt des ruhigen Stehens ist.

Umstätter u. Kaufmann (2002) untersuchten ebenfalls Herzfrequenzen im Lely Astronaut. Sie verglichen freien und gesteuerten Kuhverkehr, sowie Melken mit einer Rohrmelkanlage. Sie fanden die höchsten mittleren Herzfrequenzen mit der Rohrmelkanlage und die niedrigsten im gesteuerten Kuhverkehr, führten diese Resultate jedoch auf Metabolismus in Zusammenhang mit Milchleistung und Futteraufnahme zurück. Diese Interpretation scheint im Kontext unserer Auswertungen im Kapitel zur Herzfrequenzvariabilität plausibel, da in der Rohrmelkanlage während des Melkens am Futtertisch gefressen wurde. Ein Einfluss der Kraftfuttergabe auf die Herzfrequenz während des Melkens ist im Licht der Auswertungen im Kapitel zur Herzfrequenzvariabilität unwahrscheinlich, da sich dort in keiner der Versuchsgruppen ungestörtes Stehen und Melken unterschieden.

Bei den relativen Herzfrequenzen konnten wir eine etwas stärkere Erhöhung während des Melkens beim Braunvieh als beim Fleckvieh feststellen, besonders während der Anrüstphase im Melkstand. In den absoluten Werten war dieser Effekt nicht wiedergespiegelt. Es ist möglich, dass Braunvieh auf der physiologischen Ebene auf Kontakt mit dem Melker reagierte.

9.4.4 Milchkortisol

Erhöhte Kortisolkonzentrationen wurden wiederholt in Verbindung mit Stress berichtet (z.B. Sixt et al. 1997, im Zusammenhang mit Klauenkorrektur). Kortisolausschüttung unterliegt außerdem auch tageszeitlichen Schwankungen, wonach sie morgens höher ist als am Nachmittag (Thun 1987). Dieser circadiane Rhythmus wurde auch von Wenzel et al. (1999) beobachtet. In der vorliegenden Studie wurden deshalb zusätzliche Milchproben genommen, so dass es möglich war, bei der Auswertung auf den circadianen Effekt Rücksicht zu nehmen. Es wurde jedoch kein Unterschied zwischen den Messungen am Morgen und am Nachmittag gefunden. Dies könnte ein Hinweis auf eine Störung des circadianen Rhythmus sein, die bei Stressbelastungen entstehen kann.

Die Kortisolwerte in der Milch waren in der vorliegenden Studie in der AMS-Gruppe im Vergleich zur Melkstand-Gruppe höher. Die AMS-Kühe in Hopster et al. (2001) hatten zwar auch tendenziell höhere Kortisol-Konzentrationen während des Melkens als die Melkstand-Kühe (im Plasma gemessen), andererseits wurden sie aber auch tendenziell früher am Tag gemessen. Sie hatten zugleich höhere Adrenalin-Konzentrationen, und tendenziell niedrigere Noradrenalin-Konzentrationen.

Auch Wenzel (1999) fand im AMS im Vergleich zum Melkstand erhöhte Milchkortisol-Werte. Allerdings wurden bei ihm im AMS zwar auch Proben vom Gesamtmelk genommen, im Melkstand aber nahm er Proben schon zu Beginn der Melkung. Es ist zwar berichtet worden, dass Vor- und Hauptmelk sich bezüglich ihres Kortisolgehalts nicht unterscheiden (Fox et al., 1981a), aber es ist klar, dass eine solche Probe unmöglich eine Belastung während des Melkens gemessen haben kann. Statt dessen wurden ev. Auswirkungen von Situationen, die vor dem Melken stattfanden, gemessen. Wenzel

interpretiert das auch dementsprechend und sieht die Möglichkeit einer HPA-Aktivierung durch die Futter-Motivation.

Auch beim Vergleich von Sammelgemelks -Proben muss davon ausgegangen werden, dass außer dem Melken auch der Zeitraum mehrere Stunden vor der Probennahme wiedergespiegelt werden kann. Bremel u. Gangwer (1978) berichteten, dass der Kortisolspiegel in der Milch den mittleren Kortisolspiegel im Blut während des Zeitraumes der Milchsynthese widerspiegelt. Laut Termeulen et al. (1981) wurden nach Adrenokortikotrophin-Injektion Plasmakortisolwerte zuverlässig und ohne nennenswerte Zeitverzögerung in der Konzentration des ungebundenen Milchkortisols wiedergespiegelt. Der Maximalwert wurde jedoch erst nach einer Stunde erreicht, Ausgangswerte nach vier Stunden. Andere Autoren (Bremel u. Gangwer, 1978; Shutt u. Fell, 1985) gaben Maximalwerte nach acht Stunden und Ausgangswerte mehr als 24 Stunden später an.

Die gemessenen Kortisolwerte in dieser Studie liegen wesentlich unter den Werten in anderen Studien. Wenzel (1999) maß durchschnittliche Werte zwischen 1.15 und 2.66 nmol/l je nach Gruppe und Tageszeit. Bei Hemsworth et al. (1989) lagen Mittelwerte um 0.9 ng/ml, also etwa 2.5 nmol/l. Diese wesentlich höheren Werte als in der vorliegenden Studie (alle Mittelwerte weit unter 1 nmol/l) erklären sich möglicherweise, wie schon bei Sixt et al. (1997) diskutiert, aus den Analyseverfahren.

Eine gewisse Ausschüttung von Kortisol beim Melken spielt eine Rolle für die Initiierung und Aufrechterhaltung der Laktation (Butler u. DesBordes, 1980). Zitzenstimulation an sich bewirkt grundsätzlich eine Kortisolausschüttung, die den Melkprozess nicht weiter zu beeinflussen scheint, und auch eine immun-modulatorische Funktion haben könnte (Paape et al. 1992). Die Kortisolkonzentration ist in entzündeten Eutervierteln höher (Fox et al., 1981b) und es wäre daher von Interesse, die hier erhobenen Daten noch mit Ergebnissen bakteriologischer Untersuchungen und Zellzahlen in Verbindung zu setzen.

9.4.5 Schlussbetrachtung der Versuche zu Belastungen während der Melkung

Insgesamt schlossen Wenzel et al. (2003) auf eine höhere, aber nicht extrem hohe, Belastung im AMS als im Tandem-Melkstand. Sie sahen diese Belastung als Effekt unzureichender Eingewöhnung der Kühe. Hopster et al. (2001) interpretierten dagegen ihre Resultate insgesamt als geringere Stress-Reaktionen im AMS als im Tandem-Melkstand. Unsere Studie unterscheidet sich von diesen beiden durch die Art des Melkstandes, die geringere Besatzdichte, die längere Eingewöhnungszeit der Kühe und die Rassen.

Das Verhalten der Kühe wies auf mehr Unruhe und Abwehrreaktionen im Melkstand als im Roboter hin. Verhalten und Identität des Melkers können Milchleistung, physiologische Reaktionen und Verhalten der Kühe beeinflussen (Knierim u. Waran, 1993; Waiblinger et al. 2002). Gleichzeitig weisen die Milchkortisol - Resultate auf eine größere Belastung in der AMS-Gruppe hin. Es gab Rassenunterschiede dahingehend, dass Braunvieh möglicherweise stärker auf den Kontakt mit dem Melker und eher auf der physiologischen Ebene, Fleckvieh dagegen eher auf der Verhaltensebene reagierten. Spekulativ wäre als Zusammenfassung vorzuschlagen, dass in dieser Studie das Melken im Roboter für Braunvieh, nicht aber für Fleckvieh, weniger belastend war als im Melkstand. Diese Aussage sollte aber nicht ohne weiteres auf andere Betriebe verallgemeinert werden.

10 Kortisolmetaboliten im Kot als physiologischer Stressparameter

Die Analyse der Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot erfolgte vom Institut für Biochemie (Prof. Dr. R. Palme). Wir bedanken uns bei Frau Marlene Kirchner für die Aufbereitung der erhobenen Kotproben.

10.1 Einleitung

Mit zunehmender Intensivierung der Nutztierhaltung wird an die an und für sich relativ hohe Anpassungsfähigkeit des Rindes (Bouissou et al., 2001) stets größere Forderungen gestellt. Übersteigt die Belastung ein gewisses Maß, kann es zu Abweichungen vom Normalverhalten bis hin zur Überforderung in der Anpassungsfähigkeit der Tiere führen (Schmitz, 1995). Kriterien, mit deren Hilfe man die Reaktion des Tieres auf seine Haltungsumwelt erfassen kann, sind unter anderem physiologische Parameter (Unshelm, 2002), wie die Messung von Glukokortikoiden. Die Ausschüttung von Glukokortikoiden gilt als ein Zeichen von Stress, wobei deren Konzentration Rückschlüsse über die Belastung eines Tieres zulassen (Broom u. Johnson, 1993). Beste Interpretationen sind möglich, wenn physiologische Parameter, wie der Glukokortikoidspiegel, mit weiteren Kriterien, insbesondere ethologischen, aber auch pathologischen, wie in dem vorliegenden Projekt kombiniert werden (Terlouw et al., 1997).

Um mögliche Auswirkungen der hier untersuchten Melksysteme in ihrer Gesamtheit (u.a. mögliche Beschränkungen des Zugangs zum Roboter oder zur Fütterung) auf chronischen Stress erfassen zu können, wurden Erhebungen zur basalen Aktivität der Nebennierenrinde (NNR; chronischer Stress) durchgeführt. Zur Bestimmung der basalen Aktivität der NNR wurde die nach Palme und Möstl (1997) entwickelte Methode der Kortisolmetabolitenbestimmung aus dem Kot gewählt. Diese stellt eine nicht-invasive Methode zur Erfassung von Belastungen (Möstl et al., 1999; Palme et al., 2000) dar. Verglichen mit der Entnahme einer Blutprobe zur Bestimmung der Serumkonzentration, welche eine Belastung an sich darstellt und somit die Konzentration der sensibel reagierenden Stresshormone beeinflussen kann (Hopster, 1998; Palme et al., 1999), stört die Kotprobenentnahme (rektal entnommen oder Spontankot) die Messung nicht. Beim Rind werden die Kortisolmetaboliten mit einer Zeitverzögerung von etwa 10-12h ausgeschieden und die gemessenen Konzentrationen spiegeln daher die Glukokortikoidproduktion in diesem weit vor der Probeentnahme liegenden Zeitraum wieder. Ein weiterer Vorteil ist, dass die im Blut sehr deutlichen Fluktuationen, welche eine häufige Blutprobenentnahme zur Feststellung des Basiswertes bedingen würden, geglättet werden (Palme et al., 2000). Bei entsprechender Wahl der Probeentnahmezeit stellt der gemessene Wert im Kot daher einen von besonderen Ereignissen unbeeinflussten Basalwert der Nebennierenrinden-Aktivität dar.

10.2 Methode

10.2.1 Datenerhebung

Mittels der Kortisolmetabolitenbestimmung aus dem Kot sollte die chronische Blastung der Versuchstiere erfasst werden. Da die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot von Kühen deren Kortisolkonzentration im Blut etwa 10 - 12 Stunden vorher widerspiegelt, wurde zur Probennahme der Zeitraum von 10:00 bis 12:30 Uhr gewählt, wodurch der Zeitraum von ca. 22:00-0:30 des Vortages abgebildet wird.

Die Proben wurden von beiden Versuchsgruppen zeitlich parallel genommen, um Verzerrungen bedingt durch den Einfluss der zirkadianen Tagesrhythmik der Konzentration von Kortisol zu vermeiden. Von der kurz dauernden Kotentnahme schienen die Kühe meist ungestört und wurden z.B. wenn sie lagen nur im Ausnahmefall dadurch aufgetrieben. Bei Spontankotabsatz konnte auch dieser frisch abgesetzte Kot verwendet werden. Alle Proben wurden in 5 ml Probefläschchen gefüllt und im Laufe von maximal 30 min eingefroren und bei -22° C aufbewahrt.

Die Probennahme fand von Anfang August 2001 bis Ende April 2002 alle zwei Wochen statt, wodurch sich eine Gesamtzahl von 20 Probenahmezeitpunkten ergab. Für jeden Zeitpunkt wurden Proben von allen 60 Kühen genommen.

10.2.2 Datenauswertung

Die biochemische Analyse der Proben erfolgte nach der Methode nach Palme u. Möstl (1997) am Institut für Biochemie gesammelt nach Abschluss aller Probennahmen, da eine gemeinsame Analyse aller Proben die Datenqualität und Vergleichbarkeit gewährleistet.

Vor Durchführung statistischer Analysen wurden die Probenahmezeitpunkte mit den jeweiligen Trächtigkeitstagen der einzelnen Kühe in Verbindung gebracht und die Trächtigkeitstage mit den Konzentrationen der Kortisolmetaboliten aller Kühe in einem Streudiagramm dargestellt (Abb. 55). Denn etwa ab der 21. Trächtigkeitswoche könnten die Ergebnisse der Kortisolmetabolitenanalyse durch Kreuzreaktionen der in der Trächtigkeit verstärkt ausgeschütteten plazentären Androgene verfälscht werden. Wie im Streudiagramm (Abb. 55) ersichtlich ist, kommt es zirka ab dem 160. Trächtigkeitstag zu einer deutlichen Zunahme der Kortisolmetabolitenkonzentration. Proben, welche innerhalb der ersten Tage post partum gewonnen wurden, könnten noch Belastungen des Geburtsverlaufes widerspiegeln. Deshalb wurden für die weitere Analyse nur Proben ab dem 3. Laktationstag bis maximal zum 161. Trächtigkeitstag herangezogen. Ebenso wurden Werte über 130 nmol/kg Kot, bei denen ein Zusammenhang mit z.B. Erkrankungen, Eingliederung neuer Tiere feststellbar war, nicht in die Analyse zum chronischen Stressnachweis einbezogen.

Von den Einzelwerten jeder Kuh (teilgesteuerter Kuhverkehr maximal 11 Werte; freier Kuhverkehr maximal 9 Werte) wurde für jede Kuh der Median gebildet. Da die Trächtigkeitsstadien der Kühe variierten, ergaben sich für die Kühe eine unterschiedliche Anzahl (mindestens 3 Werte) von Einzelwerten, welche zur Bildung des Medians beitrugen. Ebenso variierte die zu den Gruppenvergleichen herangezogene Anzahl von Kühen (N).

Mittels Mann-Whitney-U Tests wurde auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen innerhalb einer Kuhverkehrsvariante getestet. Für Vergleiche innerhalb der selben Versuchsgruppe zwischen den Kuhverkehrsvarianten wurden Wilcoxon –Tests herangezogen. Da es im Laufe der Zeit zu vielen Kuhausfällen gekommen ist, konnten für Letzteres nur jene Kühe

herangezogen werden, welche durchgehend im Zeitraum der Datengewinnung im Versuch waren.

Zusätzlich wurde mittels Rang-Korrelation nach Spearman auf Zusammenhänge zwischen der Kortisolmetabolitenkonzentration und dem Dominanzindex und dem Auftreten von Lahmheitsgraden geprüft. Dies erfolgte jeweils auf Einzeltierbasis innerhalb der Gruppen. Beim Dominanzindex konnte nur der Zeitraum in dem Sozialverhaltensbeobachtungen stattfanden herangezogen werden (siehe auch Kapitel 4). Bezüglich eines vergleichbaren Zeitraumes wurde das bei den Lahmheitsgraden ebenso gemacht. Zusätzlich wurden bei der Prüfung auf einen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Lahmheitsgraden und der Kortisolmetabolitenkonzentration hohe Werte (über 130 nmol/kg Kot), welche zeitgleich mit dem Auftreten von Lahmheit erhoben wurden, in die Analyse wieder eingeschlossen.

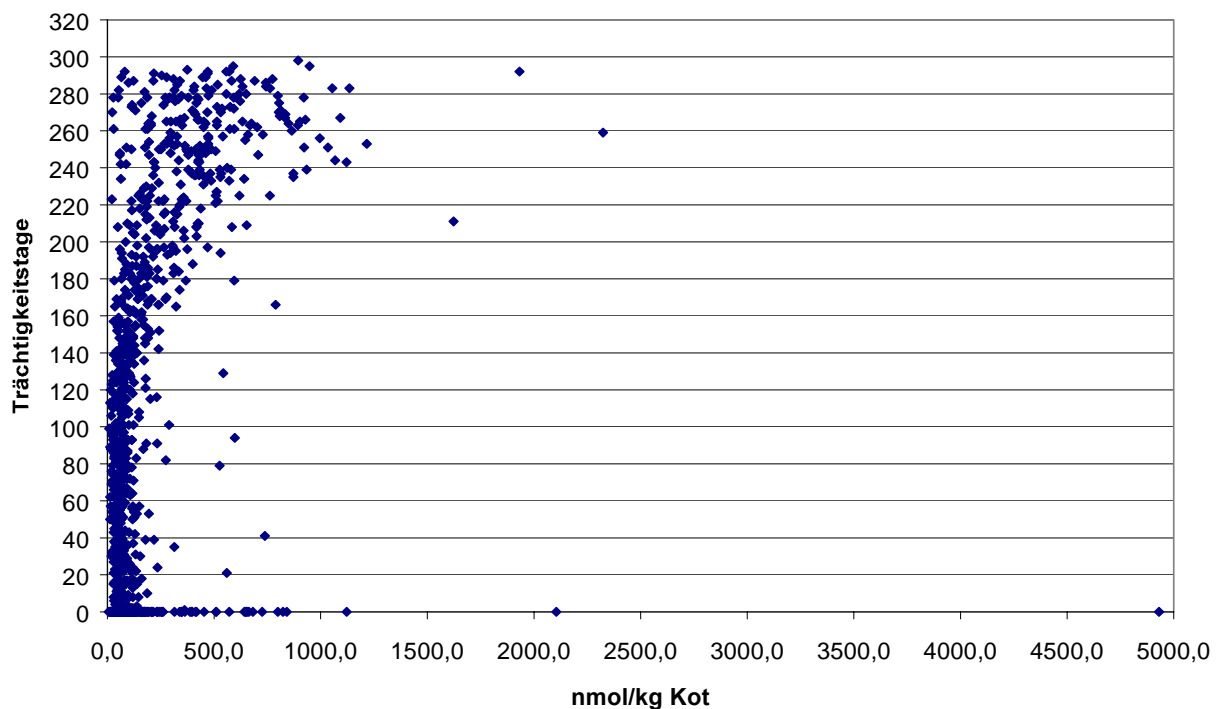


Abb. 55: Darstellung des Zusammenhanges zwischen Trächtigkeitstag und Konzentration von Kortisolmetaboliten der Gesamtproben.

10.3 Resultate

10.3.1 Gruppenvergleiche

Bei teilgesteuertem Kuhverkehr wies die AMS-Gruppe etwas niedrigere Konzentrationen an Kortisolmetaboliten auf als die Melkstand-Gruppe (Abb. 56). Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen konnten nicht festgestellt werden (Tab. 45). Dagegen zeigte sich bei freiem Kuhverkehr ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen betreffend der

basalen Kortisolmetabolitenwerte. In der AMS-Gruppe fanden sich signifikant niedrigere Konzentrationen als in der Melkstand-Gruppe (Abb. 56 u. Tab. 45).

Wie bereits erwähnt, war ein Vergleich innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppe zwischen den Kuhverkehrsvarianten aufgrund von Kuhausfällen nicht über alle Tiere möglich. Anhand der Boxplot-Darstellung (Abb. 56) wäre innerhalb der AMS-Gruppe ein signifikanter Unterschied zwischen den Kuhverkehrsvarianten in der Konzentration der basalen Kortisolmetabolitenwerte zu vermuten. Dies wurde mit einem reduzierten Datensatz (nur Kühe, welche während der Datenerhebung durchgehend im Versuch waren) durchgeführt.

Wie auch bei dem zuvor verwendeten Datensatz, fanden sich in der AMS-Gruppe niedrigere Konzentrationen als in der Melkstand-Gruppe. Mann-Whitney-U Tests ergaben keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch bei freiem Kuhverkehr fanden sich in der AMS-Gruppe niedrigere Werte als in der Melkstand-Gruppe (Abb. 57, Tab. 46), wobei sich dieser Unterschied als gerade noch signifikant herausstellte ($p=0,051$).

Vergleich man die Werte zwischen den Kuhverkehrsvarianten innerhalb der jeweiligen Versuchsgruppe, so zeigten sich bei beiden Gruppen niedrigere Konzentrationen bei freiem Kuhverkehr als bei teilgesteuertem Kuhverkehr. Bei der AMS-Gruppe erwies sich dieser Unterschied als signifikant (Wilcoxon-Test; Tab.47).

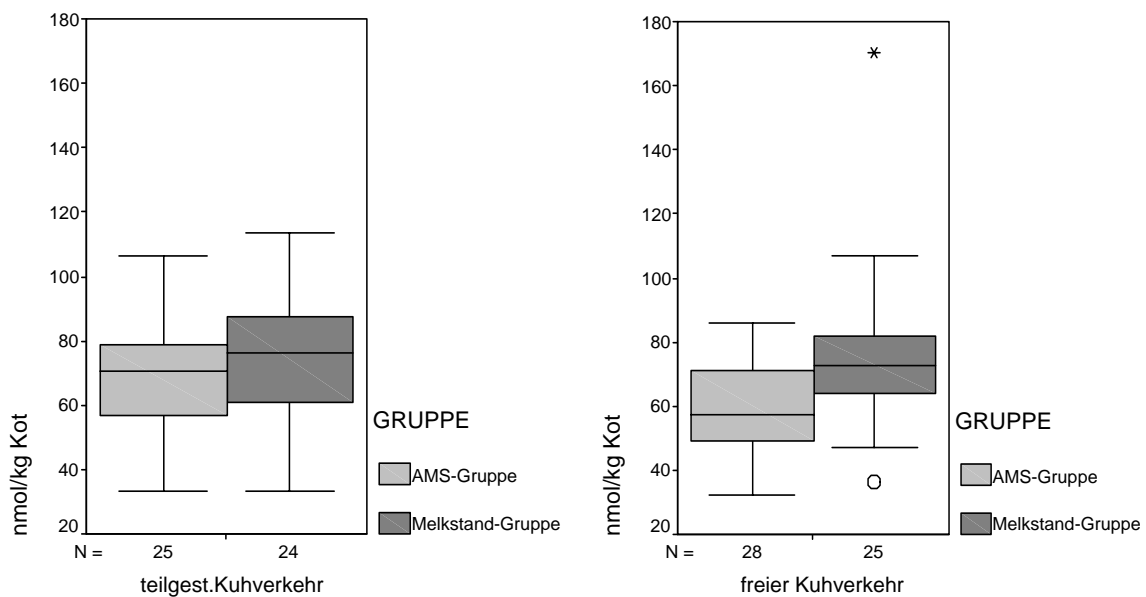


Abb. 56: Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot von Kühen der AMS-Gruppe und Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem (links) und freiem (rechts) Kuhverkehr.

Tab. 45: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede in Bezug auf die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot zwischen Kühen der AMS-Gruppe und Kühen der Melkstand-Gruppe (MS) bei teilgesteuertem (AMS: N=25; MS: N=24) und freiem Kuhverkehr (AMS: N=28; MS: N=25), ([nmol/kg Kot]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

		Median	Minimum	Maximum	P
Teilgesteuerter Kuhverkehr	AMS-Gruppe	70,28	33,54	106,38	0,271
	Melkstand-Gruppe	76,25	33,51	113,65	
Freier Kuhverkehr	AMS-Gruppe	57,37	32,49	85,70	0,033 *
	Melkstand-Gruppe	72,80	36,44	170,36	

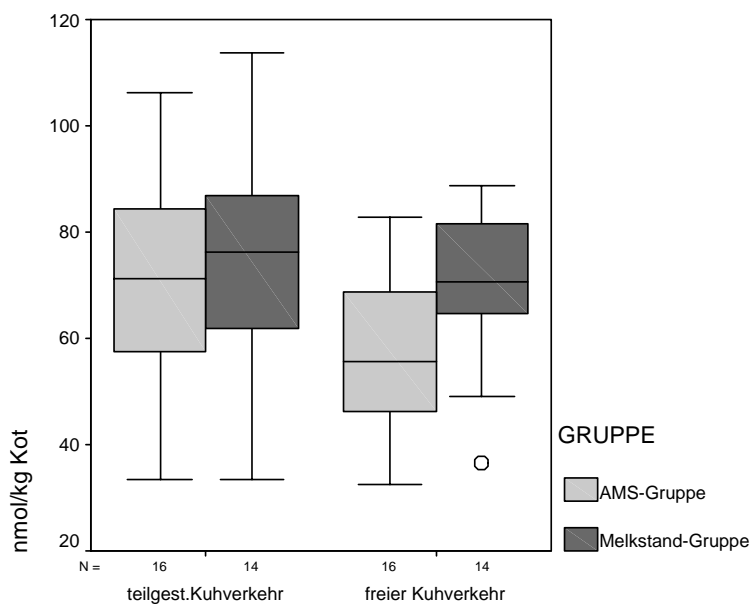


Abb. 57: Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot von Kühen der AMS-Gruppe und Melkstand-Gruppe, welche durchgehend im Versuch waren, bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr.

Tab. 46: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede in Bezug auf die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot zwischen durchgehend im Versuch gewesenen Kühen der AMS-Gruppe (N=16) und Kühen der Melkstand-Gruppe (N=14) bei teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr ([nmol/kg Kot]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***]).

		Median	Minimum	Maximum	P
Teilgesteuerter Kuhverkehr	AMS-Gruppe	71,21	33,54	106,38	0,480
	Melkstand-Gruppe	76,25	33,51	113,65	
Freier Kuhverkehr	AMS-Gruppe	55,69	32,49	82,75	0,051*
	Melkstand-Gruppe	70,67	36,44	88,80	

Tab 47: Wilcoxon-Tests auf Unterschiede zwischen teilgesteuertem und freiem Kuhverkehr innerhalb der Versuchsgruppen in Bezug auf die Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot bei durchgehend im Versuch gewesenen Kühen. AMS: N=16, MS: N=14, ([nmol/kg Kot]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***]).

		P
AMS-Gruppe	Teilgest. Kuhverkehr	0,039 *
	Freier Kuhverkehr	
Melkstand-Gruppe	Teilgest. Kuhverkehr	0,245
	Freier Kuhverkehr	

10.3.2 Zusammenhang zwischen Kortisol und ausgewählten Parametern

Bei keinem der Kuhverkehrsvarianten und in keiner der Versuchsgruppen konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Konzentration an Kortisolmetaboliten und dem Dominanzindex des Tieres gefunden werden. Nur in der AMS-Gruppe bei freiem Kuhverkehr zeigte sich eine signifikante positive Korrelation zwischen dem Lahmheitsgrad und der Konzentration an Kortisolmetaboliten (Tab.48).

Tab. 48: Zusammenhang zwischen Kortisolmetabolitenkonzentration (Kortisol) und verschiedenen Parametern auf Einzeltierbasis (Spearman r_s).

Parameter	Kuhverkehr	Gruppe	N	r_s	p
Kortisol * Dominanzindex	teilgesteuert	AMS-Gruppe	20	0,044	0,853
		Melkstand-Gruppe	22	-0,096	0,671
	frei	AMS-Gruppe	22	0,088	0,698
		Melkstand-Gruppe	23	0,266	0,220
Kortisol * Lahmheit	teilgesteuert	AMS-Gruppe	103	0,138	0,165
		Melkstand-Gruppe	109	-0,070	0,468
	frei	AMS-Gruppe	112	0,382**	0,008
		Melkstand-Gruppe	114	0,187	0,230

10.4 Diskussion

Untersuchungen zu Stress in einem automatischen Melksystem befassten sich meist alleinig mit durch den Melkvorgang hervorgerufenen akuten Belastungen (Hagen et al., 2003; Hopster et al., 2002, Wenzel et al., 2003). Mit dieser Untersuchung sollte nicht nur der Melkvorgang an und für sich, sondern auch Effekte des Gesamtsystems erfasst werden.

In einem Melkroboter entfallen die 2 Mal täglich fixen Melkzeiten. Den Kühen ist es nun selber überlassen, das Melksystem mehr oder weniger freiwillig aufzusuchen. Das mehrmalige selbständige Aufsuchen der Melkbox über 24 Stunden hinweg bestimmt den eigentlichen Erfolg eines Melkroboters. Diese Vorgabe führte zur Entwicklung unterschiedlicher Arten des Kuhverkehrs (Kuhumtrieb), da das Melken selbst als Motivation oft nicht ausreicht, um eine ausreichend hohe Melkfrequenz zu sichern (Pirkelmann, 1992; Prescott et al., 1998). In unserer Studie wurden die Varianten teilgesteuerter und freier Kuhverkehr untersucht. Bei teilgesteuertem Kuhverkehr sind Liege- und Fressbereich durch ein Selektionstor getrennt. Kühe, welche noch nicht melkberechtigt sind, können über dieses Tor zum Futtertisch gelangen ohne den Melkroboter passieren zu müssen. Kühe, welche zum Melken müssen, können dieses Tor nicht passieren und werden retour geleitet. Eine weitere Variante stellt der gesteuerte Kuhverkehr dar. Diese Variante wurde in der vorliegenden Arbeit nicht untersucht. Hierbei sind Liege- und Fressbereich durch Einwegtore getrennt. Jede Kuh muss den Melkroboter passieren, um zum Futtertisch zu gelangen. Untersuchungen zeigten, dass bei diesen Arten des Kuhverkehrs die Kühe Einschränkungen unterliegen (Ketelaar-de Lauwere et al., 1998; Ketelaar-de Lauwere, 1999; Ketelaar-de Lauwere and Ipema 2000; Lind et al., 2000). Nach Wiktorsson et al. (2003) bietet der freie Kuhverkehr den Kühen höchstmögliche Freiheit, da sie frei zwischen Melkung oder Futteraufnahme entscheiden können. Die Tiere unterliegen somit weniger Belastungen.

Auch in unserer Untersuchung ließ sich das bestätigen. Bei freiem Kuhverkehr fanden sich in der AMS-Gruppe im Vergleich zur Melkstand-Gruppe signifikant niedrigere basale Kortisolmetabolitenwerte, was auf eine geringere Belastung bei dieser Kuhverkehrsvariante

hinweist. Dieses Ergebnis zeigte sich auch beim Vergleich zwischen den Kuhverkehrsvarianten innerhalb der AMS-Gruppe. Bei freiem Kuhverkehr wurde eine niedrigere Konzentration an Kortisolmetaboliten im Kot nachgewiesen. Die basalen Kortisolmetabolitenwerte der Melkstand-Gruppe blieben - erwartungsgemäß - während der beiden Kuhverkehrsvarianten auf dem gleichen Niveau und unterschieden sich von der AMS-Gruppe im teilgesteuerten Verkehr nicht. In der Melkstand-Gruppe könnten die Konzentration der agonistischen Interaktionen um den Kraftfutterautomaten (siehe Kapitel 4), d.h. einem Ort, an dem die Kühe schlecht ausweichen können und gleichzeitig eine sehr starke Motivation des Zutritts mitbringen, zu diesem – im Vergleich zum freien Kuhverkehr der AMS-Gruppe – höheren Wert beigetragen haben. Ebenso könnte das 2 Mal täglich stattgefundenen Zusammentreiben zum Melkstand verbunden mit dem teilweise sehr engem Stehen im Wartebereich und im Melkstand zu einer Mehrbelastung der Tiere geführt haben. Es gibt Hinweise, dass negativer Umgang - auch mäßig negativer - sowohl eine akute wie auch eine chronische Stressreaktion auslöst (Coleman et al. 1998, Hemsworth u. Coleman, 1998). In der Melkstandgruppe sind alle Tiere diesem täglichen Umgang ausgesetzt. In der AMS-Gruppe können die weiter oben erwähnten Einschränkungen des Verhaltens der Tiere zu den höheren Cortisolwerten geführt haben.

