

**Untersuchungen zu einer Nassbürste für Kühe  
in Milchviehbetrieben**

**Eva-Maria Gertrud Hofmann  
(geb. Seitz)**

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. Dr. M. Erhard

# **Untersuchungen zu einer Nassbürste für Kühe in Milchviehbetrieben**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde  
der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Eva-Maria Gertrud Hofmann  
(geb. Seitz)  
aus Aschaffenburg

München 2012

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig - Maximilians - Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Erhard

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Mansfeld

Tag der Promotion: 11. Februar 2012

**Meinem Ehemann**

*Thomas Hofmann*

**und**

**meinen Eltern**

*Rupert und Hildegard*

*Seitz*

# Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	IV
Tabellenverzeichnis .....	VIII
Abkürzungsverzeichnis .....	X
1. Einleitung .....	1
2. Literatur .....	3
2. 1 Einfluss der Temperatur auf Wohlbefinden und Leistung von Milchkühen .....	3
2. 1. 1 Physiologie der Thermoregulation .....	3
2. 1. 2 Temperaturoptimum und Hitzestress .....	5
2. 1. 3 Der Temperature–Humidity-Index (THI) oder Temperatur-Feuchte-Index .....	6
2. 1. 4 Allgemeine Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe .....	8
2. 1. 5 Auswirkungen auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch .....	10
2. 1. 5. 1 Auswirkungen auf die Milchleistung .....	10
2. 1. 5. 2 Auswirkungen auf den Zellzahlgehalt der Milch .....	11
2. 1. 6 Möglichkeiten zur Abkühlung der Tiere .....	12
2. 2 Nutzung von Bürstensystemen für Rinder .....	14
2. 2. 1 Körperpflegeverhalten als Voraussetzung und Indikator für Wohlbefinden .....	14
2. 2. 2 Einsatz von Bürstensystemen zur Fellpflege .....	15
2. 2. 3 Bürstensysteme als Beschäftigungsmöglichkeit und zur Bereicherung der Haltungsumwelt .....	16
2. 3 Tierverschmutzung .....	17
2. 3. 1 Tierverschmutzung als Indikator für Tiergerechtigkeit und Gesundheitszustand .....	17
2. 3. 2 Einfluss von Haltung und Management auf die Verschmutzung von Milchkühen .....	17
2. 3. 3 Einfluss der Nutzung elektrischer Bürstensysteme auf die Verschmutzung von Milchkühen .....	18
3. Tiere, Material und Methoden .....	20
3. 1 Versuchsbetriebe .....	20
3. 2 Tiere .....	21

3. 3 Bürstensysteme .....	21
3. 3. 1 Trockenbürsten.....	21
3. 3. 2 Nassbürsten .....	22
3. 3. 3 Verteilung der Bürsten auf die Versuchsbetriebe .....	23
3. 4 Temperatur, Luftfeuchtigkeit und THI (Temperature–Humidity–Index) .....	25
3. 4. 1 Aufzeichnung.....	25
3. 4. 2 Auswertung .....	25
3. 5 Videobeobachtung zur Untersuchung des Bürstennutzungsverhaltens .....	26
3. 5. 1 Aufzeichnung.....	26
3. 5. 2 Auswertung .....	26
3. 6 Beurteilung der Auswirkung des Bürstenangebotes auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch .....	28
3. 6. 1 Milchleistung.....	28
3. 6. 2 Zellzahlgehalt der Milch.....	28
3. 7 Beurteilung des Verschmutzungsgrades anhand von digitalen Fotos.....	29
3. 7. 1 Aufnahmetechnik.....	29
3. 7. 2 Bewertung .....	29
3. 8 Statistik .....	31
3. 9 Übersicht über die zeitliche Gestaltung des Versuches .....	32
4. Ergebnisse.....	33
4. 1 Temperatur und THI.....	33
4. 1. 1 Temperatur.....	33
4. 1. 2 THI.....	35
4. 2 Bürstennutzungsverhalten .....	37
4. 2. 1 Bürstennutzungsfrequenz.....	38
4. 2. 2 Bürstennutzungsdauer .....	47
4. 2. 3 Nur-Kopf-Besuche.....	55
4. 2. 4 Zusammenfassung der statistischen Auswertung der Bürstennutzung ..	61
4. 3 Auswirkung des Bürstenangebotes auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch.....	65
4. 3. 1 Milchleistung.....	66
4. 3. 2 Zellzahlgehalt der Milch.....	68
4. 4 Auswirkung des Bürstenangebotes auf den Verschmutzungsgrad der Kühe.	69
5. Diskussion .....	74

5. 1 Temperatur und THI.....	74
5. 2 Bürstennutzungsverhalten .....	76
5. 2. 1 Bürstennutzungsfrequenz.....	77
5. 2. 2 Bürstennutzungsdauer .....	81
5. 2. 2 Nur-Kopf-Besuche .....	82
5. 2. 4 Sonderfall Betrieb Nr. 13 (Defekte Nassbürste) .....	83
5. 3 Auswirkung des Bürstenangebotes auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch.....	84
5. 3. 1 Milchleistung.....	85
5. 3. 2 Zellzahlgehalt der Milch.....	85
5. 4 Auswirkung des Bürstenangebotes auf den Verschmutzungsgrad der Kühe.	86
5. 5 Schlussfolgerung .....	87
6. Zusammenfassung .....	88
7. Summary .....	90
8. Anhang .....	91
9. Literaturverzeichnis .....	107
10. Danksagung .....	116

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Trockenbürste .....	22
Abbildung 2:	Nassbürste .....	23
Abbildung 3:	Schema zur Verschmutzungsbewertung .....	30
Abbildung 4:	Temperaturverlauf von Februar bis September 2010 .....	34
Abbildung 5:	Verlauf des THI von Juni bis September 2010 .....	36
Abbildung 6:	Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung .....	39
Abbildung 7:	Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung; Darstellung der Monate Juli, August und September ... ..	40
Abbildung 8:	Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken– und Nassbürsten.....	41
Abbildung 9:	Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Direkter Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürste in einem Betrieb ....	42
Abbildung 10:	Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Direkter Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürste in einem Betrieb; Darstellung der Monate Juli, August und September . ..	44
Abbildung 11:	Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürsten.....	45
Abbildung 12:	Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürsten; Darstellung der Monate Juli, August und September .....	46
Abbildung 13:	Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM) in Betrieb 13 .....	47



Abbildung 14:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und Betrieben ohne Vorerfahrung .....	48
Abbildung 15:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung; Darstellung der Monate Juli, August und September .....	49
Abbildung 16:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken– und Nassbürsten.....	50
Abbildung 17:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürste in einem Betrieb ....	51
Abbildung 18:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürste in einem Betrieb; Darstellung der Monate Juli, August und September .....	52
Abbildung 19:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürsten.....	53
Abbildung 20:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Trocken– und Nassbürsten; Darstellung der Monate Juli, August und September.....	54
Abbildung 21:	Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM) in Betrieb 13 .....	55
Abbildung 22:	Anteil der „Nur–Kopf–Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung .....	56

Abbildung 23:	Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken- und Nassbürsten.....	57
Abbildung 24:	Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb ....	58
Abbildung 25:	Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb; Darstellung der Monate Juli, August und September .....	59
Abbildung 26:	Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten.....	60
Abbildung 27:	Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM) in Betrieb 13 .....	61
Abbildung 28:	Entwicklung des Anteils der Verschmutzungsnoten 1 – 6 an der Gesamtbewertung in Prozent von Versuchsphase eins zu Versuchsphase zwei.....	72
Abbildung 29:	Entwicklung des Anteils der Verschmutzungsnoten 1 – 6 an der Gesamtbewertung in Prozent von Versuchsphase zwei zu Versuchsphase drei.....	73
Abbildung 30:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 1 .....	100
Abbildung 31:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 2 .....	100
Abbildung 32:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 3 .....	101
Abbildung 33:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 4 .....	101

Abbildung 34:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 5 .....	102
Abbildung 35:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 6 .....	102
Abbildung 36:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 7 .....	103
Abbildung 37:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 8 .....	103
Abbildung 38:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 9 .....	104
Abbildung 39:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 10 .....	104
Abbildung 40:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 11 .....	105
Abbildung 41:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 12 .....	105
Abbildung 42:	Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 13 .....	106

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Der THI bei verschiedenen Kombinationen aus Temperatur und Luftfeuchtigkeit und seine Bedeutung für Kühe .....	8
Tabelle 2:	Übersicht Versuchsbetriebe .....	24
Tabelle 3:	Zeitlicher Ablauf des Versuches .....	32
Tabelle 4:	Durchschnittliche Temperaturen in °C ( $\pm$ SEM) zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen in den Monaten Juli, August und September .....	35
Tabelle 5:	Durchschnittliche THI-Werte ( $\pm$ SEM) zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen in den Monaten Juli, August und September .....	37
Tabelle 6:	Durchschnittswerte von Temperatur (°C) und THI ( $\pm$ SEM) während der dritten Versuchsphase (Juli - September) .....	37
Tabelle 7:	Statistische Bewertung des Einflusses der Vorerfahrung auf die Bürstennutzung; Vergleich von Betrieben mit und ohne Vorerfahrung .....	62
Tabelle 8:	Statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf der Monate in Betrieben mit und ohne Vorerfahrung .....	62
Tabelle 9:	Statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Bürstennutzung; betriebsinterner Vergleich in zwei Abteilungen eines Betriebes (Betrieb 2 und 11) .....	63
Tabelle 10:	Statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf der Monate; betriebsinterner Vergleich in zwei Abteilungen eines Betriebes (Betrieb 2 und 11); .....	63
Tabelle 11:	Statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Bürstennutzung; Vergleich von Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste .....	64
Tabelle 12:	Statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf der Monate in Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste .....	65

Tabelle 13:	Entwicklung der Milchleistung/ Tier/ Tag (Betriebsdurchschnitt in kg $\pm$ SEM) innerhalb der Versuchsphasen.....	67
Tabelle 14:	Entwicklung des Zellzahlgehaltes der Milch (Betriebsdurchschnitt in Tausend/ ml $\pm$ SEM) innerhalb der Versuchsphasen .....	69
Tabelle 15:	Durchschnittliche Verschmutzungsnote ( $\pm$ SEM) in den Versuchsphasen eins bis drei.....	71
Tabelle 16:	Bürstenbesuche pro Tier und Tag; Einzelwerte aller Betriebe und aller Kategorien .....	92
Tabelle 17:	Bürstennutzungsdauer pro Besuch in Sekunden; berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Einzelwerte aller Betriebe an allen Tagen .....	93
Tabelle 18:	Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen gezählten Besuchen in Prozent; berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Einzelwerte aller Betriebe an allen Tagen.....	93
Tabelle 19:	Entwicklung der Milchleistung pro Tier und Tag (Betriebsdurchschnitt in kg) in Betrieben mit Trockenbürste .....	94
Tabelle 20:	Entwicklung der Milchleistung pro Tier und Tag (Betriebsdurchschnitt in kg) in Betrieben mit Nassbürste.....	95
Tabelle 21:	Entwicklung des Zellzahlgehaltes der Milch (Betriebsdurchschnitt in Tausend) in Betrieben mit Trockenbürste.....	96
Tabelle 22:	Entwicklung des Zellzahlgehaltes der Milch (Betriebsdurchschnitt in Tausend) in Betrieben mit Nassbürste .....	97
Tabelle 23:	Entwicklung der Milchleistung und des Zellzahlgehaltes der Milch in Betrieb 13.....	98
Tabelle 24:	Entwicklung der Verschmutzungsnote in Betrieben mit Trockenbürste über alle Versuchsphasen .....	98
Tabelle 25:	Entwicklung der Verschmutzungsnote in Betrieben mit Nassbürste über alle Versuchsphasen.....	99

## **Abkürzungsverzeichnis**

ACTH	Adrenocorticotropes Hormon
ANOVA	Analysis of Variance
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
h	hour
IUPS	International Union of Physiological Sciences
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
MLP	Milchleistungsprüfung
n	Anzahl
SEM	Standard Error of the Mean
THI	Temperature-Humidity-Index
TNZ	Thermoneutrale Zone

# 1. Einleitung

Milchkühe sind in den Sommermonaten häufig mit dem Problem konfrontiert, dass sie die Körperwärme, die in Folge des hohen Produktionsniveaus in großer Menge entsteht, nicht in ausreichendem Umfang abgeben können (DLG, 2005). Da Hochleistungskühe bei der Milchproduktion eine große Menge an Wärme erzeugen, liegt ihre Wohlfühltemperatur eher im kühleren Bereich (MAHLKOW-NERGE, 2007). Hitzestress beeinträchtigt nicht nur das Wohlbefinden der Tiere, sondern führt v. a. in heißen Gegenden durch negative Auswirkung auf die Milchleistung auch zu hohen wirtschaftlichen Verlusten in der Milchproduktion (ST-PIERRE, 2003). Nach STEINLECHNER (2010) wird durch Stoffwechselfvorgänge Wärme produziert. Daraus kann man schließen, dass die Hitzebelastung der Tiere durch steigende Leistungen noch weiter verstärkt wird, da mit steigender Leistung die Körperwärmeproduktion zunimmt. Es gibt bereits verschiedene Möglichkeiten, die Tiere im Sommer zu kühlen, wie z. B. vermehrte Lüftung oder Kühlung mit Hilfe von Wasser. Die Installation entsprechender Anlagen zur Sprühkühlung ist jedoch sehr aufwändig (BÜSCHER, 2005) und bringt den Nachteil mit sich, dass es zu einem Anstieg der Luftfeuchtigkeit kommt, wodurch die Tiere zusätzlich belastet werden (DLG, 2005). Außerdem können beim Einsatz der meisten Kühlsysteme keine tierindividuellen Bedürfnisse berücksichtigt werden.

Einen neuen Ansatz der tierindividuellen Kühlung verfolgt die Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland mit der Erfindung einer Nassbürste. Dazu wurde ein elektrisches 2-Bürstensystem mit einem Wasserzulauf ausgestattet. Nach Anforderung durch die Tiere dreht sich die Bürste selbständig, wobei gleichzeitig Wasser aus der Bürste auf die Tiere läuft und dort einmassiert wird.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu untersuchen, wie die Nassbürste im Vergleich zu einer Trockenbürste von den Tieren angenommen wird und ob das Angebot der neuen Bürste einen Einfluss auf die Milchleistung, den Zellzahlgehalt der Milch und die Tierverschmutzung in den jeweiligen Betrieben hat.

Außerdem soll untersucht werden, ob die längere Gewöhnung an das Angebot einer Trockenbürste die Nutzung der Nassbürste beeinflusst, bzw. ob bereits der Einsatz der Trockenbürste in Betrieben, die bisher nicht mit einer elektrischen Bürste

ausgestattet waren, eine Veränderung der Milchleistungsparameter oder der Tierverschmutzung bewirkt.



## **2. Literatur**

### **2. 1 Einfluss der Temperatur auf Wohlbefinden und Leistung von Milchkühen**

BROOM und FRASER (2007) zitierten folgende Aussage aus einer früheren Veröffentlichung von Broom: Das Wohlergehen eines Tieres ist davon abhängig, ob es ihm gelingt, durch einen angemessenen Aufwand mit seiner Umwelt fertig zu werden.

Daraus ergibt sich, dass Überlegungen bezüglich der Temperaturbelastung von Tieren bzw. der Verminderung solcher Belastungen eine große Bedeutung im Hinblick auf das Wohlbefinden von Tieren haben.

#### **2. 1. 1 Physiologie der Thermoregulation**

Die Temperatur ist der Umweltfaktor mit dem stärksten Einfluss auf den Energiehaushalt von Tieren, da alle Stoffwechselfvorgänge temperaturabhängig sind. Wie alle Säugetiere zählen Rinder zu den homoiothermen Tieren, das heißt sie halten ihre Körpertemperatur unabhängig von der Umgebungstemperatur konstant. Dafür müssen sie zusätzliche Stoffwechselenergie aufbringen. Die Regulation der Körperkerntemperatur erfolgt durch thermoregulatorische Zentren im vorderen Hypothalamus. Dazu messen Sensoren in der Peripherie und im Körperkern den Istwert und geben ihn an das Regelzentrum weiter. Dort wird der Istwert mit dem Sollwert verglichen und bei Abweichungen werden je nach Bedarf Mechanismen zur Wärmeabgabe oder zur Wärmebildung aktiviert (STEINLECHNER, 2010). Bei erwachsenen Rindern liegt die normale Körpertemperatur zwischen 38,0 und 39,0°C, wobei deren Schwankungsbereich relativ groß ist und von verschiedenen Faktoren wie z. B. Rasse, Tageszeit, Umweltverhältnisse beeinflusst wird (STÖBER, 1990). Für den Wärmeaustausch mit der Umgebung gibt es nach STEINLECHNER (2010) generell vier Möglichkeiten: Bei der Konduktion (auch als Wärmediffusion bezeichnet) erfolgt der Wärmeübergang durch direkten Kontakt zwischen zwei

Körpern bis beide die gleiche Temperatur haben. Die Konduktion ist umso größer, je höher der Temperaturunterschied, je größer die Kontaktfläche und je enger der Kontakt zwischen den zwei Körpern ist.

Bei der Konvektion wird Wärme mit Hilfe eines beweglichen Mediums (z. B. Wasser, Blut, Luft) transportiert. Die Leistung der Konvektion hängt von der Strömungsgeschwindigkeit und der Wärmekapazität des transportierenden Mediums ab. Durch Konvektion erfolgt die Wärmeverteilung im Körper über das Blut. Über die Luft wird Wärme an die Umgebung abgegeben, wobei die Abgabe mit steigendem Temperaturunterschied zwischen Luft und Körperoberfläche und mit steigender Luftgeschwindigkeit zunimmt.

Radiation (Strahlung) nennt man den Wärmetransport in Form elektromagnetischer Wellen im Infrarotbereich. Ein Tier kann Strahlungswärme von der Sonne aufnehmen oder bei fehlender Sonneneinstrahlung auch an die Umgebung abgeben.

Die Evaporation (Verdunstung von Wasser) ist der einzige Weg, auf dem Tiere Wärme entgegen einem Temperaturgradienten abgeben können, das heißt, wenn die Umgebungstemperatur höher ist als die Körpertemperatur.

Je nach Außentemperatur ist für die Regulation der Körperkerntemperatur mehr oder weniger Energieaufwand nötig.

Als Thermoneutrale Zone (TNZ) wird nach IUPS THERMAL COMMISSION (1987) der Bereich der Umgebungstemperatur bezeichnet, in dem zur Thermoregulation die sensible bzw. direkte Wärmeabgabe (dazu zählen Konduktion, Konvektion und Radiation) ausreicht, das heißt es muss keine Regulation der metabolischen Wärmeproduktion oder der evaporativen, bzw. indirekten Wärmeabgabe (durch Wasserdampfproduktion) erfolgen.

Daraus kann man schließen, dass in diesem Temperaturbereich kein zusätzlicher Energieaufwand für die Thermoregulation nötig ist und somit maximale Leistung möglich ist.

Als untere Grenze der TNZ bezeichnet man die untere kritische Temperatur, als obere Grenze die obere kritische Temperatur.

Diese sind nach IUPS THERMAL COMMISSION (1987) definiert als Umgebungstemperatur unter der die metabolische Wärmeproduktion durch Zittern oder zitterfreie Thermogenese gesteigert werden muss, bzw. Umgebungstemperatur über der die evaporative Wärmeabgabe durch z. B. Steigerung der Atemfrequenz

oder Schwitzen gesteigert werden muss, was in beiden Fällen mit einem erhöhten Energieaufwand verbunden ist.

Die TNZ verändert sich nach IUPS THERMAL COMMISSION (1987) abhängig vom Grundumsatz, was dadurch zu erklären ist, dass durch Stoffwechselfvorgänge Wärme produziert wird (STEINLECHNER, 2010).

## **2. 1. 2 Temperaturoptimum und Hitzestress**

Der optimale Temperaturbereich für Rinder liegt nach DLG (2005) bei 4 - 16°C. In diesem Bereich erfolgt die beste Futterverwertung. Temperaturen bis -20°C sind für Kühe unschädlich, wobei unter 0°C zunehmend Energie für die Aufrechterhaltung der Körperkerntemperatur nötig ist, was jedoch kaum zu Leistungsdepressionen führt. Im Bereich zwischen 16 und 22°C verschlechtert sich zwar die Futterverwertung, mit Leistungsdepressionen ist aber noch nicht zu rechnen.

Nach MAHLKOW-NERGE (2007) liegt die Wohlfühltemperatur für Hochleistungskühe zwischen -7 und +17°C. SHARMA et al. (1988) geben als Obergrenze für optimale Bedingungen zur Milchproduktion 24,7°C für Holstein Frisian Kühe, und 19,4°C für Jersey Kühe an. IGONO et al. (1992) fanden heraus, dass optimale Bedingungen für maximale Milchproduktion herrschen, wenn die Temperatur 24 h eines Tages unter 21°C liegt.

Für europäische Hausrinder liegt die obere kritische Temperatur bei 25 - 26°C (STÖBER, 2006). Bezüglich der oberen kritischen Temperatur speziell für Milchkühe, bzw. ab wann sie Hitze als Stress empfinden, werden in der Literatur keine einheitlichen Angaben gemacht. Das kommt daher, dass diese Temperaturgrenze von vielen Faktoren abhängt und die diesbezüglichen Untersuchungen unterschiedliche Parameter nutzen, um den Beginn von Hitzestress zu definieren.

BERMAN et al. (1985) nutzten hierfür u. a. die rektal gemessene Körpertemperatur und fanden heraus, dass Umgebungstemperaturen zwischen 10 und 24°C die Körpertemperatur nicht beeinflussten. Allerdings hatte die Milchleistung bei Kühen mit hoher Leistung einen signifikanten Einfluss auf die Körpertemperatur.

Ab Umgebungstemperaturen von 26°C stieg die Körpertemperatur bei allen Kühen abhängig von der Umgebungstemperatur, wobei höhere Milchleistung zu einem größeren Anstieg führte und gesteigerte Belüftung den Anstieg der Körpertemperatur

verringerte. Aus den erhobenen Daten schlossen die Autoren eine obere kritische Temperatur von 25 - 26°C für Hochleistungskühe.

BERMANN (2005) definiert als Grenze zu mittlerem Hitzestress die Umweltbedingungen bei denen die respiratorische Wärmeabgabe annähernd 50 % des Maximalwertes erreicht. Er stellte fest, dass die Grenztemperatur durch steigende Luftgeschwindigkeit steigt und mit steigender Luftfeuchtigkeit signifikant fällt, wobei hohe Luftfeuchtigkeit den Effekt von hoher Luftgeschwindigkeit verstärkt. Ein Anstieg der Milchleistung von 35 auf 45 kg/Tag senkte die Grenztemperatur um 5°C.

Mit einer verminderten Futteraufnahme ist laut DLG (2005) über 22°C zu rechnen, wobei betont wird, dass zur Einschätzung, ab wann Hitze als Stress empfunden wird, die alleinige Angabe einer Temperatur nicht ausreicht, da auch der Aspekt der relativen Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden muss. Bei einer Luftfeuchtigkeit über 70%, die bei uns häufig vorkommt, beginnt Hitzestress schon ab 24°C. Ab 27°C ist mit stärkeren Leistungseinbußen zu rechnen.

### **2. 1. 3 Der Temperature–Humidity-Index (THI) oder Temperatur-Feuchte-Index**

Wie oben bereits erwähnt, muss die Wärmeabgabe eines Tieres bei einer Temperatur oberhalb der thermoneutralen Zone durch Steigerung der evaporativen Wärmeabgabe, d.h. Abgabe von Wasserdampf an die Umgebung, gesteigert werden. Die evaporative Wärmeabgabe ist abhängig von der Differenz der Wasserdampfpartialdrücke auf der Haut und in der Luft. Ist diese zu gering, weil die Luftfeuchtigkeit der Umgebung zu hoch ist, ist die Verdunstung stark herabgesetzt und die Verdunstungskühlung geht gegen null (STEINLECHNER, 2010). Daher wirken sich hohe Temperaturen abhängig von der Luftfeuchtigkeit unterschiedlich stark auf den Organismus aus.

THOM (1959) entwickelte einen Index, der sowohl Temperatur, als auch Luftfeuchtigkeit einbezieht. Dieser für den Menschen entwickelte Index wurde damals als „Discomfort-Index“ bezeichnet.

Heute als Temperature-Humidity-Index (THI) oder Temperatur–Feuchte-Index bezeichnet, wird dieser Index auch in der Tierhaltung zur Einschätzung der thermischen Belastung der Tiere eingesetzt.

Die ursprüngliche Formel des Discomfort-Index lautet nach THOM (1959):

$$DI = 0,4 (T_{db} + T_{wb}) + 15$$

Dabei bedeutet nach IUPS THERMAL COMMISSION (1987)

$T_{db}$ : dry bulb temperature = Trockentemperatur = Temperatur eines Gases oder Gasgemisches die von einem Thermometer gemessen wird, das vor direkter Sonnenstrahlung abgeschirmt ist.

$T_{wb}$ : wet bulb temperature = Nasstemperatur = niedrigste Temperatur bis zu welcher Luft durch Verdunstung und ohne Wärmeaustausch heruntergekühlt werden kann.

Diese Formel wurde seitdem mehrfach verändert und angepasst, wobei sich die verschiedenen Formeln v. a. in der Gewichtung von Trockentemperatur und Luftfeuchtigkeit unterscheiden. BOHMANOVA et al. (2007) verglichen sieben, von unterschiedlichen Autoren entwickelte, THI-Formeln in unterschiedlichen klimatischen Regionen und beurteilten Ihre Aussagekraft im Bezug auf Verluste in der Milchproduktion. Dabei kamen sie zu dem Schluss, dass in feuchtwarmen Klimazonen die Verwendung von THI-Formeln mit einer größeren Gewichtung der Feuchtigkeit sinnvoll ist, während man in trocken-heißen Klimazonen besser Indices verwendet, die der Trockentemperatur mehr Bedeutung beimessen.

Perioden mit einem THI bis 70 gelten als verträglich, solche mit einem THI über 75 als gefährlich (STÖBER, 2006).

Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) hat in einer Information zum Thema „Hitzestress im Milchviehstall“ (LfL, 2008) eine Tabelle zusammengestellt in der verschiedene Kombinationen aus Temperatur und Luftfeuchtigkeit, der daraus berechnete THI und die jeweilige Bedeutung für Kühe dargestellt sind (Tabelle 1).

Tabelle 1: Der THI bei verschiedenen Kombinationen aus Temperatur und Luftfeuchtigkeit und seine Bedeutung für Kühe (modifiziert nach LFL - INFORMATION, 2008)

Temperatur (°C)	relative Luftfeuchtigkeit (%)																	
	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
20	63	64	64	64	64	65	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68
21	64	65	65	65	66	66	66	67	67	67	67	68	68	68	69	69	69	70
22	65	66	66	66	67	67	67	68	68	69	69	69	70	70	70	71	71	72
23	66	67	67	67	68	68	69	69	70	70	70	71	71	72	72	73	73	73
24	67	68	68	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75
25	68	69	69	70	70	71	71	72	72	73	73	74	74	75	75	76	76	77
26	69	70	70	71	71	72	72	73	74	74	75	75	76	76	77	78	78	79
27	70	71	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	77	78	79	79	80	81
28	71	72	72	73	74	74	75	76	76	77	78	78	79	80	80	81	82	82
29	72	73	73	74	75	75	76	77	78	78	79	80	81	81	82	83	83	84
30	73	74	74	75	76	77	77	78	79	80	81	81	82	83	84	84	85	86
31	74	75	75	76	77	78	79	80	80	81	82	83	84	84	85	86	87	88
32	75	76	76	77	78	79	80	81	82	83	83	84	85	86	87	88	89	90
33	76	77	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	90	91
34	77	78	79	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93
35	77	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
36	78	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	94	95	96	97
37	79	81	82	83	84	85	86	87	88	90	91	92	93	94	95	96	97	99
	kein Stress				Hitzestress													
	milder Stress				starker Hitzestress													

## 2. 1. 4 Allgemeine Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe

Die Auswirkungen von Hitzestress auf Milchkühe sind schon seit Jahrzehnten Forschungsgegenstand, da sie die Milchwirtschaft v. a. in den heißen Klimazonen erheblich beeinträchtigen. Hier sollen nur einige Beispiele aufgeführt werden, welche Folgen Hitzestress für Milchkühe und damit für die Milchproduktion hat.

Zwei relativ einfach zu messende Veränderungen bei Hitzestress sind Anstieg der Körpertemperatur und der Atemfrequenz (BOURAOURI et al., 2002; DLG, 2005; STÖBER, 2006). Weitere, relativ offensichtliche Folgen sind der Rückgang der Futteraufnahme (BOURAOURI et al., 2002), verbunden mit einem Rückgang der Wiederkauaktivität (MAHLKOW-NERGE, 2007), der Anstieg der Wasseraufnahme

(MCDOWELL et al., 1969; STÖBER, 2006), der Rückgang der Milchleistung (THATCHER, 1974; RODRIQUEZ et al., 1985; SHARMA et al., 1988; IGONO et al., 1992; BOURAOURI et al., 2002; WEST, 2003) sowie Veränderung des Fett-, Protein- und Zellzahlgehaltes der Milch (BOURAOURI et al., 2002).

MAUST et al. (1972) stellten fest, dass die Veränderung der Futtermittelaufnahme und der Milchleistung während Hitzeperioden je nach Laktationsstadium variiert. Kühe in der mittleren Laktation waren am meisten negativ beeinflusst, in der späten Laktation mittelschwer und in der frühen Laktation am wenigsten. Frühlaktierende Kühe nahmen die geringste Futterenergie auf, aber hatten die höchste Milchleistung. Daraus schloss man, dass sie schnell Körperreserven abbauen, um die Belastung durch den Hitzestress auszugleichen.

Neuere Untersuchungen zeigen, dass der Rückgang der Milchleistung nur bedingt von der reduzierten Futtermittelaufnahme abhängt. WHEELLOCK et al. (2010) schlossen aus eigenen und vorangegangenen Untersuchungen, dass die verminderte Futtermittelaufnahme nur für 50 % der Reduktion der Milchproduktion bei Hitzestress verantwortlich ist, da sich zusätzlich die Verstoffwechslung der resorbierten Nahrung ändert. Kühe unter Hitzeeinfluss haben höhere Insulinwerte, was zu einem verminderten Fettabbau und anscheinend zu einem höheren Glucoseverbrauch in peripheren Geweben führt. Folglich funktioniert der Glucose sparende Mechanismus, der unter thermoneutralen Bedingungen dazu führt, dass Kühe trotz eines unzureichenden Nahrungsangebotes maximale Milchleistung erbringen, während Hitzeperioden nicht.

Dies ist nur ein Beispiel der äußerst komplizierten und weitreichenden Auswirkungen von Hitzestress auf den Stoffwechsel und den Hormonhaushalt der Tiere.

Als weitere seien noch Veränderungen von Plasma Catecholaminen und Glucocorticoiden (ALVAREZ und JOHNSON, 1973), von bovinem Somatotropin (IGONO et al., 1988) sowie von Thyroxin (BOURAOURI et al., 2002) genannt.

Seit längerem bekannt ist auch, dass sich Hitzeperioden negativ auf die Fruchtbarkeit auswirken. Nach THATCHER (1974) gibt es einen Zusammenhang zwischen der maximalen Umgebungstemperatur am Tag nach der Insemination und der Fertilität.

Nach COOK et al. (2007) kann man schon ab einem THI von 68 Verhaltensänderungen bei Milchkühen beobachten. Die Tiere liegen weniger, dafür verbringen sie mehr Zeit mit Herumstehen und auch mit der Wasseraufnahme. Auch

ZÄHNER et al. (2004) kamen bei Untersuchungen in der Schweiz zu dem Ergebnis, dass die Dauer des Liegeverhaltens tagsüber mit steigendem THI abnimmt.

COOK et al. (2004) nannten Hitzestress und die daraus folgenden, verminderten Liegezeiten als eine der Ursachen für Klauenerkrankungen.

## **2. 1. 5 Auswirkungen auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch**

### **2. 1. 5. 1 Auswirkungen auf die Milchleistung**

RODRIQUEZ et al. (1985) stellten bei Untersuchungen in Florida fest, dass sich die Milchleistung bei einem Anstieg der Tageshöchsttemperatur von 8 bis 29°C nur wenig verringerte, aber rapide abnahm, sobald die Werte über 29°C stiegen.

IGONO et al. (1992) untersuchten den Einfluss des Wüstenklimas in Zentral Arizona auf die Milchproduktion. Sie fanden heraus, dass für Holstein Frisian Kühe dann optimale Bedingungen zur Milchproduktion vorliegen, wenn 24 h am Tag Temperaturen von weniger als 21°C gemessen werden. Solange die Temperatur nachts für einige Stunden unter 21°C abkühlt, führen steigende Tagestemperaturen nur zu einem geringen Leistungsrückgang. Tage ohne eine Abkühlung unter 21°C kommen dort im Juni, Juli, August und September vor und führen zu den größten Verlusten in der Milchproduktion.

BOURAOUI et al. (2002) untersuchten den genauen Zusammenhang zwischen dem THI und der Milchleistung im mediterranen Klima Tunesiens. Im Frühling betrug der durchschnittliche tägliche THI 68, im Sommer 78. Der tägliche THI war negativ korreliert mit der Milchleistung, wobei der Anstieg des THI von 68 im Frühling auf 78 im Sommer mit einem Abfall der Milchleistung um 21% verbunden war. Statistisch betrachtet bedeutete ein Anstieg des THI Wertes um einen Punkt einen Rückgang der Milchleistung um 0,41 kg pro Kuh und Tag bei THI Werten über 69. Dabei traten bei THI Werten bis 73 ca. 9 %, ab THI 74 ca. 20 % und über einem THI von 76 - 79 ca. 23 – 28% Verluste auf.

WEST et al. (2003) führten Untersuchungen in Georgia im Süden der USA durch, wo das typische Klima von warm bis sehr heiß und feucht reicht. In der kühlen Periode betrug der durchschnittliche tägliche THI 70,2 bei einer durchschnittlichen



Temperatur von 23,7°C und in der heißen Periode 77,9 bei einer durchschnittlichen Temperatur von 28,5°C. Sie stellten fest, dass während der heißen Phase der THI und die Lufttemperatur 2 Tage vor der jeweiligen Messung den größten Einfluss auf die Milchleistung hatten, wobei diese linear mit steigendem THI abfiel, während die Umweltbedingungen in der kühlen Phase einen geringen Einfluss auf die Milchleistung hatten.

### **2. 1. 5. 2 Auswirkungen auf den Zellzahlgehalt der Milch**

BOURAOUI et al. (2002) stellten einen signifikanten Anstieg des Zellzahlgehaltes der Milch von Frühling (durchschnittlicher täglicher THI 68) bis Sommer (durchschnittlicher täglicher THI 78) fest.

WEGNER et al. (1976) untersuchten den Einfluss von Stress auf den Zellzahlgehalt der Milch, wobei sowohl künstlich erzeugter Stress durch die Injektion von ACTH als auch Hitzestress in die Untersuchung einbezogen wurde. Es zeigte sich, dass bei eutergesunden Tieren der Zellzahlgehalt der Milch prinzipiell von der Leukozytenzahl im Blut abhängt, welche durch Stress ansteigt. Es konnte kein direkter Zusammenhang zwischen dem THI und dem Zellzahlgehalt der Milch festgestellt werden, was die Forscher auf den sog. „summer–carry–over–effect“ zurückführten: Der Zellzahlgehalt der Milch stieg nach der heißen Phase noch weiter, was zeigt, dass die Auswirkungen von Hitzestress oft verzögert einsetzen, dafür aber länger anhalten. Die Untersuchung zeigte auch, dass es deutliche Unterschiede zwischen eutergesunden und subklinisch euterkranken Kühen bezüglich der Reaktion, sowohl des Leukozytengehaltes im Blut als auch des Zellzahlgehaltes der Milch, auf Stress gibt. Bei Tieren, die an einer subklinischen Erkrankung des Euters leiden, ist der Anstieg der Blutleukozyten als Antwort auf Stress wesentlich geringer, als bei eutergesunden Tieren.

IGONO et al. (1988) stellten fest, dass der Zellzahlgehalt der Milch innerhalb einer Gruppe mit gleicher Leistung mit steigendem THI ansteigt. Dabei ist zu beachten, dass der Zellzahlgehalt auch vom Laktationsstadium bzw. der Milchleistung abhängt, wobei Kühe in der frühen Laktation mit hoher Leistung geringere Zellzahlgehalte haben, als Kühe am Ende der Laktation mit niedriger Leistung.

## 2. 1. 6 Möglichkeiten zur Abkühlung der Tiere

Die erste und einfachste Möglichkeit, Kühe vor großer Hitze zu schützen, falls sie nicht ganztägig aufgestallt sind, ist die Bereitstellung von Schatten. ROMAN-PONCE et al. (1977) stellten in Florida fest, dass durch das Anbieten von Schatten die Atemfrequenz und die Körpertemperatur der Kühe niedriger war, als die der Kühe ohne Schatten (54 bzw. 82 Atemzüge/min.; 38,9°C bzw. 39,4°C). Die Milchleistung der beschatteten Kühe war 10,7 % höher und auch die Konzeptionsrate war besser als die der Vergleichsgruppe. ARMSTRONG (1994) ist der Meinung, dass Schatten vor allem in den heißen Klimazonen im Süden der USA nicht nur zum Erhalt der Leistung sondern teilweise zum Überleben der Tiere wichtig ist und dass die Bereitstellung von Schatten auch in gemäßigttem Sommerklima lohnend ist, um den Hitzestress und damit einhergehende Verluste zu verringern.