Wiktorsson et al. (2003) untersuchten das Ruhe- und Melkverhalten von Kühen in einem AMS in Abhängigkeit des Ranges und der Serumkonzentration von Kortisol im Blut. Rangniedere Tiere hatten niedrigere Kortisolkonzentrationen während der Ruhephasen und während dem Melken als ranghohe Tiere. Ein Zusammenhang zwischen der Konzentration von Kortisolmetaboliten und dem Rang eines Tieres konnten in unserer Untersuchung nicht festgestellt werden. Dagegen fand sich bei freiem Kuhverkehr bei Kühen der AMS-Gruppe eine positive Korrelation von Lahmheitsgrad und Kortisolkonzentration (je höher der Lahmheitsgrad desto höher die Kortisolkonzentration). Die Richtung des Zusammenhangs kann hier nicht genannt werden: es könnte sein, dass höhere Kortisolwerte die Prädisposition für Lahmheiten erhöhen. Andererseits stellen auch Erkrankungen Belastungen dar und können zu einer höheren Kortisolkonzentration führen. Jedoch sollten die hier gezeigten Zusammenhänge zwischen Dominanzindex und Lahmheit mit der Kortisolkonzentration vorsichtig interpretiert werden: bei der Analyse der Kortisolmetabolitenkonzentration im Kot konnten einerseits Tiere ab dem 161. Trächtigkeitstag nicht berücksichtigt werden, andererseits ergaben sich innerhalb der Gruppen teilweise weite Streuungen der basalen Konzentrationen, was durch individuelle Unterschiede bei einzelnen Tieren bedingt sein könnte (Mülleider et al., 2003).

Wie auch andere Untersuchungen zeigten, konnte hier bestätigt werden, dass Kühe in einem AMS mit freiem Kuhverkehr geringeren Belastungen ausgesetzt sind als Kühe in einem AMS mit teilgesteuertem Kuhverkehr. Auch im Vergleich zum Melken in einem Fischgrätmelkstand scheinen die Belastungen - unter den gegebenen Faktoren der Haltung, des Managements und des Umganges auf diesem Versuchsbetrieb - geringer zu sein.

Weiterhin führt nicht jeder Stressor zu einer Erhöhung der Glukokortikoidkonzentration (Palme et al., 1999). Auch ohne Anstieg der Kortisolkonzentration kann eine Stresseinwirkung nicht ausgeschlossen werden. Die Werte sind daher gemeinsam mit weiteren, ethologischen und pathologischen Daten abschliessend zu bewerten.

11 Ultraschalluntersuchung an der Zitze des Rindes unter Berücksichtigung von Laktationsstadium und Melktechnik

In Zusammenarbeit mit der II. Medizinischen Universitätsklinik für Klauentiere (Vorstand: Univ. Prof. Dr. W. Baumgartner) wurden im Rahmen einer Dissertation (Dr. med. vet. J. L. Khol) eventuell auftretende morphologische Veränderungen im Bereich der Zitze bedingt durch die Melktechnik sonographisch erhoben.

11.1 Einleitung

Die Sonographie hat in den letzten Jahren in zahlreiche Gebiete der Veterinärmedizin Einzug gehalten. Beim Rind wird diese Untersuchung neben gynäkologischen und orthopädischen Fragestellungen in der Internen Medizin zur Untersuchung des Magen-Darmtraktes, des Harntraktes, der Lunge, des Abdomens, des Nabels, des Herzens sowie der Zitze routinemäßig eingesetzt.

Milchabflussstörungen unterschiedlicher Genese stellen die Hauptindikation für eine sonographische Untersuchung der Zitze dar. Auch Vermessungen des Strichkanals zur Grundlagenforschung zählten zu den Anwendungsgebieten der Sonographie auf dem Gebiet der Rindermedizin.

Ziel dieser Arbeit war es, mittels Sonographie den etwaigen Einfluss zweier unterschiedlicher Melktechniken, eines konventionellen und, erstmals sonographisch, eines automatischen Melksystems, auf die Beschaffenheit des Strichkanals und der Zitzenmorphologie zu erfassen. Ein weiteres Ziel war es zu überprüfen, ob sich die in der Literatur vorhandenen und teilweise widersprüchlichen Hinweise bezüglich verschiedener Einflussfaktoren auf die Abmessung des Strichkanals beim Rind in einer Langzeitstudie bestätigen lassen.

Anhand dieser Fragestellungen sollte auch evaluiert werden, ob sich die Sonographie als Untersuchungsmethode für die Dokumentation der Zitzenmorphologie und besonders des Strichkanals beim Rind eignet.

11.2 Methode

Alle sonographischen Untersuchungen erfolgten mit einem tragbaren Ultraschallgerät SONOACE 600V-KRETZ-Technik (Zipf, Austria) und einem 60 mm Linearschallkopf mit einer Frequenz von 8,5 MHz. Mit diesen Geräten war es möglich, die erhaltenen Ultraschallbilder am Bildschirm einzufrieren und durch Vor- oder Zurückfahren einiger Bilder das passende Bild auszuwählen.

Für die Standbilddokumentation wurde ein Schwarzweiß-Thermodrucker (SONY Inc., Tokio, Japan) mit UPP-110S Type I Papier der Firma SONY (SONY Inc., Tokio, Japan) verwendet. Als Vorlaufstrecke diente ein etwa 5,5 x 4 x 8 cm großer Plastikbecher. Zur Ankopplung der Ultraschallsonde an die Vorlaufstrecke wurde AQUASONIC 100 (PARKER Labs, Fairfield NJ, USA) Ultraschallgel verwendet. Die ausgedruckten Ultraschallbilder wurden mit einer Schublehre HM Helu-2 (Fa. Müllner, Wien) vermessen.

11.2.1 Versuchsaufbau

Im Rahmen des Versuches wurden die Zitzen von 35 Braunvieh- und 39 Fleckviehkühen der Landwirtschaftlichen Bundesversuchsanstalt BVW GmbH in Wieselburg untersucht. In der Zeit vom 5.11.2001 bis 10.1.2003 wurden von allen Tieren einmal im Monat Ultraschallbilder der Zitzen angefertigt.

Die Kühe der Melkstandgruppe wurden zwei Mal täglich gemolken, die durchschnittliche Melkfrequenz der Robotergruppe betrug etwa 2,56 Melkungen pro Tag und Tier.

Insgesamt wurden in 770 Untersuchungen 3080 Ultraschallbilder von 35 Tieren der Melkstandgruppe und 39 Tieren der Robotergruppe angefertigt, wobei 653 Untersuchungen auf laktierende und 117 Untersuchungen auf trockenstehende Kühe entfielen. Die Tiere befanden sich zwischen der ersten und dritten Laktation und wiesen einen Durchschnitt von 1,54 Laktationen (Standartabweichung: 0,57) auf. Die Milchleistung betrug im Schnitt 18,6 l pro Tag, mit einem Minimum von 3 und einem Maximum von 45,8 l.

Die Untersuchung fand für die Melkstandgruppe stets unmittelbar vor dem morgendlichen Melken statt. Im Anschluss daran wurden die Tiere der Robotergruppe (AMS-Gruppe) untersucht.

11.2.2 Methodik der Ultraschalluntersuchung der Zitze

Für die sonographische Untersuchung wurden die Zitzen in einen mit handwarmem Wasser gefüllten Plastikbecher getaucht und der mit Kontaktgel bestrichene Schallkopf an den Becher angedrückt. Der Schallkopf wurde immer so an den Becher angelegt, dass die Zitze vertikal von lateral nach medial geschallt wurde. Der Schallkopf wurde so lange bewegt, bis sich das charakteristische Bild des Strichkanals, eine zentrale hyperechogene Linie begrenzt von hypo- bis anechogenen Banden und der Fürstenberg'schen Rosette als parallele ins Zitzenlumen vorstehende weiße Linien, zeigte (Abb. 58). Erst dann wurde das Bild zur Vermessung ausgedruckt.

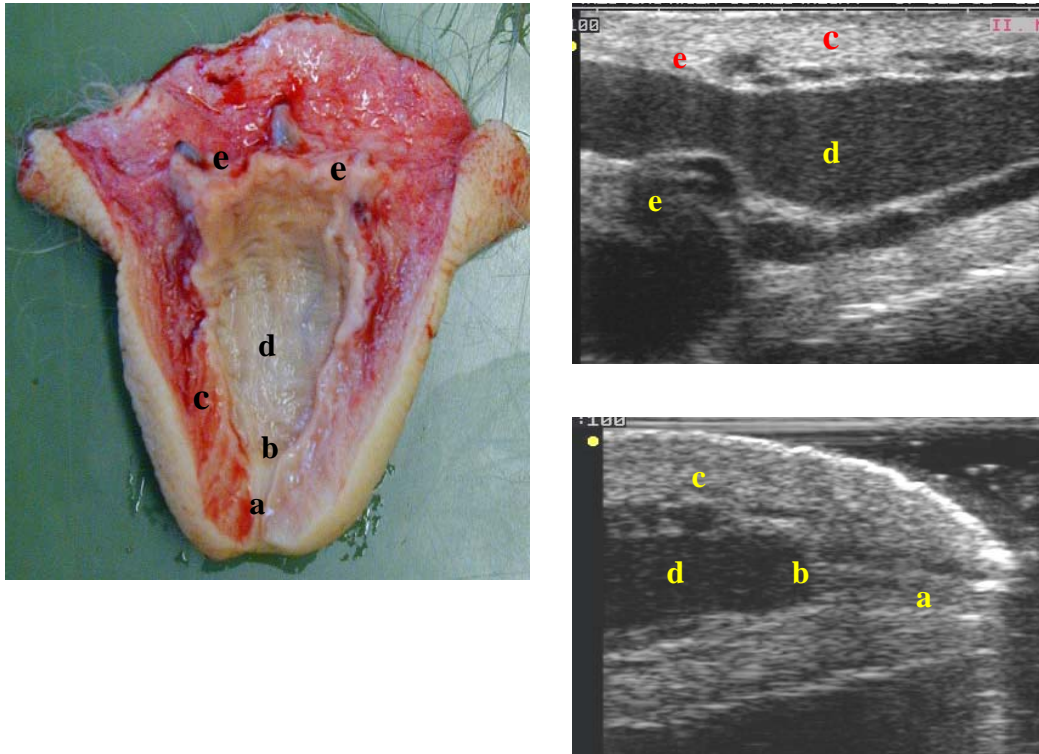


Abb. 58: Vergleichende Darstellung der Rinderzitze im Längsschnitt, Schlachtpreparat und Ultraschallbild. a Strichkanal, b Fürstenberg'sche Rosette, c Zitzenwand, d Zitzenlumen, e Fürstenberg'scher Venenring.

Bei der Vermessung mittels Schublehre wurden folgende Parameter erhoben: Strichkanallänge beginnend von der äußeren Strichkanalmündung bis inklusive Fürstenberg'scher Rosette, Strichkanalbreite in der Mitte des Strichkanals inklusive der beiden dunklen Banden, Zitzenwanddicke mit äußerer Haut und Zitzenzisternenschleimhaut auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette und 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette jeweils sondennahe und sondenfern, sowie das Zitzenlumen 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette. In Abbildung 59 sind die jeweiligen Messpunkte am Ultraschallbild dargestellt.

Auf Grund der unterschiedlichen Wölbung der lateralen Zitzenwand wurden die Strichkanalbreite, die Zitzenwände und das Zitzenlumen im rechten Winkel zum Verlauf des Strichkanals gemessen. Damit sollte eine Standardisierung und eine Minimierung des Messfehlers erreicht werden.

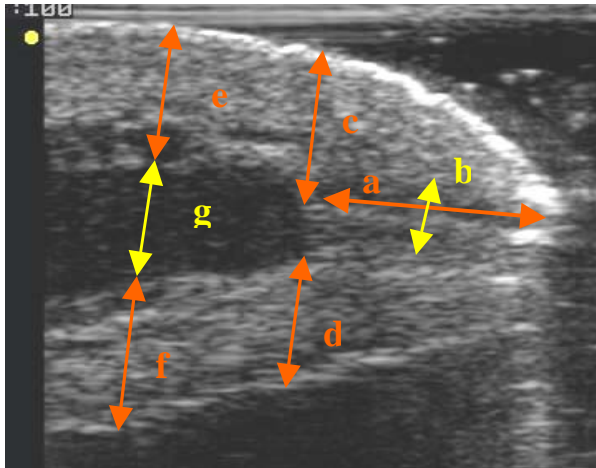


Abb. 59: Vermessung der Zitze am Ultraschallbild. a Strichkanallänge, b Strichkanalbreite, c Zitzenwand sondennahe auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette, d Zitzenwand sondenfern auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette, e Zitzenwand sondennahe 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette, f Zitzenwand sondenfern 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette, g Zitzenlumen 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette.

Die Vermessung mittels Schublehre erlaubte eine Messgenauigkeit von 0,1 mm. Sämtliche Messungen wurden zweimal durchgeführt und anschließend der Mittelwert aus beiden Ergebnissen gebildet. Da die Vermessungen direkt am vergrößerten Bildausdruck und nicht elektronisch am Monitor des Ultraschallgerätes durchgeführt wurden, war es notwendig, die erhaltenen Ergebnisse mit dem Vergrößerungsfaktor von 1,5 auf die tatsächlichen Werte umzurechnen.

11.2.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Versuchsergebnisse erfolgte mit dem "Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program" nach Harvey (1990). Als Signifikanzschwelle wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Im Folgenden werden die zur Auswertung der Messwerte bei laktierenden Kühen verwendeten Modelle dargestellt.

Modell zur Auswertung der Gruppenunterschiede:

Das Modell 1 berücksichtigt als fixe Effekte die Gruppe (Kontrolle – AMS), den Untersuchungstermin (1 - 15), die Laktation (1, 2 und höher), die Zeit zwischen letzter Melkung und Messung (2 = 0 – 60 min, 3 = 61 - 120 min, 4 = 121 - 180 min, 5 = 181 - 240 min, 6 = 241 und mehr Minuten), das Euterviertel (1 = rv, 2 = rh, 3 = lv, 4 = lh), das Schalmtestergebnis (1 = negativ, 2 = +, 3 = ++, 4 = +++) und das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung (BU) (1 = negativ, 2 = positiv). Beim fixen Effekt der Laktation wurde nur zwischen Kühen in der ersten bzw. zweiten Laktation und Kühen in höheren Laktationen unterschieden. Diese Vorgangsweise wurde notwendig, da sich im

ausgewerteten Zeitraum nur wenige Kühe in der dritten bzw. in einer noch höheren Laktation befanden. Das Modell 1 berücksichtigt über den genesteten Effekt „Kuh innerhalb Gruppe“, dass es sich um wiederholte Messungen handelte.

Um signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Eutervierteln darstellen zu können, wurden paarweise lineare Mittelwertvergleiche berechnet. Als Regressionsvariable wurde der Laktationstag und die Tagesmilchleistung berücksichtigt. Um die Genauigkeit der Auswertung zu verbessern, wurde beim Merkmal Laktationstag für jede der beiden Versuchsgruppen eine eigene (individuelle) Regressionskurve geschätzt. In der Auswertung wurden nur Messwerte von Kühen berücksichtigt, deren Laktationstag am Tag der Messung zwischen 15 und 400 lag. Die Auswertung erfolgte jeweils für den 50., 100., 150., 200., 250., 300. und 350. Laktationstag, um die Entwicklung über die gesamte Laktation besser darstellen zu können.

Modell 1:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijklmno} &= \mu + g_i + t_j + l_k + z_l + \\
 &v_m + s_n + b_o + (k : g)_{ip} + \\
 &b_1(Lakt - \overline{Lakt}) + b_2(Lakt - \overline{Lakt})^2 + \\
 &bi_1(Lakt - \overline{Lakt}) + bi_2(Lakt - \overline{Lakt})^2 + \\
 &c_1(Milch - \overline{Milch}) + c_2(Milch - \overline{Milch})^2 + \\
 &e_{ijklmno}
 \end{aligned}$$

- $Y_{ijklmno}$ = beobachteter Merkmalswert
 μ = gemeinsame Konstante (Mittelwert)
 g_i = fixer Effekt der i-ten Gruppe, $i = 1 - 2$
 t_j = fixer Effekt des j-ten Untersuchungstermins, $j = 1 - 15$
 l_k = fixer Effekt der k-ten Laktation, $k = 1 - 2$
 z_l = fixer Effekt des l-ten Zeitabstandes, $l = 2 - 6$
 v_m = fixer Effekt der m-ten Viertel, $m = 1 - 4$
 s_n = fixer Effekt des n-ten Schalmtestergebnis, $n = 1 - 4$
 b_o = fixer Effekt der o-ten bakteriologischen Untersuchung (BU), $o = 1 - 2$
 $(k:g)_{ip}$ = genesteter Effekt der Kuh k_p der Gruppe g_i ; $i = 1, 2$; $p = 1, \dots, 71$
 b_1 = linearer Regressionskoeffizient des Laktationstages
 b_2 = quadratischer Regressionskoeffizient des Laktationstages
 bi_1 = linearer individueller Regressionskoeffizient des Laktationstages für die Gruppe G_i ; $i = 1, 2$

- b_{i2} = quadratischer individueller Regressionskoeffizient des Laktationstages für die Gruppe G_i ; $i = 1, 2$
- Lakt = Effekt des Laktationstages (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350)
- c_1 = linearer Regressionskoeffizient der Tagesmilchleistung
- c_2 = quadratischer Regressionskoeffizient der Tagesmilchleistung
- Milch = Effekt der Tagesmilchleistung
- $e_{ijklmno}$ = Residualstandardabweichung

Modell zur Auswertung der Rassenunterschiede:

Das Modell 2 berücksichtigt als fixe Effekte die Gruppe (Kontrolle – AMS), die Rasse (1= Fleckvieh, 2 = Braunvieh), den Untersuchungstermin (1 - 15), die Laktation (1, 2 und höher), die Zeit zwischen letzter Melkung und Messung (2 = 0 – 60 min, 3 = 61 - 120 min, 4 = 121 - 180 min, 5 = 181 -240 min, 6 = 241 und mehr Minuten), das Euterviertel (1 = rv, 2 = rh, 3 = lv, 4 = lh), das Schalmtestergebnis (1 = negativ, 2 = +, 3 = ++, 4 = +++) und das Ergebnis der bakteriologischen Untersuchung (BU) (1 = negativ, 2 = positiv). Beim fixen Effekt der Laktation wurde nur zwischen Kühen in der ersten bzw. zweiten Laktation und Kühen in höheren Laktationen unterschieden. Diese Vorgangsweise wurde notwendig, da sich im ausgewerteten Zeitraum nur wenige Kühe in der dritten bzw. noch höheren Laktation befanden. Um signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Vierteln darstellen zu können, wurden paarweise lineare Mittelwertvergleiche berechnet.

Als Regressionsvariable wurde der Laktationstag und die Tagesmilchleistung berücksichtigt. Um die Genauigkeit der Auswertung zu verbessern, wurde beim Merkmal Laktationstag für jede der beiden Versuchsgruppen eine eigene (individuelle) Regressionskurve geschätzt. In der Auswertung wurden nur Messwerte von Kühen berücksichtigt, deren Laktationstag am Tag der Messung zwischen 15 und 400 lag. Die Auswertung erfolgte jeweils für den 50., 100., 150., 200., 250., 300. und 350. Laktationstag, um die Entwicklung über die gesamte Laktation besser darstellen zu können.

Modell 2:

$$\begin{aligned}
 Y_{ijklmnop} = & \mu + g_i + r_j + t_k + l_l + z_m + \\
 & v_n + s_o + b_p + \\
 & b_1(Lakt - \overline{Lakt}) + b_2(Lakt - \overline{Lakt})^2 + \\
 & b_{i1}(Lakt - \overline{Lakt}) + b_{i2}(Lakt - \overline{Lakt})^2 + \\
 & c_1(Milch - \overline{Milch}) + c_2(Milch - \overline{Milch})^2 + \\
 & e_{ijklmnop}
 \end{aligned}$$

- $Y_{ijklmnop}$ = beobachteter Merkmalswert
 μ = gemeinsame Konstante (Mittelwert)
 g_i = fixer Effekt der i-ten Gruppe, $i = 1 - 2$
 r_j = fixer Effekt der j-ten Rasse, $j = 1 - 2$
 t_k = fixer Effekt des k-ten Untersuchungstermins, $k = 1 - 15$
 l_l = fixer Effekt der l-ten Laktation, $l = 1 - 2$
 z_m = fixer Effekt des m-ten Zeitabstandes, $m = 2 - 6$
 v_n = fixer Effekt der n-ten Viertel, $n = 1 - 4$
 s_o = fixer Effekt des o-ten Schalmtestergebnis, $o = 1 - 4$
 b_p = fixer Effekt der p-ten bakteriologischen Untersuchung (BU), $p = 1 - 2$
 b_1 = linearer Regressionskoeffizient des Laktationstages
 b_2 = quadratischer Regressionskoeffizient des Laktationstages
 b_{i1} = Linearer individueller Regressionskoeffizient des Laktationstages für die Gruppe G_i ; $i = 1, 2$
 b_{i2} = quadratischer individueller Regressionskoeffizient des Laktationstages für die Gruppe G_i ; $i = 1, 2$
Lakt = Effekt des Laktationstages (50, 100, 150, 200, 250, 300, 350)
 c_1 = linearer Regressionskoeffizient der Tagesmilchleistung
 c_2 = quadratischer Regressionskoeffizient der Tagesmilchleistung
Milch = Effekt der Tagesmilchleistung
 $e_{ijklmnop}$ = Residualstandardabweichung

Zur Auswertung der Messwerte bei trockenstehenden Kühen wurden folgende Modelle verwendet:

Modell zur Auswertung der Gruppenunterschiede

Das Modell 3 berücksichtigt als fixe Effekte die Gruppe (Kontrolle – AMS), den Untersuchungstermin (1 - 15), die Laktation (1, 2 und höher), die Zeit zwischen letzter Melkung und Messung (2 = 0 – 60 min, 3 = 61 - 120 min, 4 = 121 - 180 min, 5 = 181-240 min, 6 = 241 und mehr Minuten), und das Euterviertel (1 = rv, 2 = rh, 3 = lv, 4 = lh). Beim fixen Effekt der Laktation wurde nur zwischen Kühen in der ersten bzw. zweiten Laktation und Kühen in höheren Laktationen unterschieden. Diese Vorgangsweise wurde notwendig, da sich im ausgewerteten Zeitraum nur wenige Kühe in der dritten bzw. in einer noch höheren Laktation befanden. Das Modell 3 berücksichtigt über den genesteten Effekt „Kuh innerhalb Gruppe“, dass es sich um wiederholte Messungen handelte. Um signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Viertel darstellen zu können, wurden paarweise lineare Mittelwertvergleiche berechnet.

Modell 3:

$$Y_{ijklm} = \mu + g_i + t_j + l_k + z_l + v_m + (k : g)_{ip} + e_{ijklm}$$

Y_{ijklm} = beobachteter Merkmalswert

μ = gemeinsame Konstante (Mittelwert)

g_i = fixer Effekt der i-ten Gruppe, $i = 1 - 2$

t_j = fixer Effekt des j-ten Untersuchungstermins, $j = 1 - 15$

l_k = fixer Effekt der k-ten Laktation, $k = 1 - 2$

z_l = fixer Effekt des l-ten Zeitabstandes, $l = 2 - 6$

v_m = fixer Effekt der m-ten Viertel, $m = 1 - 4$

$(k:g)_{ip}$ = genesteter Effekt der Kuh k_p in der Gruppe g_i ; $i = 1, 2$; $p = 1, \dots, 53$

e_{ijklm} = Residualstandardabweichung

Modell zur Auswertung der Rassenunterschiede

Das Modell 4 berücksichtigt als fixe Effekte die Gruppe (Kontrolle – AMS), den Untersuchungstermin (1 - 15), die Laktation (1, 2 und höher), die Zeit zwischen letzter Melkung und Messung (2 = 0 – 60 min, 3 = 61 - 120 min, 4 = 121 - 180 min, 5 = 181 -240 min, 6 = 241 und mehr Minuten), und das Euterviertel (1 = rv, 2 = rh, 3 = lv, 4 = lh). Beim fixen Effekt der Laktation wurde nur zwischen Kühen in der ersten bzw. zweiten Laktation und Kühen in höheren Laktationen unterschieden. Diese Vorgangsweise wurde notwendig, da sich im ausgewerteten Zeitraum nur wenige Kühe in der dritten bzw. noch höheren Laktation befanden. Um signifikante Differenzen zwischen den einzelnen Vierteln darstellen zu können, wurden paarweise lineare Mittelwertvergleiche berechnet.

Modell 4:

$$Y_{ijklmn} = \mu + g_i + r_j + t_k + l_l + z_m + v_n + e_{ijklmn}$$

Y_{ijklmn} = beobachteter Merkmalswert

μ = gemeinsame Konstante (Mittelwert)

g_i = fixer Effekt der i-ten Gruppe, $i = 1 - 2$

r_j = fixer Effekt der j-ten Rasse, $j = 1 - 2$

t_k = fixer Effekt des k-ten Untersuchungstermins, $k = 1 - 15$

l_l = fixer Effekt der l-ten Laktation, $l = 1 - 2$

z_m = fixer Effekt des m-ten Zeitabstandes, $m = 2 - 6$

v_n = fixer Effekt der n-ten Viertel, $n = 1 - 4$

e_{ijklmn} = Residualstandardabweichung

11.3 Resultate

11.3.1 Strichkanallänge

Die Strichkanallänge nahm bei beiden Gruppen vom Laktationsanfang bis zum Ende der Laktation zu. In der Robotergruppe setzte sich dieser Anstieg in der Trockenstehperiode fort, wohingegen bei der Melkstandgruppe die Strichkanallänge wieder zurückging. Bis zum 250. Laktationstag waren signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen vorhanden. In Abbildung 60 sind diese Ergebnisse dargestellt.

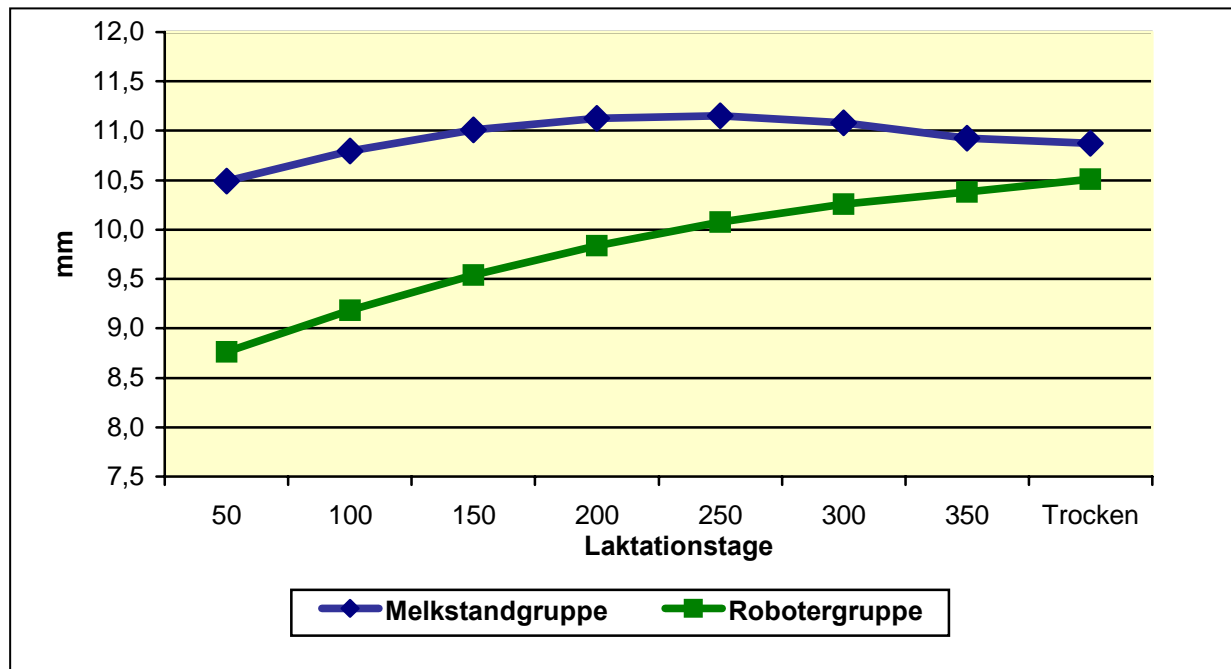


Abb. 60: Mittelwerte der Strichkanallänge (mm) im Laktationsverlauf

Bei laktierenden Kühen war ein Einfluss auf die Strichkanallänge von der Laktationszahl ($P = 0,004$), des Euterviertels ($P = 0,0243$), des Messtermins ($P < 0,0001$) und der Milchleistung ($P = 0,0257$) vorhanden. Was die trockenstehenden Tiere betraf, wurde die Strichkanallänge nur vom Messtermin ($P = 0,0090$) beeinflusst. Bei den Eutervierteln ergab sich ein signifikanter Unterschied zwischen dem rechten Hinterviertel und dem linken Vorderviertel.

Ein Einfluss des Laktationstages auf die Strichkanallänge war vom Beginn der Laktation bis zum 250. Laktationstag vorhanden ($P < 0,0001 - 0,0224$). Am Ende der Laktation war kein signifikanter Einfluss mehr feststellbar.

Die statistische Auswertung ergab über den gesamten Laktationsverlauf und bei trockenstehenden Tieren hochsignifikante Rasseunterschiede in der Strichkanallänge, wobei Fleckviehkühe einen längeren Strichkanal als Braunviehkühe aufwiesen.

11.3.2 Strichkanalbreite

Die Strichkanalbreite stieg in beiden Gruppen über die Laktation leicht an, wobei der Anstieg in der Robotergruppe etwas stärker ausgeprägt war. Nach dem Trockenstellen war in beiden Gruppen ein deutlicher Anstieg der Strichkanalbreite zu verzeichnen. Signifikante Gruppenunterschiede waren nur am Laktationsbeginn vorhanden (Abb. 61).

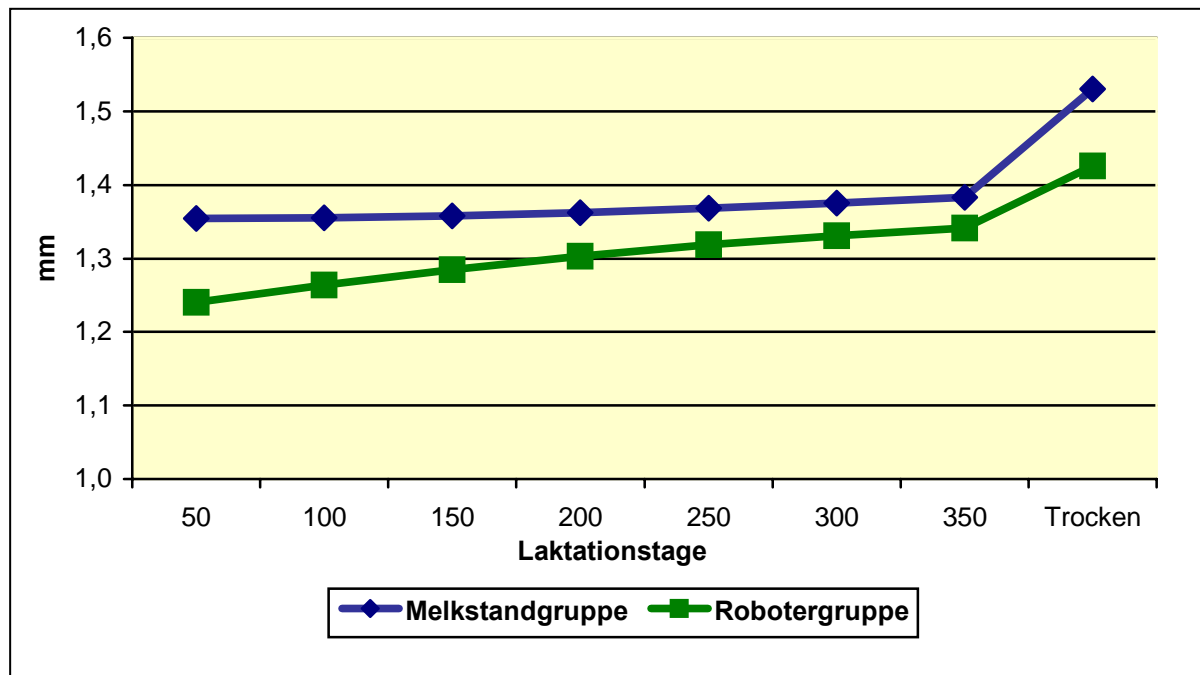


Abb. 61: Mittelwerte der Strichkanalbreite (mm) im Laktationsverlauf

Die Strichkanalbreite wies während der Laktation eine Abhängigkeit vom Euterviertel ($P = 0,0214$) und dem Messtermin ($P < 0,0001$) auf. Der Laktationstag übte keinen Einfluss auf die Breite des Strichkanals aus. Das rechte vordere Euterviertel unterschied sich signifikant vom linken hinteren. Diese Einflüsse waren in der Trockenstehperiode nicht vorhanden.

Bei der Strichkanalbreite ergab die Auswertung einen hochsignifikanten Rasseunterschied über den gesamten Untersuchungszeitraum mit einem breiteren Strichkanal bei Fleckkühen gegenüber Braunviehkühen.

11.3.3 Zitzenwanddicke auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette

11.3.3.1 Sondennah

Die Dicke der sondennahen Zitzenwand auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette blieb in beiden Gruppen im Laktationsverlauf annähernd gleich. In der Trockenstehperiode fiel die Wandstärke in beiden Gruppen jedoch ab. Signifikante Gruppenunterschiede waren nur zwischen dem 100. und 200. Laktationstag vorhanden.

Über den gesamten Untersuchungszeitraum waren hochsignifikante Rasseunterschiede vorhanden, wobei Kühe der Rasse Fleckvieh dickere Zitzenwände als Braunviehkühe aufwiesen.

11.3.3.2 *Sondenfern*

Die sondenferne Zitzenwand auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette veränderte sich im Laufe der Laktation kaum, nach dem Trockenstellen nahm sie in der Melkstandgruppe an Dicke ab, in der Robotergruppe hingegen zu. Signifikante Gruppenunterschiede waren nur am Laktationsbeginn vorhanden.

Die Rasseunterschiede waren, sowohl während der Laktation als auch in der Trockenstehperiode, hochsignifikant mit einer dickeren Wand bei Fleckviehkühen.

11.3.4 Zitzenwanddicke 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette

11.3.4.1 *Sondennah*

Bei der sondennahen Zitzenwand 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette zeigte sich in beiden Gruppen eine geringgradige Zunahme der Wandstärke im Laufe der Laktation. Nach dem Trockenstellen nahm die Wandstärke in der Melkstandgruppe ab, während sie in der Robotergruppe weiter geringgradig anstieg. Bis zum 300. Laktationstag waren signifikante Gruppenunterschiede vorhanden, welche aber am 350. Laktationstag und während der Trockenstehperiode nicht ausgeprägt waren.

Signifikante Rasseunterschiede waren während der gesamten Laktation, nicht aber in der Trockenstehperiode vorhanden wobei Fleckviehkühe eine dickere Zitzenwand als Braunviehkühe aufwiesen.

11.3.4.2 *Sondenfern*

Die sondenferne Zitzenwanddicke 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette veränderte sich im Zuge der Laktation nur wenig. Sie stieg in beiden Gruppen leicht an, wobei mit Ausnahme der Spätlaktation signifikante Gruppenunterschiede vorhanden waren. Nach dem Trockenstellen nahm die Wanddicke in beiden Gruppen deutlich ab, signifikante Gruppenunterschiede waren nicht vorhanden.

Während der gesamten Laktation war ein signifikanter Rasseunterschied vorhanden, Fleckviehkühe wiesen eine dickere Wand als Braunviehkühe auf.

11.3.5 Zitzenlumen 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette

Das Zitzenlumen nahm in der Robotergruppe im Laufe der Laktation ab, in der Melkstandgruppe hingegen nahm es zunächst ab, um dann wieder etwas größer zu werden. Die Gruppenunterschiede waren mit Ausnahme der späten Laktation hochsignifikant. In der Trockenstehperiode nahm das Zitzenlumen in der Melkstandgruppe jedoch wieder an Stärke zu, während es in der Melkrobotergruppe weiter sank.

Mit Ausnahme der Trockenstehperiode waren hochsignifikante Rasseunterschiede vorhanden, wobei Braunviehkühe ein breiteres Zitzenlumen als Fleckviehkühe aufwiesen.

11.4 Diskussion

11.4.1 Strichkanallänge

Sowohl in der Melkstand- als auch in der Robotergruppe nahm die Strichkanallänge im Lauf der Laktation zu. Diese Ergebnisse decken sich mit dem von McDonald (1973) und Oldham et al. (1991) vor allem zu Laktationsbeginn gefundenen Anstieg der Strichkanallänge. Ein möglicher Grund dafür könnte nach Hamann (1989), Hamann et al. (1994) und McDonald (1975) die durch den Milchentzug auf den Strichkanal einwirkenden Zug- und Scherkräfte darstellen.

In der Trockenstehperiode war in der Melkstandgruppe ein Rückgang der Strichkanallänge zu beobachten, während er in der Robotergruppe weiter anstieg. Dieser Gruppenunterschied lässt sich mit der von Oldham et al. (1991) gefundenen Tatsache erklären, dass die Strichkanallänge nach dem Trockenstellen, bedingt durch den erhöhten intramammären Druck, zunächst abnahm, nach etwa einer Woche jedoch wieder anstieg.

Bis zum 250. Laktationstag waren signifikante Unterschiede zwischen den Strichkanallängen beider Gruppen vorhanden, wobei die Mittelwerte der Robotergruppe stets unter jenen der Melkstandgruppe lagen. Eine mögliche Erklärung dieser Unterschiede könnte in der Melktechnik liegen. Obwohl die Melkfrequenz bei Tieren der Robotergruppe höher als bei jenen der Melkstandgruppe lag, wäre es möglich, dass der Milchentzug im Melkroboter schonender für den Strichkanal gewesen sein könnte. Es besteht die Möglichkeit, dass der häufigere Milchentzug und dadurch der geringere Anstieg des intramammären Druckes, sowie das im Melkroboter durchgeführte sequentielle Abnehmen der Zitzenbecher und damit geringere Trockenmelken diese Unterschiede hervorrufen könnte.

Es muss aber auch in Erwägung gezogen werden, dass eventuell in der Robotergruppe die Zitze zum Untersuchungszeitpunkt stärker mit Milch gefüllt war als bei den Tieren der Melkstandgruppe. Dadurch würde es zu einer Dehnung der Zitze und damit verbunden zu einer Verkürzung des Strichkanals kommen. Dies wäre durch die für die Tiere der Robotergruppe ungewohntere Manipulation am Euter im Zuge der Ultraschalluntersuchung und den möglicherweise damit verbundenen höheren Anrüstgrad erklärbar.

Der bei laktierenden Kühen gefundene Einfluss der Laktationszahl auf die Strichkanallänge deckt sich mit den Angaben von McDonald (1968) und Hamann (1989). Eine mögliche Ursache für die Zunahme der Strichkanallänge könnte in der Belastung des Zitzengewebes und des Strichkanals durch den maschinellen Milchentzug liegen.

Über den Einfluss der Milchleistung auf die gemessene Strichkanallänge sind keine Literaturangaben vorhanden. Eine mögliche Ursache könnte in der stärkeren Dehnung der Zitze bei Hochleistungstieren und einer damit einhergehenden Verkürzung des Strichkanals liegen.

Der zu Beginn der Laktation vorhandene signifikante Einfluss des Laktationsstadiums auf die Strichkanallänge findet bei McDonald (1973) und Oldham et al. (1991) Bestätigung. Auch dieses Ergebnis könnte durch die zu Laktationsbeginn und in der Hochlaktation besonders starke Belastung des Strichkanals durch intramammären Druck und Milchentzug eine mögliche Erklärung finden.

Der Strichkanal war über den gesamten Untersuchungszeitraum beim Fleckvieh signifikant länger als beim Braunvieh. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von Klein (2003) und

Seyfried (1992), bei deren Untersuchungen Tiere der Rasse Fleckvieh längere Strichkanäle als Braunviehkühe aufwiesen.

11.4.2 Strichkanalbreite

Die Strichkanalbreite stieg in beiden Gruppen während der Laktation nur wenig an, wobei der Anstieg in der Robotergruppe und hier vor allem zu Laktationsbeginn etwas stärker ausgeprägt war. Nach McDonald (1973) nahm der Strichkanaldurchmesser vor allem am Anfang und am Ende der Laktation zu. Eine mögliche Erklärung für den Anstieg der Strichkanalbreite lag nach Katona und Mészáros (1971) in einer gesteigerten Verhornung, ausgelöst durch den mechanischen Reiz des maschinellen Milchentzugs.

In der Trockenstehperiode nahm in beiden Gruppen die mittlere Strichkanalbreite deutlich zu. Dies deckt sich mit der von Comalli et al. (1984) und Oldham et al. (1991) gefundenen Zunahme des Strichkanallumens zu Beginn der Trockenstehzeit. Laut Oldham et al. (1991) lag die Erklärung für die Zunahme des Strichkanallumens an der Zunahme des intramammären Drucks zu Beginn der Trockenstehzeit, während Comalli et al. (1984) strukturelle Veränderungen des Strichkanals und den Tonus des Musculus sphincter papillae als mögliche Ursache erwogen.

Signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen waren lediglich zu Laktationsbeginn vorhanden.

Der aufgezeigte Einfluss des Euterviertels auf die Strichkanalbreite lässt sich durch die Ergebnisse von Appelman (1970) und Hebel (1978), nach denen die Strichkanalbreite unter anderem von der Form der Zitzen spitze abhing, erklären. Mit Länge und Dicke die Zitze nahm die Strichkanallänge zu und je länger sich der Strichkanal darstellte um so breiter war dieser wiederum (Hebel, 1978). Weiters war der Strichkanal nach Appelman (1970) bei Zitzen mit spitzen oder runden Zitzenkuppen breiter als bei solchen mit flachen oder eingezogenen Zitzenkuppen. Hamann u. Burvenich (1994) stellten außerdem fest, dass der Strichkanaldurchmesser an den Hinterzitzen signifikant größer als an den Vorderzitzen war.

Ebenso wie bei der Länge ergab sich auch bei der Strichkanalbreite über die gesamte Laktation und die Trockenstehperiode ein signifikanter Rasseunterschied mit einem breiteren Strichkanal bei Fleckviehkühen gegenüber Braunviehkühen. Dies widerspricht den Ergebnissen von Klein (2003), die bei Fleckviehtieren einen signifikant schmäleren Durchmesser als bei Tieren der Rasse Braunvieh ermittelte. Bei der Interpretation der Daten zur Strichkanalbreite muss aber vorsichtig vorgegangen werden, da die erhobenen Messwerte sehr klein waren. Dies könnte sowohl durch den Messfehler als auch durch eventuell vorhandene Unterschiede in der Messtechnik leicht zu Fehleinschätzungen führen.

11.4.3 Zitzenwanddicke

Im Folgenden werden die Ergebnisse bezüglich der Zitzenwanddicke auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette sondennahe und sondenfern, sowie der Wanddicke 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette jeweils sondennahe und sondenfern gemeinsam diskutiert.

Die Dicke der Zitzenwand änderte sich im Laufe der Laktation an allen vier Messstellen nur geringgradig. In der Robotergruppe nahm die Wanddicke an allen vier Punkten im Laufe der

Laktation etwas zu. Bei der Melkstandgruppe blieb die Wanddicke auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette sondennahe annähernd gleich, wohingegen sie sondenfern geringgradig abnahm. 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette nahm auch die Zitzenwanddicke in der Melkstandgruppe sowohl sondennahe als auch sondenfern etwas zu. Die Zu- bzw. Abnahmen der Wanddicke fielen aber so gering aus, dass bei der Interpretation wiederum Vorsicht geboten scheint.

Aufgrund der eigenen Ergebnisse lässt sich lediglich eine geringgradige Tendenz zur Zunahme der Wanddicke im Laktationsverlauf erkennen, wobei die Zunahmen in der Robotergruppe etwas deutlicher vorhanden waren.

Auffällig war jedoch, dass die Zitzenwanddicke an allen vier Messstellen im Verlauf der gesamten Laktation in der Melkrobotergruppe dünner war als bei den Tieren der Melkstandgruppe. Wie schon bei der Strichkanallänge erwähnt, könnte die Erklärung auch für dieses Phänomen in einer höheren Milchfüllung der Zitze bei Tieren der Robotergruppe liegen, die zu einer Komprimierung der Zitzenwand führen könnte. Dafür spricht auch die Tatsache, dass der Gruppenunterschied in der Zitzenwanddicke nach dem Trockenstellen nicht mehr bzw. nur in sehr geringem Ausmaße vorhanden war. Bei der Beurteilung der Ergebnisse für die proximale Zitzenwanddicke nach dem Trockenstellen gilt aber zu bedenken, dass nur eine relativ kleine Probenanzahl zur Vermessung zur Verfügung stand.

Im Bezug auf den Rasseinfluss auf die Zitzenwanddicke war an allen vier Messstellen über die gesamte Laktation ein signifikanter Unterschied zwischen den Rassen vorhanden, wobei die Zitzenwand beim Fleckvieh stets dicker als jene beim Braunvieh war. Klein (2003) stellte bei Ultraschalluntersuchungen an Rinderzitzen ebenfalls fest, dass Tiere der Rasse Fleckvieh dickere Zitzenwände als jene der Rasse Braunvieh aufwiesen.

Der Unterschied war bei den Wanddicken auf Höhe der Fürstenberg'schen Rosette auch in der Trockenstehperiode noch signifikant vorhanden. 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette war nach dem Trockenstellen hingegen kein signifikanter Rasseunterschied in der Zitzenwanddicke mehr messbar.

11.4.4 Zitzenlumen

Der Durchmesser des Zitzenlumens 1,5 cm proximal der Fürstenberg'schen Rosette nahm in beiden Gruppen im Laktationsverlauf ab. Diese Abnahme war in der Robotergruppe deutlicher ausgeprägt als in der Melkstandgruppe. Mit Ausnahme der Spätlaktation waren über den gesamten Laktationsverlauf hochsignifikante Gruppenunterschiede vorhanden. Nach dem Trockenstellen nahm das Zitzenlumen in der Robotergruppe weiterhin ab, wohingegen es in der Melkstandgruppe wieder etwas an Stärke zulegte. Wie schon bei der Diskussion der Zitzenwanddicke erwähnt, sei hier erneut auf die Tatsache hingewiesen, dass von den proximalen Zitzenparametern bei trockenstehenden Tieren nur wenige Werte erhoben werden konnten. Da der Durchmesser des Zitzenlumens vor allem durch den Füllungsgrad der Zitze bedingt ist, scheint ein Zusammenhang mit der im Laufe der Laktation abnehmenden Milchmenge möglich. Eine Erklärung für den Unterschied zwischen den beiden Gruppen könnte wiederum in der vermehrten Füllung der Zitzenzisterne zum Untersuchungszeitpunkt bei Tieren der Melkrobotergruppe liegen.

Fleckviehkühe wiesen über den gesamten Laktationsverlauf und in der Trockenstehperiode ein größeres Zitzenlumen als Braunviehtiere auf. Während der Unterschied bei laktierenden

Tieren signifikant ausgeprägt war, erreichte er bei den trockenstehenden Tieren nicht die Signifikanzschwelle. Bei der von Klein (2003) durchgeführten Studie wiesen Fleckviehtiere ebenfalls einen dickeren Zitzendurchmesser als Braunviehtiere auf.

11.4.5 Eignung der Sonographie

Die Sonographie erwies sich zur Darstellung und anschließenden Vermessung der Strukturen der Rinderzitze als sehr gut geeignet. Mit der angewandten Methode konnte eine gute Darstellung der Zitze mit Zitzenwand, Zitzenlumen und Strichkanal erreicht werden. Die Anwendung der Sonographie an der Rinderzitze war einfach, schnell und rief kaum Abwehrreaktionen durch die untersuchten Tiere hervor.

Die mittels Ultraschalluntersuchung erbrachten Ergebnisse zeigten eine hohe Übereinstimmung mit in der Literatur vorhandenen und durch andere Methoden gewonnenen Angaben.

Diese Tatsachen lassen die Sonographie als eine geeignete Untersuchungsmethode an der Rinderzitze erscheinen. Im Besonderen bei Fragestellungen mit einer großen Zahl durchzuführenden Untersuchungen, wie etwa bei Verlaufsstudien, kann die Sonographie an der Rinderzitze erfolgreich eingesetzt werden.

Die aufgezeigten Einflussfaktoren auf die bovine Zitze zeigen, dass die Morphologie und der physiologische Zustand der Rinderzitze von zahlreichen inneren und äußeren Faktoren abhängt. Weitere Untersuchungen wären notwendig, um die Auswirkungen dieser Einflussfaktoren auf die Zitze näher zu bestimmen und ihre Rolle im Bezug auf den Zustand der Zitze zu durchleuchten. Mit der Sonographie steht eine zeitgemäße, adäquate und nichtinvasive Methode für derartige Untersuchungen zur Verfügung.

11.5 Zusammenfassung

An Ultraschallbildern von Rinderzitzen wurden die Werte von Strichkanallänge, Strichkanalbreite, der Wanddicke an vier verschiedenen Messpunkten und der Durchmesser des Zitzenlumens erhoben.

Von 35 Braunvieh- und 39 Fleckviehkühen wurden in einem Zeitraum von 13 Monaten monatlich Ultraschallbilder der Zitzen angefertigt. Die Tiere waren in zwei gemischte Gruppen mit Fleck- und Braunvieh, von denen eine mit einem Melkroboter und die andere in einem Melkstand gemolken wurde, unterteilt.

Die Strichkanallänge und -breite stiegen bei beiden Gruppen im Laktationsverlauf an, die Strichkanallänge stärker als die Strichkanalbreite. Im Bezug auf die Strichkanallänge waren signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen vorhanden, die Tiere der Robotergruppe wiesen kürzere Strichkanäle als jene der Melkstandgruppe auf. Bei der Strichkanalbreite waren signifikante Unterschiede nur zu Laktationsbeginn vorhanden. Nach dem Trockenstellen nahm die Strichkanalbreite in beiden Gruppen zu. Fleckviehkühe hatten einen signifikant längeren und breiteren Strichkanal als Braunviehkühe.

Die Zitzenwand nahm bei beiden Gruppen im Laufe der Laktation an Dicke zu. Die Zitzenwände der Robotergruppe waren während der Laktation dünner als jene der

Melkstandgruppe, nach dem Trockenstellen gab es nur mehr geringe Unterschiede. Fleckviehtiere hatten eine dickere Zitzenwand als Braunviehtiere.

Der Durchmesser des Zitzenlumens verringerte sich in beiden Gruppen im Laktationsverlauf. In der Robotergruppe war das Zitzenlumen größer als in der Melkstandgruppe. Fleckviehkühe zeigten einen größeren Durchmesser der Zitzenzisterne als Braunviehtiere.

Mit Hilfe der Sonographie konnten Unterschiede in der Zitzenmorphologie zwischen Roboter- und Melkstandgruppe aufgezeigt werden.

Vor allem die Tatsache, dass sowohl die Länge als auch die Breite des Strichkanals in der Robotergruppe kleiner war könnte auf eine geringere Belastung des Zitzengewebes durch den Milchentzug mittels Melkroboter hindeuten. Katona u. Mészáros (1971) zeigten in ihrer Arbeit, dass es bei maschinell gemolkenen Kühen, im Vergleich zu händisch gemolkenen zu einer Verdickung der Hornschicht des Strichkanals auf das Zwei- bis Dreifache kommt. Weiters bedingt der Milchentzug eine Verlängerung des Strichkanals (McDonald, 1968).

Eine mögliche Erklärung für die geringere Belastung der Zitzen liegt in der höheren Melkfrequenz und dem dadurch bedingten geringeren Anstieg des intramammären Drucks in der Zwischenmelkzeit bei Kühen der Robotergruppe. Auch das in der Robotergruppe praktizierte sequentielle Abnehmen der Zitzenbecher könnte eine Entlastung für das Zitzengewebe darstellen.

Die Sonographie erwies sich für die Darstellung der Strukturen der bovinen Zitze als gut geeignet, und bewährte sich als einfach anwendbare, schnell durchführbare und tierschonende Untersuchungsmethode. Die mittels Ultraschalls erhobenen Ergebnisse decken sich mit in der Literatur vorhandenen und durch andere Methoden ermittelten Angaben. Mittels Sonographie konnte jedenfalls der Einfluss von Laktationszahl und- stadium, Milchleistung, Euterviertel und Untersuchungszeitpunkt auf die Morphologie der Rinderzitze aufgezeigt werden. Die hier dargestellten Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Milchentzug mittels diesem hier verwendeten Melkroboter geringe Einflüsse auf die Morphologie der Zitze ausübt. Jedoch müssten diese Ergebnisse auf einer breiteren Basis überprüft werden, um die Rolle der verschiedenen Einflussfaktoren auf die Zitze näher bestimmen zu können, wozu die Sonographie eine geeignete Methode darstellt.

12 Klauengesundheit und Lahmheit in Zusammenhang mit einem AMS

In Zusammenarbeit mit der Universitätsklinik für Orthopädie bei Huf- und Klauentieren (Vorstand: O. Univ. Prof. Dr. Ch. Stanek) wurden im Rahmen einer Dissertation (Dr. med. vet. B. Vosika) Erhebungen zu Klauengesundheit und Lahmheit durchgeführt.

12.1 Einleitung

Beim Milchrind zählen Klauenleiden neben Fruchtbarkeitsproblemen und Euterentzündungen zu den häufigsten Krankheiten (Lischer et al., 2001). Nach Stanek (2000, 1997) stehen Klauenerkrankungen der Milchkuh an dritter Stelle der krankheitsbedingten Abgangsursachen hinter den dominierenden Fruchtbarkeitsproblemen und den Mastitiden, aber unter schlechten Haltungsbedingungen können diese Erkrankungen des Bewegungsapparates sogar den zweiten Platz einnehmen. Im Jahr 2000 konnten Klauenerkrankungen mit 11 % als Abgangsursache verzeichnet werden (Landmann, 2001). Nach Lischer et al. (2000a) muss jährlich durchschnittlich jede 4. Milchkuh wegen einer Lahmheit behandelt werden. Greenough u. Weaver (1997) befinden eine jährliche Lahmheitsinzidenz von maximal 10 % der Tiere einer Herde wirtschaftlich gerade noch tolerierbar. Dieser Prozentsatz wird in den meisten Herden allerdings um einiges überschritten. In Deutschland müssen ca. 20 % aller Kühe mindestens ein mal pro Jahr auf Grund von Lahmheit behandelt werden (Zeddies, 1997). Verschiedene Autoren sprechen von durchschnittlichen Lahmheitshäufigkeiten in Milchviehherden von 15-17 % (Esslemont u. Wassell, 1990) über 54 % (Clarkson et al., 1996) bis hin zu 60 % (Ward, 1999). In einer in Österreich durchgeführten Studie lag die Lahmheitsprävalenz auf 80 untersuchten Betrieben im Mittel bei 36 % (Mülleider u. Waiblinger, 2003).

Klauenprobleme werden sowohl durch exogene, als auch durch endogene Faktoren verursacht. Man unterscheidet eine Vielzahl von Faktoren, die für Schäden an den Klauen verantwortlich sein können. Dazu zählen unter anderem die Fütterung, Hornqualität, Tieralter, Rasse, genetische Disposition (Distl u. Schmid, 1993), Feuchtigkeit, Art und Zustand des Bodens, Liegefläche, Platzangebot, Klauenpflegemaßnahmen und Stress (Greenough u. Weaver, 1997, Köbrich, 1993, Offer et al., 2000). Auch die Geduld der Viehtreiber spielt eine wichtige Rolle. Je aggressiver die Tiere getrieben werden, umso schwerwiegender sind die Veränderungen (Clackson u. Ward, 1991). Die Hornqualität wird durch Stoffwechselbelastungen (Trächtigkeit, Laktation) und auch durch die Fütterung stark beeinflusst. Weiters üben fehlerhafte Haltungssysteme, stauende Nässe und Kotverschmutzung, rutschige, rauhe oder unebene Böden, Unruhe im Stall und viele Managementfehler einen Einfluss auf die Klauengesundheit aus. Rutschige Böden verursachen vor allem Lahmheiten in den proximalen Extremitäten. Zusätzlich bewegen sich die Tiere auf solchen Böden vorsichtiger (Ward, 1990). Unebenheiten wie scharfe, abgesplitterte und ausgebrochene Kanten müssen vermieden werden (Köbrich, 1993), da es sonst zu vermehrtem Auftreten von Sohlenquetschungen, eitrigen Doppelsohlen, Klauensohlengeschwüren und eitrigen losen Wänden kommen kann (Fessl, 1991). Die Verweigerung unkomfortabler Liegeboxen und das damit verbundene Zwangsstehen können zu vermehrter Druckbelastung der Klauen führen (Hughes, 1990).

Sowohl das Sozial- als auch das Individualverhalten dürften eine wichtige Rolle in Bezug auf Lahmheiten spielen (Galindo u. Broom, 2000). Lahmheiten beeinträchtigen sehr stark das

Wohlbefinden der Tiere. Aggressive Interaktionen im Sozialverhalten spielen ebenfalls eine große Rolle beim Auftreten von Lahmheiten (Reszler, 1999). Rangniedere Tiere haben öfters längere Stehzeiten (vor allem bei Engpässen), da sie von ranghöheren Tieren in ihrer Bewegung behindert werden (Miller u. Wood-Gush, 1991). Nach Galindo u. Broom (2002) verbringen lahme Kühe insgesamt längere Zeit im Liegen, mehr Zeit außerhalb der Liegeboxen liegend und weniger Zeit mit der Futteraufnahme. Auch nach Fiedler (2000) führen schmerzhaft Zustände an den Gliedmaßen zu vermehrtem Liegen und Bewegungsunlust.

Erkrankungen des Bewegungsapparates sind beim Einsatz eines AMS in besonderem Maße zu berücksichtigen, da Lahmheiten zu einer Reduzierung der Besuche beim Melkroboter beitragen können (Müller et al., 2000). Wendl et al. (2000b) geben an, dass Probleme mit dem freiwilligen Besuch der Melkbox bei Kühen mit Klauenproblemen oder gegen Ende der Laktation bei einer niedrigen Milchleistung auftreten können. Bei der Umstellung auf ein AMS suchen etwa zwei Wochen nach Inbetriebnahme des Systems bereits 80 % der Kühe den Roboter selbstständig auf. Lediglich Kühe mit Klauenproblemen oder Zitzenverletzungen müssen zum Melken geholt werden (Wendl et al., 2000a). Nach Schön (1997) suchen Tiere mit Klauenerkrankungen automatische Melksysteme nur zögernd auf. Diese schlechte Besuchsfrequenz kann wiederum zu einem Milchstau führen, der in Folge das Risiko der Entstehung von Mastitiden zu erhöhen vermag. Außerdem wird das Verhalten der Tiere im Wartebereich vor dem AMS auch von Dominanzbeziehungen der Kühe beeinflusst. Kühe mit einem niedrigeren Rang verbringen meist mehr Zeit im Wartebereich des AMS und verlassen diesen auch öfters „erfolglos“ (Ketelaar-de Lauwere et al., 1996), das heißt ohne in den Melkroboter zu gelangen. Singh et al. (1993) haben herausgefunden, dass bei Kühen mit längeren Stehzeiten mehr Sohlenhornblutungen auftreten, was unter Umständen als Prädisposition für das Auftreten von Lahmheiten gesehen werden kann. Ein eingeschränkter Zugang zum Grundfutter bei gesteuertem Tierverkehr kann Stoffwechselstörungen zur Folge haben, wodurch negative Auswirkungen auf die Klauengesundheit, sowie auf die Eutergesundheit und Fruchtbarkeit entstehen können. Nach einer Befragung von insgesamt 35 Betriebsleitern scheint der Einfluss eines AMS auf Klauenerkrankungen jedoch gering zu sein (Fübbeker u. Kowalewsky, 2000).

In der zugänglichen Literatur gibt es allerdings keine konkreten Hinweise in Bezug auf Probleme der Klauengesundheit bzw. Lahmheiten verursacht durch ein AMS, da bisher offensichtlich keine vergleichenden Untersuchungen in diese Richtung durchgeführt worden sind.

12.2 Methode

12.2.1 Datenerhebung - Klauen

Um den Gesundheitsstatus der Klauen beurteilen zu können, wurde vier Mal, im Abstand von jeweils ca. sechs Monaten, im Rahmen der Klauenkorrektur ein Klauenscoring durchgeführt (Tab. 49).

Tab. 49: Erhebungszeitpunkte der Klauenscores 1 bis 4.

SCORINGNUMMER	DATUM DER DATENAUFZEICHNUNG
Score 1	15. - 19. März 2001
Score 2	3. und 4. September 2001
Score 3	28. März, 4. und 5. April 2002
Score 4	30. September und 1. Oktober 2002

Ein Scoringssystem stellt ein mathematisches Bewertungsschema für den Schweregrad einer Erkrankung dar und dient auch zur Beurteilung unterschiedlicher Veränderungen in einer einzigen Maßzahl (Brandejsky, 1993).

Für das Klauenscoring wurden die Tiere von zwei Mitarbeitern des Betriebs in einen Bereich des Stalles geführt, in dem sich ein Klauenpflegestand nach Rosensteiner befand, und auf diesem fixiert. Tiere im letzten Monat der Trächtigkeit wurden wegen der Gefahr eines Abortes erst zu einem späteren Zeitpunkt (nach der Abkalbung) gescort. Jede einzelne Klaue wurde vorerst mittels Rinnmesser grob gereinigt und adspektorisch beurteilt. Danach erfolgte eine vollständige Klauenkorrektur, bzw. Freilegung von frischem Klauensohlenhorn mittels Winkelschleifer und Rinnmesser. Nach dem frischen Schnitt über die Sohle wurde eine genaue Beurteilung durchgeführt. Es wurde jede einzelne Klaue nach dem System von Boosman et al. (1989), modifiziert nach Stanek (persönliche Mitteilung) gescort. Auf dem Erhebungsbogen wurden auch Datum, Gruppe, Tiernummer und Rasse vermerkt. Zusätzlich wurden das Auftreten von Ballenfäule, unterteilt in drei Schweregrade, sowie weitere Auffälligkeiten der distalen Extremitäten vermerkt.

Beurteilt wurden: Hämorrhagien an der Sohle, Wülste/Rillen der Dorsalwand und, falls solche vorhanden, auch das Wachstum der Rillen, das Relief der Dorsalwand sowie der Sohle, Zusammenhangstrennungen, massive Veränderungen und die Ballenfäule. Je nach dem Schweregrad einer aufgetretenen Veränderung wurde eine bestimmte Punkteanzahl vergeben. Danach wurde für jede Klaue der Einzelscore berechnet, der sich additiv aus der Summe und Gewichtung der Einzelveränderungen ergab. Die Gesamtsumme der Scores aller acht Klauen einer Kuh ergab dann einen Gesamtklauen score des beurteilten Tieres für die jeweilige aktuelle Datenaufnahme.

Bei Tieren, die vorzeitig aus dem Versuch ausschieden, wurde zusätzlich auch noch ein Endklauenscoring zum Zeitpunkt der Ausscheidung vorgenommen. Ausgenommen waren Fälle einer Notschlachtung, falls man nicht rechtzeitig vor Ort sein konnte. Neu in den Versuch aufgenommene Kühe wurden sobald als möglich nach ihrer Aufnahme in die Gruppe untersucht. Falls nötig erfolgte nach durchgeführtem Scoring auch eine Behandlung der erkrankten Klaue.

Anhand der folgenden Beispielbilder soll ein kurzer Überblick über einige der aufgetretenen Veränderungen gegeben werden.

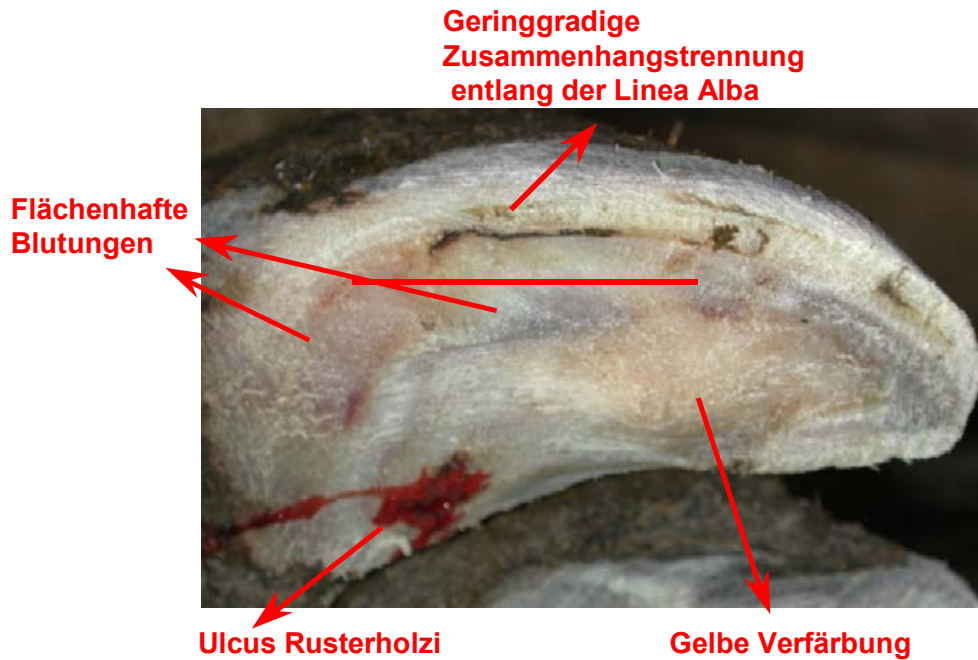


Abb. 62: Außenklaue einer linken Hinterextremität mit verschiedenen Veränderungen

In Abbildung 62 ist eine Klaue mit mehreren Veränderungen ersichtlich. Als "Massive Veränderung" ist hier ein Ulcus Rusterholzi an der typischen Stelle (unterhalb des Tuberculum flexorium des Klauenbeins) zu erkennen. Weiters finden sich verschiedene Gradabstufungen des Datenpunktes "Blutungen", wobei in die Berechnung des Gesamtscores der Kuh nur die Punkteanzahl der schwersten Veränderung (in diesem Fall "flächenhafte Blutungen") miteinbezogen wurde. Eine geringgradige Zusammenhangstrennung entlang der Linea Alba ist ersichtlich.