In Gegenden, in denen Milchkühe ganzjährig im Stall gehalten werden, ist zwar immer Schatten vorhanden aber trotzdem ist oft eine Verbesserung des Stallklimas nötig. GEORG (2007) untersuchte die Begrünung eines Staldaches mit Sumpfpflanzen als neuartige Möglichkeit, die Stalltemperatur im Sommer zu senken. Messungen zeigten, dass die Stalltemperatur 5°C niedriger war als im Vergleichsstall mit normalem Dach (Höchsttemperatur 25°C zu 30°C).

Weitere Möglichkeiten, die Kühe während Hitzeperioden zu kühlen, beruhen auf dem Prinzip der Verdunstungskühlung. Um Wärme und Feuchtigkeit von den Tieren weg zu transportieren ist nach MAHLKOW-NERGE (2007) eine entsprechende Rate an Luftwechselln nötig. Optimal sei eine Luftgeschwindigkeit von 1 m/s bis 2,5 m/s, was im Sommer ca. 60 Luftwechselln in der Stunde entspricht. Zusätzlich kann eine Kühlung durch Wasser stattfinden, wobei MAHLKOW-NERGE (2007) und DLG (2005) grundsätzlich zwei Arten unterscheiden: Bei der Hochdruckversprühung wird das Wasser in ganz feinen Tropfen vernebelt. Bei der Verdunstung dieses Nebels wird der Luft Energie entzogen, wodurch es zu einer Abkühlung der Luft kommt. Bei der Niederdruckversprühung wird das Wasser großtropfig direkt auf die Kühe aufgebracht, wodurch das Fell durchnässt wird. Um dieses wieder zu trocknen wird dem Körper Wärme entzogen. Beide Verfahren sind in feuchtwarmem Klima problematisch, da sie die Luftfeuchtigkeit zusätzlich erhöhen. Vernebelungsanlagen sollten daher nach MAHLKOW-NERGE (2007) am besten direkt über Ventilatoren angebracht werden, damit das Wasser sofort verteilt wird. Niederdruckanlagen

sollten bei Luftfeuchtigkeiten über 70% nicht eingesetzt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass Liegeflächen, Futter und die Euter der Tiere nicht nass werden.

Nach BÜSCHER (2005) ist der Einbau von fest installierten Hochdruckleitungen zur Sprühbefeuchtung sehr aufwändig, und scheint beim derzeitigen Leistungsniveau und den derzeitigen Sommertemperaturen nicht gerechtfertigt.

In heißeren Gegenden der Erde werden dagegen schon lange gezielt Studien durchgeführt, die den Nutzen von verschiedenen Arten der Kühlung untersuchen. SHEATH und MILLER (1948) zeigten in Louisiana, dass Schatten, kombiniert mit einer Art Dusche eine effektivere Abkühlung der Kühe bewirkt, als Schatten alleine, was sich durch eine niedrigere Körpertemperatur und Atemfrequenz bemerkbar machte. Dabei konnten die betreffenden Kühe jeweils freiwillig den Schattenplatz mit der Dusche aufsuchen, was sie auch ausgiebig taten. Allerdings stellten die Autoren im Zusammenhang mit dem Versuch fest, dass Kühe die Duschkmöglichkeiten nicht nutzen, wenn der Wasserstrahl zu grob war. Untersuchungen von IGONO et al. (1985) in Missouri zeigten bei durchschnittlichen Tageshöchsttemperaturen von 27°C, dass Sprühkühlung der Kühe zur Absenkung der Körpertemperatur und zu einer Steigerung der Milchleistung um 0,7 kg pro Tag im Vergleich zur Kontrollgruppe führt.

Die Verwendung von Wasser zur Abkühlung der Tiere in feuchtwarmen Gebieten wird in der Literatur unterschiedlich bewertet: MACFARLANE und STEVENS (1972) folgerten aus Untersuchungen in Tansania, dass das Besprühen von Kühen vermieden werden sollte, da sie vermuten, dass es eher die Thermoregulationsmechanismen der Tiere beansprucht, als dass es zu einer Verbesserung der Situation beiträgt. KHONGDEE et al. (2006) dagegen zeigten, dass die Installation eines Kühlungssystems, bestehend aus nassen Polstern, sog. „cooling pads“ und einem Ventilator in einem Stall in Thailand zur einer Steigerung der Milchleistung führte und einen positiven Effekt auf die Fruchtbarkeit hatte. Bei dieser Art von Kühlung wird allerdings nur die Luft befeuchtet und nicht die Tiere direkt. Auch SMITH et al. (2006) zeigten dass ein ähnliches Kühlungssystem in Mississippi zur Steigerung der Milchleistung und zur Senkung des Zellzahlgehaltes der Milch führte.

Alle bisher aufgeführten Methoden der Wasserkühlung haben gemeinsam, dass das An- und Ausschalten der jeweiligen Einrichtungen meist manuell oder durch Regelung über Thermostate erfolgt, wobei man sich auf Schätzungen und

Untersuchungen verlassen muss, ab wann mit Hitzestress zu rechnen ist und welche Intervalle der Wasserkühlung den besten Erfolg versprechen. Dabei spielt stets auch die Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle.

Einen völlig neuen Ansatz der tierindividuellen Kühlung untersuchte SCHNELL (2005) im Rahmen einer Diplomarbeit. Ein 2-Bürstensystem der Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland, wurde mit einem Wasserzulauf über der Bürste versehen. Sobald die Tiere die Bürste in Bewegung setzten, floss Wasser über ein Rohr, das über der Bürste angebracht war auf die Bürste und wurde so in das Fell der Tiere einmassiert. Die Tiere konnten somit die Wasserkühlung nach Bedarf selbständig anfordern. Die Untersuchung ergab, dass die Tiere im Wahlversuch die Nassbürste häufiger besuchten, als eine gleichzeitig angebotene, gleichartige Bürste ohne Wasser (591 zu 387 Besuchen). Die durchschnittliche Besuchszeit war allerdings an der Nassbürste deutlich geringer als an der Trockenbürste (37,6 s bzw. 77,4 s).

## **2. 2 Nutzung von Bürstensystemen für Rinder**

### **2. 2. 1 Körperpflegeverhalten als Voraussetzung und Indikator für Wohlbefinden**

Wohlbefinden wird nach LORZ und METZGER (2008) definiert als Zustand körperlicher und seelischer Harmonie des Tieres mit sich und der Umwelt. Als regelmäßige Anzeichen von Wohlbefinden werden Gesundheit und ein in jeder Hinsicht normales Verhalten genannt.

Nach BOISSY et al. (2007) ist es mittlerweile weitgehend akzeptiert, dass Wohlbefinden nicht nur die Abwesenheit von negativen Erfahrungen bedeutet, sondern vielmehr die Anwesenheit von positiven Erfahrungen. Darum sollte man verstärkt nach Indikatoren für gutes Befinden suchen, deren Bewertung geeignet ist, um Wohlbefinden nachzuweisen.

BOISSY et al. (2007) nennen in ihrer Review das Körperpflegeverhalten als Beispiel für Verhalten, dessen Unterdrückung zwar keine unmittelbaren physiologischen Konsequenzen hat, dessen Ausübung aber langfristig positive Auswirkungen für das

Tier hat. Dies wird so erklärt, dass das Verhalten an sich, mehr als seine unmittelbaren Auswirkungen einen belohnenden Effekt auf das Tier hat. Die Ausübung von solchen Komfortverhaltensweisen steht im Zusammenhang mit der Ausschüttung von Endorphinen, was im Umkehrschluss bedeutet, dass die Unterdrückung dieses Verhaltens zu einer Art Entzugserscheinungen führen kann.

FRASER (1988) erläutert das Körperpflegeverhalten als einen von acht Verhaltenskreisen die zur Selbsterhaltung beitragen und daher sehr wichtig für die Gesundheit ist.

BOLINGER et al. (1997) vermuten, dass Fellpflege für Kühe ein sehr großes Bedürfnis darstellt, da sie beobachteten, dass Kühe, die eine Zeit lang eingesperrt sind, danach als eine der ersten Verhaltensweisen Fellpflege ausübten.

Nach einer Untersuchung von KOHARI et al. (2007) ist das sich Scheuern an unbelebten Objekten, wie z. B. Bäumen, nicht durch gegenseitige Körperpflege oder sich selbst pflegen zu ersetzen. Vielmehr scheint das sich Kratzen an Gegenständen ein eigenes, unabhängiges Bedürfnis zu sein.

### **2. 2. 2 Einsatz von Bürstensystemen zur Fellpflege**

Nach WANDEL und KNOLL (1995) kann das, vor allem in Anbindeställen übliche, Fellputzen mit einem Striegel, in Laufställen durch die Anbringung von geeigneten Putzgeräten ersetzt werden. So sind die Tiere selbst in der Lage, sich von Staub und anderem Schmutz zu befreien. Seit 1987 sind zu diesem Zweck elektrische Putzmaschinen erhältlich, die aus einer oder zwei Bürsten bestehen und sich nach Anforderung durch die Kuh selbständig mit ungefähr 60 Umdrehungen pro Minute weiterdrehen, wobei sich die Höhe der Geräte in einem gewissen Rahmen der Größe der Kuh anpassen kann.

Eine der ersten Untersuchungen zur Nutzung und Akzeptanz solcher Putzmaschinen durch Milchkühe wurde von WANDEL und KNOLL (1995) durchgeführt. Dabei fanden sie heraus, dass die Tiere die elektrischen Geräte gegenüber starr angebrachten Selbstputzgeräten bevorzugten. Die Anzahl der Besuche war an der elektrischen Putzmaschine höher und die Aufenthaltsdauer länger als an den starr angebrachten Geräten. Die elektrische Maschine wurde von 67% der Tiere bevorzugt, wobei die neue Maschine von nahezu allen Kühen genutzt wurde.

Eine Putzmaschine ist nach GRAUVOGL et al. (1992) für ca. 50 Tiere ausreichend, laut WANDEL und KNOLL (1995) für 50-60 Tiere, vorausgesetzt, dass durch Vorratsfütterung feste Fress- und Liegezeiten entfallen.

Auch GUTMANN (2010) verglich die Nutzung von fixen und rotierenden Bürsten durch Milchkühe, wobei die Ergebnisse einer Wahl-Situation (den Tieren stand in einem Stall sowohl eine starre Bürste, als auch eine rotierende Bürste zur Verfügung) verglichen wurden mit einer Situation in der die Tiere in einem Stall nur Zugang zu einer Bürstenart hatten. Dabei stellte sich heraus, dass bei beiden Versuchsbedingungen die rotierende Bürste häufiger genutzt wurde und mehr verschiedene Körperregionen gebürstet wurden.

Die Aufenthaltsdauer war im Wahl-Versuch an den rotierenden Bürsten deutlich höher, während sie beim Angebot von nur einer Bürstenart an den fixen Bürsten höher war. Das könnte nach GUTMANN (2010) dadurch erklärt werden, dass bei fixen Bürsten ein erhöhter Aufwand nötig ist, um schwer erreichbare Körperteile zu bürsten.

Dass Milchkühe eine neu angebotene elektrische Bürste schnell annehmen, bestätigten auch GEORG und TOTSCHKE (2001) sowie DE VRIES et al. (2007), die herausfanden, dass die Bürste bereits nach sieben Tagen von 100 % bzw. 93 % der Kühe benutzt wurde.

### **2. 2. 3 Bürstensysteme als Beschäftigungsmöglichkeit und zur Bereicherung der Haltungsumwelt**

Die Bereicherung der meist reizarmen Umgebung von intensiv gehaltenen Tieren und die Suche nach Möglichkeiten zu deren Beschäftigung ist schon seit längerer Zeit Forschungsgegenstand und für manche Tierarten, wie z. B. Schweine oder Pelztiere, gibt es diesbezüglich in der TIERSCHUTZ-NUTZTIERHALTUNGSVERORDNUNG (2006) auch gesetzliche Vorschriften.

WILSON et al. (2002) fanden heraus, dass sich Vorrichtungen zum Kratzen und Scheuern zur Bereicherung der Haltungsumwelt von Rindern eignen und von den Tieren dauerhaft genutzt werden. Auch für Kälber stellen nach GEORG et al. (2007) elektrische Putzmaschinen eine gute Beschäftigungsmöglichkeit und häufig genutzte Haltungseinrichtung dar.

## **2. 3 Tierverschmutzung**

### **2. 3. 1 Tierverschmutzung als Indikator für Tiergerechtigkeit und Gesundheitszustand**

Verschmutzung der Tiere kann ein Hinweis darauf sein, dass zum Beispiel Ruhe- und Laufbereiche nicht optimal gestaltet sind. Durch die schädigende Einwirkung von Kot und Harn auf die Haut kann das Wohlbefinden der Tiere beeinträchtigt sein (DLG, 2000). Nach PELZER (2009) geben Verschmutzungen bei Kühen wertvolle Hinweise auf mögliche Schwachstellen in Fütterung, Haltung und Management. LIEBHART (2009) fand heraus, dass der Umzug einer Milchviehherde von einem alten in einen neuen, auch unter anderen Gesichtspunkten als tiergerechter eingestuftem Stall, zu einer Verminderung der Verschmutzung der Tiere führte. Nach RUETZ (2010) korreliert die Verschmutzung des Euters und der Hintergliedmaßen der Tiere mit der Gesamtbeurteilung der Tiergerechtigkeit eines Haltungssystems durch Experten und ist daher geeignet, in die Beurteilung der Tiergerechtigkeit in kommerziellen Praxisbetrieben, das sog. „On-Farm Welfare Assessment“, einbezogen zu werden.

Verschmutzung kann außerdem ein Erkrankungsrisiko bedeuten und die Besiedelung der Tiere durch Parasiten begünstigen (DLG, 2000). Auch ein Zusammenhang der Verschmutzung der Hintergliedmaßen und des Euters mit dem Zellzahlgehalt der Milch sowie dem Vorkommen von subklinischen Mastitiden konnte festgestellt werden (SCHREINER und RUEGG, 2003; RENEAU et al., 2005). Dabei ist die Korrelation allerdings je nach beurteilter Körperregion unterschiedlich signifikant (RENEAU et al., 2005).

### **2. 3. 2 Einfluss von Haltung und Management auf die Verschmutzung von Milchkühen**

Wie bereits erwähnt, geben Verschmutzungen bei Kühen wertvolle Hinweise auf mögliche Schwachstellen in Fütterung, Haltung und Management (PELZER, 2009).

HUGHES (2001) nannte folgende Ansatzpunkte zur Verminderung der Tierverschmutzung, die folglich als deren Ursache angesehen werden können: Zuerst nennt er die Ernährung bzw. die daraus folgende Kotkonsistenz. Diarrhoe ist eine der Hauptursachen für verschmutzte Tiere. Die Verbesserung der Sauberkeit der Laufflächen kann zur Verminderung der Tierverschmutzung beitragen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Gestaltung und Pflege der Liegeflächen sowie deren Größe. Auch zu hohe Luftfeuchtigkeit kann eine Ursache für Tierverschmutzung sein, wenn die Liegeflächen durch herabtropfendes Kondenswasser nass werden. Regelmäßiges Kürzen der Schwanzquasten verhindert, dass Kot und Urin über den ganzen Körper verteilt werden, wodurch der Verschmutzungsgrad zunimmt.

WARD et al. (2002) untersuchten den Zusammenhang zwischen Kotkonsistenz und Sauberkeit der Tiere und stellten fest, dass die Kühe, die festen Kot produzierten, ebenso wie deren Liegeplätze, sauberer waren, als Kühe mit flüssigem Kot.

PELZER (2009) nennt sieben Körperpartien und die Ursachen für deren Verschmutzung: Die Hinterhand kann verschmutzt werden durch falsches Einstreumaterial, ungenügende Einstreuhäufigkeit oder falsche Boxeneinstellung. Verschmutzung des Bauch- und Euterbereiches deutet auf Fehler bei der Laufflächenreinigung hin, da die Kühe die Liegeboxen mit stark verschmutzten Klauen betreten und sich dann darauf ablegen. Eine Ursache für die Verschmutzung des Kreuzes kann eine zu lange bzw. stark verschmutzte Schwanzquaste sein. Die Verschmutzung von Schwanz und Sitzbeinen gibt Hinweise auf die Liegeboxengestaltung oder auf Stoffwechselprobleme. Die Verschmutzung der distalen Gliedmaßen ist ein Indikator für das Laufflächenmanagement und die Laufflächengestaltung.

### **2. 3. 3 Einfluss der Nutzung elektrischer Bürstensysteme auf die Verschmutzung von Milchkühen**

WANDEL und KNOLL (1995) beobachteten, dass das Fell von Kühen bei intensiver Nutzung der Putzmaschine schon nach kurzer Zeit zu glänzen beginnt. Einen eindeutigen Effekt auf den Verschmutzungsgrad konnte man bisher aber nicht nachweisen. Allerdings fand die Auswirkung der Bürstennutzung auf die



Tierverschmutzung in den wenigen bisher stattgefundenen Untersuchungen kaum Beachtung.

Lediglich GRAUVOGL et al. (1992) untersuchte den Einfluss der Putzzeit auf die Sauberkeit der Tiere, wobei festgestellt wurde, dass die Tiere umso sauberer waren, je länger die Putzzeit war, dass aber bei stark verschmutzten Kühen auch bei maximaler Putzzeit kein optimaler Putzeffekt erzielt werden konnte.

Zum Einfluss der Nutzung einer Nassbürste auf den Verschmutzungsgrad der Tiere liegt bisher keine Literatur vor, da sich diese neue Variante der Bürste noch in der Entwicklung befindet und bisher nur in einem einzigen Praxisversuch (SCHNELL, 2005) getestet wurde.

### **3. Tiere, Material und Methoden**

Die Untersuchungen fanden in zwölf Milchviehbetrieben im Westallgäu, Landkreis Lindau, statt.

Der eigentliche Untersuchungszeitraum erstreckte sich von Januar 2010 bis September 2010. Die Milchleistungsdaten wurden von November 2009 bis einschließlich Oktober 2010 ausgewertet.

Am Ende dieses Kapitels befindet sich eine Übersicht über den zeitlichen Ablauf des Versuches (siehe Tabelle 3).

#### **3. 1 Versuchsbetriebe**

Die Betriebe, in denen die Untersuchungen durchgeführt wurden, waren Milchviehbetriebe, von denen sechs bereits mit einem 2-Bürstensystem der Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler ausgestattet waren (im Folgenden als Betriebe mit Vorerfahrung bezeichnet) und sechs noch keine elektrische Bürste im Stall verwendeten, aber bereit waren, im Verlauf des Versuchs ein 2-Bürstensystem der Firma Schurr installieren zu lassen (im Folgenden als Betriebe ohne Vorerfahrung bezeichnet).

Bei allen zwölf Versuchsställen handelte es sich um Liegeboxenlaufställe in denen die, in den Versuch einbezogene Tiergruppe jederzeit freien Zugang zu der Bürste hatte, was zusätzlich dadurch gewährleistet wurde, dass die Tiere keinen Weidegang hatten.

In einem der Versuchsbetriebe (Betrieb Nr. 2) waren die Kühe in zwei Leistungsgruppen eingeteilt, die zwar im gleichen Gebäude, jedoch voneinander getrennt aufgestellt waren und jeweils Zugang zu einer eigenen Bürste hatten. Dieser Umstand ermöglichte im Laufe des Versuchs einen direkten Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste unter gleichen Haltungs- und Managementbedingungen. Dieser Betrieb wurde in der ersten und zweiten Phase des Versuches als ein Betrieb (Betrieb Nr. 2) gewertet. In der dritten Phase des Versuches wurden die zwei Leistungsgruppen als zwei Betriebe betrachtet, von denen einer (Betrieb Nr. 2) mit einer Trockenbürste ausgestattet ist und der andere (Betrieb Nr. 11) mit einer

Nassbürste. Somit ist in der ersten und zweiten Versuchsphase mit Betrieb Nr. 2 der Gesamtbetrieb gemeint, in der dritten Versuchsphase nur der Teil des Betriebes, der mit Trockenbürste ausgestattet war. Betrieb Nr. 11 wurde nur in der dritten Versuchsphase separat betrachtet. In der ersten und zweiten Versuchsphase war er Teil von Betrieb Nr. 2.

In Betrieb Nr. 13 war ab August die Nassbürste defekt, wodurch das Wasser nur noch an der Innenseite der Bürste herunter lief. Dieser Betrieb wurde daher nur in der ersten und zweiten Versuchsphase in die Gesamtbewertung einbezogen.

Die Betriebe hielten zu Versuchsbeginn ca. 32-71 Milchkühe, im Durchschnitt ca. 50 Milchkühe. Eine Übersicht über die Betriebe findet sich in Tabelle 2.

## **3. 2 Tiere**

Es wurden nur Betriebe in den Versuch einbezogen, die überwiegend Milchkühe der Rasse Braunvieh halten, jedoch waren einzelne Tiere anderer Rassen (z. B. Holstein Friesian) zugelassen.

Die Beschränkung auf Braunvieh erfolgte, um eventuelle Rasseunterschiede bezüglich Verhalten, Hitzetoleranz und Leistung auszuschließen.

Die Tagesmilchleistung der Tiere (Betriebsdurchschnitt) reichte zu Versuchsbeginn von 21,5 kg bis 27,2 kg. Tabelle 2 zeigt für jeden Versuchsbetrieb den Betriebsdurchschnitt des ersten MLP-Berichtes der für den Versuch ausgewertet wurde.

## **3. 3 Bürstensysteme**

### **3. 3. 1 Trockenbürsten**

Bei den im Versuch verwendeten Trockenbürsten handelte es sich um ein 2-Bürstensystem der Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland, welches durch die Tiere in Betrieb gesetzt werden kann und sich dann selbständig mit ca. 60 Umdrehungen pro Minute weiter dreht (siehe Abbildung 1).

Es besteht aus einem waagrechten und einem senkrechten Bürstenteil, so dass die Tiere sich gleichzeitig sowohl dorsal als auch lateral bürsten lassen können.



Abbildung 1: Trockenbürste

Schurr Viehputzgerät 2-Bürstensystem; Foto: Firma Schurr  
Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland

### 3. 3. 2 Nassbürsten

Bei den im Versuch verwendeten Nassbürsten handelte es sich um noch nicht auf dem Markt befindliche Prototypen, die von der Firma Schurr speziell für den Versuch angefertigt wurden.

Sie bestanden aus einer Trockenbürste, wie oben beschrieben, die zusätzlich mit einem Wasserzulauf ausgestattet wurde (siehe Abbildung 2).

Die Wasserzufuhr wurde durch ein eingebautes Magnetventil geregelt, das heißt, jedes Mal, wenn die Bürste durch eine Kuh in Betrieb gesetzt wurde, war der Wasserzulauf offen, und das Wasser konnte in den waagrechten Holm der Bürste laufen. Dieser war über die gesamte Breite mit Löchern versehen, so dass das Wasser aus dem waagrechten Teil der Bürste direkt auf die Kuh lief und durch die rotierende Bürste einmassiert wurde.



Abbildung 2: Nassbürste

Schurr Viehputzgerät 2-Bürstensystem mit Wasserzulauf; Prototyp;

Foto: Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland

### 3. 3. 3 Verteilung der Bürsten auf die Versuchsbetriebe

Vor Beginn des Versuches und in der ersten Versuchsphase (Januar/ Februar) waren sechs der zwölf Versuchsbetriebe bereits mit einer Trockenbürste ausgestattet (im Folgenden auch als Betriebe mit Vorerfahrung bezeichnet). In einem der Betriebe waren die Kühe in zwei Leistungsgruppen eingeteilt, die zwar im gleichen Stallgebäude, jedoch voneinander getrennt aufgestellt waren. Jede Gruppe hatte Zugang zu einer eigenen Trockenbürste.

Die schon vorhandenen Bürsten wurden zu Beginn des Versuches vom Bürstenhersteller überprüft. Die meisten Bürsten wurden von ihm als neuwertig hinsichtlich der Borstenfestigkeit bzw. Abnutzung eingestuft, ansonsten wurde das entsprechende Bürstenteil ausgetauscht, um möglichst gleiche Startbedingungen zu schaffen.

Die restlichen sechs Betriebe waren noch nie mit einer elektrischen Bürste ausgestattet (im Folgenden auch als Betriebe ohne Vorerfahrung bezeichnet).

Während der zweiten Versuchsphase (März, April, Mai, Juni) war auch in den Betrieben, die ursprünglich keine Bürste hatten, eine Trockenbürste installiert, das heißt, jetzt waren alle zwölf Betriebe mit einer Trockenbürste ausgestattet.

In der dritten Versuchsphase (Juli, August, September) war jeweils in drei der zu Beginn mit Bürste ausgestatteten Betriebe und in drei der zu Beginn nicht mit Bürste ausgestatteten Betriebe eine Nassbürste installiert. In den restlichen Betrieben stand die Trockenbürste zur Verfügung.

Die Betriebe, die mit einer Nassbürste ausgestattet wurden, wurden zufällig aus der jeweiligen Gruppe ausgewählt.

In dem Betrieb mit zwei Leistungsgruppen wurde eine Leistungsgruppe mit einer Nassbürste ausgestattet, die andere Leistungsgruppe behielt die Trockenbürste.

In Tabelle 2 ist die Bürstenerfahrung vor dem Versuch, sowie der Bürstentyp in der dritten Versuchsphase für alle Betriebe dargestellt.

Tabelle 2: Übersicht Versuchsbetriebe  
Kuhanzahl und Milchleistung pro Tier und Tag (Betriebsdurchschnitt in kg) zu Versuchsbeginn; Bürstenerfahrung vor dem Versuch; Bürstentyp in der dritten Versuchsphase

Betrieb Nr.	Anzahl Milchkühe gesamt	Milchleistung pro Tier und Tag (Betriebsdurch- schnitt in kg)	Bürstenerfahrung vor dem Versuch	Bürstentyp in der dritten Versuchsphase
1	32	22,9	ja	trocken
2	57	22,2	ja	trocken
3	51	22,8	ja	trocken
4	38	24,3	nein	trocken
5	37	27,2	nein	trocken
6	32	22,0	nein	trocken
7	43	24,2	nein	nass
8	49	21,5	nein	nass
9	62	21,8	nein	nass
10	71	24,5	ja	nass
11	30	27,0	ja	nass
	(Ist Teil von Betrieb 2)			
12	58	22,7	ja	nass
13	58	24,7	ja	nass (defekt)

## **3. 4 Temperatur, Luftfeuchtigkeit und THI (Temperature–Humidity–Index)**

### **3. 4. 1 Aufzeichnung**

Zur Aufzeichnung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit wurden Datenlogger (TFA Dostmann Klima Logger 30.3015) mit entsprechenden Außensendern verwendet, die Ende Januar in jedem Versuchsbetrieb in Bürstennähe installiert wurden.

Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit wurde täglich jeweils um 0 Uhr, 4 Uhr, 8 Uhr, 12 Uhr, 16 Uhr und 20 Uhr aufgezeichnet.

### **3. 4. 2 Auswertung**

Aus den um 0 Uhr, 4 Uhr und 8 Uhr gemessenen Werten wurde ein Mittelwert Nacht berechnet, aus den um 12 Uhr, 16 Uhr und 20 Uhr gemessenen Werten wurde ein Mittelwert Tag berechnet. Aus den Durchschnittswerten der Einzelbetriebe wurde jeweils ein Durchschnittswert aller Betriebe mit Trockenbürste sowie aller Betriebe mit Nassbürste jeweils für Tag und Nacht berechnet.

Für den wärmeren Zeitraum des Versuches (Juni 2010 bis September 2010) wurde für Betriebe mit Trockenbürste und für Betriebe mit Nassbürste jeweils für Tag und Nacht der THI (Temperature–Humidity–Index) aus den Durchschnittswerten von Temperatur und Luftfeuchtigkeit berechnet.

Dafür wurde folgende Formel verwendet:

$$\text{THI} = 0,8 \times \text{Temperatur} + \text{Relative Luftfeuchte} \times (\text{Temperatur} - 14,4) + 46,4$$

Diese Formel zitierten und verwendeten auch ZÄHNER et al. (2004), um THI Werte für Untersuchungen in der Schweiz zu berechnen.

## **3. 5 Videobeobachtung zur Untersuchung des Bürstennutzungsverhaltens**

### **3. 5. 1 Aufzeichnung**

Zur Videoüberwachung wurde in jedem Stall eine Kamera angebracht, die die Bürste zeigte. Zur Aufnahme der Videos wurden die Kameras an Time-Lapse Videorecorder (SVT-N24P der Firma Sony) angeschlossen. Die Videoaufnahmen fanden an sechs Tagen jeweils von 13 Uhr bis 13 Uhr des darauf folgenden Tages statt.

Es wurde versucht, möglichst warme Tage für die Videoaufnahmen auszuwählen.

Um eine eventuell zunehmende Nutzung der Bürsten durch Gewöhnung beurteilen zu können, wurden die Aufnahmen auf drei Monate (Juli, August, September) verteilt. Somit wurde an jeder Bürste 144 h Videomaterial aufgenommen, also 1872 h insgesamt.

Da es manchmal zu technischen Problemen bei der Aufnahme kam, konnten an den entsprechenden Tagen nicht volle 24 h ausgewertet werden. In diesem Fall wurden die gezählten Besuche auf 24 h hochgerechnet. Die betreffenden Tage sind in Tabelle 16, Tabelle 17 und Tabelle 18 im Anhang entsprechend gekennzeichnet.

Insgesamt konnten 1853 h Videomaterial ausgewertet werden.

### **3. 5. 2 Auswertung**

Ziel der Auswertung der Videoaufnahmen war es, fest zu stellen, ob bzw. wie sich die Nutzung der Nassbürsten von der Nutzung der Trockenbürsten unterscheidet. Sowohl die Anzahl, als auch die Dauer der Bürstenbesuche wurde herangezogen, um heraus zu finden, ob die Nassbürsten öfter und länger genutzt wurden, als die Trockenbürsten.

Die Videoaufnahmen wurden im Suchlauf kontinuierlich betrachtet. Dabei fiel auf, dass die Bürste auch oft in Gang gesetzt wurde, wenn eine Kuh nur schnell unter der Bürste durchlief, ohne dass sie dabei Scheuerbewegungen zeigte, oder stehen blieb. Dies war z.B. der Fall wenn Kühe ausweichen mussten.



Außerdem kam es vor, dass Kühe die Bürste nur kurz in Gang setzten und gleich wieder verließen. Da diese Kurzbesuche nicht den Eindruck erweckten, dass sie wirklich Folge eines Bürst- bzw. Abkühlungsbedürfnisses sind, sondern vielmehr „zufällig im Vorbeigehen“, bzw. aus Neugierde geschehen, wurden die Bürstenbesuche in folgende drei Kategorien eingeteilt.

1. Ziel gerichtetes Bürsten ab 30 Sekunden Dauer
2. Ziel gerichtetes Bürsten unter 30 Sekunden Dauer
3. Nicht Ziel gerichtetes Bürsten

Der Unterschied zwischen Ziel gerichtet und nicht Ziel gerichtet bestand darin, dass die Kühe beim Ziel gerichteten Bürsten eindeutige Scheuerbewegungen zeigten, bzw. die Bürste aktiv in Gang setzten, während beim nicht Ziel gerichteten Bürsten keine Scheuerbewegungen gezeigt wurden, bzw. die Kühe nicht unter der Bürste stehen blieben.

Bei den Besuchen der ersten Kategorie wurde Anzahl und Dauer der einzelnen Besuche festgehalten, bei den Besuchen der zweiten und dritten Kategorie nur die Anzahl.

Um die Besuchsdauer zu ermitteln, wurden Anfang und Ende des entsprechenden Bürstenbesuchs in Echtzeit betrachtet und als Anfang der Zeitpunkt notiert, wenn die Kuh begann, Scheuerbewegungen an der Bürste zu zeigen, bzw. diese in Gang setzte und als Ende der Zeitpunkt, wenn die Kuh die Bürste verließ. Somit konnte man aus Anfangszeit und Endzeit die Dauer des Besuches errechnen.

Aus der Dauer der einzelnen Besuche eines Tages wurde ein Mittelwert berechnet.

Die absolute Anzahl der Besuche wurde durch die Anzahl der Kühe geteilt, die Zugang zur Bürste hatten, um die relative Besuchsfrequenz zu ermitteln.

Da sich während der Auswertung zeigte, dass es gerade bei den Nassbürsten viele Besuche gab, bei denen die Kühe nur den Kopf bürsteten, wurden diese Besuche als „Nur-Kopf-Besuche“ festgehalten, und ihr Anteil an allen Besuchen berechnet. Dabei wurden nur die Besuche berücksichtigt, die 30 Sekunden oder länger dauerten.

## **3. 6 Beurteilung der Auswirkung des Bürstenangebotes auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch**

### **3. 6. 1 Milchleistung**

Die Milchleistung wird in den Versuchsbetrieben im Rahmen der Milchleistungs-Prüfung (MLP) insgesamt elfmal pro Jahr erfasst. Die MLP wird durch das Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e. V. durchgeführt und findet in jedem Betrieb jeweils zu einem anderen Zeitpunkt statt.

Im Rahmen des Versuches wurden in jedem Betrieb zwölf MLP-Berichte (Zeitraum ca. Nov. 09 bis Okt. 10) ausgewertet.

Da während des Versuchs keine tierindividuelle Betrachtung stattfand, wurde der Herdendurchschnitt der Tagesmilchleistung am jeweiligen Prüfungstag für die Auswertung herangezogen.

### **3. 6. 2 Zellzahlgehalt der Milch**

Der Zellzahlgehalt der Milch wird wie die Milchleistung elfmal im Jahr im Rahmen der MLP erfasst.

Im MLP-Bericht wird der Zellzahlgehalt der Milch für jede Kuh einzeln angegeben. Für die Bewertung im Rahmen des Versuches wurde daraus der Betriebsdurchschnitt ermittelt.

## **3. 7 Beurteilung des Verschmutzungsgrades anhand von digitalen Fotos**

### **3. 7. 1 Aufnahmetechnik**

In jeder der drei Versuchsphasen wurden in jedem Betrieb 20 Tiere aus der Gruppe, die Zugang zur Bürste hatte, zufällig ausgewählt und jeweils ein Foto der Hinterhand von links aufgenommen.

Die Kühe, die fotografiert werden sollten, wurden jedes Mal neu zufällig ausgewählt, da sich während des Versuchs die Zusammensetzung der Gruppe mit Bürstenzugang änderte, da z. B. Kühe trocken gestellt wurden, abgegangen sind oder neu zur Gruppe dazu kamen.

In dem Betrieb mit zwei Leistungsgruppen wurden in der ersten und zweiten Phase jeweils 20 Kühe aus allen Kühen ausgewählt, in der dritten Phase jeweils zehn Kühe aus jeder Leistungsgruppe.

Die Aufnahmen wurden mit einer Digitalkamera (ND-4000 der Firma Nytech) angefertigt.

Die Fotos der zweiten und dritten Versuchsphase wurden ungefähr vier Wochen nach der Neuinstallation der jeweiligen Bürsten aufgenommen, damit die Kühe sich an die neue Technik gewöhnen konnten und eine entsprechende Veränderung der Verschmutzung überhaupt möglich war.

### **3. 7. 2 Bewertung**

Die digitalen Fotos der linken Hinterhand wurden anhand eines Schemas bewertet, das Noten von 1 (sauber) bis 6 (starke Klutenbildung) beinhaltet (siehe Abbildung 3). Dabei wurde die Gliedmaße oberhalb des Sprunggelenkes bewertet. Der Schwanz wurde nicht in die Bewertung einbezogen, da die Bürste dort keinen bzw. nur geringen Einfluss auf die Verschmutzung nehmen kann.

Um eine möglichst objektive Bewertung der Fotos zu gewährleisten, wurde diese nicht nur von der versuchsdurchführenden Person vorgenommen, sondern zusätzlich

von vier Angehörigen des Lehrstuhls für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der Universität München, die die Fotos unabhängig voneinander bewerteten und keine Kenntnisse über die Art der angebotenen Bürste hatten.