Abbildung 63 (rechtes Bild) stellt eine linke Außenklaue dar, an der streifenförmige Blutungen zu erkennen sind. Betrachtet man hier die Ballengegend genauer, so kann man leichte V-förmige Rillen im Ballen erkennen, die auf eine Ballenfäule hinweisen. In diesem Fall ist die Ballenfäule nur geringgradig ausgebildet.

In Abbildung 63 (linkes Bild) ist ein Limax an einer Hinterextremität zu sehen. Solche Veränderungen werden zusätzlich am Erhebungsbogen vermerkt, da hierfür keine Bewertung vorgesehen war.



Limax an einer Hinterextremität



Streifenförmige Blutungen einer lateralen Klaue der linken Hinterextremität

Abb. 63: Beispiele für erhobene Veränderungen an der Klaue und an der Extremität. Links: Hinterextremität mit einem Limax. Rechts: Außenklaue einer linken Hinterextremität mit streifenförmigen Blutungen.

12.2.2 Datenerhebung - Lahmheit

Von März 2001 bis Juli 2001 erfolgte das Lahmheitscoring nur ein mal im Monat, danach wurde es in vierzehntägigem Abstand durchgeführt (August 2001 bis Oktober 2002). Insgesamt wurden somit 36 Lahmheitscorings durchgeführt.

Die Datenaufnahme fand direkt im Laufstall statt. Bei jedem Tier wurde das Gangbild nach einem leicht modifizierten Schema von Manson und Leaver (1988) beurteilt (Tab. 50). Tiere, welche sich in der Abkalbebox oder Krankenbox befanden, wurden von der Datenerhebung ausgeschlossen, da sich der Gang auf Tiefstreu nicht mit dem Gang auf einem Spaltenboden vergleichen lässt. Auch ein zu stark gefülltes Euter oder ein Euterödem können zu einem veränderten Gangbild führen. Dies wurde laut Beurteilungsschema (Tab. 50) als Grad 1 aufgenommen.

Tab. 50: Schema zur Beurteilung der Lahmheit, nach Manson und Leaver (1988), modifiziert.

Lahmheitsgrad	Beschreibung
0	Gleichmäßiger Gang
1	Leichte Abduktion einer Gliedmaße
1,5	Zwischenstufe, weder zu 1 noch zu 2 eindeutig zuordenbar
2	Unregelmäßiger Gang
2,5	Zwischenstufe, weder zu 2 noch zu 3 eindeutig zuordenbar
3	Leichte Lahmheit
3,5	Zwischenstufe, weder zu 3 noch zu 4 eindeutig zuordenbar
4	Offensichtliche Lahmheit und Wendung beeinträchtigt
4,5	Zwischenstufe, weder zu 4 noch zu 5 eindeutig zuordenbar
5	Hochgradige Lahmheit mit Aufstehschwierigkeiten
5,5	Zwischenstufe, weder zu 5 noch zu 6 eindeutig zuordenbar
6	Keine Belastung der Extremität

12.2.3 Datenauswertung - Klauen

Für die statistischen Auswertungen bezüglich der Klauenparameter wurden nur Tiere herangezogen, die zum jeweiligen Scoringtermin bereits mindestens 2 Monate in die Gruppen integriert waren. Diese Auswahl wurde getroffen, damit die aufgetretenen Klauenveränderungen auch mit eindeutiger Sicherheit dem Aufstallungssystem zuzuordnen sind. Daher ergab sich bei den nachfolgend präsentierten Ergebnissen zu den einzelnen Scoringterminen eine unterschiedliche Anzahl von Kühen (N).

Mittels Mann-Whitney-U-Tests wurde überprüft, ob sich die Gruppen im Gesamtscore an den jeweiligen 4 Scoringterminen signifikant voneinander unterscheiden. Auch der Verlauf der Gesamtscores (also der Verlauf der Klauengesundheit) innerhalb einer Gruppe von der ersten bis zur letzten Datenaufnahme waren von Interesse (Friedman- Test, Wilcoxon- Test). Zwischen der dritten und der vierten Datenaufnahme lag die Weideperiode. Aus diesem Grund wurde der Verlauf nicht durchgehend vom ersten bis zum letzten Score betrachtet, sondern die ersten drei Scores gesondert für sich und danach Score 3 und Score 4 im Verlauf. Die Datenaufnahme für Scoringtermin 4 erfolgte nach der Weideperiode.

Für die Auswertung der Parameter „Blutungen“, „Zusammenhangstrennungen“ und „Massive Veränderungen“ wurden all jene Tiere herangezogen, die sich zum jeweiligen Scoringtermin in den beiden Gruppen befanden. Bei der Auswertung der Parameter „Blutungen“ und „Zusammenhangstrennungen“ wurden die Veränderungen pro Klaue in den verschiedenen Gradabstufungen berücksichtigt. Standardisierte Residuen, welche für die nähere Analyse eines Chi-Quadrat – Tests nach Pearson nützlich sind, wurden berechnet. Felder der Kreuztabelle mit hohen standardisierten Residuen (2 oder größer) liefern einen hohen Beitrag zum Chi-Quadrat Wert und damit zu einem signifikanten Ergebnis.

„Massive Veränderungen“ wurden pro Kuh auf Basis vorhanden/nicht vorhanden (ja/nein) gezählt und mit dem Chi-Quadrat - Test auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen überprüft.

12.2.4 Datenauswertung - Lahmheit

Das Lahmheitsscoring wurde insgesamt 36 Mal durchgeführt. Die 12 verschiedenen Gradabstufungen der Lahmheitsbeurteilung wurden zu 5 Graden zusammengefasst (Tab. 51) und in alle folgenden Auswertungen wurde diese neue Einteilung für Berechnungen oder Darstellungen herangezogen.

Tab. 51: Zusammenfassung der 12 Lahmheitsgrade auf 5 Gradabstufungen.

Lahmheitsgrad alt	0	1-2	2,5-3	3,5-4,5	5-6
Lahmheitsgrad neu	0	1	2	3	4

Zur statistischen Ananalyse wurden sowohl einfachere statistische Methoden als auch ein Markoff-Modell erstellt.

In einem ersten Schritt wurde für jeden Lahmheitsgrad (0-4) eine Grafik erstellt, in der das prozentuelle Auftreten des jeweiligen Grads zu den 36 verschiedenen Scoringzeitpunkten, sowohl für die AMS-Gruppe als auch für die Melkstand-Gruppe dargestellt wird. Da man erst ab Grad 2 von einer klinisch relevanten Lahmheit spricht, wurden weiters Grad 2 bis Grad 4 in einer Grafik, als „Klinisch lahme Tiere“ zusammengefasst. Es wurden alle Tiere berücksichtigt, die sich zu den jeweiligen Erhebungszeitpunkten (1-36) in den beiden Gruppen befanden. War mehr als eine Extremität einer Kuh von einem Lahmheitsgeschehen betroffen wurde in der Auswertung der höchste aufgetretene Grad berücksichtigt.

12.2.4.1 Gruppenvergleiche

Da die Anzahl der aus dem Versuch ausgeschiedenen und wieder nachbesetzten Tiere sehr hoch war, wurden für die Boxplotdarstellung und für die statistische Auswertung mittels Mann-Whitney-U - Test nur jene Tiere herangezogen, die bei mindestens 18 Datenaufnahmepunkten durchgehend im Versuch anwesend waren. Es wurden die Häufigkeiten der einzelnen Lahmheitsgrade pro Tier errechnet und diese in Prozent der Erhebungspunkte des jeweiligen Tieres angegeben. Hierdurch wurde ein Vergleich zwischen Tieren mit unterschiedlicher Anzahl an Erhebungspunkten möglich. Um einen Unterschied zwischen den Gruppen bezüglich dem Auftreten von verschiedenen Lahmheitsgraden festzustellen, wurde ein Mann-Whitney-U - Test durchgeführt.

12.2.4.2 Markoff-Modell

Für die Analyse der Verteilung von Lahmheitsausprägungen der einzelnen Kühe beider Gruppen wurde ein Markoff-Modell (Revuz, 1975) mit einem Zustandsraum, der den

Lahmheitsgraden entspricht, angenommen. Die Daten beinhalten den beim jeweiligen Scoring aufgetretenen Lahmheitsgrad auf Einzeltierbasis. Es wurde angenommen, dass sich das Auftreten einer Lahmheit und deren Ausprägung bei jedem einzelnen Tier nach einer Wahrscheinlichkeitsverteilung ändert. Diese Verteilung wird in einer Transitionsmatrix angegeben. Nach mehreren Iterationsschritten stellt sich eine stationäre Verteilung ein, die das Auftreten von Lahmheiten der unterschiedlichen Gradausprägungen nach dem Markoff-Modell angibt. Die stationären Verteilungen der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe konnten in Folge mittels Chi-Quadrat - Test auf Unterschiede zwischen den Gruppen geprüft werden. Als a – priori Annahme wurde festgesetzt, dass die Übergänge innerhalb der Gradierung der Lahmheit mit gleicher Wahrscheinlichkeit vorkommen können. Die Auswertung erfolgte für die beiden Gruppen getrennt. Zusätzlich wurden Stall- und Weideperiode getrennt voneinander betrachtet, so wie miteinander verglichen.

12.3 Resultate

12.3.1 Resultate - Klauen

12.3.1.1 Gesamtscore

Im folgenden werden die Ergebnisse der Auswertungen über die Gesamtscores dargestellt. Als erstes war von Interesse, ob ein Unterschied zwischen der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Gesamtscores an den 4 verschiedenen Klauenscoreterminen aufgetreten ist. Wie in Abbildung 64 zu sehen ist, erhält man über die Boxplotdarstellung ein relativ einheitliches Bild der Gesamtscores beider Gruppen. Entsprechend konnte mit nachfolgendem Test an keinem der 4 Scoringtermine ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen im Gesamtscore festgestellt werden (Mann-Whitney-U – Test, Tab. 53). Die AMS-Gruppe und die Melkstand-Gruppe unterscheiden sich also nicht in Bezug auf den Gesamtscore an den 4 verschiedenen Klauenscoreterminen.

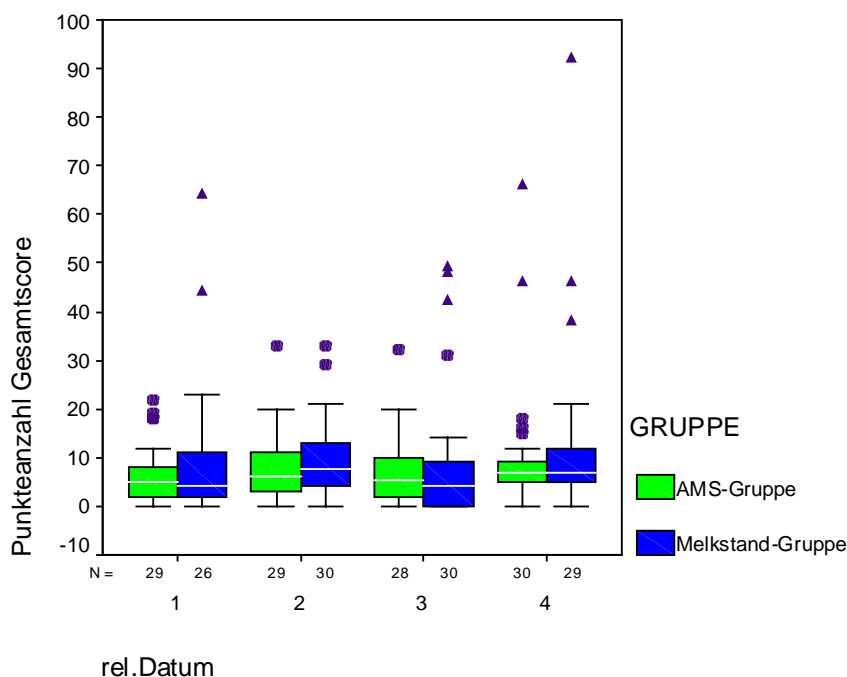


Abb. 64: Boxplotdarstellung der Gesamtscores zu Scoringtermin 1, 2, 3 und 4 (= rel. Datum) in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 29 (N = Tiere).

Tab. 52: Deskriptive Statistik der Gesamtscores in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 29, angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert und Standardabweichung (SD).

	AMS-Gruppe				Melkstand-Gruppe			
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Minimum	0	0	0	0	0	0	0	0
Maximum	22	33	32	66	64	33	49	92
Median	5	6	6	7	4	8	4	7
Mittelwert	6	8	7	10	10	9	9	13
SD	6	7	7	13	15	8	14	18

Tab. 53: Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 29.

	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
p	0,748	0,399	0,407	0,543

Des weiteren galt es herauszufinden, ob ein Unterschied zwischen den Untersuchungszeitpunkten bezüglich der Gesamtscores innerhalb der jeweiligen Gruppe aufgetreten ist. Nochmals wird darauf hingewiesen, dass bei dem Vergleich der Gesamtscores beider Gruppen zu den 4 Scoringterminen alle Tiere miteinbezogen wurden, bei welchen zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten (Score 1 bis 4) Werte erhoben wurden. Beim Vergleich der Untersuchungszeitpunkte innerhalb einer Gruppe (Score 1 bis 3, Score 3 und 4) hingegen wurden nur Tiere berücksichtigt die durchgehend bei Score 1 bis 3 bzw. bei Score 3 und 4 anwesend waren, wodurch sich hier eine andere auswertbare Tierzahl ergab. Da vor dem vierten Klauenscore die Weideperiode durchgeführt wurde, sind die Klauenscores 1 bis 3 und Klauenscore 3 und 4 getrennt voneinander untersucht worden, um einen eventuell vorhandenen Einfluss der Weide auf die Klauengesundheit nicht zu übersehen. Betrachtet man die Boxplotdarstellung der Gesamtscores der AMS-Gruppe, so ergibt sich für die drei ersten Klauenscores ein relativ einheitliches Bild (Abb. 65). In der Melkstand-Gruppe scheint hingegen ein Anstieg der Gesamtscores bei Klauenscore 2 vorzuliegen, der zum nächsten Klauenscore wieder abfällt (Abb. 65). Mittels Friedman-Tests konnte aber für keine der beiden Gruppen ein Unterschied zwischen den ersten drei Klauenscores ermittelt werden (Tab. 54. und Tab. 55). Weder in der AMS-Gruppe, noch in der Melkstand-Gruppe war also eine große Veränderung in der Höhe der Gesamtscores während der ersten drei Klauenscores festzustellen.

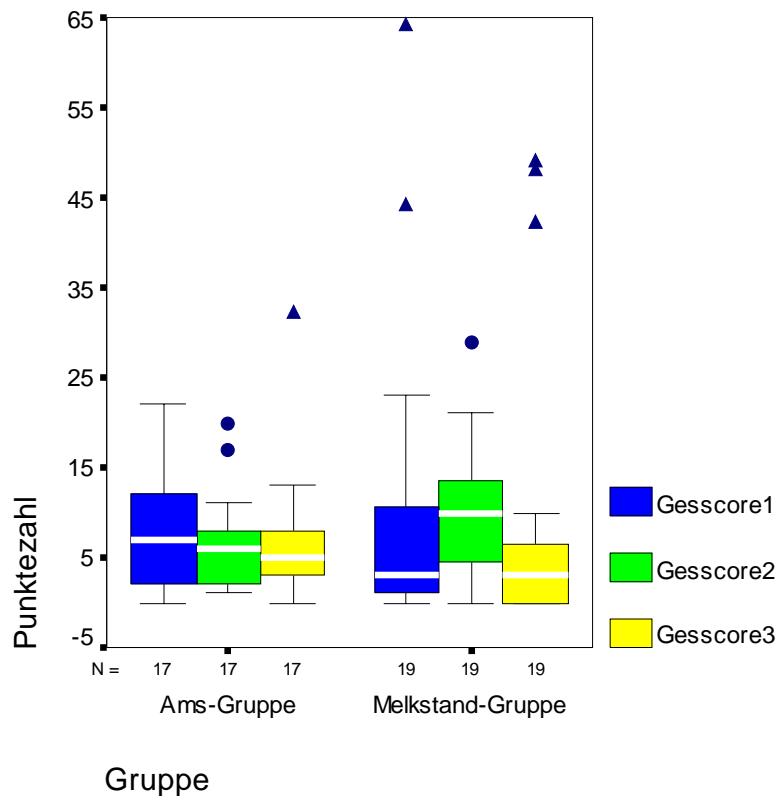


Abb. 65: Boxplotdarstellung der Gesamtscores (Gescore) zu Scoringtermin 1, 2 und 3 in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: N = 17 Tiere, Melkstand-Gruppe: N = 19 Tiere.

Tab. 54: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen Score 1 bis 3 innerhalb der AMS-Gruppe; N = 17; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	1	0
Maximum	22	20	32
Median	7,00	6,00	5,00
Mittelwert	8,00	6,47	7,18
SD	7,382	5,513	7,477
p	0,720		

Tab. 55: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied der Gesamtscores zwischen Score 1 bis 3 innerhalb der Melkstand-Gruppe; N = 19; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	0	0
Maximum	64	29	49
Median	3,00	10,00	3,00
Mittelwert	11,05	9,84	9,53
SD	16,860	7,297	16,668
p	0,070		

In beiden Gruppen lässt sich ein Anstieg der Gesamtscores vom 3. Klauenscore hin zum 4. Klauenscore erkennen (Abb. 66). Mittels Wilcoxon-Tests konnte aber für die AMS-Gruppe kein Unterschied zwischen den beiden Klauenscores bezüglich des Gesamtscores gefunden werden (Tab. 56). Bei der Melkstand-Gruppe trat hingegen eine Verschlechterung der Klauengesundheit auf ($p = 0,002$; Tab. 57). Bei der Melkstand-Gruppe waren also bei Klauenscore 4 im Mittel höhere Gesamtscorewerte zu finden als bei Klauenscore 3.

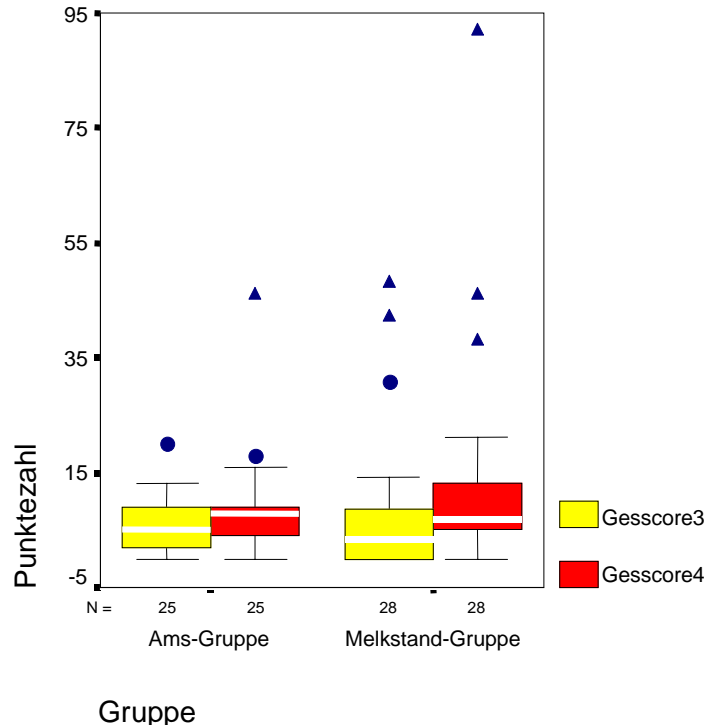


Abb. 66: Boxplotdarstellung der Gesamtscores (Gescore) zu Scoringtermin 3 und 4 in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: N = 25 Tiere, Melkstand-Gruppe: N = 28 Tiere.

Tab. 56: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschiede der Gesamtscores zwischen Score 3 und 4 innerhalb der AMS-Gruppe; N = 25; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	0	0
Maximum	20	46
Median	5,00	8,00
Mittelwert	5,96	9,00
SD	5,029	8,926
p	0,116	

Tab. 57: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschiede der Gesamtscores zwischen Score 3 und 4 innerhalb der Melkstand-Gruppe; N = 28; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	0	0
Maximum	49	92
Median	4,00	7,00
Mittelwert	9,28	13,50
SD	14,310	18,398
p	0,002	

12.1.1.2 Blutungen

Für jedes Klauenscore wurde die im Gesamtscore inkludierte Veränderung „Blutungen“ auf Basis der einzelnen Klaue nach aufgetretenem Grad gezählt und statistisch ausgewertet (Chi-Quadrat – Test, Tab. 58 - Tab. 61). Bei Klauenscore 1 konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich dem Auftreten von Blutungen gefunden werden (Tab. 58). Es wurden in der Melkstand-Gruppe weniger „Gelbe Verfärbungen“ an der Sohle festgestellt, als bei der AMS-Gruppe (siehe standardisierte Residuen). Bei den folgenden Klauenscores war kein Unterschied im Auftreten von Blutungen verschiedenen Grades zwischen den beiden Gruppen festzustellen.

Tab. 58: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 1 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 232 Klauen => 29 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 208 Klauen => 26 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Blutungen	Anzahl	170	170
	Erwartete Anzahl	179,3	160,7
	Standardisierte Residuen	-0,7	0,7
Petechiale Blutungen	Anzahl	32	21
	Erwartete Anzahl	27,9	25,1
	Standardisierte Residuen	0,8	-0,8
Gelbe Verfärbungen	Anzahl	14	2
	Erwartete Anzahl	8,4	7,6
	Standardisierte Residuen	1,9	-2,0
Streifenförmige Blutungen	Anzahl	12	13
	Erwartete Anzahl	13,2	11,8
	Standardisierte Residuen	-0,3	0,3
Flächenhafte Blutungen	Anzahl	4	2
	Erwartete Anzahl	3,2	2,8
	Standardisierte Residuen	0,5	-0,5
P		0,030	

Tab. 59: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 2 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 232 Klauen => 29 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 240 Klauen => 30 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Blutungen	Anzahl	174	171
	Erwartete Anzahl	169,6	175,4
	Standardisierte Residuen	0,3	-0,3
Petechiale Blutungen	Anzahl	33	40
	Erwartete Anzahl	35,9	37,1
	Standardisierte Residuen	0,5	-0,5
Gelbe Verfärbungen	Anzahl	19	14
	Erwartete Anzahl	16,2	16,8
	Standardisierte Residuen	0,7	-0,7
Streifenförmige Blutungen	Anzahl	3	9
	Erwartete Anzahl	5,9	6,1
	Standardisierte Residuen	-1,2	1,2
Flächenhafte Blutungen	Anzahl	3	6
	Erwartete Anzahl	4,4	4,6
	Standardisierte Residuen	-0,7	0,7
P		0,256	

Tab. 60: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 3 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 224 Klauen => 28 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 240 Klauen => 30 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Blutungen	Anzahl	184	195
	Erwartete Anzahl	183,0	196,0
	Standardisierte Residuen	0,1	-0,1
Petechiale Blutungen	Anzahl	24	30
	Erwartete Anzahl	26,1	27,9
	Standardisierte Residuen	-0,4	0,4
Gelbe Verfärbungen	Anzahl	7	7
	Erwartete Anzahl	6,8	7,2
	Standardisierte Residuen	0,1	-0,1
Streifenförmige Blutungen	Anzahl	5	6
	Erwartete Anzahl	5,3	5,7
	Standardisierte Residuen	-0,1	0,1
Flächenhafte Blutungen	Anzahl	4	2
	Erwartete Anzahl	2,9	3,1
	Standardisierte Residuen	0,6	-0,6
P		0,879	

Tab. 61: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 4 bezüglich Blutungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 240 Klauen => 30 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 232 Klauen => 29 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Blutungen	Anzahl	191	185
	Erwartete Anzahl	191,2	184,8
	Standardisierte Residuen	0,0	0,0
Petechiale Blutungen	Anzahl	34	29
	Erwartete Anzahl	32,0	31,0
	Standardisierte Residuen	0,3	-0,4
Gelbe Verfärbungen	Anzahl	14	10
	Erwartete Anzahl	12,2	11,8
	Standardisierte Residuen	0,5	-0,5
Streifenförmige Blutungen	Anzahl	0	6
	Erwartete Anzahl	3,1	2,9
	Standardisierte Residuen	-1,7	1,8
Flächenhafte Blutungen	Anzahl	1	2
	Erwartete Anzahl	1,5	1,5
	Standardisierte Residuen	-0,4	0,4
P		0,118	

12.1.1.3 Zusammenhangstrennungen

In Bezug auf die ebenfalls im Gesamtscore inkludierte Veränderung „Zusammenhangstrennungen“ wurde wiederum der aufgetretene Grad für die einzelnen Klauenscores getrennt, auf Basis der einzelnen Klaue gezählt und statistisch ausgewertet (Chi-Quadrat – Test, Tab. 62– Tab. 65) Bei Klauenscore 2 konnte ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich dem Auftreten von Zusammenhangstrennungen gefunden werden (Tab. 63). In der AMS-Gruppe sind weniger „geringgradige Zusammenhangstrennungen“ an der Sohle aufgetreten, als in der Melkstand-Gruppe (siehe standardisierte Residuen). Bei den Erhebungszeitpunkten Score 1, 3 und 4 war kein Unterschied im Auftreten von Zusammenhangstrennungen verschiedenen Grades zwischen den beiden Gruppen festzustellen.

Tab. 62: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 1 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 232 Klauen => 29 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 208 Klauen => 26 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Zusammenhangstrennungen	Anzahl	200	183
	Erwartete Anzahl	201,9	181,1
	Standardisierte Residuen	-0,1	0,1
Geringgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	32	23
	Erwartete Anzahl	29,0	26,0
	Standardisierte Residuen	0,6	-0,6
Hochgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	0	2
	Erwartete Anzahl	1,1	0,9
	Standardisierte Residuen	-1,0	1,1
P		0,231	

Tab. 63: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 2 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 232 Klauen => 29 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 240 Klauen => 30 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Zusammenhangstrennungen	Anzahl	172	154
	Erwartete Anzahl	160,2	165,8
	Standardisierte Residuen	0,9	-0,9
Geringgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	41	72
	Erwartete Anzahl	55,5	57,5
	Standardisierte Residuen	-2,0	1,9
Hochgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	19	14
	Erwartete Anzahl	16,2	16,8
	Standardisierte Residuen	0,7	-0,7
P		0,006	

Tab. 64: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 3 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 224 Klauen => 28 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 240 Klauen => 30 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Zusammenhangstrennungen	Anzahl	181	206
	Erwartete Anzahl	186,8	200,2
	Standardisierte Residuen	-0,4	0,4
Geringgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	32	26
	Erwartete Anzahl	28,0	30,0
	Standardisierte Residuen	0,8	0,7
Hochgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	11	8
	Erwartete Anzahl	9,2	9,8
	Standardisierte Residuen	0,6	-0,6
P		0,340	

Tab. 65: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 4 bezüglich Zusammenhangstrennungen in beiden Gruppen; AMS-Gruppe (N = 240 Klauen => 30 Tiere), Melkstand-Gruppe (N = 232 Klauen => 29 Tiere).

		AMS-Gruppe	Melkstand-Gruppe
Keine Zusammenhangstrennungen	Anzahl	148	132
	Erwartete Anzahl	142,4	137,6
	Standardisierte Residuen	0,5	-0,5
Geringgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	84	86
	Erwartete Anzahl	86,4	83,6
	Standardisierte Residuen	-0,3	0,3
Hochgradige Zusammenhangstrennungen	Anzahl	8	14
	Erwartete Anzahl	11,2	10,8
	Standardisierte Residuen	-1,0	1,0
P		0,295	

12.1.1.4 Massive Veränderungen

Auch die im Gesamtscore inkludierten „Massiven Veränderungen“ (Doppelsohle, Ulcus Rusterholzi, Ulcus an der medialen Klaue der Hinterextremität oder an einer Vorderextremität und Klauenspitzenabszeß) wurden pro Gruppe, auf der Basis vorhanden oder nicht vorhanden, für die einzelnen Erhebungszeitpunkte getrennt beurteilt (Chi-Quadrat – Test, Tab. 66– Tab. 67). Bei Klauenscore 1 traten in der Melkstand-Gruppe mehr „Massive Veränderungen“ auf als in der AMS-Gruppe ($p= 0,045$; Tab. 66). Bei den folgenden Klauenscores war kein Unterschied im Auftreten von „Massiven Veränderungen“ zwischen den beiden Gruppen festzustellen.

Tab. 66: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 1 (links; AMS-Gruppe [N=29 Tiere], Melkstand-Gruppe [N=26 Tiere]) & 2 (rechts; AMS-Gruppe [N=29 Tiere], Melkstand-Gruppe [N=30 Tiere]) bezüglich „Massiver Veränderungen“ in beiden Gruppen auf Basis vorhanden/nicht vorhanden.

	Massive Veränderung	
	ja	nein
AMS-Gruppe	2	27
Melkstand-Gruppe	7	19
P	0,045	

	Massive Veränderung	
	ja	nein
AMS-Gruppe	1	28
Melkstand-Gruppe	2	28
P	0,574	

Tab. 67: Chi-Quadrat - Test für Klauenscore 3 (links; AMS-Gruppe [N=28 Tiere], Melkstand-Gruppe [N=30 Tiere]) & 4 (rechts; AMS-Gruppe [N=30 Tiere], Melkstand-Gruppe [N=29 Tiere]) bezüglich „Massiver Veränderungen“ in beiden Gruppen auf Basis vorhanden/nicht vorhanden;.

	Massive Veränderung	
	ja	nein
AMS-Gruppe	2	26
Melkstand-Gruppe	4	26
p	0,439	

	Massive Veränderung	
	ja	nein
AMS-Gruppe	2	28
Melkstand-Gruppe	3	26
p	0,612	

12.1.1.5 Ballenfäule

Die Auswertungen wurden nach dem selben Schema wie beim Gesamtscore dargestellt. Zuerst fand ein Vergleich der beiden Gruppen bezüglich aller vier Scoringtermine statt. In Abbildung 67 ist der Gesamtballenfäulescore der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe zu den vier Scoringterminen dargestellt. Es lassen sich keine großen Unterschiede im Auftreten der Ballenfäule zwischen den beiden Gruppen an den jeweiligen Scoringterminen erkennen. Eine Ausnahme stellt der letzte Erhebungszeitpunkt dar (Score 4), bei dem sich in der Melkstand-Gruppe ein höherer Ballenfäulegesamtscore erkennen lässt (Mann-Whitney-U – Tests, Tab. 69). Zusätzlich wurden Vorder- und Hinterextremität separat ausgewertet. Hierbei lassen sich in Bezug auf die Vorderextremität keine weiteren Unterschiede feststellen (Mann-Whitney-U – Tests, Tab. 71). Die Ballenfäule an der Hinterextremität ist jedoch bei Score 1 in der AMS-Gruppe stärker vertreten, beim letzten Erhebungszeitraum (Score 4) allerdings in der Melkstand-Gruppe (Mann-Whitney-U – Tests, Tab.73).