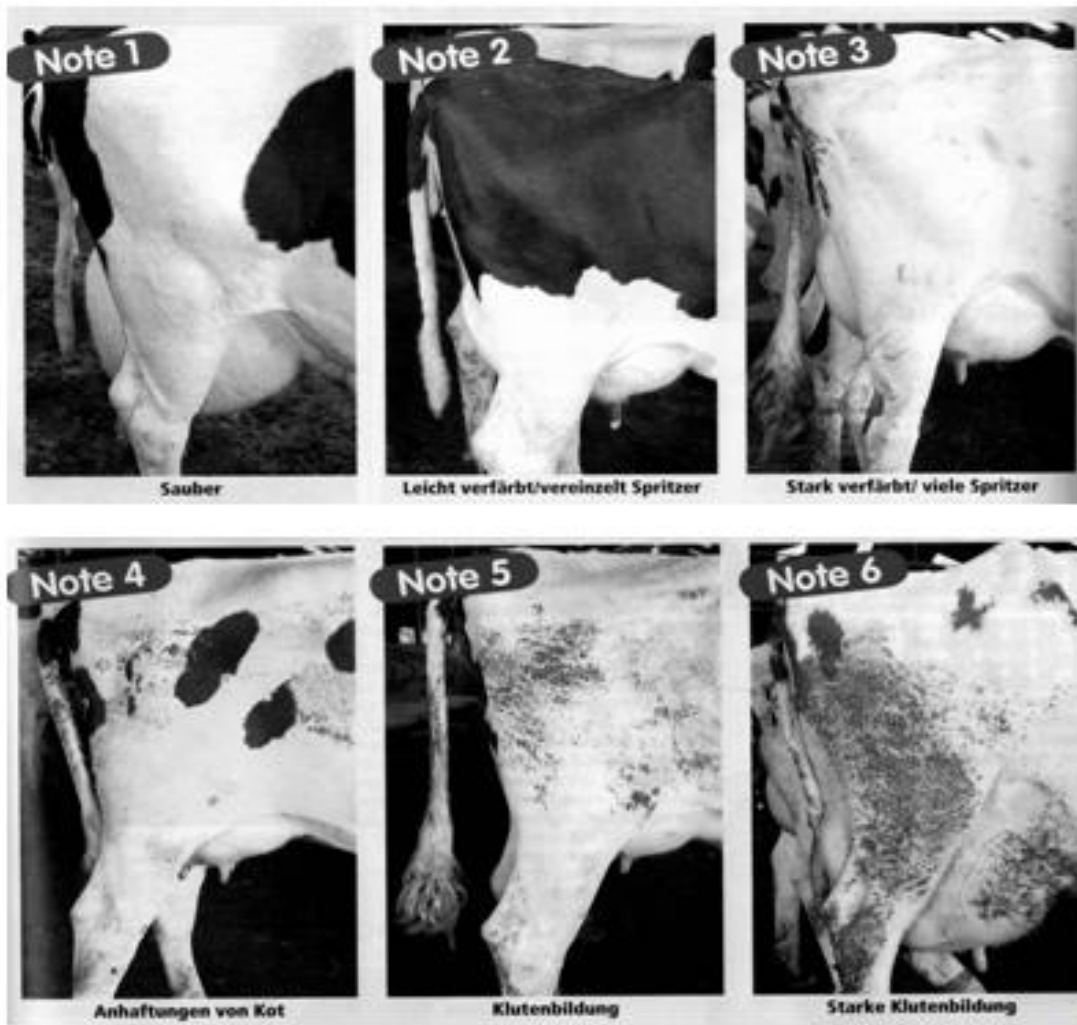


Abbildung 3: Schema zur Verschmutzungsbewertung  
(modifiziert nach PELZER 2009)

### 3. 8 Statistik

Die deskriptive Auswertung der Daten, sowie die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgte mit Hilfe von Excel® (Microsoft® Office Excel 2002, Fa. MICROSOFT) bzw. SigmaPlot® für Windows (Version 11.0, Fa. SYSTAT SOFTWARE INC.)

Die statistische Auswertung der Daten zum Bürstennutzungsverhalten (Videobeobachtung) erfolgte mit SigmaPlot® für Windows (Version 11.0, Fa. SYSTAT SOFTWARE INC.). Dabei erfolgte zunächst ein Test auf Normalverteilung der Daten, der vom Programm automatisch durchgeführt wird. Waren die Daten normal verteilt, so wurde der t-Test für den Vergleich von zwei Gruppen (mit versus ohne Vorerfahrung bzw. Nassbürste versus Trockenbürste) und eine One Way ANOVA (Varianzanalyse) für den Vergleich von drei Gruppen (Vergleich der Monate) verwendet. Lag keine Normalverteilung vor, so wurde der Mann-Whitney Rank Sum Test zum Vergleich von zwei Gruppen und eine Kruskal-Wallis One Way ANOVA on Ranks für den Vergleich von drei Gruppen verwendet.

Als statistisch signifikant wurden Ergebnisse ab einem p-Wert von  $p < 0,05$  gewertet, als hoch signifikant wurden Ergebnisse mit  $p < 0,01$  bezeichnet.

Die statistische Bewertung der Milchleistung, des Zellzahlgehaltes der Milch sowie des Verschmutzungsgrades erfolgte mit Hilfe von gemischten linearen Modellen (GLM) und wurde vom statistischen Beratungslabor (STABLAB, LMU) unter der Leitung von Prof. Küchenhoff durchgeführt. Da es bei der Auswertung zu keinen signifikanten Ergebnissen kam, wurde diese nicht weiter verfolgt.

### 3. 9 Übersicht über die zeitliche Gestaltung des Versuches

Tabelle 3 zeigt den zeitlichen Ablauf des Versuches im Überblick, die Bürstenaustattung sowie die erhobenen Daten in den einzelnen Versuchsphasen.

Tabelle 3: Zeitlicher Ablauf des Versuches

Januar	Februar	März	April	Mai	Juni	Juli	August	September
<b>1. Phase</b>		<b>2. Phase</b>				<b>3. Phase</b>		
Sechs Betriebe <b>ohne Bürste</b>		Zwölf Betriebe mit <b>Trockenbürste</b> (davon sechs Betriebe mit Vorerfahrung und sechs Betriebe ohne Vorerfahrung)				Sechs Betriebe mit <b>Nassbürste</b> (davon drei Betriebe mit Vorerfahrung und drei Betriebe ohne Vorerfahrung)		
Sechs Betriebe mit <b>Trockenbürste</b>						Sechs Betriebe mit <b>Trockenbürste</b> (davon drei Betriebe mit Vorerfahrung und drei Betriebe ohne Vorerfahrung)		
Aufzeichnung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit								
MLP-Daten (Milchleistung und Zellzahlgehalt) 12 MLP-Berichte pro Betrieb; ca. November 2009 bis Oktober 2010								
Verschmutzungsgradbeurteilung								
Ende Januar Fotos		Mitte April Fotos				Mitte August Fotos		
						Videoaufnahmen 2 Tage im Juli 2 Tage im August 2 Tage im September		

## **4. Ergebnisse**

### **4. 1 Temperatur und THI**

Um einen Überblick über die Temperaturverhältnisse während des Versuches zu bekommen, wurde von Ende Januar bis Ende September 2010 in jedem Betrieb die Temperatur aufgezeichnet. Da im Rahmen dieses Versuches nicht die Einzelbetriebe verglichen werden sollen, sondern ein Vergleich zwischen Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste stattfinden soll, wurden die Ergebnisse zu den Gruppen Trockenbürste und Nassbürste zusammengefasst.

Die Werte des Betriebes Nr. 13 wurden nicht berücksichtigt, da dieser Betrieb aufgrund eines Defektes der Nassbürste bei der Auswertung aller Daten, die in der dritten Versuchsphase erhoben wurden, nicht in die Durchschnittsbewertung einbezogen, sondern stets einzeln dargestellt wurde.

#### **4. 1. 1 Temperatur**

Die Durchschnittstemperatur in den Betrieben mit Trockenbürste unterschied sich v. a. in der wärmeren Zeit kaum von der Durchschnittstemperatur in den Betrieben mit Nassbürste. In der warmen Phase betrug der Unterschied tagsüber maximal ein bis zwei °C und nachts maximal zwei bis drei °C. Die maximale Temperatur tagsüber lag bei 29,2 °C (Trockenbürsten) bzw. 30,2 °C (Nassbürsten). Die maximale Temperatur nachts lag bei 23,8 °C (Trockenbürsten) bzw. 23,6 °C (Nassbürsten). Diese Werte wurden allerdings nur an zwei Tagen erreicht.

Der Temperaturverlauf von Februar bis September 2010 ist in Abbildung 4 dargestellt.

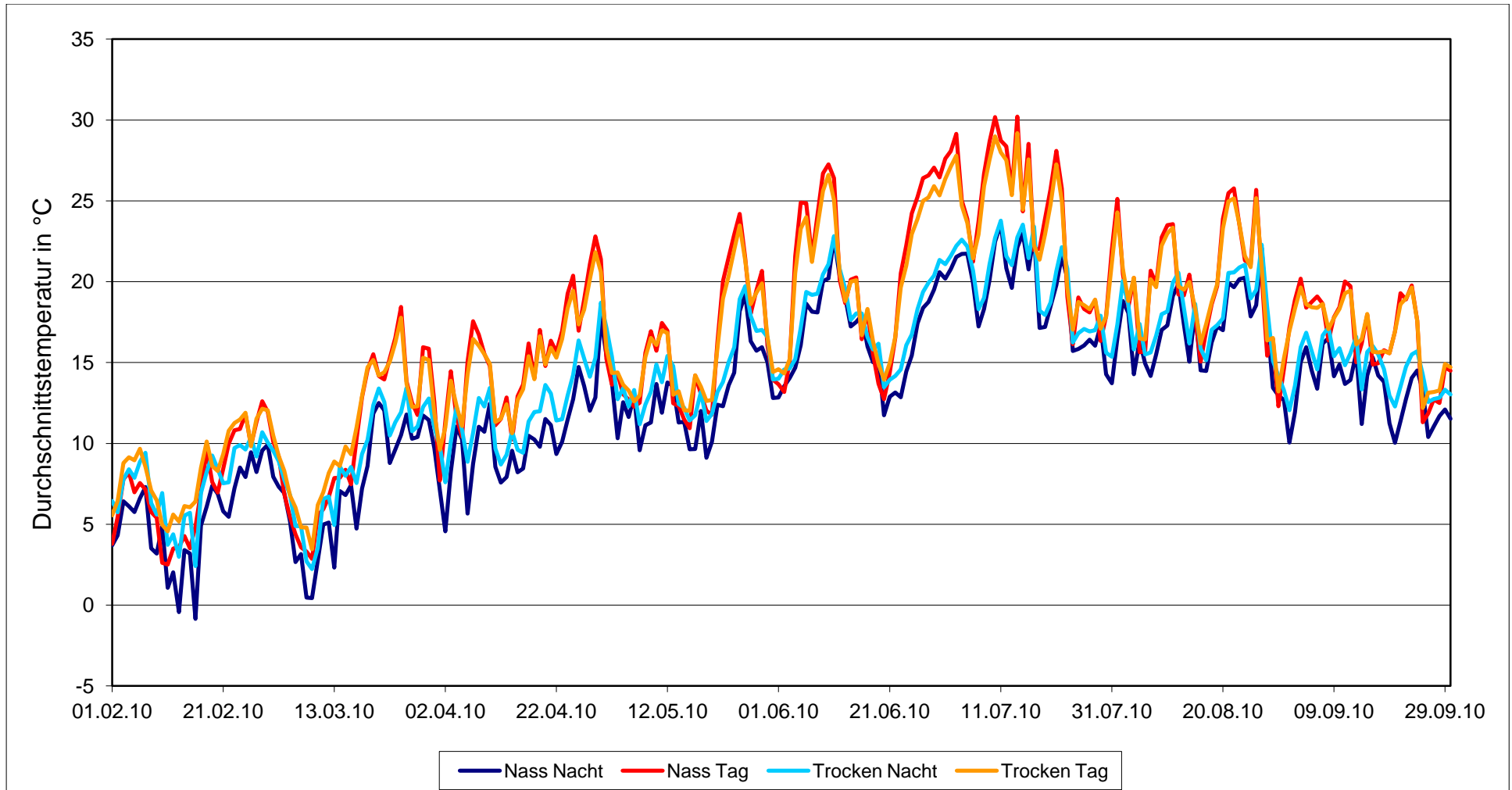


Abbildung 4: Temperaturverlauf von Februar bis September 2010.  
 Durchschnittswerte von Betrieben mit Trocken-, bzw. Nassbürsten, jeweils Werte für Tag und Nacht in °C



Tabelle 4 zeigt die Durchschnittswerte der Temperaturen, die an den Tagen, an denen die Videoaufnahmen stattfanden, erreicht wurden.

Tabelle 4: Durchschnittliche Temperaturen in °C ( $\pm$  SEM) zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen in den Monaten Juli, August und September. (2 Tage je Monat) unterschieden nach Tag und Nacht sowie Betrieben mit Trocken- und Nassbürste.

	Durchschnittliche Temperatur in °C	
	Trockenbürsten	Nassbürsten
Juli Tag	26,1 $\pm$ 1,1	26,9 $\pm$ 1,2
Juli Nacht	21,5 $\pm$ 0,7	20,9 $\pm$ 0,7
August Tag	22,6 $\pm$ 0,4	23,1 $\pm$ 0,4
August Nacht	19,1 $\pm$ 0,9	18,2 $\pm$ 0,9
September Tag	17,7 $\pm$ 0,8	17,8 $\pm$ 0,9
September Nacht	14,0 $\pm$ 0,5	12,4 $\pm$ 1,0

#### 4. 1. 2 THI

Der THI wurde für den Zeitraum von Juni bis September 2010 aus den entsprechenden Durchschnittswerten von Temperatur und Luftfeuchtigkeit berechnet (vgl. Kapitel 3. 4).

Wie die Durchschnittstemperatur unterschied sich auch der THI in den Betrieben mit Trockenbürste kaum von dem THI in den Betrieben mit Nassbürste. Der Unterschied betrug tagsüber maximal ein bis zwei Punkte und nachts maximal zwei bis vier Punkte.

Der maximale THI tagsüber lag bei 80 (Nassbürsten) bzw. 79 (Trockenbürsten), der maximale THI nachts bei 72 (sowohl Trocken-, als auch Nassbürsten). Diese Höchstwerte wurden nur an einem Tag erreicht. An einigen wenigen Tagen gab es ähnlich hohe Werte.

Der Verlauf des THI von Juni bis September ist in Abbildung 5 dargestellt.

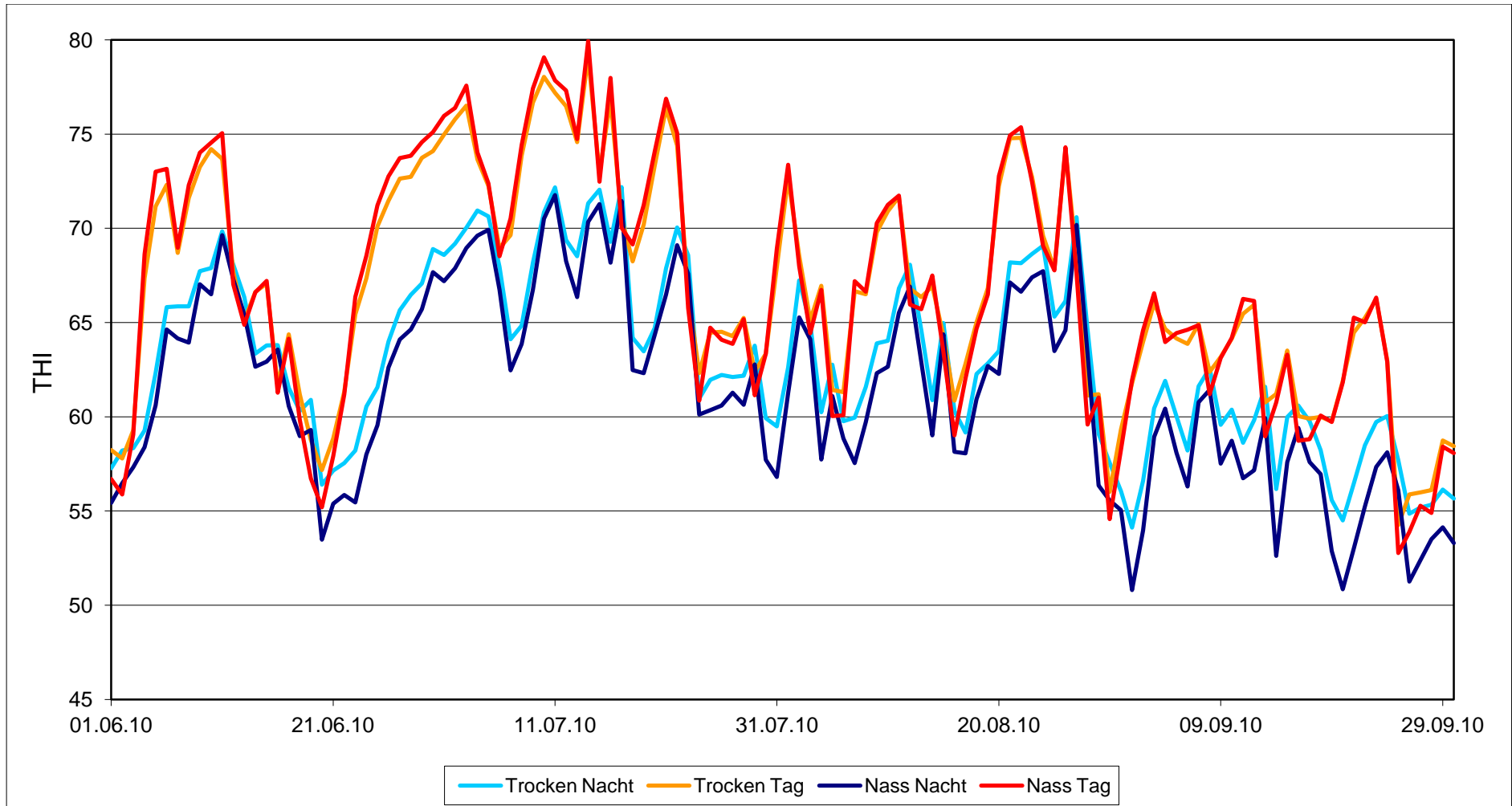


Abbildung 5: Verlauf des THI von Juni bis September 2010.

Durchschnittswerte von Betrieben mit Trocken-, bzw. Nassbürsten, jeweils Werte für Tag und Nacht

In Tabelle 5 sind die THI - Durchschnittswerte dargestellt, die an den Tagen, an denen die Videoaufnahmen stattfanden, erreicht wurden.

Tabelle 5: Durchschnittliche THI-Werte ( $\pm$  SEM) zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen in den Monaten Juli, August und September. (2 Tage je Monat) unterschieden nach Tag und Nacht sowie Betrieben mit Trocken- und Nassbürste.

	Durchschnittliche THI-Werte	
	Trockenbürsten	Nassbürsten
Juli Tag	75,4 $\pm$ 1,0	76,0 $\pm$ 0,9
Juli Nacht	69,3 $\pm$ 0,7	68,4 $\pm$ 0,8
August Tag	70,4 $\pm$ 0,6	70,8 $\pm$ 0,5
August Nacht	65,4 $\pm$ 1,4	64,1 $\pm$ 1,4
September Tag	63,0 $\pm$ 1,1	63,1 $\pm$ 1,3
September Nacht	57,3 $\pm$ 0,9	54,7 $\pm$ 1,6

Tabelle 6 zeigt die Durchschnittswerte von Temperatur und THI während der dritten Versuchsphase (Juli – September), in welcher die Nassbürsten installiert waren.

Tabelle 6: Durchschnittswerte von Temperatur ( $^{\circ}$ C) und THI ( $\pm$ SEM) während der dritten Versuchsphase (Juli - September). Durchschnitt von 92 Tagen, unterschieden nach Tag und Nacht sowie Betrieben mit Trocken- und Nassbürste.

	Temperatur in $^{\circ}$ C bzw. THI-Wert	
	Trockenbürsten	Nassbürsten
Temperatur Tag	20,2 $\pm$ 0,4	20,3 $\pm$ 0,5
Temperatur Nacht	17,5 $\pm$ 0,3	16,5 $\pm$ 0,4
THI Tag	66,8 $\pm$ 0,6	66,6 $\pm$ 0,7
THI Nacht	63,0 $\pm$ 0,5	61,4 $\pm$ 0,6

## 4. 2 Bürstennutzungsverhalten

Um heraus zu finden, wie sich die Nutzung der Trocken- und Nassbürsten in der warmen Jahreszeit in Betrieben, die schon vor dem Versuch mit einer Bürste ausgestattet waren (mit Vorerfahrung) und solchen, die erst während des Versuches eine Bürste bekommen haben (ohne Vorerfahrung), unterscheidet, wurden an sechs Tagen (je zwei im Juli, August und September) je 24 h Videoaufnahmen an jeder

Bürste aufgezeichnet und ausgewertet. Da im Rahmen dieses Versuches nicht die Einzelbetriebe verglichen werden sollten, sondern ein Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung, bzw. mit Trocken- oder Nassbürste stattfinden sollte, wurden die Ergebnisse zu den Gruppen mit bzw. ohne Vorerfahrung sowie Trocken- bzw. Nassbürsten zusammengefasst. Die Werte der einzelnen Betriebe an jedem einzelnen Beobachtungstag sind in Tabelle 16 im Anhang dargestellt.

Betrieb Nr. 2 und 11 wurden sowohl in die Durchschnittsbewertungen einbezogen, als auch einzeln dargestellt, da dies zwei Abteilungen (zwei verschiedene Leistungsgruppen) eines Betriebes mit Vorerfahrung sind, von denen eine mit Trocken- und eine mit Nassbürste ausgestattet war. Daher herrschten dort gleiche Klima- und Managementbedingungen.

Eine Zusammenfassung der statistischen Auswertung der Bürstennutzung ist in Kapitel 4.2.4 dargestellt.

Die Werte des Betriebes Nr. 13 wurden nicht in die Durchschnittsbewertung einbezogen, sondern stets einzeln dargestellt, da in diesem Betrieb die Nassbürste ab August defekt war, so dass das Wasser nicht mehr über die ganze Breite der Bürste herunter lief, sondern nur noch an der Innenseite. Dadurch konnten die Kühe bei der Nutzung der Bürste dem Wasser ausweichen.

#### **4. 2. 1 Bürstennutzungsfrequenz**

Um heraus zu finden, wie häufig die Tiere die Bürsten nutzten, wurden alle Bürstenbesuche gezählt. Dabei wurden sie in drei Kategorien (Besuche ab 30 Sekunden, Besuche <30 Sekunden und nicht Ziel gerichtete Besuche) eingeteilt und die Anzahl anschließend durch die Anzahl der Tiere geteilt, die Zugang zur Bürste hatten. Auf diese Weise wurde die Anzahl der Besuche pro Tier und Tag ermittelt. Für den Vergleich zwischen Betrieben, die schon vor dem Versuch mit einer Bürste ausgestattet waren und solchen, die erst während des Versuches eine Bürste bekommen haben, wurden Betriebe mit Vorerfahrung und Betriebe ohne Vorerfahrung gegenüber gestellt (siehe Abbildung 6).

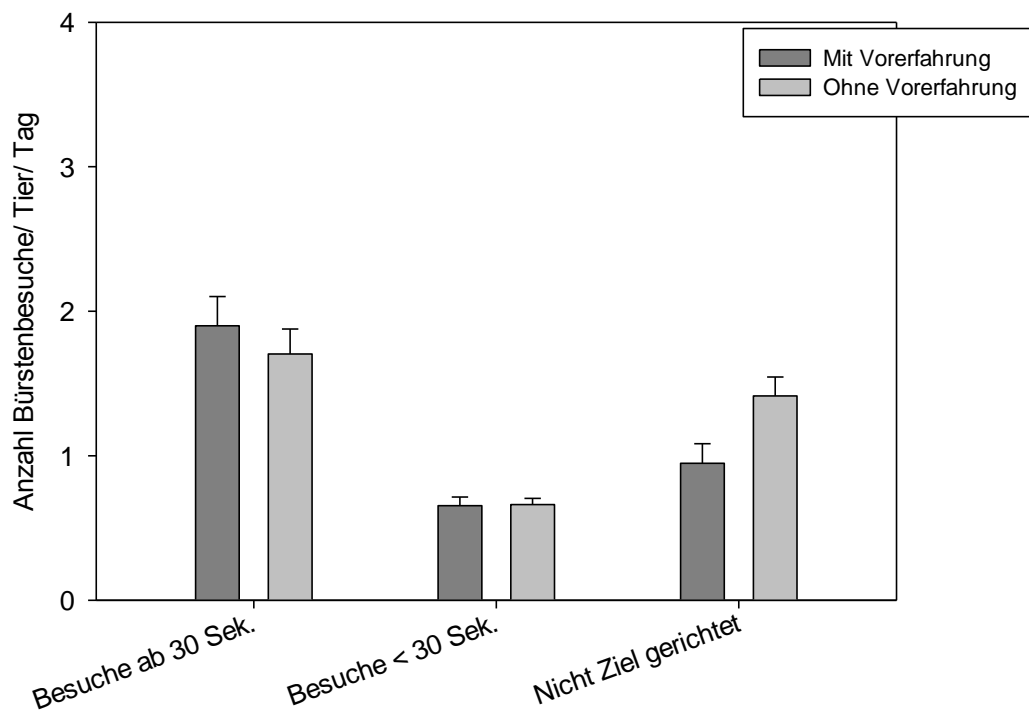


Abbildung 6: Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung. Darstellung der Besuche ab 30 Sekunden, < 30 Sekunden und der nicht Ziel gerichteten Besuche; n=6 Betriebe mit Vorerfahrung und 6 Betriebe ohne Vorerfahrung; 6 Beobachtungstage pro Betrieb; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 16.

Zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und Betrieben ohne Vorerfahrung gab es bei den Besuchen ab 30 Sekunden (1,9 Besuche pro Tier und Tag bzw. 1,7 Besuche pro Tier und Tag) und den Besuchen unter 30 Sekunden (0,65 bzw. 0,66 Besuche pro Tier und Tag) keinen signifikanten Unterschied. Die Anzahl der nicht Ziel gerichteten Besuche war in den Betrieben mit Vorerfahrung signifikant ( $p=0,016$ ) niedriger, als in den Betrieben ohne Vorerfahrung (0,9 bzw. 1,4 Besuche pro Tier und Tag).

Um zu sehen, ob sich die Anzahl der Besuche im Verlauf des Beobachtungszeitraumes geändert hat, wurden die Besuche ab 30 Sekunden in Abbildung 7 nach Monaten unterteilt dargestellt.

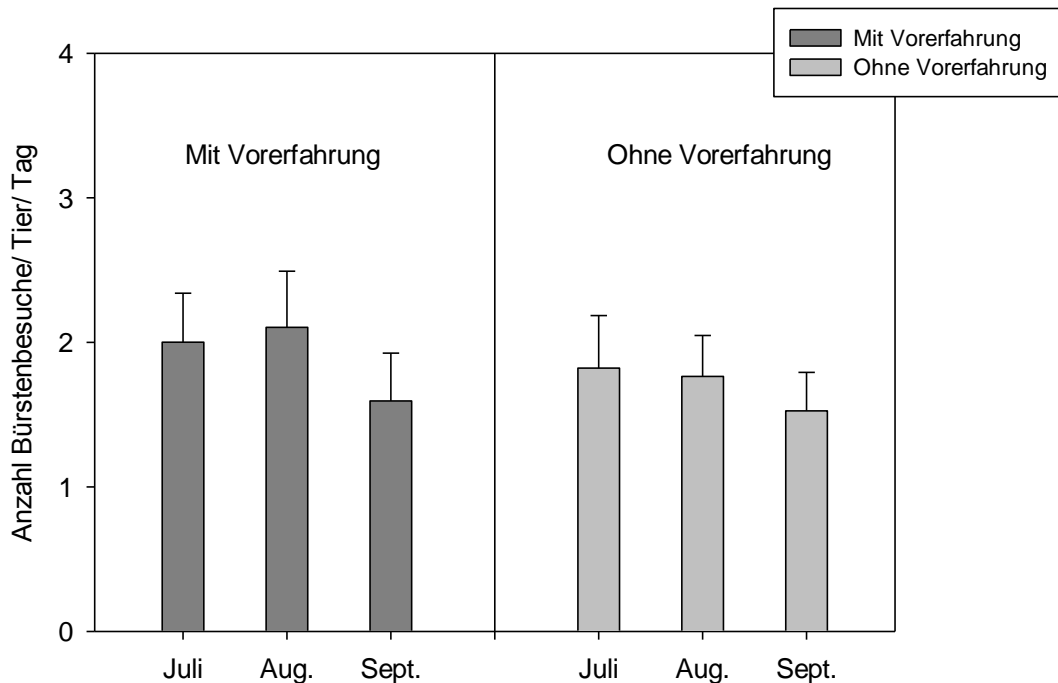


Abbildung 7: Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung; Darstellung der Monate Juli, August und September.  $n=6$  Betriebe mit Vorerfahrung und 6 Betriebe ohne Vorerfahrung; 2 Beobachtungstage pro Monat; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 16.

Die Anzahl der Besuche pro Tier und Tag stieg in den Betrieben mit Vorerfahrung von Juli zu August geringfügig an (2,0 zu 2,1 Besuche) und sank im September auf 1,6 Besuche. In Betrieben ohne Vorerfahrung war die Anzahl der Besuche pro Tier und Tag im Juli und im August fast gleich bei ca. 1,8 Besuchen und fiel im September leicht ab auf 1,5 Besuche. Die statistische Auswertung ergab, dass die Unterschiede zwischen den Monaten weder in Betrieben mit Vorerfahrung noch in Betrieben ohne Vorerfahrung signifikant waren.

Im Kapitel 4.2.4 befindet sich eine Tabelle, in der die statistische Bewertung des Einflusses der Vorerfahrung auf die Parameter der Bürstennutzung dargestellt ist.

Bei der Gegenüberstellung von Betrieben mit und ohne Vorerfahrung, getrennt nach Trocken- und Nassbürsten fiel auf, dass die Vorerfahrung nur einen geringen Einfluss auf die Anzahl der Bürstenbesuche hatte, aber ein deutlicher Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten bestand (siehe Abbildung 8). Dabei wurden nur Besuche ab einer Dauer von 30 Sekunden berücksichtigt.

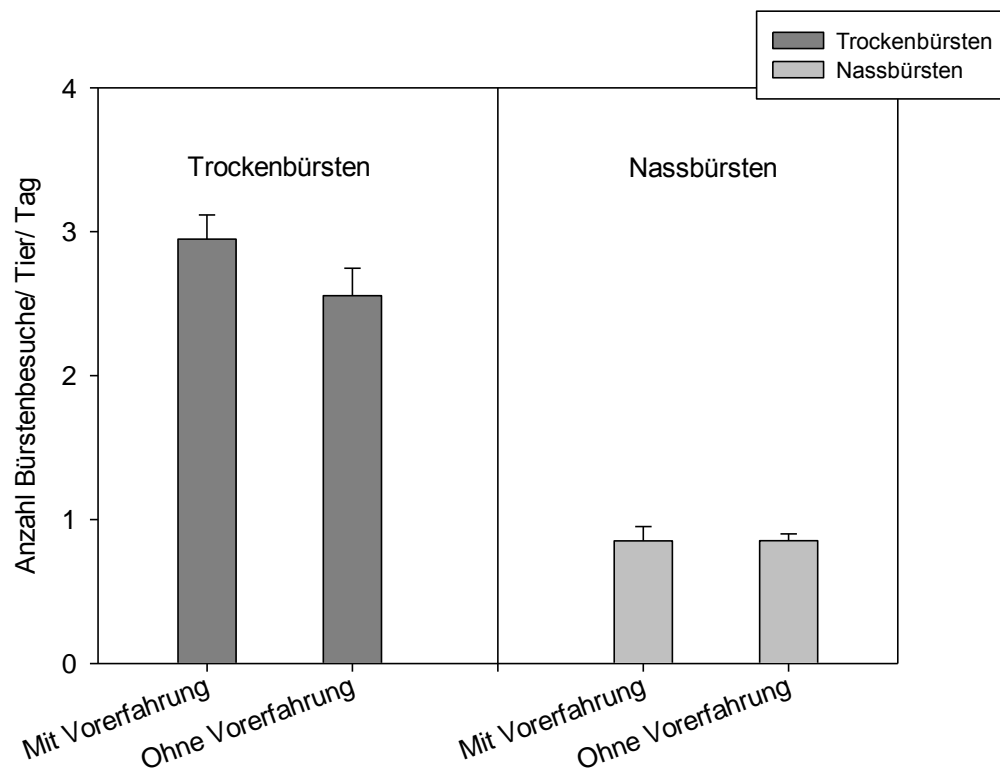


Abbildung 8: Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken- und Nassbürsten. n=3 Betriebe mit Trockenbürste (je 3 mit und ohne Vorerfahrung) und 3 Betriebe mit Nassbürste (je 3 mit und ohne Vorerfahrung); 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 16.

In der Gruppe Trockenbürsten war die Anzahl der Bürstenbesuche in den Betrieben mit Vorerfahrung etwas höher als in den Betrieben ohne Vorerfahrung (3,0 bzw. 2,6 Besuche/ Tier/ Tag). In der Gruppe Nassbürsten gab es kaum einen Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung.

Da es zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung bei der Betrachtung unabhängig von der Bürstenart keinen signifikanten Unterschied gab, wurde auf

einen statistischen Test innerhalb der Gruppen Trocken- bzw. Nassbürsten verzichtet.

Um den Unterschied zwischen der Nutzung der Trockenbürsten und der Nutzung der Nassbürsten genauer zu untersuchen, wurde zunächst die Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag in Betrieb Nr. 2 und 11 (zwei Abteilungen in einem Stall) gegenübergestellt. So konnte ein direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste unter gleichen Klima- und Managementbedingungen stattfinden. Die Anzahl der Besuche ab 30 Sekunden an der Trockenbürste war ca. dreimal so hoch, wie an der Nassbürste (3,6 bzw. 1,2 Besuche/ Tier/ Tag). Die Anzahl der Besuche <30 Sekunden war an der Trockenbürste etwas geringer, als an der Nassbürste (0,6 bzw. 0,8 Besuche/ Tier/ Tag). An der Trockenbürste fanden etwas mehr als halb so viele, nicht Ziel gerichtete Besuche wie an der Nassbürste statt (1,2 bzw. 2,1 Besuche/ Tier/ Tag).

In Abbildung 9 ist die Anzahl der Bürstenbesuche an der Trockenbürste (Betrieb Nr. 2) und an der Nassbürste (Betrieb Nr. 11) vergleichend dargestellt.

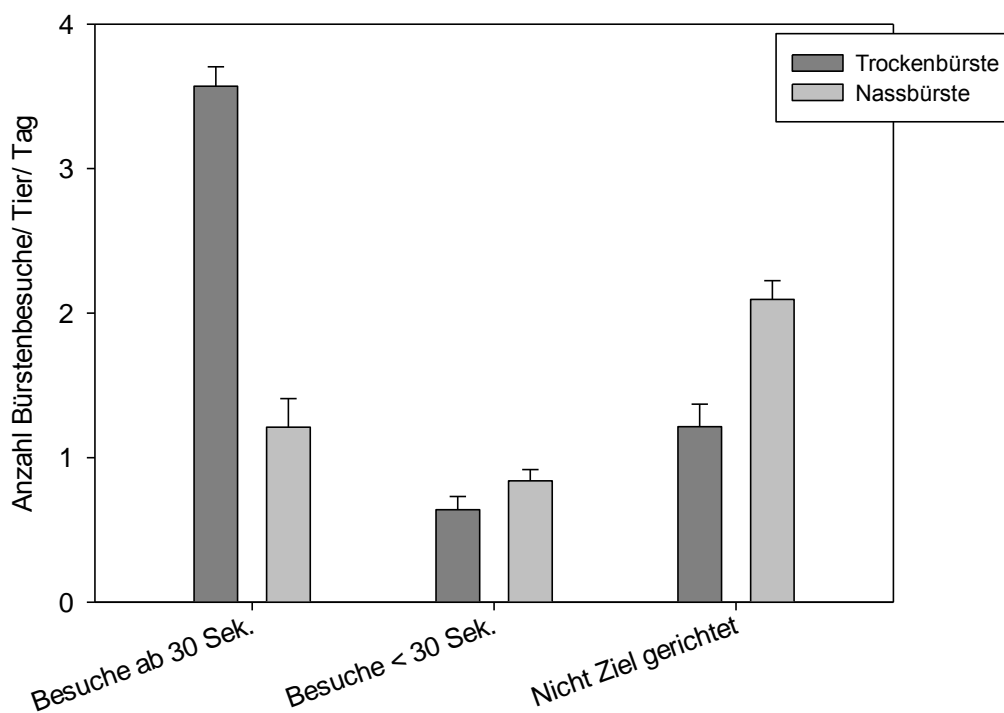


Abbildung 9: Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb. Darstellung der Besuche ab 30 Sekunden, <30 Sekunden und der nicht Ziel gerichteten Besuche; n=1 Abteilung mit Trockenbürste (Betrieb 2) und 1 Abteilung mit Nassbürste (Betrieb 11); 6 Beobachtungstage.



Die statistische Auswertung ergab einen hoch signifikanten ( $p < 0,001$ ) Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürste bei der Betrachtung der Besuche ab 30 Sekunden und einen hoch signifikanten ( $p = 0,001$ ) Unterschied bei der Betrachtung der nicht Ziel gerichteten Besuche. Bei den Besuchen unter 30 Sekunden Dauer gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürste.

Betrachtet man die Anzahl der Besuche ab 30 Sekunden im Verlauf des Beobachtungszeitraumes, so stellt man fest, dass im August geringfügig mehr Besuche an der Trockenbürste stattfanden, als im Juli (3,8 bzw. 3,6 Besuche pro Tier und Tag). Im September sank die Anzahl auf 3,4 Besuche.