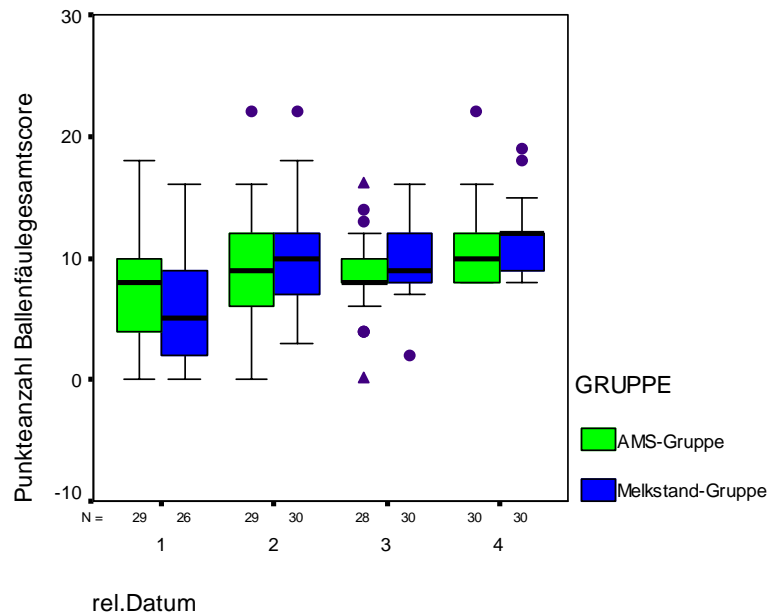


Abb. 67: Boxplotdarstellung des Gesamtballenfäulescores zu Scoringtermin 1, 2, 3 und 4 (=rel. Datum) in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere).

Tab. 68: Deskriptive Statistik der Gesamtballenfäule in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere); angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert und Standardabweichung (SD).

	AMS-Gruppe				Melkstand-Gruppe			
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Minimum	0	0	0	8	0	3	2	8
Maximum	18	22	16	22	16	22	16	19
Median	8	9	8	10	5	10	9	12
Mittelwert	7	9	9	10	6	10	10	11
SD	4	5	3	3	4	4	3	3

Tab. 69: Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Gesamtballenfäule zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere).

	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
p	0,135	0,578	0,167	0,047

Tab. 70: Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Vorderextremität in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere); angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert und Standardabweichung (SD).

	AMS-Gruppe				Melkstand-Gruppe			
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Minimum	0	0	0	4	0	0	0	4
Maximum	8	10	8	12	8	10	8	8
Median	4	4	4	4	4	4	4	4
Mittelwert	4	4	4	5	3	3	5	4
SD	2	2	2	2	2	2	2	1

Tab. 71: Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere).

	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
p	0,513	0,401	0,286	0,685

Tab. 72: Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Hinterextremität in beiden Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere); angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert und Standardabweichung (SD).

	AMS-Gruppe				Melkstand-Gruppe			
	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
Minimum	0	0	0	4	0	0	2	4
Maximum	10	12	10	12	11	12	9	11
Median	4	5	4	5	2	6	8	5
Mittelwert	4	5	5	5	3	6	5	7
SD	3	3	2	2	3	3	2	2

Tab. 73: Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen den Gruppen getrennt für die 4 Scoringtermine (Score 1 bis 4); AMS-Gruppe: Score 1: N = 29, Score 2: N = 29, Score 3: N = 28, Score 4: N = 30; Melkstand-Gruppe: Score 1: N = 26, Score 2: N = 30, Score 3: N = 30, Score 4: N = 30 (N = Tiere).

	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4
p	0,048	0,251	0,151	0,009

Zusätzlich wurde der Verlauf der aufgetretenen Ballenfäule, wieder getrennt nach Score 1 bis 3 und Score 3 und 4 betrachtet. Auch hier wurde zuerst der Gesamtballenfäulescore herangezogen und danach die Auswertung getrennt nach Vorder- und Hinterextremität vorgenommen.

Im folgenden werden zuerst die Ergebnisse bezogen auf Score 1 bis 3 für beide Gruppen getrennt dargestellt. Vor allem in der Melkstand-Gruppe ist eine Verschlechterung der Gesamtballenfäulescores nach der ersten Datenaufnahme zu bemerken (Abb. 68). Mittels Wilcoxon-Tests konnte in der Melkstand-Gruppe sowohl zwischen Score 1 und 2 mit $p=0,001$, als auch zwischen Score 1 und 3 mit $p=0,005$ ein Unterschied nachgewiesen werden (Tab. 76). In der Melkstand-Gruppe lagen also die Werte der Gesamtscores bei Klauenscore 2 und 3 im Vergleich zu Klauenscore 1 im Mittel höher. In der AMS-Gruppe war hingegen kein Unterschied zu finden (Tab. 74).

Bei den Auswertungen hinsichtlich der Ballenfäule an der Vorderextremität konnte weder in der AMS-Gruppe noch in der Melkstand-Gruppe ein Unterschied zwischen den einzelnen Scores gefunden werden (Tab. 77 u. Tab. 78).

Betrachtet man allerdings die Ballenfäulescores der Hinterextremität, so können in beiden Gruppen Unterschiede gefunden werden (Tab. 80 und Tab. 82). In der AMS-Gruppe liegt mit einem $p=0,013$ zwischen Score 1 und 2, bzw. mit einem $p=0,016$ auch zwischen Score 1 und 3 ein Unterschied beim Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität vor. In der

Melkstand-Gruppe ist zwischen allen drei Scores ein Unterschied nachzuweisen (Score 1 und 2: $p=0,000$; Score 1 und 3: $p=0,005$; Score 2 und 3: $p=0,019$; Tab. 82). Man kann sagen, dass es in beiden Gruppen nach dem ersten Scoring zu einer Verschlechterung in Bezug auf die an der Hinterextremität aufgetretenen Ballenfäule gekommen ist.

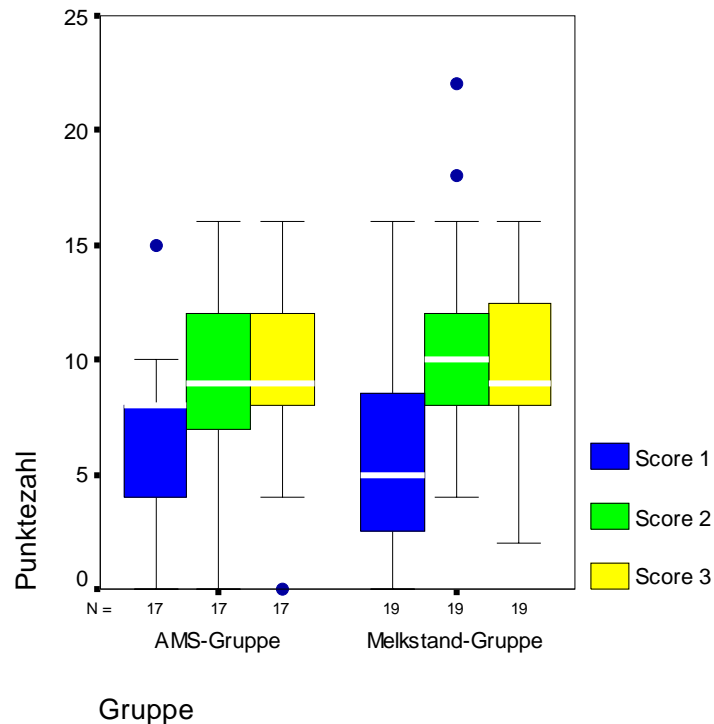


Abb. 68: Boxplotdarstellung des Gesamtballenfäulescores (Score) zu Scoringtermin 1, 2 und 3 in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: $N=17$, Melkstand-Gruppe: $N=19$.

Tab. 74: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschiede im Auftreten von Gesamtballenfäule zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **AMS-Gruppe**; $N=17$; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p .

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	0	0
Maximum	15	16	16
Median	8,00	9,00	9,00
Mittelwert	6,59	9,18	9,00
SD	3,607	4,447	3,921
p	0,054		

Tab. 75: Deskriptive Statistik der Gesamtballenfäule zu den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 19; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	4	2
Maximum	16	22	16
Median	5,00	10,00	9,00
Mittelwert	5,89	10,53	10,21
SD	4,135	4,427	3,457

Tab. 76: Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschiede im Auftreten der Gesamtballenfäule zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 17.

	Score 1/2	Score 1/3	Score 2/3
p	0,001	0,005	0,830

Tab. 77: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **AMS-Gruppe**; N = 17; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	0	0
Maximum	7	8	8
Median	4,00	4,00	4,00
Mittelwert	3,41	3,88	4,00
SD	1,734	2,118	2,208
p	0,947		

Tab. 78: Deskriptive Statistik und Ergebnisse des Friedman-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 19; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	0	0
Maximum	8	10	8
Median	4,00	4,00	4,00
Mittelwert	3,26	3,53	4,84
SD	2,400	2,525	2,007
p	0,081		

Tab. 79: Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Hinterextremität zu den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **AMS-Gruppe**; N = 17; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert und Standardabweichung (SD).

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	0	0
Maximum	8	9	10
Median	4,00	8,00	6,50
Mittelwert	3,18	5,29	5,00
SD	2,325	3,138	2,291

Tab. 80: Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **AMS-Gruppe**; N = 17.

	Score 1/2	Score 1/3	Score 2/3
p	0,013	0,016	0,723

Tab. 81: Deskriptive Statistik der Ballenfäule an der Hinterextremität zu den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 19; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 1	Score 2	Score 3
Minimum	0	4	2
Maximum	8	12	9
Median	2,00	7,00	4,00
Mittelwert	2,63	7,00	5,37
SD	2,338	2,517	1,978

Tab. 82: Wilcoxon-Tests zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen den ersten 3 Scoringterminen (Score 1 bis 3) innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 17.

	Score 1/2	Score 1/3	Score 2/3
p	0,000	0,005	0,019

In den nun folgenden Tabellen werden die Ergebnisse bezüglich der Ballenfäule von Score 3 und 4 dargestellt. Zuerst wird ebenfalls wieder auf den Verlauf des Gesamtballenfäulescores in AMS-Gruppe und Melkstand-Gruppe geachtet und im Anschluss daran die Aufgliederung in Vorder- und Hinterextremität vorgenommen. Betrachtet man Abbildung 69 kann in beiden Gruppen ein Anstieg des Gesamtballenfäulescores in Richtung Score 4 erkannt werden. Jedoch liegt weder in der Melkstand-Gruppe noch in der AMS-Gruppe ein Unterschied vor (Wilcoxon-Test, Tab. 83 und Tab. 84). Zieht man nur den Ballenfäulescore der Vorderextremität zur Auswertung heran (Tab. 85 und Tab. 86), so lässt sich ebenfalls in keiner der beiden Gruppen ein Unterschied zwischen dem 3. und 4. Score feststellen (Wilcoxon-Test). Bei den Auswertungen über das Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität hingegen, ist in beiden Gruppen ein Unterschied aufgetreten (Wilcoxon-Test, Tab. 87 und Tab. 88). Es zeigte sich eine Verschlechterung des Auftretens der Ballenfäule an der Hinterextremität in beiden Gruppen, das heißt eine Zunahme der Ballenfäulescores (AMS-Gruppe: $p=0,043$, Melkstand-Gruppe: $p=0,005$).

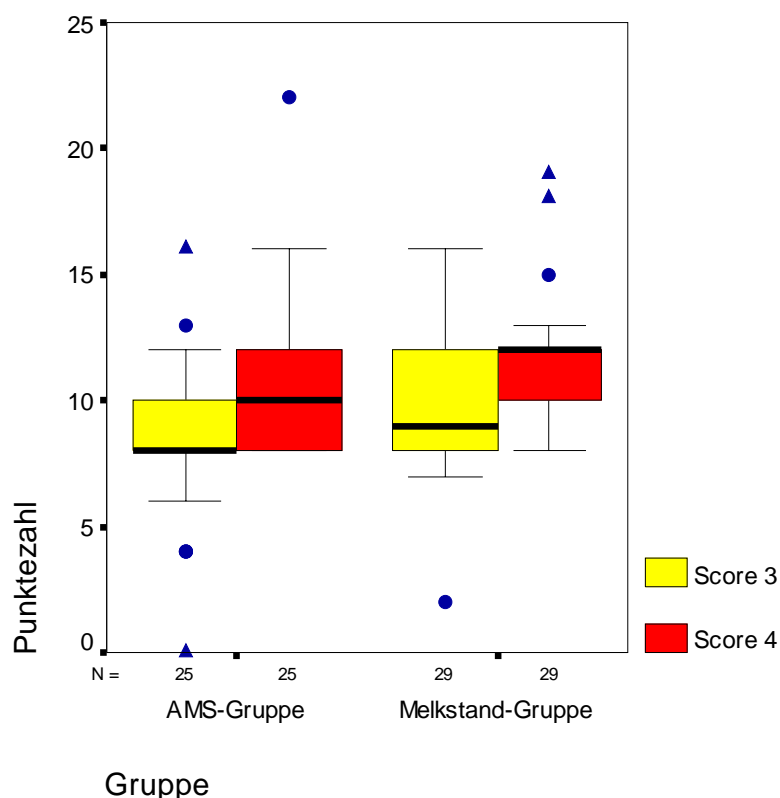


Abb. 69: Boxplotdarstellung des Gesamtballenfäulescores (Score) zu Scoringtermin 3 und 4 in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: N = 25, Melkstand-Gruppe: N = 29.

Tab. 83: Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten von Ballenfäule zwischen Score 3 und 4 innerhalb der **AMS-Gruppe**; N = 25; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	0	8
Maximum	16	22
Median	8,00	10,00
Mittelwert	8,44	10,48
SD	3,292	3,216
p	0,059	

Tab. 84: Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten von Ballenfäule zwischen Score 3 und 4 innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 29; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	2	8
Maximum	16	19
Median	9,00	12,00
Mittelwert	9,86	11,38
SD	3,067	2,705
p	0,078	

Tab. 85: Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der **AMS-Gruppe**; N = 25; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	0	4
Maximum	8	12
Median	4,00	4,00
Mittelwert	3,96	4,72
SD	2,031	1,904
p	0,192	

Tab. 86: Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Vorderextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 29 angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	0	4
Maximum	8	8
Median	4,00	4,00
Mittelwert	4,59	4,48
SD	1,763	1,271
p	0,773	

Tab. 87: Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der **AMS-Gruppe**; N = 25; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	0	4
Maximum	8	12
Median	4,00	6,00
Mittelwert	4,48	5,76
SD	1,960	2,087
p	0,043	

Tab. 88: Wilcoxon-Test zur Prüfung auf Unterschied im Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität zwischen Score 3 und 4 innerhalb der **Melkstand-Gruppe**; N = 29; angegeben werden Minimum, Maximum, Median, Mittelwert, Standardabweichung (SD) und p.

	Score 3	Score 4
Minimum	2	4
Maximum	9	11
Median	5,00	8,00
Mittelwert	5,28	6,90
SD	1,771	2,041
p	0,005	

12.1.2 Resultate – Lahmheit

12.1.2.2 Prozentuelle Verteilung der verschiedenen Lahmheitsgrade

In den folgenden Abbildungen (Abb. 70 – Abb. 73) wird das prozentuelle Auftreten der verschiedenen Lahmheitsgrade zu den 36 verschiedenen Scoringterminen in der AMS-Gruppe und in der Melkstand-Gruppe dargestellt.

Bereits an Hand der Mittelwertdarstellung der aufgetretenen Lahmheitsgrade in den beiden Gruppen zu den 36 Erhebungszeitpunkten lässt sich in der Melkstand-Gruppe ein zu den meisten Zeitpunkten höherer Mittelwert als in der AMS-Gruppe erkennen (Abb. 70). In

beiden Gruppen liegt der Anteil der Tiere mit Lahmheit Grad 0 zu den meisten Erhebungszeitpunkten über 50 %, wobei in der AMS-Gruppe höhere Prozentsätze zu finden sind, als in der Melkstand-Gruppe (Abb. 71). Dies bedeutet, dass in der AMS-Gruppe weniger Tiere eine Lahmheit zeigten, als in der Melkstand-Gruppe. Die beiden Kurven nehmen einen ähnlichen Verlauf (Abb. 73). Bei einer nach Vorder- und Hinterextremität getrennten Betrachtung lässt sich erkennen, dass sich das Auftreten von Lahmheiten vor allem an der Hinterextremität konzentriert (Abb. 74, 76, und 78). Die Verteilung des Lahmheitsgeschehens auf Vorder- und Hinterextremität zeigt in den beiden Gruppen ein sehr ähnliches Bild. Nach dem ersten Lahmheitscore ist in beiden Gruppen eine Zunahme der Tiere mit Lahmheit Grad 1 zu sehen (Abb. 74), welche im weiteren Verlauf wieder abnimmt und sich zwischen 10 und 30 % einpendelt. Dieser Anstieg wird durch ein vermehrtes Auftreten von Lahmheit Grad 1 an der Hinterextremität verursacht (Abb. 76). An der Hinterextremität liegt der Prozentsatz von Tieren, die eine Lahmheit Grad 1 aufweisen in der Melkstand-Gruppe bis auf 9 Scoringzeitpunkte immer oberhalb jenem der AMS-Gruppe, an der Vorderextremität bis auf 6 Scoringzeitpunkte. Der Anteil klinisch lahmer Tiere übersteigt zu keinem der Scoringzeitpunkte einen Wert von 30 % (Abb. 75). Auch hier ist ein sehr ähnlicher Verlauf der beiden Kurven zu bemerken, wobei der Prozentsatz klinisch lahmer Tiere in der Melkstand-Gruppe bei 28 Scoringzeitpunkten höher zu liegen kommt als in der AMS-Gruppe. In der Melkstand-Gruppe sind außerdem mehr klinische Lahmheiten an der Vorderextremität zu finden, als in der AMS-Gruppe (Abb. 78). Für beide Gruppen kann festgestellt werden, dass der Befund „klinische Lahmheit“ in erster Linie an der Hinterextremität auftritt. Generell kann gesagt werden, dass der Anteil nicht lahmer Tiere (Lahmheitsgrad 0) in der AMS-Gruppe zu 28 Scoringzeitpunkten höher lag, als in der Melkstand-Gruppe.

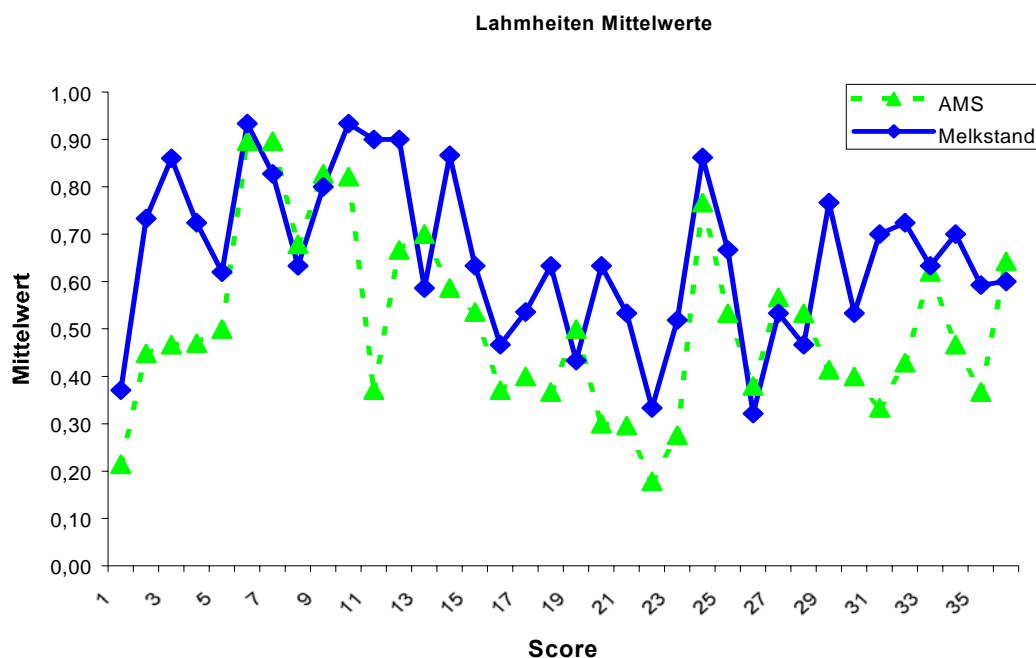


Abb. 70: Mittelwertdarstellung der aufgetretenen Lahmheitsgrade in den beiden Gruppen zu den 36 Erhebungszeitpunkten.

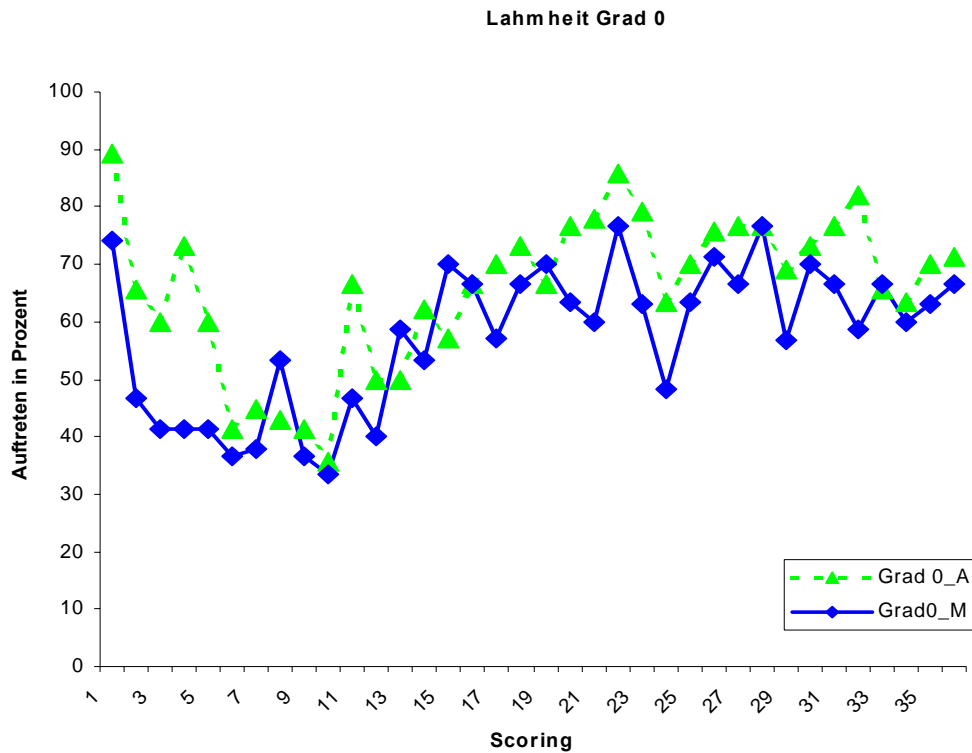


Abb. 71: Prozentuelles Auftreten von Lahmheit Grad 0 zu den 36 Scoringzeitpunkten in beiden Gruppen (Grad 0_A: Grad 0 in der AMS-Gruppe, Grad 0_M: Grad 0 in der Melkstand-Gruppe).

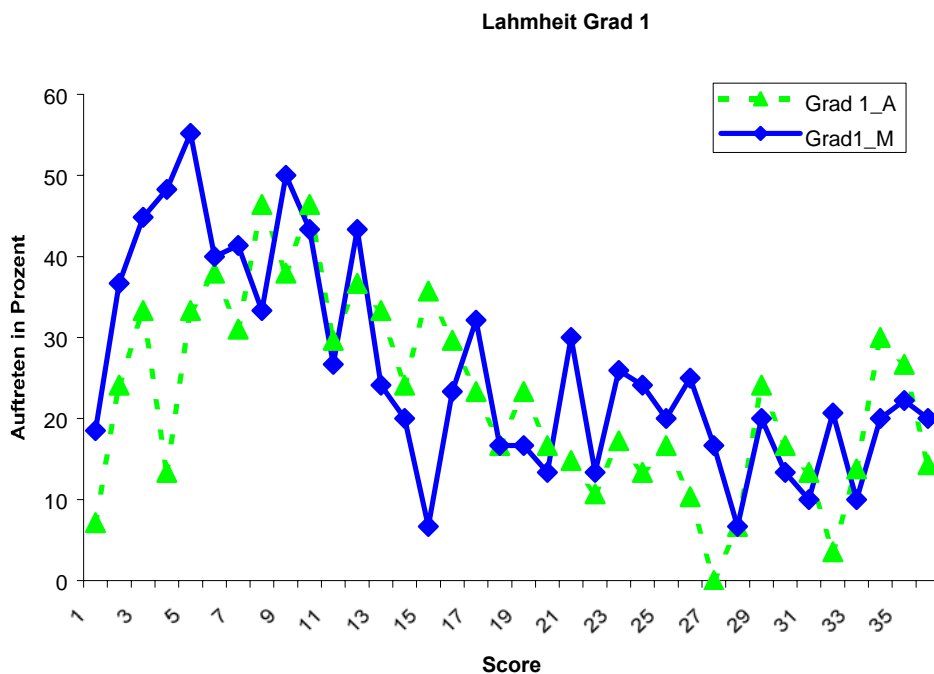


Abb. 72: Prozentuelles Auftreten von Lahmheit Grad 1 zu den 36 Scoringzeitpunkten in beiden Gruppen (Grad 1_A: Grad 1 in der AMS-Gruppe, Grad 1_M: Grad 1 in der Melkstand-Gruppe).

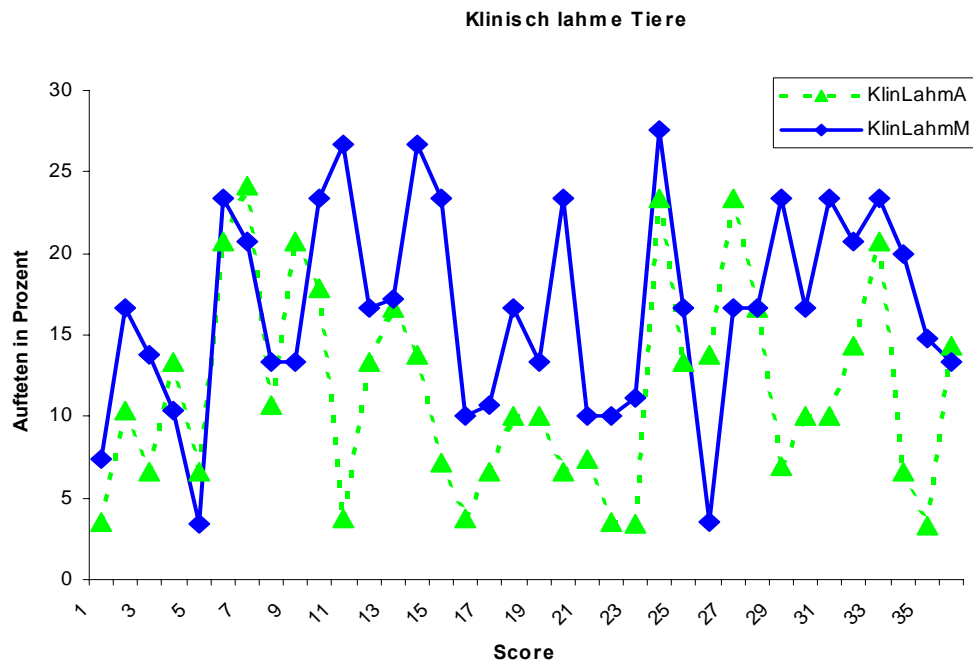


Abb. 73: Prozentuelles Auftreten von klinisch lahmen Tieren (= Lahmheit Grad 2 - 4) zu den 36 Scoringzeitpunkten in beiden Gruppen (KlinLahmA: Klinisch lahme Tiere in der AMS-Gruppe, KlinLahmM: Klinisch lahme Tiere in der Melkstand-Gruppe).

12.1.2.3 Gruppenvergleiche

Das Auftreten von verschiedenen Lahmheitsgraden in der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bei Tieren mit mindestens 18 Datenpunkten wurde mittels Boxplot dargestellt.

Wie in Abbildung 74 ersichtlich zeigen sich kaum Unterschiede zwischen den beiden Gruppen. Der Lahmheitsgrad 5-6 trat sehr selten auf, mehrheitlich ist der Lahmheitsgrad 0 (im Mittel 64% in der AMS-Gruppe und 65% in der Melkstandgruppe, Tab. 89) zu finden.

Mann-Whitney-U - Tests ergaben keine Unterschiede zwischen den Gruppen bezüglich dem Auftreten von verschiedenen Lahmheitsgraden (Tab. 90). Wie man an Hand der p - Werte erkennen kann, liegt beim Vergleich der Tiere mit mind. 18 Datenpunkten kein Unterschied zwischen der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe im Auftreten von Lahmheiten unterschiedlichen Grades vor (Tab. 90).

Tab. 89: Median, Maximum und Minimum der prozentuellen Anteile an Lahmheitsgraden bei Tieren mit mindestens 18 Datenpunkten in beiden Gruppen, AMS-Gruppe: N = 26, Melkstand-Gruppe: N = 30.

		Median	Maximum	Minimum
AMS-Gruppe	%Grad 0	64	96	0
	%Grad 1	22	47	0
	%Grad 2	4	25	0
	%Grad 3	0	25	0
	%Grad 4	0	8	0
Melkstand-Gruppe	%Grad 0	65	94	3
	%Grad 1	24	56	6
	%Grad 2	3	47	0
	%Grad 3	1	42	0
	%Grad 4	0	11	0

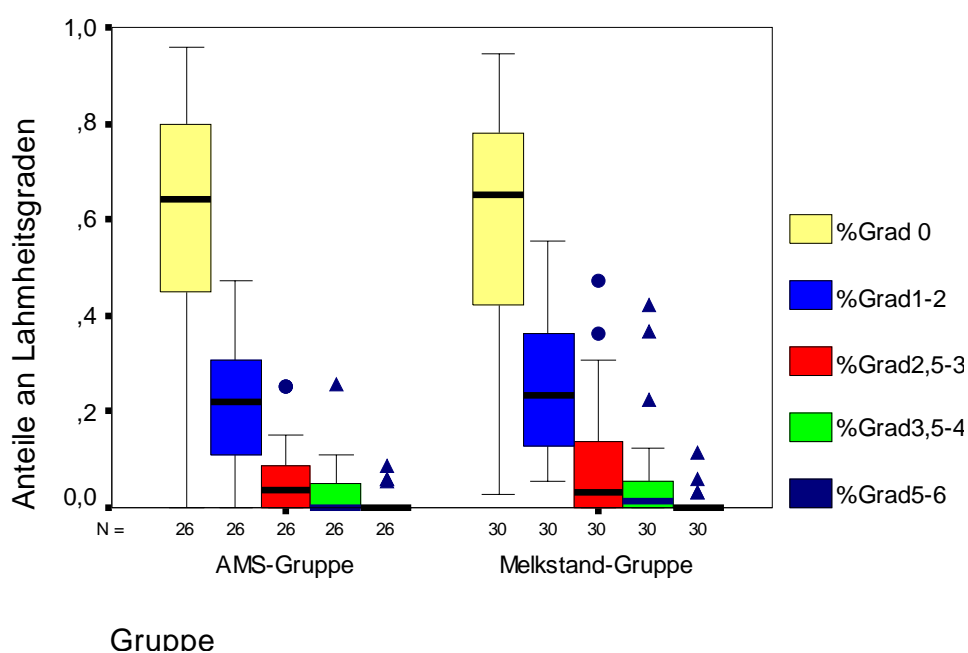


Abb. 74: Verteilung der Lahmheitsgrade bei Tieren mit mindestens 18 Datenaufnahmepunkten in beiden Gruppen; AMS-Gruppe: N = 26, Melkstand-Gruppe: N = 30; Anteile der Lahmheitsgrade in %.

Tab. 90: Ergebnisse der Mann-Whitney-U - Tests bei Prüfung auf Unterschied des Auftretens einzelner Lahmheitsgrade zwischen den Gruppen bei Tieren mit mindestens 18 Datenpunkten; AMS-Gruppe: N = 26, Melkstand-Gruppe: N = 30, Darstellung von Mittelwert, Standardabweichung und p.

	%Grad 0	%Grad 1	%Grad 2	%Grad 3	%Grad 4
AMS-Gruppe	62 ± 26	22 ± 12	6 ± 8	3 ± 6	1 ± 2
Melkstand-Gruppe	57 ± 27	25 ± 13	10 ± 12	6 ± 10	1 ± 2
p	0,527	0,360	0,355	0,391	0,787

12.1.2.4 Markoff-Ketten

Mittels Markoff-Ketten-Analyse wurden die Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen berechnet.

Gesamter Beobachtungszeitraum

Zuerst wurde untersucht, ob ein Unterschied bezüglich des Auftretens der verschiedenen Lahmheitsgrade in den beiden Gruppen gefunden werden kann. Hierfür wurden die Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe (Tab. 91) und der Melkstand-Gruppe (Tab. 92), jeweils bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum, sowie die daraus für beide Gruppen resultierende stabile Verteilung, wie bei der Methode beschrieben, errechnet (Tab. 93).

Tab. 91: Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum (Stichprobenumfang: N = 141).

Lahmheit	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Grad 0	76,49	17,71	4,12	1,22	0,46
Grad 1	52,00	29,78	12,89	4,89	0,44
Grad 2	36,25	35,00	21,25	3,75	3,75
Grad 3	6,67	23,33	33,33	26,67	10,00
Grad 4	8,33	25,00	8,33	41,67	16,67

Tab. 92: Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der Melkstand-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den gesamten Beobachtungszeitraum (Stichprobenumfang: N = 117).

Lahmheit	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Grad 0	73,80	20,55	3,77	1,37	0,51
Grad 1	46,62	38,72	11,65	1,88	1,13
Grad 2	19,01	25,62	33,88	19,01	2,48
Grad 3	16,33	14,29	40,82	20,41	8,16
Grad 4	9,09	27,27	27,27	27,27	9,09

Tab. 93: Stabile Verteilung der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Lahmheitsausprägung über den gesamten Beobachtungszeitraum (Stichprobenumfang: AMS-Gruppe, N = 141; Melkstand-Gruppe, N = 117).

	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
AMS-Gruppe	64,05	22,20	8,71	3,74	1,31
Melkstand-Gruppe	57,07	25,56	11,25	4,74	1,37

Im Anschluss daran war es möglich, die stabilen Verteilungen der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe durch die Anwendung eines multivariaten Chi-Quadrat Tests auf Unterschied zwischen den Gruppen zu testen. Es wurde ein p-Wert von 0,714 errechnet, das heißt, es bestand kein Unterschied im Auftreten der einzelnen Lahmheitsgrade zwischen den beiden Gruppen.

Um festzustellen ob es einen Einfluss der Weideperiode auf das Auftreten von Lahmheiten gegeben hat, sind die Stall- und die Weideperiode getrennt von einander betrachtet worden. Hier wurde sowohl Augenmerk auf Unterschiede zwischen den beiden Gruppen innerhalb der jeweiligen Periode gelegt, als auch die beiden Perioden selbst miteinander verglichen.

Stallperiode

Tab. 94: Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Stallperiode (Stichprobenumfang: N = 138).

Lahmheit	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Grad 0	73,88	20,24	4,24	1,41	0,24
Grad 1	46,07	34,27	14,61	4,49	0,56
Grad 2	35,19	38,89	20,37	3,70	1,85
Grad 3	10,00	30,00	25,00	25,00	10,00
Grad 4	12,50	25,00	12,50	25,00	25,00

Tab. 95: Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der Melkstand-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Stallperiode (Stichprobenumfang: N = 117).

Lahmheit	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Grad 0	69,79	24,06	3,74	1,60	0,80
Grad 1	44,34	41,04	11,32	2,36	0,94
Grad 2	17,65	28,24	34,12	17,65	2,35
Grad 3	15,15	21,21	42,42	15,15	6,06
Grad 4	11,11	22,22	33,33	22,22	11,11

Tab. 96: Stabile Verteilung der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Lahmheitsausprägung bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Stallperiode (Stichprobenumfang: AMS-Gruppe, N = 138; Melkstand-Gruppe, N = 117).

	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
AMS-Gruppe	60,17	26,00	9,24	3,51	1,08
Melkstand-Gruppe	52,82	29,38	11,75	4,63	1,42

Der multivariate Chi-Quadrat Test zum Vergleich zwischen den beiden Gruppen ergab für die Stallperiode $p = 0,81$. Damit konnte die Hypothese, dass die Verteilungen in beiden Gruppen gleich sind, nicht verworfen werden. In der Stallperiode gab es keinen Unterschied zwischen der AMS-Gruppe und der Melkstand- Gruppe.

Weideperiode

Tab. 97: Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der AMS-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Weideperiode (Stichprobenumfang: N = 93).

Lahmheit	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Grad 0	79,91	14,02	3,27	1,40	1,40
Grad 1	65,96	14,89	8,51	8,51	2,13
Grad 2	37,93	24,14	20,69	6,90	10,34
Grad 3	6,67	13,33	40,00	26,67	13,33
Grad 4	12,50	12,50	12,50	50,00	12,50

Tab. 98: Übergangswahrscheinlichkeiten von Lahmheitsausprägungen der Melkstand-Gruppe angegeben in Prozent bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Weideperiode (Stichprobenumfang: N = 90).

Lahmheit	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
Grad 0	79,70	13,71	4,57	1,52	0,51
Grad 1	49,06	30,19	15,09	1,89	3,77
Grad 2	23,08	15,38	33,33	23,08	5,13
Grad 3	15,79	5,26	31,58	31,58	15,79
Grad 4	14,29	28,57	14,29	28,57	14,29

Tab. 99: Stabile Verteilung der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe bezüglich der Lahmheitsausprägung bezogen auf den Beobachtungszeitraum der Weideperiode (Stichprobenumfang: AMS-Gruppe, N = 93; Melkstand-Gruppe, N = 90).

	Grad 0	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4
AMS-Gruppe	67,85	14,86	7,95	6,02	3,31
Melkstand-Gruppe	61,23	16,48	11,99	7,17	3,13

Für die Weideperiode ergab ein Test auf Unterschied zwischen den beiden Gruppen ein p von 0,94. Auch hier gibt es keinen Unterschied zwischen der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe aufgetreten.

Untersucht man die Daten der AMS-Gruppe auf Unterschied innerhalb der Gruppe zwischen der Stall- und Weideperiode, so erhält man ein p von 0,063. Stall- und Weideperiode zeigen keine Unterschiede in der Verteilung der einzelnen Lahmheitsgrade.

Bei der Melkstand-Gruppe unterscheiden sich die Stall- und Weideperiode voneinander ($p = 0,049$).

12.2 Diskussion

Ziel dieser Arbeit war zu untersuchen, ob zwischen einem auf dem letzten Stand der Technik befindlichen Fischgrätenmelkstand und einem automatischen Melksystem hinsichtlich der Klauengesundheit und dem Auftreten von Lahmheiten Unterschiede bestehen. Die Problematik verschiedener Stressoren, längere Stehzeiten an Engstellen bedingt durch den sozialen Rang und geänderte Managementanforderungen und Stress durch das AMS per se, führten zu dieser Fragestellung. Die beiden Hypothese, dass im AMS auf Grund verschiedener zusätzlicher Stressoren vermehrt Klauenprobleme auftreten, sowie dass durch zu vermutende längere Stehzeiten im Zusammenhang mit einem AMS die Klauengesundheit stärker beeinträchtigt wird, konnten auf Grund der meist nicht signifikanten Ergebnisse bei der Prüfung auf Unterschied zwischen den Gruppen nicht bestätigt werden. Die Bewertung der Ergebnisse an und für sich gestaltet sich daher problematisch. Vergleiche mit der Literatur sind insofern schwierig, da Zusammenhänge zwischen einem automatischen Melksystem (AMS) und Klauenproblemen bzw. Lahmheiten noch nicht erforscht worden sind, somit auch keine Literatur zu diesem Thema gefunden werden konnte.

Durch die Klauenscores werden nicht nur die durch Klauenrehe verursachten, sondern auch andere mit der Aufstallung in Zusammenhang stehende Veränderungen zusammengefasst. Die Ergebnisse der Klauenuntersuchungen lagen im Bereich der von Brandejsky (1994), Bodlak (1996) und Huber (2002) nach dem selben System erhobenen Werte (die Gesamtscores lagen zwischen 0 und 92).

Es ist zu erwähnen, dass die jeweiligen Klauenscores nur Momentaufnahmen darstellen, deren Verfolgung über die Zeit jedoch eine numerische Aussage über die Entwicklung des Klauenzustandes ermöglicht. In die Analyse sind nur Daten von jenen Tieren, die bereits seit mindestens 2 Monat in den jeweiligen Gruppen aufgestellt waren, miteinbezogen worden. Weiters muss erwähnt werden, dass auch zwischen den Datenerhebungen Klauenbehandlungen durch das Stallpersonal selbst oder durch den Tierarzt durchgeführt wurden, welche sich einer Kontrolle durch die Untersucher teilweise entzogen. Sowohl Ursachen als auch Art der Behandlungen selbst waren durch teilweise fehlende Aufzeichnungen nicht immer nachvollziehbar. Es besteht zudem die Möglichkeit, dass durch die generell aufgetretenen Probleme im Bereich der Klauengesundheit, bedingt durch die in beiden Versuchsgruppen gleichen Einflussfaktoren der Stalleinrichtungen (v.a. Boden, Liegeboxen), des Managements (v.a. Entmistung, Fütterung), ein eventueller Einfluss des AMS überdeckt wurde.

Betrachtet man die Ergebnisse der Vergleiche zwischen der AMS-Gruppe und der Melkstand-Gruppe, so waren im Bereich der Klauenuntersuchungen (Gesamtscore, Blutungen, Zusammenhangstrennungen, Ballenfäule) und beim Auftreten von Lahmheiten kaum signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festzustellen. In der Melkstand-Gruppe sind im Vergleich zur AMS-Gruppe bei Klauenscore 1 weniger „gelbe Verfärbungen“ an der Sohle aufgetreten, bei Klauenscore 2 waren allerdings mehr „geringgradige Zusammenhangstrennungen“ im Bereich der Sohle zu finden. Beim ersten Erhebungszeitpunkt (Score 1) konnten außerdem mehr massive Veränderungen (Doppelsonhle, Ulcus Rusterholzi, Ulcus an der medialen Klaue der Hinterextremität oder an einer

Vorderextremität und Klauenspitzenabszess) in der Melkstand-Gruppe als in der AMS-Gruppe gefunden werden. Bei Ballenfäulescore 4 waren die Scoreergebnisse der Melkstand-Gruppe schlechter als die der AMS-Gruppe. Verursacht wurde dieser Unterschied durch ein verstärktes Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität in der Melkstand-Gruppe beim letzten Erhebungszeitpunkt. Zusätzlich konnte auch noch beim Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität bei Ballenfäulescore 1 ein Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden, wobei aber hier in der AMS-Gruppe schlechtere Werte zu bemerken waren. Insgesamt aber waren die Unterschiede zwischen den beiden Systemen sehr gering und nicht konsistent.

Der Anteil der Tiere die keine Lahmheit aufwiesen (Lahmheit Grad 0) lag in beiden Gruppen zu den meisten Erhebungszeitpunkten über 50 %. Die meisten Tiere waren in die Gruppen „Lahm Grad 0“ und „Lahm Grad 1“ einzustufen, wobei eine klinisch relevante Lahmheit erst ab „Lahm Grad 2“ auftritt. Der Anteil klinisch lahmer Tiere überstieg zu keinem der Erhebungszeitpunkte einen Wert von 30 %. Der bei 28 Lahmheitsscores höher liegende prozentuelle Anteil der „Klinische Lahmheit“ in der Melkstand-Gruppe, kann dadurch verursacht worden sein, dass in der AMS-Gruppe mehrere Tiere ausgeschieden und wieder nachbesetzt wurden. Dadurch war die Verweildauer der Tiere im Versuch in der Melkstand-Gruppe länger als in der AMS-Gruppe, wodurch unter Umständen dieser geringgradig höhere Anteil verursacht wurde.

Die meisten signifikanten Unterschiede lagen im Bereich der Untersuchungen innerhalb einer Gruppe. Die Melkstand-Gruppe hatte bei der Verlaufsuntersuchung der Gesamtscores bei Klauenscore 4 hochsignifikant schlechtere Gesamtscoreergebnisse im Vergleich zu Klauenscore 3. Bezüglich der Ballenfäule konnte in der Melkstand-Gruppe sowohl bezogen auf die Gesamtballenfäule, als auch beim Auftreten der Ballenfäule an der Hinterextremität, eine Verschlechterung nach dem ersten Scoring bis hin zum Score 3 gefunden werden. Die Ballenfäule an der Hinterextremität war zusätzlich auch nach Score 3 signifikant schlechter. Eine ähnliche Situation des Verlaufs der Ballenfäule war in der AMS-Gruppe zu finden. Bei der Auswertung der Ballenfäule an der Hinterextremität konnten in diesem Fall signifikante Unterschiede zwischen Score 1 und 2, Score 1 und 3 sowie Score 3 und 4 gefunden werden. Auch hier war also eine Verschlechterung der Ballenfäule in der Herde über die Zeit festzustellen.

Dies kann auf verschiedene Ursachen zurückzuführen sein.

Der Boden im AMS kann einen Risikofaktor für das Auftreten von Klauenproblemen darstellen. In der Melkbox des AMSs selbst wäre durch die Riffeloberfläche der Standfläche eine ausreichende Trittsicherheit gegeben, aber Verschmutzungen des Standplatzes in der Melkbox durch Verkoten wurden durch den Rost im Fußboden nur geringfügig gemindert. Durch diese Verunreinigungen kann eine gewisse „Rutschigkeit“ des Bodens angenommen werden. Im AMS ist keine spezielle Hilfe zur Kotabführung vorhanden, weshalb hier eine mehrmals tägliche Reinigung vom Personal zu empfehlen wäre (Anonymus, 2000). Die Reinigung durch das Personal fand jedoch maximal zwei Mal pro Tag statt, selten öfters.

Die Auslastung einer Einboxenanlage liegt nach Empfehlung der Hersteller bei etwa 60 laktierenden Kühen, wobei diese Zahl auch von der Milchleistung und der damit verbundenen Melkfrequenz abhängt. Bei einer Überbelegung des AMS kann es nach Schön (1997) zum Abdrängen einzelner Kühe und zu längeren Wartezeiten kommen. Dieses Problem wird durch teilgesteuerten und gesteuerten Kuhverkehr zusätzlich verstärkt. In der vorliegenden Versuchsanordnung stand eine Einboxenanlage für 30 Tiere zur Verfügung, wobei auch die

trockenstehenden Tiere in der Gruppe belassen wurden. Eine Auslastung des AMS bezogen auf die empfohlene Tierzahl war also nicht gegeben. Es ist daher zu überlegen, ob dem Problem des Abdrängens vom AMS auf Grund von Überbelegung hier überhaupt Bedeutung beizumessen ist.

Nach Troxler u. Oertli (1994) sowie Singh et al. (1993) kann es durch langes Stehen zu Klauenproblemen kommen. Eine weitere Überlegung war, dass rangniedere Tiere vor allem bei Engpässen (Wartebereich vor dem AMS, Selektionstor) längere Stehzeiten haben, da sie von ranghöheren Tieren in ihrer Bewegung behindert werden (Miller u. Wood-Gusch, 1991). Aggressive Interaktionen im Sozialverhalten spielen nach Reszler (1999) eine große Rolle beim Auftreten von Lahmheiten. Betrachtet man die Situation im Wartebereich vor dem Melkstand genauer, kann man Parallelen zur Situation vor dem AMS entdecken. Alle Tiere der Melkstand-Gruppe wurden vor Beginn des Melkens in den Wartebereich vor den Fischgrätenmelkstand getrieben. Die durchschnittliche Melkdauer betrug etwa 40 bis 60 Minuten, wodurch auch hier längere Stehzeiten gegeben waren. Zusätzlich sind noch weitere Faktoren zu beachten. Die Tiere waren während der Wartezeit vor dem Melkstand auf engem Raum zusammengedrängt, was natürlich auch als möglicher Stressfaktor gesehen werden kann. Weiters muss erwähnt werden, dass die Tiere der Melkstand-Gruppe einem zusätzlichen Einflussfaktor in Bezug auf das Auftreten von Lahmheiten ausgesetzt waren. Diese Gruppe musste zwei Mal täglich zum Melkstand getrieben werden, wobei einerseits die Beschaffenheit des Treibganges selbst, andererseits das Verhalten des Treibers einen Einfluss auf das Auftreten von Lahmheiten haben kann. So konnten Chesterton et al. (1989) in landwirtschaftlichen Betrieben, in denen auf die Wartung der Treibgänge durchschnittlich weniger Augenmerk gelegt wurde, oder wo die Tiere mit weniger Geduld und Ruhe vom Bauern vorangetrieben wurden, eine signifikant höhere Prävalenz für das Auftreten von Lahmheiten finden. Clackson u. Ward (1991) sind der Ansicht, dass die Lahmheitsinzidenz hauptsächlich von der die Tiere betreuenden Person und von der Beschaffenheit der Treibwege abhängt. Werden die Kühe von ungeduldigen Betreuern z.B. zum Melkstand getrieben und durch ständige Schläge eng an einander gedrängt, so sind sie nicht mehr in der Lage, auf den Untergrund zu achten und können eventuellen Unebenheiten, Steinchen oder anderen Gefahren nicht ausweichen (Liscsher et al., 2000a). Auch schnelle Wendungen oder rutschige Böden können in diesem Zusammenhang ein Problem darstellen. Bereits lahme Tiere gehen nach Clackson u. Ward (1991) außerdem meist am Ende der Herde und werden so durch einen ungeduldigen Betreuer beim Vorwärtstreiben noch stärker in Mitleidenschaft gezogen.

Während der gesamten Datenaufnahme im Zeitraum von März 2001 bis Oktober 2002 sind in der AMS-Gruppe 23 Tiere, in der Melkstand-Gruppe 14 Tiere aus dem Versuch ausgeschieden. Alle ausgeschiedenen Kühe wurden durch Kalbinnen nachbesetzt. Die Ausfälle wurden hauptsächlich durch Fruchtbarkeitsprobleme oder Störungen der Eutergesundheit verursacht. Ein eindeutiger Nachweis einer Klauenproblematik als Ausscheidungsursache lag in diesem Zeitraum bei nur zwei Tieren vor. Allein an Hand der hohen Remontierungsrate sind Probleme mit der Stallgesundheit zu vermuten.

Die Eingliederung fremder Tiere in eine Herde führt zu erheblichem Stress bei den Herden- und Eingliederungstieren (Menke et al., 2000). Nach Kondo u. Hurnik (1990) führen Neueingliederungen grundsätzlich zu vermehrter Rangauseinandersetzungen in der Herde. Es kann also davon ausgegangen werden, dass der hohe Nachbesatz in beiden Gruppen einen zusätzlichen Stressfaktor für die Tiere darstellte.

Als weiterer Stressfaktor sind Klauenerkrankungen selbst zu sehen. Nach El-Ghoul u. Hofmann (2002) zeigt der Laktatspiegel bei Kühen, die an Klauenveränderungen leiden, bedeutend höhere Werte als bei gesunden Tieren

Generell ist zu erwähnen, dass Laufstallsysteme den sozialen Bedürfnissen von Milchkühen entsprechen, da sie sowohl freie Bewegung als auch das Leben im Sozialverband ermöglichen. Allerdings kann die Einengung des natürlichen Lebensraumes zu einer Steigerung der sozialen Auseinandersetzungen zwischen den Tieren führen und dadurch sozialen Stress hervorrufen (Menke et al., 2000, Schlimm, 1999). Stress stellt einen wichtigen Einflussfaktor im Zusammenhang mit Klauenerkrankungen dar (Bazeley u. Pinset, 1984, Greenough u. Weaver, 1997, Ossent et al., 1997).

Ein weiterer Faktor, der in dieser Arbeit nicht außer Acht gelassen werden darf, ist die Fütterung. Zwar erhielten beide Gruppen zeitgleich das selbe Futter, aber die Tiere mussten sich durchschnittlich alle 2 Monate an geänderte Fütterungsvarianten anpassen. Plötzliche Futterumstellungen können besonders in der Milchviehhaltung zu Problemen der Klauengesundheit führen, vor allem wenn diese um den Zeitpunkt der Geburt durchgeführt werden (Blowey, 1993). Besonders ein zu hoher Gehalt an leicht verdaulichen Kohlenhydraten, ein zu geringer Rohfasergehalt oder ein zu hoher Proteingehalt der Ration spielen hier eine wichtige Rolle (Blowey, 1993). Die Klauenreihe wird in diesem Zusammenhang stark diskutiert. Die erhobenen Klauenscores fassen die durch Klauenreihe verursachten Veränderungen, wie z.B. Verfärbungen des Sohlenhorns oder Zusammenhangstrennungen zusammen und können auf ein 2 bis 3 Monate zurückliegendes Problem hinweisen (z.B. Fütterungsfehler).

Schlechte Haltungsbedingungen, starke Verschmutzung, Nässe und Infektionserreger sowie rutschiger, zu rauer oder unebener Boden können nach Kümper (2001) die Klauen schädigen. Auch Lischer et al. (2000a) geben an, dass Laufgänge trittsicher sein müssen, damit sich die Kühe unverkrampft fortbewegen können und Klauenprobleme vermieden werden können. Nach Manske (2002) sind die Tiere in Liegeboxensystemen verstärkt Verschmutzungen durch Kot und Harn ausgesetzt, wodurch es zu einer Erweichung des Klauenhorns kommen kann (Mülling u. Budras, 1998). Besonders mangelnde Hygiene führt häufig zu Problemen an den Klauen, wodurch ersichtlich wird, dass unabhängig vom Haltungssystem das Management einen erheblichen Einfluss auf die Klauengesundheit ausüben kann (Fessler, 1991, Köbrich, 1993). Bei der Bewegung der Tiere auf den Laufgängen kann sich das Kot – Harn Gemisch an den Klauen festsetzen. Nach Herrmann (1997) ist für die Klauenfeuchte auch die Gestaltung der Liegeboxen entscheidend, denn nur wenn die Boxen auch als Liegeplatz angenommen werden, können auch die hinteren Klauen der Einwirkung der Gülle entzogen werden und besser abtrocknen.

An Hand der Ergebnisse der Ballenfäulescores ist ersichtlich, dass das Auftreten an Ballenfäule in beiden Gruppen bereits zu Beginn der Untersuchung relativ hoch war, im Verlauf der Untersuchungen weiter zunahm und sich auch von der Ausprägung her weiter verschlechterte. Dies kann vor allem im Zusammenhang mit der Stallhygiene gesehen werden, da Ballenfäule eine Zersetzung des weichen Ballenhorns, bedingt durch Fäulnisbakterien und durch Mazeration des Horns auf Grund feuchter Umgebung darstellt. Bei schweren Formen der Ballenfäule kommt es zur teilweisen Unterminierung der Sohle und es liegt eine starke Gefährdung der Klauengesundheit vor (Herrmann, 1997). Der Ballen verliert seine stoßbrechende Funktion und dadurch werden die hinteren Sohlenbereiche überbelastet. Die Verteilung der Ballenfäulescores auf Vorder- und Hinterextremitäten ergab

ein zu erwartendes Bild. Im Gegensatz zur Anbindehaltung ist das Auftreten der Ballenfäule in der Laufstallhaltung nicht mehr nur auf die Hinterextremität beschränkt (obwohl hier der Schwerpunkt liegt), sondern tritt verstärkt auch an der Vorderextremität auf.

Dauerhafte Feuchtigkeit des Bodens vermindert außerdem auch die Widerstandsfähigkeit des Wandhorns. So empfehlen zum Beispiel Lischer et al. (2000a), täglich den in den Liegeboxen anfallenden Kot zu entfernen und auch die Liegeflächen frisch einzustreuen. Sowohl die Liegeboxen als auch die Laufgänge selbst waren im vorliegenden Betrieb häufig durch Kot verschmutzt und die Einstreuverhältnisse waren schlecht. Dies kann daher als Problemfaktor bezüglich dem hohen Anteil an aufgetretener Ballenfäule gesehen werden. Interessant ist die Tatsache, dass auch vom Erhebungszeitpunkt Score 3 zu Score 4 eine weitere Verschlechterung in Bezug auf den Ballenfäulescore aufgetreten ist. Da zwischen diesen beiden Scores die Weideperiode lag, wäre eher eine Verbesserung zu erwarten gewesen. So lagen zum Beispiel bei einer Untersuchung von Offer et al. (2000) die Spitzenwerte der Ballenfäulescores einer Herde gegen Ende der Stallperiode im Winter und verbesserten sich eindeutig im Laufe der Weideperiode. Auch Huber (2002) stellte eine Verbesserung der Klauengesundheit durch den Weidegang fest.

Hier muss erwähnt werden, dass die Witterungsverhältnisse in der Zeit der Weideperiode zum Teil ungünstig waren. Durch starke Niederschläge wurde der Boden phasenweise sehr aufgeweicht. Dies konnte eine weitere Verschlechterung des Zustands der Ballen bei den Tieren hervorrufen.

Nicht nur die Ballenfäulescores haben eine Zunahme der Scorewerte nach der Weideperiode erkennen lassen, sondern auch die Gesamtscores beider Gruppen. In der Melkstand-Gruppe nahmen die Werte des Gesamtscores von Klauenscore 3 hin zu Klauenscore 4 signifikant zu, was eine Verschlechterung der Klauengesundheit bedeutet. In der AMS-Gruppe ist zwar eine Zunahme der Scoringwerte zu beobachten, der Unterschied ist aber nicht signifikant. Auch hier ist also zu erkennen, dass die Weideperiode zu keiner Verbesserung der Klauengesundheit führte, sondern das Gegenteil bewirkt hat. In Bezug auf das Lahmheitsgeschehen lässt sich ebenfalls eine Verschlechterung in beiden Gruppen nachweisen, welche in der Melkstand-Gruppe signifikant war. Nach Stanek (1997) können Klauenprobleme, die in der Stallperiode unbemerkt geblieben sind oder übergangen wurden, durch die verstärkte Bewegung und/oder durch mechanisch verursachte Belastung in der Weideperiode manifest werden. Murray et al. (1996) nehmen eine Art „carry over - Effekt“ an, was bedeutet, dass Läsionen die sich langsamer entwickeln, bereits in der Stallperiode im Winter entstehen, aber eine Lahmheit erst in den Sommermonaten ersichtlich wird. Der hier zusätzlich einwirkende Stressfaktor des Treibens, beim Verbringen der Tiere auf die Weide und zurück in den Stall, könnte in engem Zusammenhang mit dem Anstieg der Scoringwerte stehen.

Wie bereits weiter oben genannt, werden im Zusammenhang mit schlechter Klauengesundheit immer wieder Probleme der Aufstallung selbst erwähnt. In der Laufstallhaltung spielen vor allem die richtige Dimensionierung und Ausstattung der Liegeboxen und die Laufflächengestaltung eine wichtige Rolle zur Vermeidung von Klauenschäden. So beschreiben zum Beispiel Troxler u. Oertli (1994) Gummimatten ohne Einstreu für die Tiere als unzumutbar. In ihren Untersuchungen zeigte sich, dass Liegeboxen mit Gummimatten ohne Einstreu sehr schlecht von den Kühen angenommen werden und die Tiere auf Grund der kurzen Liegezeiten stark übermüdet waren. In der vorliegenden Untersuchung waren die Liegeboxen zwar mit weicheren Gummimatten belegt und mit Strohhäcksel bestreut, dies

wurde aber nur unregelmäßig durchgeführt und die Menge der aufgetragenen Einstreu war zudem gering. Zusätzlich waren die Gummimatten teilweise am Stoß aufgewölbt, was einerseits negativ in Bezug auf den Liegekomfort zu sehen ist, andererseits zu einer verstärkten Druckbelastung der Klaue führen könnte. Durch unkomfortable Boxen hervorgerufenen Zwangsstehen kann Klauenlederhautentzündungen hervorrufen. Singh et al. (1993) weisen auf den Zusammenhang von längeren Stehzeiten und dem Auftreten von Sohlenquetschungen, Sohlengeschwüren und losen Wänden hin. Sind Liegeboxen zu klein ausgeführt, so kann dies häufig bedingt durch das Aufstehen zu Schäden an Extremitäten oder Euter führen (Bartussek, 1996).

12.3 Schlussfolgerung

Ausgehend von der Zielsetzung dieser Arbeit, kann aufgrund der hier dargestellten Ergebnisse keine Auswirkung des automatischen Melksystems (AMS) auf Klauengesundheit und Lahmheiten, weder im positiven noch im negativen Sinne, unter den gegebenen Bedingungen festgestellt werden. Einzig beim Auftreten und der Ausprägung der Ballenfäule waren signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen zu finden, wobei zu Beginn der Datenaufnahme die Melkstand-Gruppe bessere Werte aufzeigte, sich gegen Ende jedoch in der AMS-Gruppe weniger schwerwiegende Veränderungen im Ballenbereich manifestierten. Eine Empfehlung für eines der Melksysteme in Bezug auf die Klauengesundheit und in Bezug auf das Auftreten von Lahmheit kann nicht ausgesprochen werden.

Zu den Lahmheitserhebungen ist zu erwähnen, dass der Anteil klinisch lahmer Tiere nie oberhalb der 30 % Grenze lag.

Ein möglicher Einfluss eines automatischen Melksystems soll durch diese Arbeit keinesfalls ausgeschlossen werden. Vielmehr geht die Empfehlung dahin, weitere Untersuchungen in Herden mit größeren Tierzahlen und besseren Managementbedingungen durchzuführen.

13 Herdenüberwachung

Die Herdenüberwachung stellt einen wichtigen Punkt für die Tiergesundheit und für eine erfolgreiche Betriebsführung dar. In einem Betrieb mit konventionellem Melkstand hat der Landwirt zumindest während der Melkzeiten direkten Kontakt zu den einzelnen Kühen. Erkrankte Tiere können dabei sowohl beim Treiben in den Warteraum (z.B. lahme Tiere, Tiere die sich nicht oder schlecht auftreiben lassen) als auch im Melkstand selbst (Mastitiden) vom Landwirt gut erkannt werden. Auch bei der Futtervorlage, die im allgemeinen allen Kühen ein Anreiz ist zum Fressen zu gehen, kann der Landwirt beobachten, ob alle Tiere fressen oder einzelne liegen bleiben. In einem Betrieb mit automatischem Melksystem könnte die Erfassung erkrankter Tiere schwieriger sein, worauf sich einige Hinweise in Untersuchungen in der Schweiz ergeben haben (Beyer, pers. Mitteilung). Dies ist bedingt durch den geringeren Grad an synchronem Verhalten der Kühe im AMS, wodurch ihre Überwachung z.B. in Bezug auf die Futteraufnahme, erschwert wird und bedingt durch den fehlenden Zwang zu regelmäßigem Kontakt zu allen Tieren wie beim Treiben und beim regelmäßigen Abtasten des Euters und Überprüfen der Milch.

Zur exakten Beantwortung der Frage, ob sich die zwei Melksysteme in ihrer zuverlässigen Erfassbarkeit der Tiergesundheit unterscheiden, wären tägliche Erhebungen der

Tiergesundheit und anschließende Vergleiche mit den Aufzeichnungen vom Stallpersonal nötig. Dies war versuchstechnisch bedingt nicht durchführbar, da es zu Störungen anderer Datenerhebungen gekommen wäre (zum Beispiel Sozialverhaltensbeobachtungen, Erhebungen zu Zeitbudgets). Weiterhin haben wir es als unsere Pflicht erachtet, Erkrankungen sofort dem Stallpersonal und unseren Projektpartnern mitzuteilen, um Ausfälle zu vermeiden.

Es war daher nur eine eingeschränkte Bearbeitung dieser Fragestellung beabsichtigt. Hierzu wurden Protokollvordrucke erstellt, in denen Abkalbungen, Besamungen, gesundheitliche Probleme, Behandlungen und Tierarztbesuche vom Personal festgehalten werden sollten. Diese Protokolle lagen im Stall auf. Es sollte ein Vergleich dieser Aufzeichnungen mit den regelmäßig von uns erhobenen Gesundheitsdaten hinsichtlich möglicher Abweichungen stattfinden. Jedoch schwankte die Zuverlässigkeit der Aufzeichnungsführung so dass ein Vergleich nicht zielführend war. Weiter ist die Genauigkeit der Herdenüberwachung und Krankheitserkennung sehr stark von den sie durchführenden Personen und damit vom jeweiligen Betrieb abhängig. Der Versuchsbetrieb bildet zudem insofern die Praxis der Milchviehhaltung in Österreich nicht gut ab, da hier sehr viel verschiedene Personen an der Herdenbetreuung beteiligt sind und Personalwechsel stattfanden, während in Österreich der Familienbetrieb vorherrscht, auf dem ein Betriebsleiter die Herdenüberwachung / Betreuung übernimmt. Es empfiehlt sich daher als sinnvoller, diesen Punkt auf verschiedenen Praxisbetrieben zu untersuchen.