Die Nassbürste wurde im August etwas weniger genutzt, als im Juli (1,2 bzw. 1,7 Besuche pro Tier und Tag). Im September fiel die Besuchsfrequenz stark ab auf 0,7 Besuche pro Tier und Tag. Die Unterschiede zwischen den Monaten waren weder an der Trocken- noch an der Nassbürste signifikant.

Die statistische Bewertung des betriebsinternen Vergleiches zwischen Trocken- und Nassbürste ist in Kapitel 4.2.4 im Überblick dargestellt.

Abbildung 10 zeigt die Anzahl der Bürstenbesuche an der Trocken- und an der Nassbürste in den einzelnen Monaten.

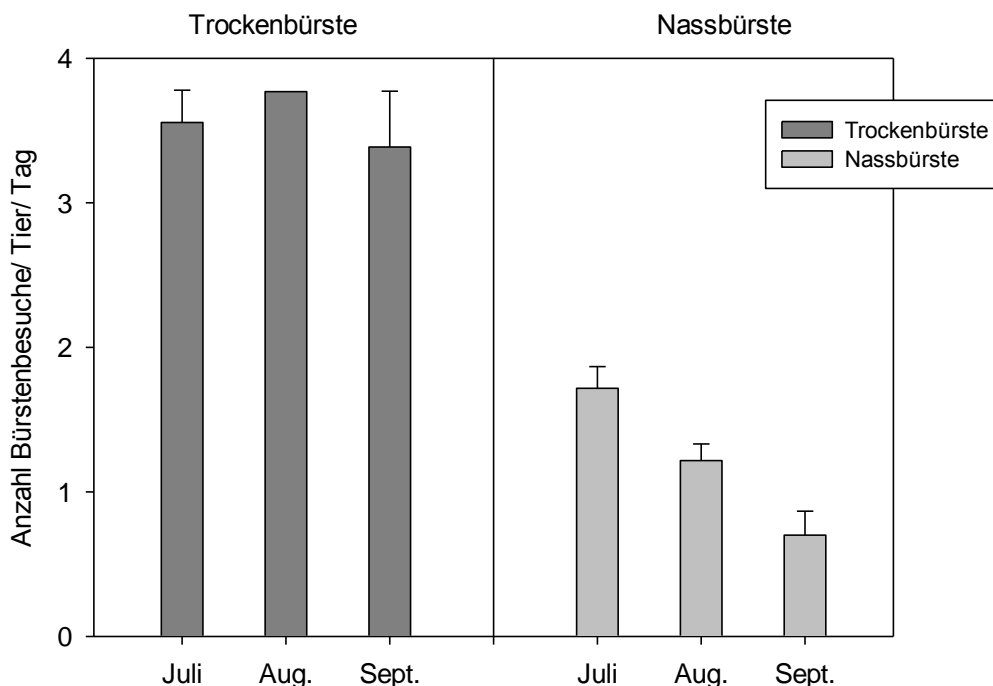


Abbildung 10: Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb; Darstellung der Monate Juli, August und September.  
 n=1 Abteilung mit Trockenbürste (Betrieb 2) und 1 Abteilung mit Nassbürste (Betrieb 11); 2 Beobachtungstage pro Monat.

Da unter gleichen Klima- und Managementbedingungen ein deutlicher Unterschied bezüglich der Nutzungsfrequenz zwischen Trocken- und Nassbürste festgestellt werden konnte, fand im Folgenden ein Vergleich zwischen allen Betrieben mit Trockenbürste und allen Betrieben mit Nassbürste statt.

Es zeigte sich, dass an den Trockenbürsten ca. dreimal so viele Bürstenbesuche ab 30 Sekunden stattfanden, wie an den Nassbürsten (2,8 bzw. 0,9 Besuche/ Tier/ Tag). Der Unterschied war hoch signifikant ( $p < 0,001$ ). Bei den Bürstenbesuchen  $< 30$  Sekunden gab es nur einen sehr geringen, aber signifikanten ( $p = 0,04$ ) Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten (0,7 bzw. 0,6 Besuche/ Tier/ Tag). Die Anzahl der nicht Ziel gerichteten Besuche war an den Trockenbürsten um ca. ein Drittel geringer, als an den Nassbürsten (1,0 bzw. 1,4 Besuche/ Tier/ Tag). Der Unterschied war signifikant ( $p = 0,028$ ).

Die Anzahl der Bürstenbesuche an den Trocken- und an den Nassbürsten ist in Abbildung 11 vergleichend dargestellt.

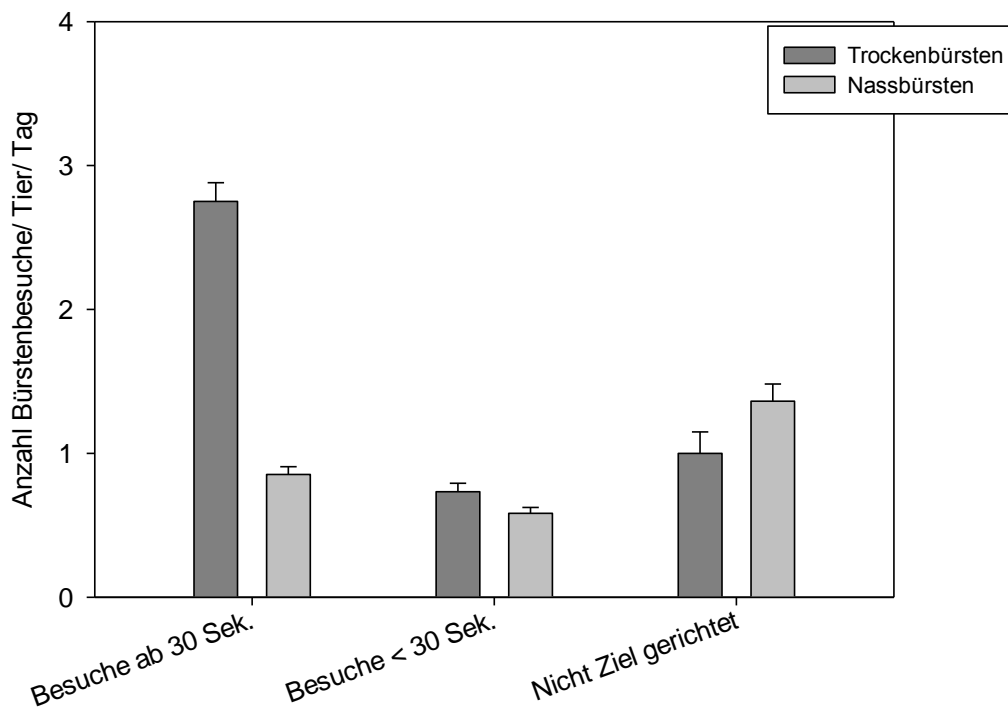


Abbildung 11: Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten. Darstellung der Besuche ab 30 Sekunden, <30 Sekunden und der nicht Ziel gerichteten Besuche; n=6 Betriebe mit Trockenbürste und 6 Betriebe mit Nassbürste; 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 16.

Analog zum betriebsinternen Vergleich von Trocken- und Nassbürste, werden auch die Daten aller Betriebe nach Monaten unterteilt dargestellt (siehe Abbildung 12). Dabei wurden nur die Besuche ab 30 Sekunden berücksichtigt.

Die Anzahl der Besuche nahm bei den Trockenbürsten von Juli zu August gering zu (um ca. 0,1 Besuche/ Tier/ Tag) und war im September etwas geringer, als vorher (ca. 0,4 Besuche/ Tier/ Tag weniger als im Juli). An den Nassbürsten nahmen die Besuche von Juli zu August gering ab (um ca. 0,1 Besuche/ Tier/ Tag) und im September war die Anzahl um ca. 0,3 Besuche/ Tier/ Tag geringer, als im Juli.

Die Unterschiede zwischen den Monaten waren weder in der Gruppe Trockenbürsten noch in der Gruppe Nassbürsten signifikant.

In Kapitel 4.2.4 befindet sich eine Tabelle, in der die statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Parameter der Bürstennutzung dargestellt ist.

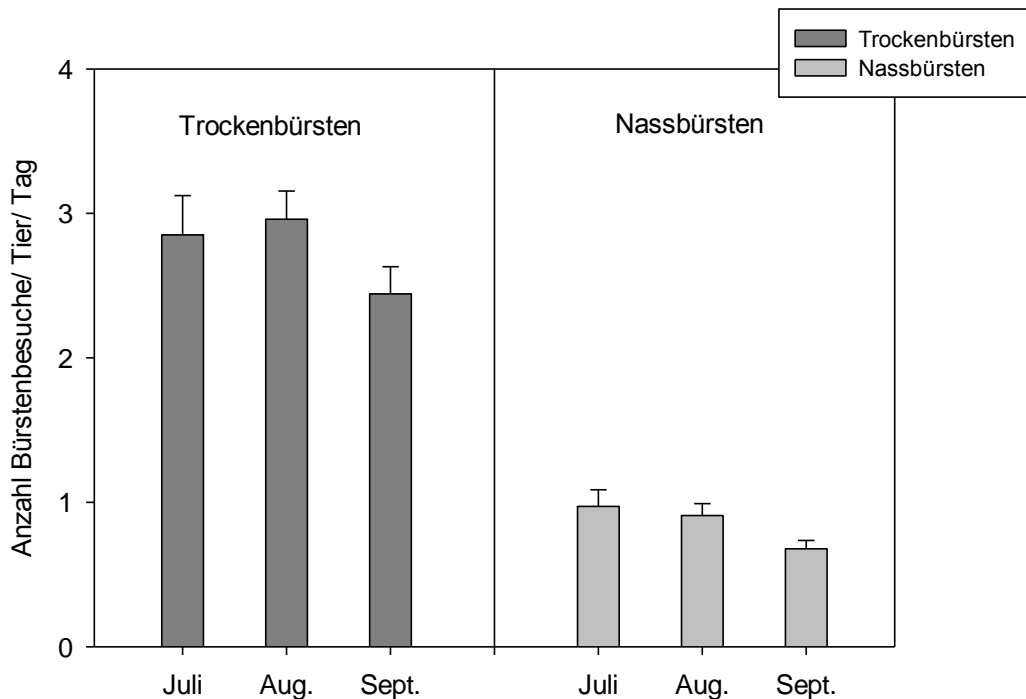


Abbildung 12: Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM); Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten; Darstellung der Monate Juli, August und September. n=6 Betriebe mit Trockenbürste und 6 Betriebe mit Nassbürste; 2 Beobachtungstage pro Monat; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 16.

In Betrieb Nr. 13 war ab August die Nassbürste defekt. Da sich ab diesem Zeitpunkt die Anzahl der Besuche ab 30 Sekunden verdreifachte (Im Juli 0,7; im August 2,0 und im September 1,9 Besuche/ Tier/ Tag), wurde dieser Betrieb nicht in die Gruppe Nassbürsten einbezogen, sondern wird hier separat dargestellt.

Abbildung 13 zeigt die Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden vor und nach dem Defekt der Nassbürste.

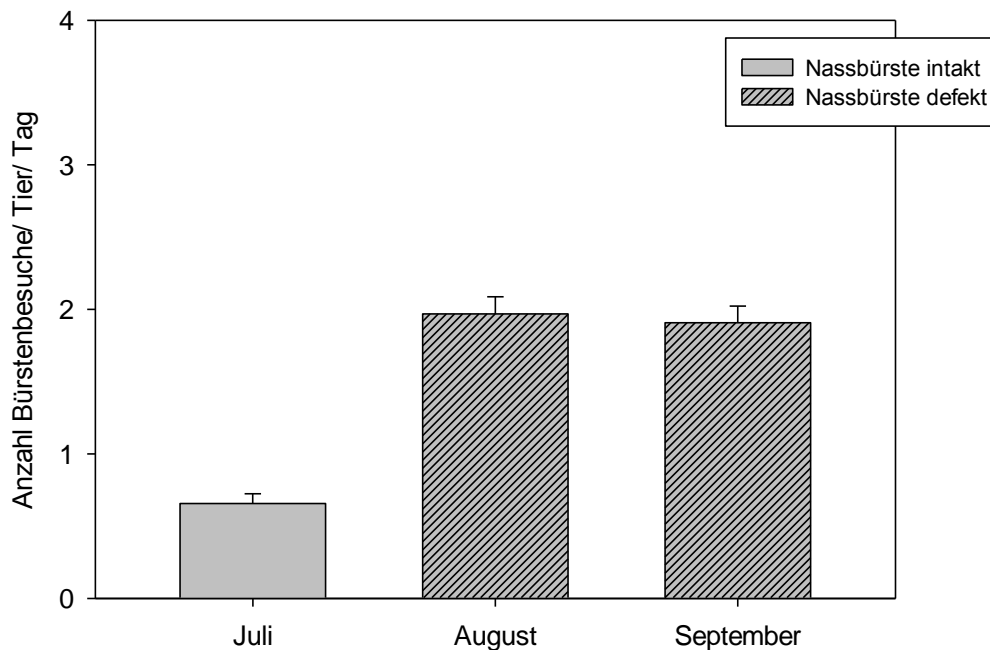


Abbildung 13: Anzahl der Bürstenbesuche ab 30 Sekunden pro Tier und Tag ( $\pm$ SEM) in Betrieb 13. Vergleich zwischen intakter Nassbürste und defekter Nassbürste; n=2 Beobachtungstage pro Monat.

#### 4. 2. 2 Bürstennutzungsdauer

Um heraus zu finden, wie lange die Bürstenbesuche durchschnittlich dauern, wurde bei den Besuchen ab 30 Sekunden die Dauer des jeweiligen Besuches festgehalten. Die Dauer aller Besuche eines Tages wurde durch die Anzahl der Besuche an diesem Tag geteilt und so in jedem Betrieb für jeden Beobachtungstag die Besuchsdauer pro Besuch ermittelt. Wie bei der Bürstennutzungsfrequenz wurden zunächst Betriebe mit Vorerfahrung und Betriebe ohne Vorerfahrung gegenüber gestellt (siehe Abbildung 14). Die Werte der einzelnen Betriebe an jedem einzelnen Beobachtungstag sind in Tabelle 17 im Anhang dargestellt.

Die Besuchsdauer pro Besuch war in Betrieben mit und ohne Vorerfahrung fast gleich (109 Sekunden bzw. 108 Sekunden). Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden.

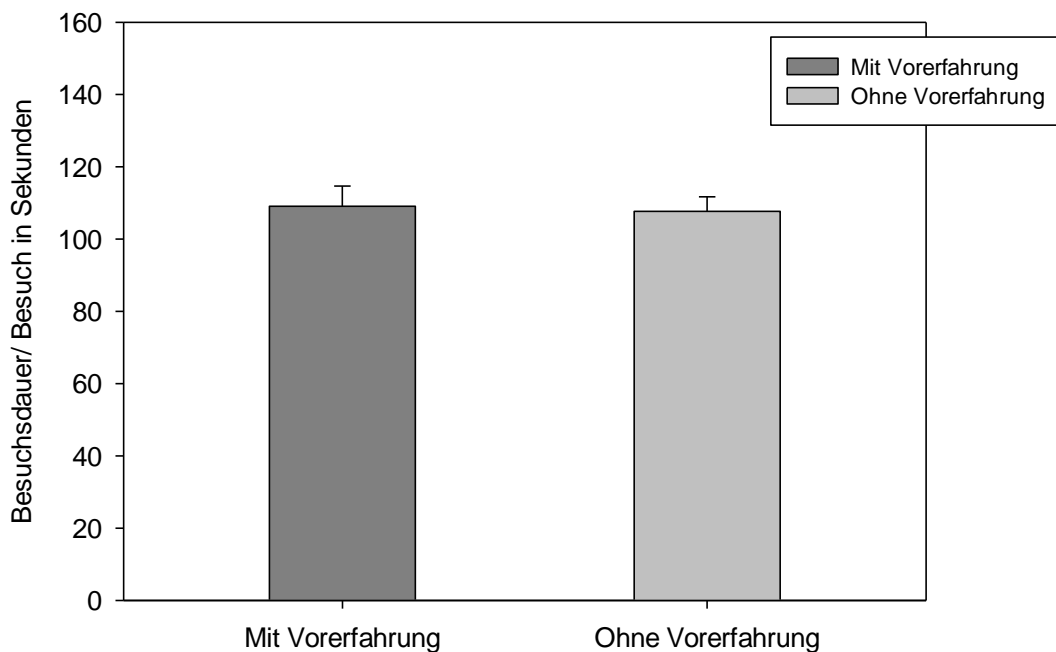


Abbildung 14: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und Betrieben ohne Vorerfahrung. n=6 Betriebe mit Vorerfahrung und 6 Betriebe ohne Vorerfahrung; 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 17.

Die Betrachtung der Besuchsdauer pro Bürstenbesuch über die drei Monate des Beobachtungszeitraumes zeigt, dass sich die Besuchsdauer in den Betrieben mit Vorerfahrung kaum änderte (Juli: 109 Sekunden; August: 111 Sekunden; September: 107 Sekunden). In Betrieben ohne Vorerfahrung war die Besuchsdauer im Juli und im August nahezu gleich (ca. 113 Sekunden) und fiel im September etwas ab (98 Sekunden). Die Unterschiede zwischen den Monaten waren nicht signifikant.

Eine Übersicht über die statistische Bewertung des Einflusses der Vorerfahrung auf die Parameter der Bürstennutzung ist in Kapitel 4.2.4 dargestellt.

Abbildung 15 zeigt die durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch im Juli, August und September, vergleichend zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung.