14 Sonstige Gesundheitsparameter

14.1 Methode

14.1.1 Datenerhebung

Im Rahmen der 14-tägig stattgefundenen Gesundheitsuntersuchung wurden jeweils bei allen 60 Versuchskühen folgende Bereiche erhoben: Verletzungen am Tierkörper, Euter sowie Ausflüsse und die Ergebnisse in zu diesem Zweck ausgearbeitete Handprotokolle notiert. Die Verletzungen des Integumentes (Abb. 75) wurden durch Adspektion und Palpation nach Lokalisation, Größe und Art (haarlose Stelle, Exkoration, tiefe Wunde oder Kombination von diesen) erhoben. Beim Euter wurde sowohl der Verschmutzungsgrad erhoben, als auch ein klinischer Untersuchungsgang durchgeführt (Adspektion und Palpation). Unter anderem wurden Veränderungen des Euterparenchyms, Strichkanaldicke und Veränderungen der Strichkanalöffnung erfasst. Ausflüsse wurden an Auge, Nase und Vagina nach Grad und Art erfasst. Bei Auge und Nase zusätzlich, ob sie ein- oder beidseitig vorhanden waren. Einmal im Monat wurde der Body Condition Score der Kühe erhoben.

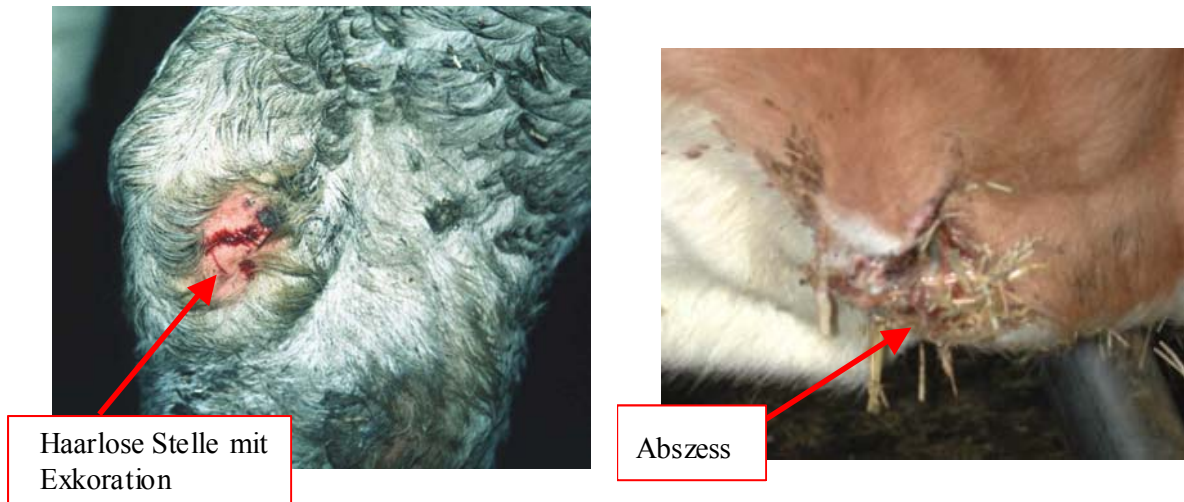


Abb. 75: Beispiele von Erhebungsparametern zur Tiergesundheit. Linkes Bild: rechte Hinterextremität am Calcaneus lateral (Fersenbeinhöcker außen) haarlose Stelle mit Exkoration. Rechtes Bild: reifes durchgebrochenes Abszess am Triel.

14.1.2 Datenauswertung

Aufgrund der hohen Anzahl an Tieraussfällen und damit verbunden dem Integrieren neuer Tiere in die Gruppen, gingen in die weitere Analyse nur Daten jener Tiere ein, welche durchgehend im Zeitraum der Datenerhebung in der Gruppe waren. Für die kuhindividuell erhobenen Daten wurde ein Mittelwert gebildet, welcher in die weitere Analyse einging. Mit nicht-parametrischen Tests wurden die Gruppen auf Unterschiede geprüft.

Für den Parameter „Verletzungen“ werden Ergebnisse zur Anzahl der Verletzungen sowie zur Art der Verletzung dargestellt. Die erhobenen Regionen wurden zu jene vier Regionen zusammengefasst, an denen die größte Anzahl von Verletzungen zu finden war. Das waren das Carpalgelenk, das Tarsalgelenk, der Calcaneus und Sonstige Regionen. Der Verlauf von Verletzungen in den genannten Regionen wird für die Versuchsgruppen graphisch dargestellt. Mittels Mann-Whitney-U-Test wird auf Unterschiede im Auftreten von Verletzungen sowie auf Unterschiede in der Anzahl unterschiedlicher Arten von Verletzungen geprüft.

Von den Erhebungen des klinischen Untersuchungsganges beim Euter werden zwei relevante Parameter dargestellt – die Strichkanalöffnung und das Drüsenparenchym. Veränderung an der Strichkanalöffnung lassen auf vermehrte Belastungen verursacht durch das Melken schließen. Veränderungen des Drüsenparenchyms können auf Entzündungen und Mastitiden hinweisen. Die Daten wurden gleich behandelt wie jener der Verletzungen.

14.2 Resultate

14.2.1 Verletzungen

Die Graphiken 76 bis 79 stellen den zeitlichen Verlauf der mittleren Anzahl von Verletzungen je Kuh an ausgewählten Regionen dar. Alle dargestellten Regionen zeigen in beiden Gruppen einen sehr ähnlichen Verlauf. Der Verlauf der Anzahl von Verletzungen an der Region Calcaneus weist über die Zeit einen leichten Anstieg auf.

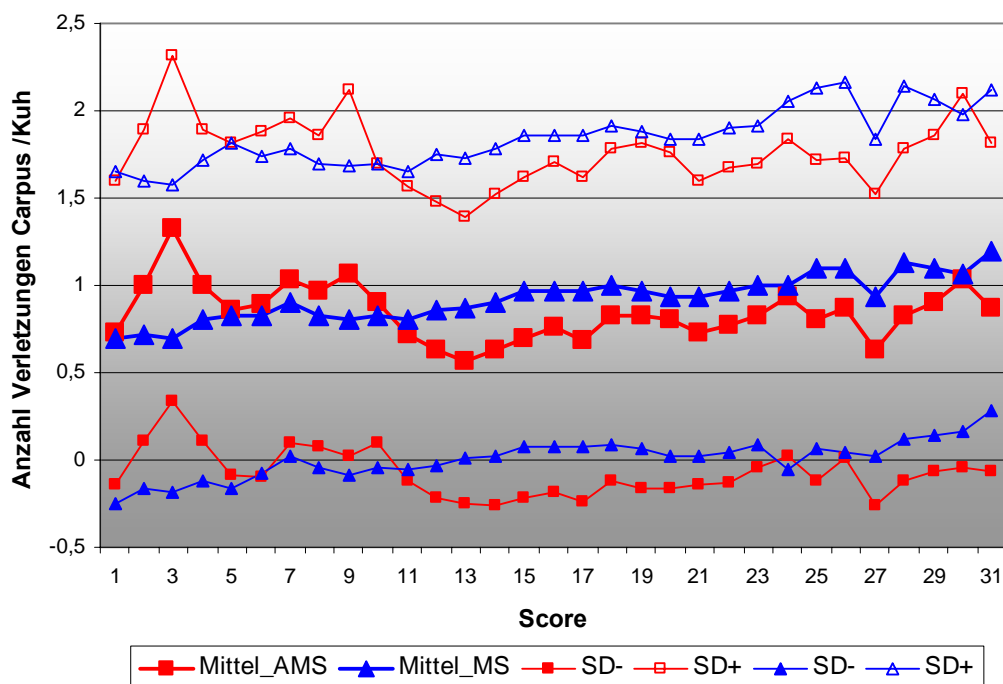


Abb. 76: Anzahl der Verletzungen am **Carpalgelenk** je Kuh im Mittel mit Standardabweichung (SD \pm) an den einzelnen Scoring-Terminen (1 bis 31) in der AMS-Gruppe (AMS, rot) und Melkstand-Gruppe (MS, blau).

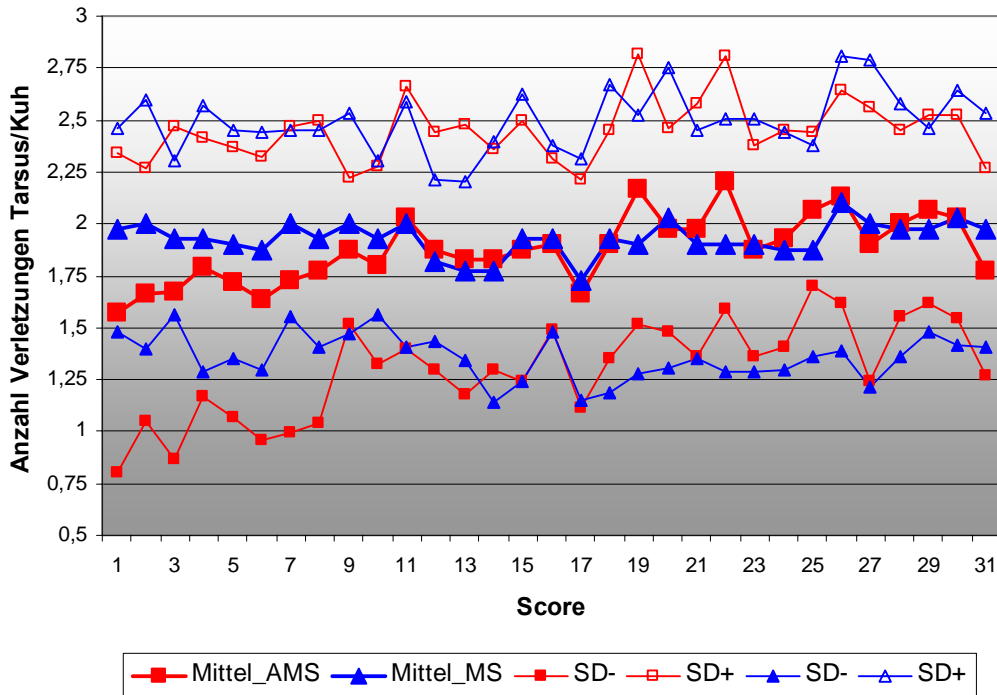


Abb. 77: Anzahl der Verletzungen am **Tarsalgelenk** je Kuh im Mittel mit Standardabweichung (SD \pm) an den einzelnen Scoring-Terminen (1 bis 31) in der AMS-Gruppe (AMS, rot) und Melkstand-Gruppe (MS, blau).

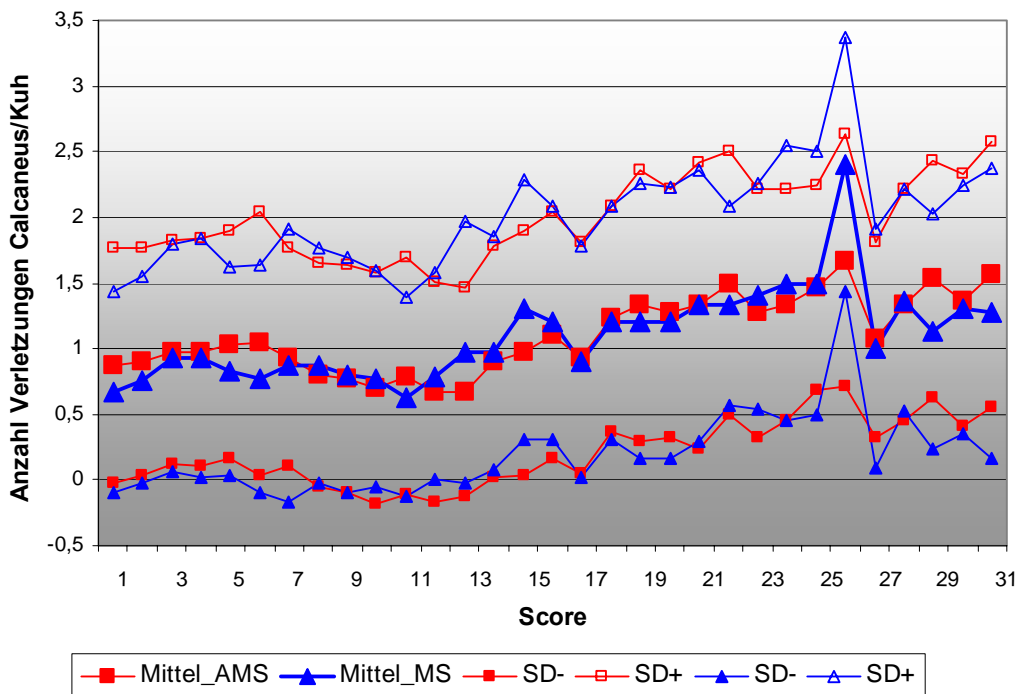


Abb. 78: Anzahl der Verletzungen am **Calcaneus** je Kuh im Mittel mit Standardabweichung (SD \pm) an den einzelnen Scoring-Terminen (1 bis 31) in der AMS-Gruppe (AMS, rot) und Melkstand-Gruppe (MS, blau).

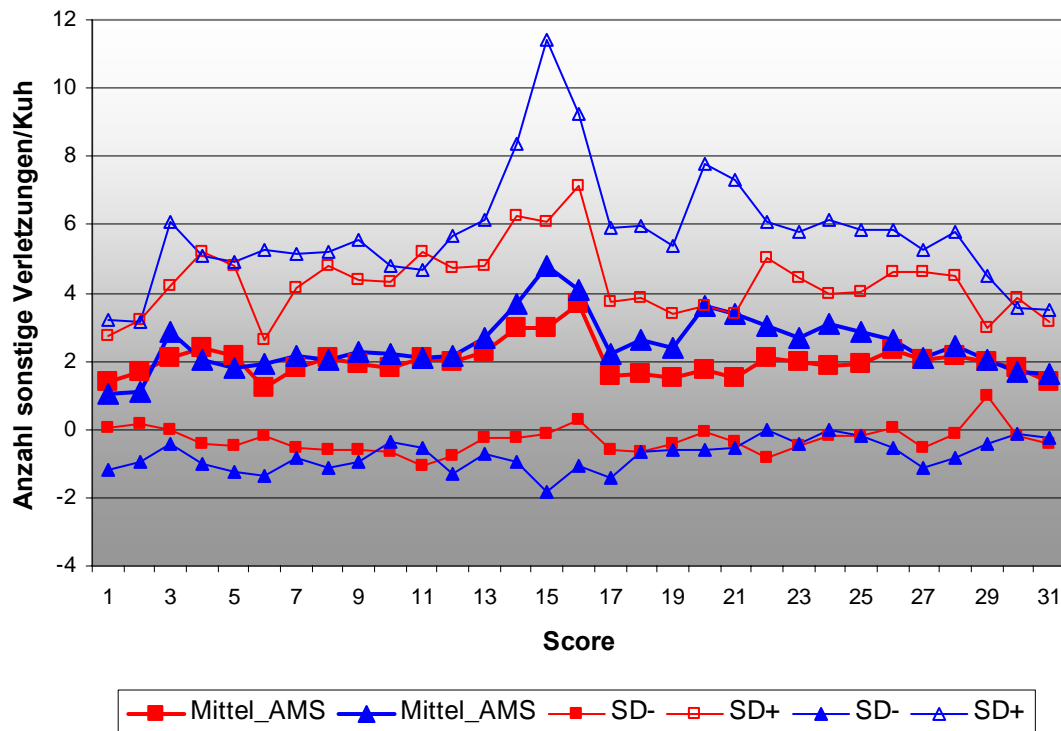


Abb. 79: Anzahl **sonstiger Verletzungen** je Kuh im Mittel mit Standardabweichung (SD \pm) an den einzelnen Scoring-Terminen (1 bis 31) in der AMS-Gruppe (AMS, rot) und Melkstand-Gruppe (MS, blau).

Signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in der Anzahl von Verletzungen an den jeweiligen Regionen konnten nicht nachgewiesen werden (Mann-Whitney-U Tests; Tab. 100).

Tab. 100: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Regionen mit Verletzungen ([Mittelwert über 31 Datenpunkte je Kuh]; [p<0,05=*, p<0,01=**, p<0,001=***]).

Parameter-Regionen mit Verletzungen	Gruppe	N	Mittelwert	SD	P
Sonstige Regionen	AMS-Gruppe	20	2,09	1,75	0,869
	Melkstand-Gruppe	24	2,71	2,85	
Carpus	AMS-Gruppe	20	0,87	0,83	0,934
	Melkstand-Gruppe	24	0,96	0,9	
Tarsus	AMS-Gruppe	20	1,90	0,28	0,628
	Melkstand-Gruppe	24	1,89	0,36	
Calcaneus	AMS-Gruppe	20	1,22	0,64	0,458
	Melkstand-Gruppe	24	1,05	0,72	

Ebenso fanden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen in der Anzahl der Art von Verletzungen. Am häufigsten waren haarlose Stellen oder die Kombination haarlose Stelle und Exkoration zu finden (Tab. 101).

Tab. 101: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Arten von Verletzungen ([Mittelwert über 31 Datenpunkte je Kuh]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter - Arten von Verletzungen	Gruppe	N	Mittelwert	SD	P
Haarlose Stelle	AMS-Gruppe	20	3,15	2,84	0,697
	Melkstand-Gruppe	24	3,54	3,30	
Exkoration	AMS-Gruppe	20	0,02	0,30	0,246
	Melkstand-Gruppe	24	0,0	0,06	
Haarlose Stelle & Exkoration	AMS-Gruppe	20	2,77	1,78	0,517
	Melkstand-Gruppe	24	3,01	2,35	
Schwellung	AMS-Gruppe	20	0,07	0,27	0,195
	Melkstand-Gruppe	24	0,03	0,19	
Abszess	AMS-Gruppe	20	0,02	0,15	0,696
	Melkstand-Gruppe	24	0,02	0,16	

14.2.2 Strichkanalöffnung und Drüsenparenchym des Euters

In der Melkstand-Gruppe fanden sich signifikant mehr Hyperkeratosen als Veränderung der Strichkanalmündung als in der AMS-Gruppe. In den anderen Veränderungen unterschieden sich die Gruppen nicht signifikant voneinander (Tab. 102).

Tab. 102: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Veränderungen der Strichkanalmündung ([Mittelwert über 20 Datenpunkte je Kuh]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter - Strichkanalmündung	Gruppe	N	Mittelwert	SD	P
Hyperkeratose	AMS-Gruppe	40	0,25	0,44	0,000
	Melkstand-Gruppe	51	1,99	1,82	
Inkontinenz	AMS-Gruppe	40	0,00	0,02	0,259
	Melkstand-Gruppe	51	0,0	0,0	
Schleimhautvorfall	AMS-Gruppe	40	0,0	0,0	1,000
	Melkstand-Gruppe	51	0,0	0,0	
Trichterförm. Einzeihung	AMS-Gruppe	40	0,25	0,89	0,211
	Melkstand-Gruppe	51	0,31	1,09	

Signifikante Unterschiede in der Konsistenz des Drüsenparenchyms konnten zwischen den Gruppen nicht gefunden werden (Tab. 103).

Tab. 103: Mann-Whitney-U-Tests auf Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen für verschiedene Veränderungen des Drüsenparenchyms ([Mittelwert über 20 Datenpunkte je Kuh]; [$p < 0,05 = *$, $p < 0,01 = **$, $p < 0,001 = ***$]).

Parameter - Drüsenparenchym	Gruppe	N	Mittelwert	SD	P
derbelastisch	AMS-Gruppe	40	0,2	0,29	0,059
	Melkstand-Gruppe	51	0,38	0,44	
hart	AMS-Gruppe	40	0,09	0,19	0,106
	Melkstand-Gruppe	51	0,16	0,26	
knotig	AMS-Gruppe	40	0,01	0,02	0,871
	Melkstand-Gruppe	51	0,01	0,02	
Ödem	AMS-Gruppe	40	0,09	0,2	0,386
	Melkstand-Gruppe	51	0,09	0,36	

14.3 Diskussion

In den hier dargestellten Gesundheitsparametern konnten zwischen den Gruppen nur im Parameter Art der Veränderung der Strichkanlsöffnung ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. In der Melkstand-Gruppe waren Hyperkeratosen an der Strichkanalsöffnung häufiger zu finden als vergleichsweise in der AMS-Gruppe. Es wäre möglich, dass dies auf ein schonenderes Melken im Melkroboter hinweisen könnte. Doch müssen auch andere Aspekte berücksichtigt werden. So wurden aufgrund von Mastitiden mehr Tiere der AMS-Gruppe ausgeschieden als Tiere aus der Melkstand-Gruppe.

Das Auftreten von Verletzungen an Calcaneus, Tarsalgelenk oder Carpalgelenk spiegeln in erster Linie das Aufstallungssystem wieder. Aber auch bei erhöhten Belastungen können Tiere gegenüber Noxen anfälliger werden. Da beide Gruppen in der vorliegenden Untersuchung unter den gleichen Bedingungen aufgestellt waren (ausgenommen das Melksystem), ließe sich bei stark vermehrtem Auftreten von Verletzungen in einer Gruppe schließen, dass jene Tiere vermehrt Belastungen ausgesetzt sind und sie somit anfälliger gegenüber äußeren Einflüssen sind.

Die in diesem Abschnitt dargestellten Ergebnisse lassen auf keine Mehrbelastung in dem einen noch in dem anderen System schließen.

15 Zusammenfassung

Das Institut für Tierhaltung und Tierschutz untersuchte im Subvertrag innerhalb des Projektes „Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen“ Fragestellungen zur Tiergesundheit und Tiergerechtigkeit eines Melkroboters (AMS) im Vergleich zu einem Fischgrätenmelkstand (MS).

Das Gesamtprojekt startete Ende November 2000 und dauerte bis Ende Dezember 2003. Die Vorversuchsphase begann im November 2000 und dauerte bis einschließlich 30. Juni 2001. In den Bereichen Klauengesundheit und Lahmheit fanden bereits hier erste Erhebungen statt. Mit erstem Juli 2001 startete die Hauptversuchsphase, die in sich durch die Untersuchung von unterschiedlichen Managementvarianten gegliedert war. Die untersuchten Managementvarianten waren: (a) teilgesteuerter Kuhverkehr - TGKV, (b) freier Kuhverkehr - FKV.

Während der Varianten TGKV und FKV wurden intensiv Sozialverhalten und Grundaktivität der Tiere erhoben. Zum Nachweis möglicher chronischer Belastungen der Kühe wurde die nicht-invasive Methode der Kortisolmetabolitenbestimmung im Kot zur Erfassung der Nebennierenrindenaktivität (NNRA) und die Messung der Herzfrequenzvariabilität herangezogen. Zur Bestimmung von Basiswerten der NNRA wurden in 14-tägigem Abstand durchgehend über 9 Monate Kotproben gesammelt. Von sechs Tieren jeder Gruppe wurde die Herzfrequenzvariabilität unter Berücksichtigung verschiedener Aktivitätszustände erhoben. Erhebungen zu Lahmheit und anderen Gesundheitsparametern fanden 14-tägig über einen Zeitraum von insgesamt 13 Monaten statt. Vier Mal im Abstand von je 6 Monaten wurden die Klauen der Tiere gescort. Anfang November 2001 wurde mit der sonographischen Untersuchung der Zitzen zur Erfassung möglicher Veränderungen bedingt durch die Melksysteme begonnen, welche nach Möglichkeit den Zeitraum einer Laktation erfasste. Bei Untersuchungen zu Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken wurde in beiden Gruppen während dem Melken das Verhalten der Kühe beobachtet sowie Herzfrequenzmessungen und Kortisolbestimmungen der Milch durchgeführt. Häufigkeit und Ursachen von Ansetzproblemen und Fehlmelkungen im AMS wurden sowohl mit Hilfe der Computerdaten als auch mittels Videoaufnahmen untersucht.

Die wesentlichen Ergebnisse waren:

- Bezüglich des Sozialverhaltens unterschieden sich die Gruppen nicht im agonistischen Verhalten.
- Dagegen fand signifikant mehr Kopfspiel in der AMS-Gruppe statt, soziales Lecken vermehrt in der Melkstand-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr.
- In der AMS-Gruppe bei teilgesteuertem Kuhverkehr war der Anteil der Fresszeiten geringer als in der MS-Gruppe.
- Die AMS-Gruppe wies beim FKV niedrigere Konzentrationen an Kortisolmetaboliten auf als die Melkstand-Gruppe, bei TGKV unterschieden sich die Gruppen nicht. Innerhalb der AMS-Gruppe wiesen die Kühe bei FKV geringere Werte auf. Auf dieser Grundlage ist der freie Kuhverkehr als weniger belastend für die Tiere anzusehen.

- Die Gruppen wiesen keine relevanten Unterschiede in der Herzfrequenzvariabilität auf.
- Generell wiesen beide Gruppen einen hohen Anteil an Ballenfäule auf. Der Anteil klinisch lahmer Tiere überstieg in keiner der Gruppen 30%. Unterschiede zwischen den Gruppen waren nicht signifikant und / oder nicht konsistent.
- Untersuchungen zu Belastungen beim und in Verbindung mit dem Melken ergaben in der Melkstand-Gruppe mehr Treten und Trippeln insbesondere während der Reinigungs- und Ansetzphase. Tiere der AMS-Gruppe wiesen höhere Kortisolwerte in der Milch auf. Keine signifikanten Unterschiede zeigten die Gruppen in der Herzfrequenz.
- Der Anteil Fehlmelkungen schwankte zwischen 1% und 12 %.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse Belastungen der Tiere in beiden Systemen auf. In wenigen Parametern finden sich Hinweise auf eine gewisse höhere Belastung im Melkroboter, andere deuten jedoch in die gegenteilige Richtung und einige Parameter zeigen keine Unterschiede zwischen den Systemen. Es findet sich jedoch ein Unterschied innerhalb der AMS-Varianten: der freie Kuhverkehr ist geringer belastend als teilgesteuerter. Auf Grund dieser Ergebnisse scheint eine Haltung mit AMS nicht grundsätzlich weniger tiergerecht zu sein als mit einem Fischgrätmelkstand. Allerdings ist zu beachten, dass dies nur für die untersuchten Bedingungen bezüglich Melkroboterauslastung, Haltung, Management und Umgang mit den Tieren gilt. Die Ergebnisse zu Ansetzproblemen zeigen jedoch, dass eine wesentliche Voraussetzung eine regelmäßige Wartung und ein gutes Management des Melkroboters sind, da es sonst zu häufigen Fehlmelkungen kommt.

16 Summary

General objective of this sub-module within the research project “Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen” was the assessment of animal health and animal welfare issues of a robotic milking system (AMS) compared to a herringbone parlour (HBP).

The investigations started in November 2000 with a pre-trial phase which extended until end of June 2001. First data regarding claw health and lameness were recorded. The main investigation phase lasted from July 2001 to the end of March 2003. During that period different management variants of the AMS were assessed: (a) partially forced cow traffic, (b) free cow traffic. For partially forced cow traffic and free cow traffic social behaviour and time budget of the animals were recorded. To identify possible chronic stress of the animals by non-invasive methods we used basal levels of glucocorticoids in the faeces as well as heart rate variability (HRV) as indicators. To determine base levels of glucocorticoids samples were taken every two weeks over a period of 9 months. HRV was compared for 6 cows per group considering different activity. Bi-weekly data collection on lameness and other animal health related parameters extended over a period of 13 months. Over the entire project period claws were scored 4 times (approximately every 6 months). From November 2001 on until January 2003 teats were sonographically monitored. Whenever possible this assessment extended over the entire lactation period of the cows. To assess stress conditions during milking behaviour of the cows was recorded in both groups (AMS and HBP). Additionally, heart rate and the milk cortisol content were determined. Amount and reasons of milking failures were assessed both by computer data and video recording.

The main results were:

- Basal levels of glucocorticoids were lower in the AMS group during free cow traffic compared to the HBP group. Within the AMS group cows showed lower values under conditions of “free cow traffic” indicating less stressful conditions for that management variant.
- The groups did not show relevant differences of HRV.
- The groups (AMS and HBP) did not differ significantly regarding agonistic behaviour.
- Headplay was more frequent in the AMS group, social licking in the HBP group.
- The proportion of feeding on the total time budget was lower in the partially forced cow traffic compared to the HBP group.
- The assessment of animal stress during milking yielded more frequent kicks and steps for the HBP group, particularly during the clean- attach phase. However, cows in the AMS group had higher milk cortisol content. The groups did not differ regarding to heart rate.

- In general both groups (AMS and HBP) suffered relatively strong from a high proportion of heel necrosis. The percentage of clinical lameness in the groups never exceeded 30%. There were no significant or consistent differences among the groups.
- The amount of milking failures ranged from 1-12%.

In sum the results show some possible welfare problems in both systems. Few parameters point at a higher level of stress in the AMS, others point in the opposite direction and some parameters do not differ between systems. Within the AMS, the free cow traffic seem to be less challenging for the animals. Due to the results, an AMS does not seem to be more negative for cow welfare as is milking in an HBP. However, this only applies for the conditions investigated with respect number of cows per AM-unit, housing, management and handling of the animals. Further, the results concerning milking failures show the need for a regular maintenance and a good management of the AMS to avoid problems due to frequent milking failures.

17 Danksagung

Das Projektteam des Institutes für Tierhaltung und Tierschutz bedankt sich bei allen, die mit Rat und Tat zu diesem Projekt beigetragen haben.

Besonderer Dank gebührt folgenden Personen:

Herbert Strnad

- Installation sämtlicher Videotechnik & Adaptierung der Beleuchtung sowie Abbau der gesamten Technik

Franz Posseth

- Installation sämtlicher Videotechnik & Adaptierung der Beleuchtung

Barbara Noak

- Mithilfe beim Abbau der Technik

Claudia Schmied

- Datenerhebung & Datenaufbereitung im Bereich Herzfrequenzvariabilität

Cornelia Müller

- Einführung in die Herzfrequenzmessung & Mithilfe beim Tiere Markieren

Michaela Frötscher

- Datenerhebung zur Grundaktivität

Manuela Wedl

- Datenerhebung zu Ansetzgenauigkeit

Antje Fresdorf & Doris Mersmann

- Direktbeobachtung zu Grundaktivität

Tamara Sallmutter & Klaus Messner

- Direktbeobachtung zu Weideverhalten

Petra Günter

- Direktbeobachtung zum Sozialverhalten

Eleonora Zampiga

- Direktbeobachtung bei den Melkversuchen

Andrea Sedar & Silvana Häupl

- Mithilfe beim Tiere markieren & Mithilfe bei der Datenerhebung zum Gesundheitsstatus

Tom Fridrich

- Mithilfe bei der Datenerhebung zum Gesundheitsstatus

Marlene Kirchner

- Kotprobenaufbereitung zur Kortisolmetabolitenanalyse

Roman Koroschetz

- Mithilfe beim Klauenschneiden

Auch möchten wir uns für die gute Zusammenarbeit mit dem Vorort tätigen Stallpersonal bedanken.

18 Literaturangaben

- Anonymus (2000): DLG Prüfbericht 4916 - Melkroboter Lely ASTRONAUT. Deutsche Landwirtschafts - Gesellschaft e.V., Fachber. Landtechnik - Prüfstelle für Landmaschinen, Groß-Ulmstadt.
- Appelman, R. D. (1972): Subjective Evaluation of Teat Canal Anatomy. *J. Dairy Science* 56, 411-413.
- Bartussek, H. (1996): Tiergerechte Laufstallsysteme für Milchkühe im Vergleich. Laufstallhaltung kontra Anbindehaltung - Ethologische und ökonomische Aspekte der Milchviehhaltung; 3. Freilandtagung am 10. Oktober 1996 an der Vet. Med. Univ. Wien, Freiland Verband, S. 19-30.
- Bazeley, K., Pinset, P.J.N. (1984): Preliminary observations on a series of outbreaks of acute laminitis in dairy cattle. *Vet. Rec.* 115, 619-622.
- Blowey, R. (1992): Diseases of the bovine digit. Part 1. Description of common lesions. *In Pract.* 14, 85-124.
- Bodlak, H. (1996): Orthopädische und Managementprobleme in Milchviehbetrieben bei der Umstellung von Anbindehaltung auf Laufstallhaltung. Diss., Vet. Med. Univ. Wien.
- Bornemann, H., Mohr, E., Plötz, J., Krause, G. (1998): The tide as Zeitgeber for Weddell seals. *Polar. Biol.* 20, 396-403.
- Boosmann, R., Nemeth, F., Gruys, E., Klarenbeek, A. (1989): Arteriographical and pathological changes in chronic laminitis in dairy cattle. *Vet. Quart.* 11, 144-155.
- Bouissou, M. F., Boissy, A., Le Neindre, P., Veissier, I. (2001): The social behaviour of cattle. In: Keeling, L. J., Gonyou, H. W. (Ed.): *Social behaviour in farm animals*. CABI Publishing, Oxon, pp. 113-145.
- Brandesky, F. (1993): Zusammenhänge zwischen dem Klauenstatus, Pansenstatus und Blutgerinnungsstatus bei weiblichen Rindern. Dissertation. Veterinärmedizinische Universität Wien.
- Broom, D. M., Johnson, K. G. (1993): *Stress and animal welfare*. Chapman & Hall, London.
- Bremel, R. D., Gangwer, M. I. (1978): Effect of adrenocorticotropin injection and stress on milk cortisol content. *J. Dairy Sci.* 61, 1103-1108.
- Butler, W. R., Bordes, C. K. (1979): Radioimmunoassay technique for measuring cortisol in milk. *J. Dairy Sci.* 63, 474-477.
- Calvert, C. A., Wall, M. (2002): Evaluation of stability over time for measures of heart-rate variability in overtly healthy Doberman Pinschers. *Amer. J. Vet. Res.* 63, 53-59.
- Chesterton, R.N., Pfeiffer, D.U., Morris, R.S., Tanner, C.M. (1989): Environmental and behavioural factors affecting the prevalence of foot lameness in New Zealand dairy herds - a case-control study. *NZ. Vet. J.* 37, 135-142.
- Clackson, D.A., Ward, W.R. (1991): Farm tracks, stockman's herding and lameness in dairy cattle. *Vet. Rec.* 129, 511-512.

- Clarkson, M.J., Downham, D.Y., Fauli, W.B., Huhghes, J.W., Manson, F.J., Merritt, J.B., Murray, R.D., Russell, W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.R. (1996): Incidence and prevalence of lameness in dairy cattle. *Vet. Rec.* 138, 563-567.
- Coleman, G. J., Breuer, K., Hemsworth, P. H. (1998): The effect of handling on the stress physiology and behaviour of non-lactating heifers. In: Veissier, I., Boissy, A. (Eds.), *Proceedings of the 32nd International Congress of the ISAE*. Clermont Ferrand, INRA, p. 104.
- Comalli, M. P., Eberhart, R. J., Griel Jr., L. C., Rothenbacher, H. (1984): Changes in the microscopic anatomy of the bovine teat canal during mammary involution. *Am. J. Vet. Res.* 45, 2236-2242.
- Distl, O., Schmid, D. (1993): Systematische Kontrolle der Klauengesundheit bei Kühen in ganzjähriger Laufstallhaltung. *Tieraerztl. Prax.* 21, 27-35.
- El-Ghoul, W., Hofmann, W. (2002): Einfluss von Klauenkrankheiten verschiedenen Grades auf die Höhe der messbaren Stressreaktionen unter besonderer Berücksichtigung von Cortisol und Laktat im Blutserum beim Rind. *Prakt. Tierarzt* 83, 354-361.
- Esslemont, R.J., Wassell, B.R. (1990): Incidence of lameness in herds using the University of Reading DAISY database. Internal Report, Department of Agriculture, University of Reading.
- Fessler, L. (1991): Zur Gestaltung von Spaltenböden in der Rinderhaltung. *Wien. Tieraerztl. Mschr.* 78, 71-73.
- Fiedler, A. (2000): Lahmheitsbehandlung der neuen Generation. *Milchprax.* 2, 1-4.
- Fox, L., Butler, W. R., Everett, R. W., Natzke, R.P. (1981 a): Effect of adrenocorticotropin injection on milk and plasma cortisol and prolactin concentrations. *J. Dairy Sci.* 64, 1794-1803.
- Fox, L. K., Heald, C. W., Gwazdauskas, F. C., Vinson, W.E. (1981 b): Concentrations of glucocorticoids, bovine serum albumin, and somatic cells in mastitic milk. *J. Dairy Sci.* 64, 2258-2261.
- Frankena, K., Stassen, E. N., Noordhuizen, J. P. T. M., Goelema, J. O., Schipper, J., Smelt, H., Romkema, H. (1991): Prevalence of lameness and risk indicators for dermatitis interdigitalis during pasturing and housing of dairy cattle. In: Thursfield, M. V. (Ed.) *Proc. of the Ann. Meeting of the Society for Veterinary Epidemiology and Preventive Medicine*, London, 107-118.
- Franz, S., Hofmann-Parisot, M., Gumpfenberger, M. (2001): Sonographie der Zitze von Rind, Schaf und Ziege im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren - eine Übersicht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 114, 202-209.
- Friedman, B. H. und Thayer, J. F. (1998): Anxiety and autonomic flexibility: a cardiovascular approach. *Biol. Psychol.* 47, 243-263.
- Fujii, Y., Wakao, Y. (2003): Spectral analysis of heart rate variability in dogs with mild mitral regurgitation. *Amer. J. Vet. Res.* 64, 145-148.
- Fübbeker, A., Kowalewsky, H.H. (2000): Bewertung durch die Praxis. *KTBL-Schrift* 395, Darmstadt, S. 137-143.

- Galindo, F., Broom, D. M. (2000): The relationships between social behaviour of dairy cows and the occurrence of lameness in three herds. *Res. Vet. Sci.* 69 (1), 75-79.
- Galindo, F., Broom, D.M. (2002): The effects of lameness on social and individual behavior of dairy cows. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 5, 193-201.
- Greenough, P.R., Weaver, A.D. (1997): *Lameness in Cattle*. 3. ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Hagen, K., Lexer, D., Palme, R., Troxler, J., Waiblinger, S. (2003): Behaviour, heart rate and milk cortisol of simmental and brown swiss cows during milking in a robotic system compared to a herringbone parlour. In: *Proceedings of the 37th International Congress of the ISAE, 24.-28.6.2003, Abano Terme, Italy*, pp. 97.
- Hainsworth, R. (1995): The Control and Physiological Importance of Heart Rate. In: Malik, M. und Camm, A.J. (Hrsg.): *Heart Rate Variability*. Armonk, NY: Futura Publishing Company, Inc., 3-19.
- Halachmi, I. (2000): Designing the optimal robotic milking barn, Part 2. behaviour-based simulation. *J. agric.Engng. Res.* 77, 67-79.
- Hamann, J. (1989): Maschineller Milchentzug und Mastitis; zum Einfluss des maschinellen Milchentzuges auf die Infektionsgefahr für die bovine Milchdrüse. Enke Verlag, Stuttgart.
- Hamann, J., Burvenich, C. (1994): Physiologischer Zustand der bovinen Zitze. In: Hamann et al. (1994): *Zitzengewebereaktionen auf den maschinellen Milchentzug und Neuinfektionsrisiko*. Bulletin Int. Dairy Fed. No.: 297/1994, S.4-19.
- Hamann, J., Burvenich, C., Mayntz, M., Osteras, O., Haider, W. (1994): Maschinenbedingte Veränderungen des Zustandes boviner Zitzen im Hinblick auf das Neuinfektionsrisiko. In: Hamann et al (1994): *Zitzengewebereaktionen auf den maschinellen Milchentzug und Neuinfektionsrisiko*. Bulletin Int. Dairy Fed. No.: 297/1994, S. 20-33.
- Hansen, S. (2000): Kurz- und langfristige Änderungen von Herzschlagvariabilität und Herzschlagfrequenz als Reaktion auf Veränderungen in der sozialen Umwelt (Gruppierung und Grooming-Simulation) von Hausschweinen. Dissertation, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Harvey, W. R. (1990): *User's Guide for Mixed Model Least-Squares and Maximum Likelihood Computer Program*. Ohio State University.
- Hebel, P. (1978): Verhältnisse zwischen verschiedenen Zitzenmerkmalen, der Strichkanallänge und den Strichkanaldurchmessern beim Rind. *Züchtungskunde* 50, 127-131.
- Hemsworth, P.H., Coleman, G. J. (1998): *Human-livestock interactions: The stockperson and the productivity and welfare of intensively farmed animals*. New York, Cab International
- Hemsworth, P. H., Hansen, C., Barnett, J. L. (1987): The effects of human presence at the time of calving of primiparous cows on their subsequent behavioural response to milking. *App. Anim. Behav. Sci.* 18, 247-255.
- Hemsworth, P. H., Barnett, J. L., Tilbrook, A. J., Hansen, C. (1989): The effect of handling by humans at calving and during milking on the behaviour and milk cortisol concentrations of primiparous dairy cows. *App. Anim. Behav. Sci.* 22, 313-326.

- Herrmann, H.J. (1997): Einfluss unterschiedlicher Bodenausführung von Laufflächen auf das Verhalten und die Klauengesundheit von Kühen. Diss., Fachgeb. Ökologische Tierhaltung, Fachber. Landwirtschaft, Univ. Kassel.
- Hopster, H. (1998): Coping strategies in dairy cows. Diss., Landwirtschaftsuniversität Wageningen, Niederlande.
- Hopster, H., van der Werf, J. T. N., Korte-Bouws, G., Macuhova, J., van Reenen, C. G., Bruckmaier, R. M., Korte, S. M. (2001): Automatic milking in dairy cows: welfare indicators of Astronaut effectiveness. In: Robotic Milking, Hrsg. H. Hogeveen & A. Meijering, Wageningen Pers, Wageningen, 259-266.
- 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.
- Hospes, R., Seeh, Ch. (1999): Sonographie und Endoskopie an der Zitze des Rindes. Schattauer, Stuttgart.
- Huber, J. (2002): Klauenerkrankungen bei Milchkühen in verschiedenen Haltungsformen im Vergleich Anbindehaltung und Laufstallhaltung. Diss., Vet. Med. Univ. Wien.
- Hughes, J.W. (1990): The cow and her cubicle. Proceedings of the VIth International Symposium on Diseases of the Ruminant Digest: update on lameness in cattle, The British Cattle Veterinary Association, Liverpool, pp. 276-277.
- Ihaka, R., Gentleman, R. (1996): R: A language for data analysis and graphics. *J. of Computational and Graphical Statistics*, 5, 299-314.
- Katona, F., Mészáros, J. (1971): Veränderungen des Zitzenkanals im Euter der maschinell gemolkenen Kühe. *Acta Vet. Acad. Scient. Hun.* 21 (2-3), 177-194.
- Ketelaar-de Lauwere, C. C. (1999): Cow behaviour and managerial aspects of fully automatic milking in loose housing systems. PhD thesis, Wageningen Agricultural University, Wageningen, pp. 189.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Ipema, A.H. (2001): Cow behaviour and welfare if grazing is combined with voluntary automatic milking. In: Robotic milking. Hogeveen, H., Meijering, A. (Ed.). Proc. of the internat. symposium, 17.-19. August 2000, Lelystad, Wageningen Pers, 289-296.
- 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. *App..Anim. Behav. Sci.* 49 (2), 199-211.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C., Hendriks, M.M.W.B., Metz, J.H.M., Schouten, W.G.P. (1998): Behaviour of dairy cows under free or forced cow traffic in a simulated automatic milking system environment. *App..Anim. Behav. Sci.* 56, 13-28.
- Ketelaar-de Lauwere, C. C., Ipema, A. H., Lokhorst, C., Metz, J. H. M., Noordhuizen, J. P. T. M., Schouten, W. G. P., Smits, A. C. (2000): Effects of sward height and distance between pasture and barn on cows' visits to an automatic milking system and other behaviour. *Livest. Prod. Sci.* 65, 131-142.

- Klein, D. (2003): Ultraschalluntersuchung an der Zitze des Rindes unter Berücksichtigung von Rassenmerkmalen und Mastitidisposition. Diss., Vet. Med. Univ. Wien.
- Knierim, U., Waran, N. K. (1993): The influence of the human-animal interaction in the milking parlour on the behaviour, heart-rate and milk yield of dairy cows. In: Nichelmann M, Wierenga, H. K., Braun, S. (Eds.), Proceedings of the International Congress on Applied Ethology. Berlin, 169-173.
- Kondo, S., Hurnik, J.F. (1990): Stabilization of social hierarchy in dairy cows. Appl. Anim. Behav. Sci. **27**, 287-297.
- Kobrich, S. (1993): Adspektorische und palpatorische feststellbare Schäden an Haut, Gelenken und Klauen bei Milchkühen in Abhängigkeit von der Boxengestaltung im Liegeboxenlaufstall unter Berücksichtigung der tierindividuellen Körpermaße. Diss., Justus-Liebig Univ. Gießen.
- Kowalewsky, H.H., Fübbecker, A. (2000): Ökonomische Bewertung. In: Schön, H. (Hrsg.): Automatische Melksysteme. KTBL-Schrift 395, S. 123-131.
- Kümper, H. (2001): Gesunde Klauen im Laufstall durch vorbeugenden Klauenschnitt. Milchprax. **39**, 20-26.
- Landmann, D. (2001): Modernes Management, Unternehmen Klauenpflege. Internationale Fachtagung für Klauenpflege und -gesundheit, Dreiländertreffen Klauenpflege, 26.-27. Oktober 2001, Vet. Med. Univ. Wien, Österreichisches Zentrum für funktionelle Klauenpflege, Schlierbach, Österreich, S. 24-26.
- Lehner, P. N. (1998): Handbook of ethological methods. 2. ed., Cambridge University Press, Cambridge.
- Lind, O., Ipema, A.H., de Koning, C., Mottram, T.T., Hermann, H.J. (2001): Automatic milking : reality, challenges and opportunities. In: Robotic milking. Hogeveen, H., Meijering, A. (Ed.). Proc. of the internat. symposium, 17.-19. August 2000, Lelystad, Wageningen Pers, 19-31.
- Lischer, C. (2001): Entstehung, Diagnose, Behandlung und Prophylaxe des Klauensohlengeschwürs (Rusterholzsches Sohlengeschwür) beim Rind. Internationale Fachtagung für Klauenpflege und -gesundheit, Dreiländertreffen Klauenpflege, 26.-27. Oktober 2001, Vet. Med. Univ. Wien, Österreichisches Zentrum für funktionelle Klauenpflege Schlierbach, Österreich, S. 15-19.
- Lischer, C., Dietrich-Hunkeler, A., Geyer, H., Schulze, J., Ossent, P. (2000): Untersuchungen über die klinischen und biochemischen Befunde bei Milchkühen mit unkomplizierten Sohlengeschwüren unter Berücksichtigung der Klauenreihe als prädisponierenden Faktor. Schweiz. Arch. Tierheilkd. **142**, 496-506.
- Lischer, C., Geyer, H., Ossent, P., Friedli, K., Naf, E., Pijl, R. (2000a): Handbuch zur Pflege und Behandlung der Klauen beim Rind. 2. ed., Parey Buchverlag, Berlin.
- Manske, T. (2002): Role of Claw Trimming in Dairy Cow Foot Health. Cattle Pract. **10**, 243-247.
- Manson, F. J., Leaver, J. D. (1988): The influence of concentrate amount on locomotion and clinical lameness in dairy cattle. Anim. Prod. **47**, 185-190.

- Matthew, C. B., Bastille, A. M., Gonzales, R. R., Sils, I. V. (2002): Heart rate variability and electrocardiogram waveform as predictors of morbidity during hypothermia and rewarming in rats. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* 80, 925-933.
- McCraty, R., Atkinson, M., Tiller, W.A., Rein, G., Watkins, A.D. (1995): The effects of emotions on short-term power spectrum analysis of heart rate variability. *Am. J. Cardiol.* 76, 1089-1093.
- McDonald, J. S. (1968): Radiographic Method for Anatomic Study of the Teat Canal: Changes with Lactation Age. *Am. J. Vet. Res.* 29, 1207-1210.
- McDonald, J. S. (1973): Radiographic Method for Anatomic Study of the Teat Canal: Changes within the first lactation. *Am. J. Vet. Res.* 34, 169-171.
- McDonald, J. S. (1975): Radiographic Method for Anatomic Study of the Teat Canal: Changes Between Milking Periods. *Am. J. Vet. Res.* 36, 1241-1242.
- McGovern, R.E., Bruce, J.M. (2000): A model of the thermal balance for cattle in hot conditions. *J. agric. Engng Res.* 77, 81-92.
- Menke, C., Waiblinger, S., Fölsch, D.W., Wiepkema, P.R. (1999): Social behaviour and injuries of horned dairy cows in loose housing systems. *Anim. Welfare* 8, 243-258.
- Metz, J.H.M., Mekking, P. (1984): Crowding phenomena in dairy cows as related to available idling space in a cubicle housing system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 12, 63-78.
- Michel, G., Rausch, B. (1988): Veränderungen von Zitzenmaßen des Rindes im Verlauf von mehreren Laktationen. *Mh. Vet. Med.* 43, 337-339.
- Miller, R., Wood-Gush, D. G. M. (1991): Some effects of housing on the social behaviour of dairy cows. *Anim. Prod.* 53 (3), 271-278.
- Minero, M., Canali, E., Ferrante, V., Carenzi, C. (2001): Measurement and time domain analysis of heart rate variability in dairy cattle. *Vet. Rec.* 149, 772-774.
- Mohr, E., Witte, E., Krzywanek, H. (1998): Herzfrequenzvariabilität bei Pferden mit chronisch obstruktiver Bronchitis. *Pflügers Arche* 437, 42-44.
- Mohr, E., Langbein, J., Nürnberg, G. (2002): Heart rate variability – a noninvasive approach to measure stress in calves and cows. *Physiol. Behav.* 75, 251-259.
- Moss, A.J. (1995): Foreword. In: Malik, M. und Camm, A.J. (Hrsg.): *Heart Rate Variability*. Armonk, NY: Futura Publishing Company, Inc., iii-iv.
- Möstl, E., Messmann, S., Bagu, E., Robia, C., Palme, R. (1999): Measurement of glucocorticoid metabolite concentrations in faeces of domestic livestock. *J. of Veterinary Medicine Series A*, 45, 621-631.
- Möstl, E., Maggs, J. L., Schrötter, G., Besenfelder, U., Palme, R. (2002): Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. *Vet. Res. Commun.* 26, 127-139.
- Mülleider, C. (2001): Individuelle Unterschiede im Verhalten im Sozialverband und in Stressreaktionen – Verhaltensstrategien bei Mutterkühen. *Diss., Vet.Med. Wien*.
- Mülleider, C., Waiblinger, S. (2003): Vorläufiger Endbericht des Forschungsprojektes Nr. 1267 gefördert vom BMLFUW.

- Mülleider C., R. Palme, C. Menke, S. Waiblinger (2003): Individual differences in behaviour and in adrenocortical activity in beef-suckler cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 84 (3), 167-183.
- Müller, C., Hermann, H.J., Knierim, U., Hesse, D. (2000): Bewertung der Tiergerechtheit von automatischen Melkssystemen. *KTBL-Schrift* 395, Darmstadt, S. 132-136.
- Mülling, C., Budras, K. (1998): Influence of environmental factors on horn quality of the bovine hoof. In: LISCHER, C. and OSSENT; P. (Eds.) *Proc. 10th International Symposium on Lameness in Ruminants*, Sept. 7-10 1998, Lucerne, Schweiz, pp. 214-215.
- Murray, R.D., Downham, D.Y., Clarkson, M.J., Fauli, W.B., Hughes, J.W., Manson, F.J., Merrit, J.B., Russell, W.B., Sutherst, J.E., Ward, W.R. (1996): Epidemiology of lameness in dairy cattle: description and analysis of foot lesions. *Vet. Rec.* 138, 586-591.
- Neuhaus, U., Nüske, S., Förster, M. (1998): Melkhäufigkeiten beim Roboter melken am Lehr- und Forschungsgut Oberschleißheim. *Tagungsband Vortragstagung DGfZ GfT*, Berlin, D03.
- Offer, J.E., McNulty, D., Logue, D.N. (2000): Observations of lameness, hoof conformation and development of lesions in dairy cattle over four lactations. *Vet. Rec.* 147, 105-109.
- Oldham, E. R., Eberhart, J., Lange, A. L., Brusio, S. L. (1991): Changes in the bovine teat canal during the nonlactating period and early lactation, as measured by teat canal impressions. *Am. J. Vet. Res.* 52, 2075-2079.
- Ossent, P., Greenough, P.R., Vermunt, J.J. (1997): Laminitis. In: Greenough, P. R., Weaver, A. D. (Hrsg.): *Lameness in cattle*. 3.ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Paape, M. J., Capuco, A. V., Lefcourt, A., Burvenich, C., Miller, R. H. (1992): Physiological response of dairy cows to milking. In: *Robotic Milking*, Hrsg. H. Hogeveen & A. Meijering, Wageningen Pers, Wageningen, 93-105.
- Pallas, S. (2002): Analyse von Eutergesundheit und Rohmilchqualität im automatischen Melkssystem. *Dissertation*, Freie Universität Berlin.
- Palme, R., Möstl, E. (1997): Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Int. J. Mammal. Biol.* 62, Suppl. II, 192-197
- Palme, R., Robia, C., Messmann, S., Hofer, J., Möstl, E. (1999): Measurement of faecal cortisol metabolites in ruminants: a non-invasive parameter of adrenocortical function. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 86, 237-241.
- Palme, R., Robia, C., Baumgartner, W., Möstl, E. (2000): Transport stress in cattle as reflected by an increase in faecal cortisol metabolite concentrations. *Vet. Rec.* 146, 108-109.
- Phillips, C. J. C., Hecheimi, K. (1989): The effect of forage supplementation, herbage height and season on the ingestive behaviour of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 24, 203-216.
- Pinheiro, J. C., Bates, D. M. (2000): *Mixed-effects models in S and S+*. Springer, New York.
- Pirkelmann, H. (1992): Feeding strategies and automatic milking. In: *Proceedings of the international symposium on prospects for automatic milking*. EAAP publication no. 65, Wageningen, The Netherlands, pp. 289-295.

- Porges, S.W. (1995): Cardiac vagal tone: A physiological index of stress. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 19, 225-233.
- Potter, M.J., Broom, D.M. (1987): The behaviour and welfare of cows in relation to cubicle house design. In: H.K. Wirenga, D.J.; Peters (ed.), *Cattle housing systems, lameness and behaviour*. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht, pp. 129-147.
- Prescott, M. L., Havstad, K. M., Olson-Rutz, K. M., Ayers, E. L., Petersen, M. K. (1994): Grazing behavior of free-ranging beef cows to initial and prolonged exposure to fluctuating thermal environments. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 103-113.
- Prescott, N.B., Mottram, T.T., Webster, A.J:F. (1998): Relative motivations of dairy cows to be milked or fed in a Y-maze and an automatic milking system. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 57, 23-33.
- Pumprla, J., Howorka, K., Groves, D., Chester, M., Nolan, J. (2002): Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. *Intern. J. Cardiol.* 84, 1-14.
- Redbo, I. (1990): Changes in duration and frequency of stereotypies and their adjoining behaviours in heifers, before, during and after the grazing period. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26, 57-67.
- Reinhardt, V. (1980): Untersuchung zum Sozialverhalten des Rindes. *Tierhaltung* 10, Birkhäuser Verlag, Basel.
- Reinhardt, V. (1981): Cohesive relationships in a cattle herd (*Bos indicus*). *Behaviour* 77, 121-151.
- Reszler, G. (1999): Die Klauen tragen die Milch. *Groß.Tier.Vet.* (April), 12-17.
- Revuz, D. (1975): *Markov Chains*. 1.ed., Elsevier Science Pub., North Holland.
- Rook, A. J., Huckle, C. A., Penning, P. D. (1994): Effects of sward height and concentrate supplementation on the ingestive behaviour of spring-calving dairy cows grazing grass-clover swards. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 40, 101-112.
- Rook, A. J., Huckle, C. A. (1996): Sources of variation in the grazing behaviour of dairy cows. *J. Agric. Sci.* 126, 227-233.
- Rushen, J., Munksgaard, L., Marnet, P.G. , DePassillé, A.M. (2001): Human contact and the effect of acute stress on cows at milking. *App. Anim. Behav. Sci.* 73, 1-14.
- Samraus, H. H. (1975): Beobachtungen und Überlegungen zur Sozialordnung von Rindern. *Züchtungskunde* 47, 8-14.
- Samraus, H. H., Schön, H., Haidn, B. (2002): Tiergerechte Haltung von Rindern. In: Methling, W., Unshelm, J. (Hrsg.): *Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren*. Parey Buchverlag, Berlin. S. 281-332.
- Saratsis, Ph., Grunert, E. (1993): Ultraschalluntersuchungen zur Abgrenzung der räumlichen Ausdehnung von Zitzenstenosen und anderen Zitzenveränderungen beim Rind. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 100, 159-163.
- Sato, S., Tarumizu, K., Hatae, K. (1993): The influence of social factors on allogrooming in cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 38, 235-244.

- Schlimm, M. (1999): Adspektorische und palpatorische feststellbare Veränderungen an Klauen von Milchkühen in Abhängigkeit von der speziellen Laufflächenausführung in Liegeboxenlaufställen. Diss., Justus Liebig Univ. Gießen.
- Schloeth, R. (1961): Das Sozialleben des Camargue-Rindes. *Z. f. Tierpsych.* 18 (5), 574-627.
- Schmitz, S. (1995): Erfassung von Befindlichkeiten und gestörtem Verhalten bei Tieren. *KTBL-Schrift* 370, Darmstadt, S. 40-51.
- Schön, H. (1997): Automatisches Melken. *KTBL-Arbeitspapier* 248, Darmstadt.
- Schwalm, J. W., Tucker, H. A. (1978): Glucocorticoids in mammary secretions and blood serum during reproduction and lactation and distributions of glucocorticoids, progesterone and estrogens in fractions of milk. *J. Dairy Sci.* 61, 550-560.
- Seyfried, G. (1992): Die sonographische Messung von Zitzenstrukturen und deren Bedeutung für die Eutergesundheit beim Braun- und Fleckvieh. Diss., Vet. Med. Univ. Wien.
- Shutt, D. A., Fell, L. R. (1985): Comparison of total and free cortisol in bovine serum and milk or colostrum. *J. Dairy Sci.* 68, 1832-1834.
- Sica, A. L., Ruggiero, D. A., Zhao, N., Gootman, P. M. (2002): Developmental changes in heart rate variability during exposure to prolonged hypercapnia in piglets. *Auton. Neurosci. Basic Clin.* 100, 41-49.
- Singh, S.S., Ward, W.R., Murray, R. (1993): Aetiology and pathogenesis of sole lesions causing lameness in cattle: a review. *Vet. Bull.* 63, 303-315.
- Siegel, S., Castellan, N. J. (1988): *Nonparametric statistics for the Behavioral Sciences.* McGraw-Hill, New York.
- Sixt, A., Stanek, C., Möstl, E. (1997): Der Einfluss verschiedener Methoden der Klauenkorrektur auf den Plasmakortisolspiegel bei der Milchkuh. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 84, 181-188.
- Stanek, C. (1997): Housing and nutrition related claw diseases of dairy cattle. *Isr. J. Vet. Med.* 52, 80-87.
- Stanek, C. (2000): Uncomplicated and complicated diseases of the deeper structures of the claws in cattle. XI International Symposium on disorders of the ruminant digit & III International Conference on bovine lameness, Parma, Italy, pp. 56-66.
- Stefanowska, J., Ipema, A.H., Hendriks, M.M.W.B. (1999): The behaviour of dairy cows in an automatic milking system where selection for milking takes place in the milking stalls. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 62, 99-114.
- Stocker, H., Rüscher, P. (1997): Euter und Zitzen. In: Braun, U. (Hrsg.): *Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind.* Parey, Berlin, S.163-175.
- Stocker, H., Bättig, U., Duss, M., Zähner, M., Flückiger, M., Eicher, R., Rüscher, P. (1989): Die Abklärung von Zitzenstenosen beim Rind mittels Ultraschall. *Tierärztl. Prax.* 17, 251-256.
- Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology (1996): Heart Rate Variability - Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 93, 1043-1065.
- Termeulen, S. B., Butler, W. R., Natzke, R. P. (1980): Rapidity of cortisol transfer between blood and milk following adrenocorticotrophin injection. *J. Dairy Sci.* 64, 2197-2200.

- Terlouw E.M.C., Schouten, W.G.P., Ladewig, J. (1997): Chapter 10: Physiology. In: Appleby, M.C.; Hughes, B.O. (eds.): Animal welfare. CAB International, Wallingford, pp. 143-158.
- Thun, R. (1987): Untersuchungen über die Tagesrhythmik von Cortisol beim Rind. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart.
- Troxler, J., Oertli, B. (1994): Anforderungen an den Liegeplatz für Milchkühe. Agrarforsch. 1, 441-444.
- Umstätter, C., Kaufmann, O. (2001): Von der artgerechten zur humanen und tiergerechten Versorgung von Milchkühen mit Hilfe Automatischer Melksysteme (AMS). In: Tierschutz und Nutztierhaltung. Tagungsband der 15. IGN-Tagung, Hrsg. D. Schäffer & E. von Borell, Universitätsdruckerei der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 32-37.
- Umstätter, C., Kaufmann, O. (2002): Heart rate, stress and feed back in automatic milking systems. In: Proceedings of the first North American conference on robotic milking, Toronto, Hrsg. J. McLean, M. Sinclair & B. West, Wageningen Pers, Wageningen, VI-43-53.
- Unshelm, J. (2002): Indikatoren für die Tiergerechtheit der Nutztierhaltung. In: Methling, W., Unshelm, J. (Hrsg.): Umwelt- und tiergerechte Haltung von Nutz-, Heim- und Begleittieren. Parey Buchverlag, Berlin, S. 242-250.
- Van Dooren, H. J. C., Spörndly, E., Wiktorsson, H. (2002): Automatic milking and grazing – applied grazing strategies. In: Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms. Report of the EU Project.
- Visser, E. K., van Reenen, C. G., van der Werf, J. T. N., Schilder, M. B. H., Knaap, J. H., Barneveld, A., Blokhuis, H. J. (2002): Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses. *Physiol. Behav.* 76, 289-296.
- Waiblinger S., C. Menke, G. Coleman (2002): The relationship between attitudes, personal characteristics and behaviour of stockpeople and subsequent behaviour and production of dairy cows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79/3, 195-219.
- Waiblinger S., C. Menke, J. Korff, R. Palme and A. Bucher (1999): Effects of handling and the presence of different persons on the behaviour and heart rate of dairy cows during rectalisation. In: Boe K.E., Bakken M. and Braastadt B.O. (eds.): Proceedings of the 33rd Congress of the International Society for Applied Ethology. 17.-21.8. in Lillehammer, Agricultural University of Norway, As, p 49 (abstract).
- Ward, W.R. (1990): Lameness and Fertility. Proceedings of the VIth International Symposium on Diseases of the Ruminant Digest: update on lameness in cattle, The British Cattle Veterinary Association, Liverpool, pp. 232-236.
- Webber, C. L. jr., Zbilut, J. P. (1996): Assessing deterministic structures in physiological systems using recurrence plot strategies. In Khoo (Hrsg.): Bioengineering approaches to pulmonary physiology and medicine. Plenum Press, New York, 137-148.
- Wendl, G., Harms, J., Schön, H. (2000a): Analysis of milking behaviour on automatic milking. Proceedings of the International Symposium "Robotic milking", Lelystad, pp.143-151

- Wendl, G., Sedlmeyer, F., Harms, J., Klindtworth, K., Schön, H. (2000): Untersuchungen zum Einsatz automatischer Melksysteme in Praxisbetrieben. In: Schön, H. (Hrsg.): Automatische Melksysteme. KTBL-Schrift 395, S. 88-100..
- Wenzel, C. (1999): Untersuchungen zum Verhalten und zur Belastung von Milchrindern beim Melken in einem Automatischen Melksystem. Diss., Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München.
- Wenzel, C., Schönreiter, S., Unselm, J. (2000): Untersuchungen zum Verhalten und zur Belastung von Kühen beim Melken in einem Automatischen Melksystem (AMS). Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung, KTBL-Schrift 382, KTBL, Darmstadt, 121-129.
- Wenzel, C., Schönreiter-Fischer, S., Unselm, J. (2003): Studies on step-kick behaviour and stress of cows during milking in an automatic milking system. *Livest. Prod. Sci.* 83, 237-246.
- Wiktorsson, H, Pettersson, G., Olofsson, J., Svennersten-Sjaunja, K., Melin. (2003): Welfare status of dairy cows in barns with automatic milking. Report of the EU project: Implications of the introduction of automatic milking on dairy farms. [Http://www.automaticmilking.nl](http://www.automaticmilking.nl) (eingesehen am 5.5.03)
- Will, S., Würgau, T., Frauenholz, J., Bouabid, C., Leidl, W. (1990): Sonographische Befunde an der Papilla mammae des Rindes. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.* 97, 377-440.
- Willis, G.L. (1983): A possible relationship between the flinch, step and kick response and milk yield in lactating cows. *App. Anim. Ethol.* 10, 287-290.
- Zeddies, J. (1997): Ökonomische Aspekte des Einsatzes von Tierarzneimitteln und tierärztlichen Behandlungen. *Prakt. Tierarzt.* 78, 44-51.