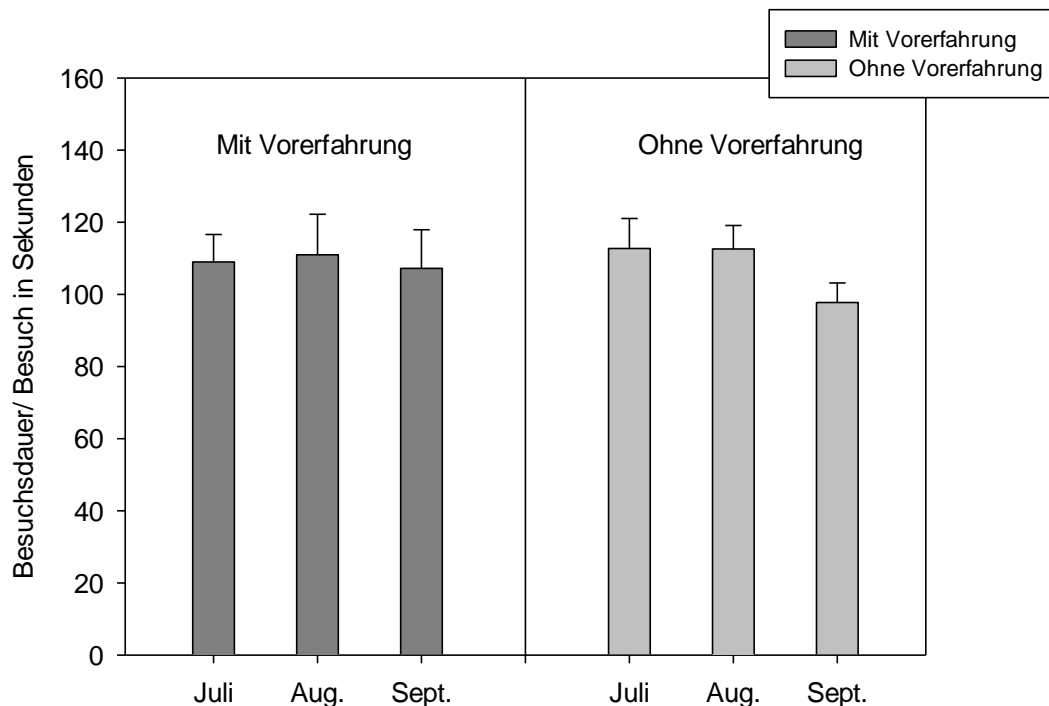


Abbildung 15: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung; Darstellung der Monate Juli, August und September. n=6 Betriebe mit Vorerfahrung und 6 Betriebe ohne Vorerfahrung; 2 Beobachtungstage pro Monat; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 17.

Wie bei der Auswertung der Besuchsfrequenz fiel auch bei der Besuchsdauer auf, dass ein deutlicher Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten bestand, was in Abbildung 16 zu sehen ist. Diese zeigt die durchschnittliche Dauer eines Bürstenbesuches vergleichend zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung, unterteilt nach Trocken- und Nassbürsten.

In der Gruppe Trockenbürsten dauerte ein Bürstenbesuch in Betrieben mit Vorerfahrung durchschnittlich 134 Sekunden, in Betrieben ohne Vorerfahrung 119 Sekunden. In der Gruppe Nassbürsten dauerte ein Bürstenbesuch in Betrieben mit Vorerfahrung durchschnittlich 84 Sekunden, in Betrieben ohne Vorerfahrung 97 Sekunden. Eine statistische Bewertung des Unterschiedes zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken- bzw. Nassbürsten erfolgte nicht, da bereits bei der Betrachtung aller Betriebe mit und ohne Vorerfahrung kein signifikanter Unterschied festgestellt werden konnte.

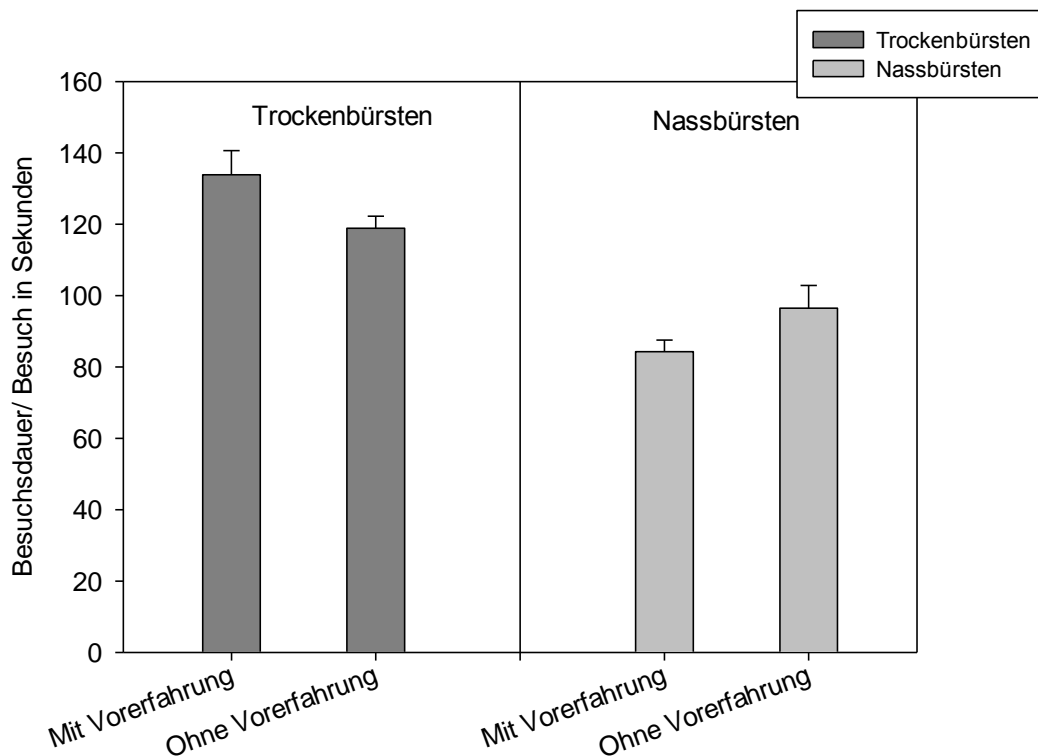


Abbildung 16: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken- und Nassbürsten. n=3 Betriebe mit Trockenbürste (je 3 mit und ohne Vorerfahrung) und 3 Betriebe mit Nassbürste (je 3 mit und ohne Vorerfahrung); 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 17.

Analog zur Besuchsfrequenz konnte auch bezüglich der durchschnittlichen Besuchsdauer in einem Betrieb ein Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste unter gleichen Klima- und Managementbedingungen stattfinden (Betrieb 2 und 11 sind zwei Abteilungen in einem Stall).

Ein Besuch an der Trockenbürste dauerte durchschnittlich ca. 1,8mal so lange, wie an der Nassbürste (140 Sekunden bzw. 80 Sekunden). Der Unterschied war hoch signifikant ( $p < 0,001$ ).

Abbildung 17 zeigt die durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch vergleichend zwischen Trockenbürste (Betrieb 2) und Nassbürste (Betrieb 11).



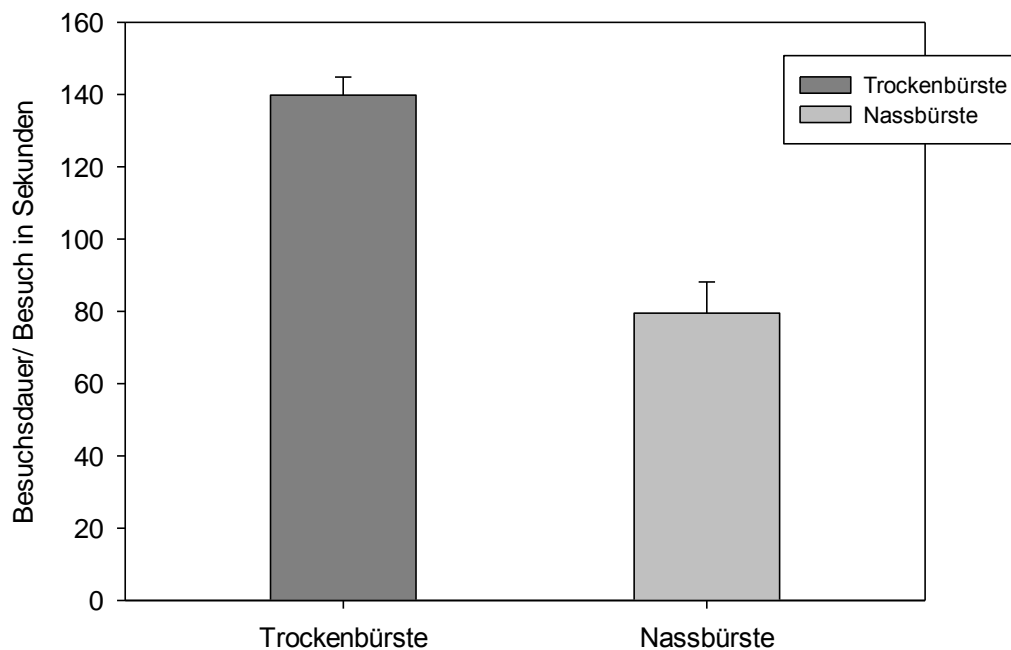


Abbildung 17: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb. n=1 Abteilung mit Trockenbürste (Betrieb 2) und 1 Abteilung mit Nassbürste (Betrieb 11); 6 Beobachtungstage.

Im Verlauf des Beobachtungszeitraumes wurde die durchschnittliche Dauer eines Bürstenbesuches an der Trockenbürste länger (Juli: 126 Sekunden; August: 145 Sekunden; September: 149 Sekunden) während sie an der Nassbürste kürzer wurde (Juli: 102 Sekunden; August: 77 Sekunden; September: 60 Sekunden).

Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Monaten.

Ein Überblick über das Ergebnis der statistischen Auswertung des Unterschiedes zwischen der Nutzung der Trockenbürste und der Nassbürste in einem Betrieb ist in Kapitel 4.2.4 dargestellt.

Die Veränderung der Besuchsdauer pro Besuch über die Monate, vergleichend zwischen Trocken- und Nassbürste ist in Abbildung 18 zu sehen.

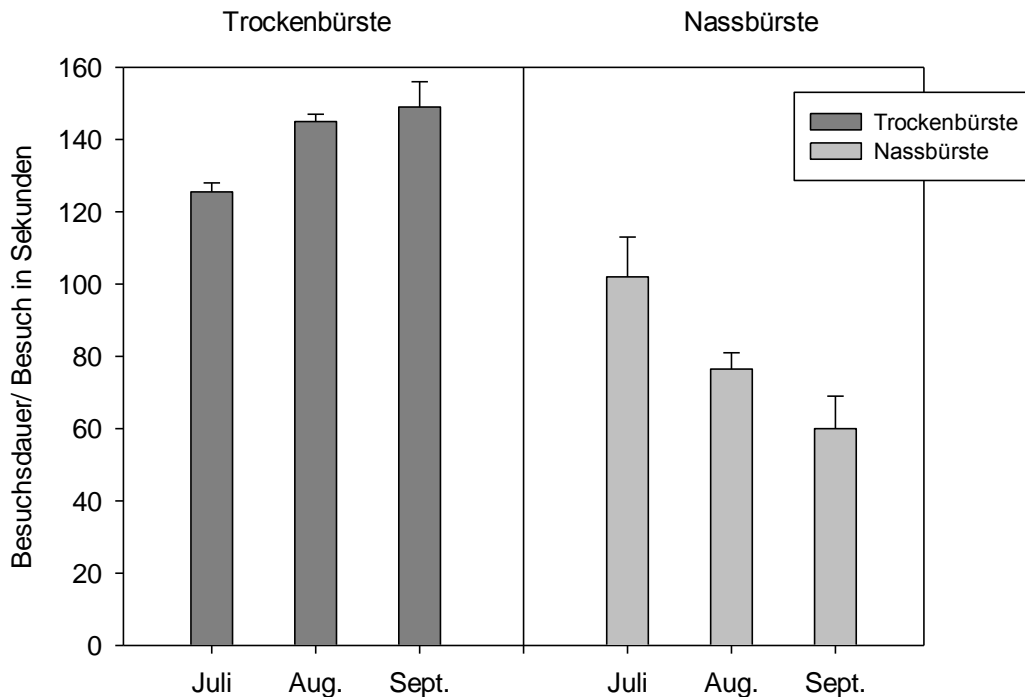


Abbildung 18: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb; Darstellung der Monate Juli, August und September. n=1 Abteilung mit Trockenbürste (Betrieb 2) und 1 Abteilung mit Nassbürste (Betrieb 11); 2 Beobachtungstage pro Monat.

Anschließend wurden, wie bei der Untersuchung der Besuchsfrequenz, auch bei der Betrachtung der Besuchsdauer alle Betriebe mit Trocken- und Nassbürsten zusammengefasst, da beim direkten Vergleich unter gleichen Klima- und Managementbedingungen ein deutlicher Unterschied zwischen der Nutzung der Trockenbürste und der Nutzung der Nassbürste festzustellen war.

Die Besuche an den Trockenbürsten dauerten ca. 1,4mal so lang, wie die Besuche an den Nassbürsten (126 bzw. 90 Sekunden). Bei der statistischen Auswertung wurde ein hoch signifikanter Unterschied festgestellt ( $p < 0,001$ ).

Abbildung 19 zeigt die durchschnittliche Besuchsdauer pro Besuch vergleichend zwischen Betrieben mit Trocken- und Betrieben mit Nassbürsten.

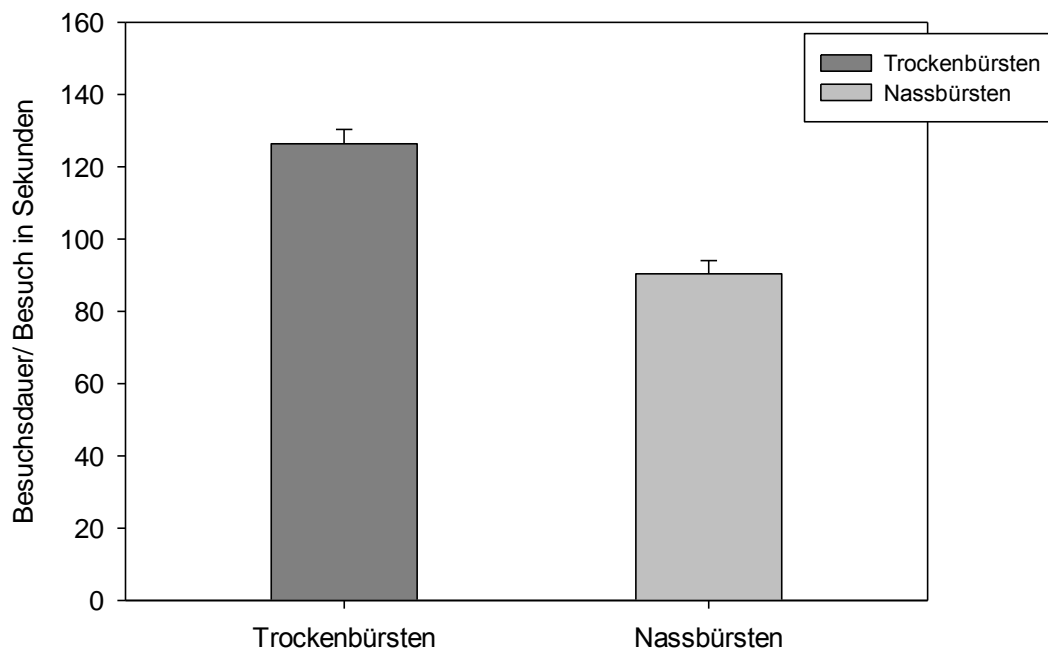


Abbildung 19: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten. n=6 Betriebe mit Trockenbürste und 6 Betriebe mit Nassbürste; 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 17.

Bei der Betrachtung der Veränderung der Besuchsdauer pro Besuch über die drei untersuchten Monate fällt auf, dass sich die Werte innerhalb der Gruppen Trocken- bzw. Nassbürsten nur wenig unterscheiden, aber stets ein deutlicher Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten besteht.

In der Gruppe Trockenbürsten dauerte ein Bürstenbesuch im Juli durchschnittlich 126 Sekunden, im August 130 Sekunden und im September 124 Sekunden. In der Gruppe Nassbürsten dauerte ein Bürstenbesuch im Juli durchschnittlich 96 Sekunden, im August 94 Sekunden und im September 82 Sekunden.

Zwischen den Monaten konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden.

In Kapitel 4.2.4 ist die statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Parameter der Bürstennutzung tabellarisch dargestellt.

Abbildung 20 zeigt die Veränderung der durchschnittlichen Dauer eines Bürstenbesuches über die drei untersuchten Monate, vergleichend zwischen Trocken- und Nassbürsten.

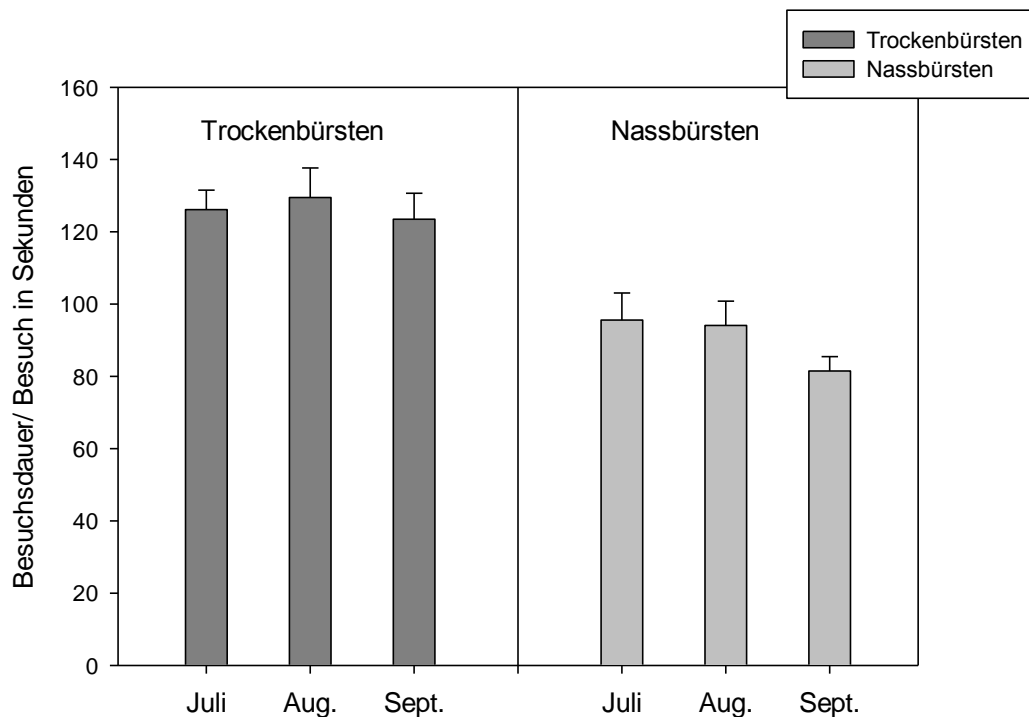


Abbildung 20: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten; Darstellung der Monate Juli, August und September. n=6 Betriebe mit Trockenbürste und 6 Betriebe mit Nassbürste; 2 Beobachtungstage pro Monat; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 17.

Betrieb Nr. 13 (defekte Nassbürste ab August) wurde, wie bei der Bürstennutzungsfrequenz nicht in die Gruppe Nassbürsten einbezogen und wird deshalb separat dargestellt. Im Juli dauerte ein Besuch durchschnittlich 81 Sekunden, nach Eintreten des Defektes dauerte ein Besuch im August 119 Sekunden und im September 93 Sekunden.

Abbildung 21 zeigt die durchschnittliche Besuchsdauer vor und nach dem Defekt der Nassbürste in Betrieb 13.

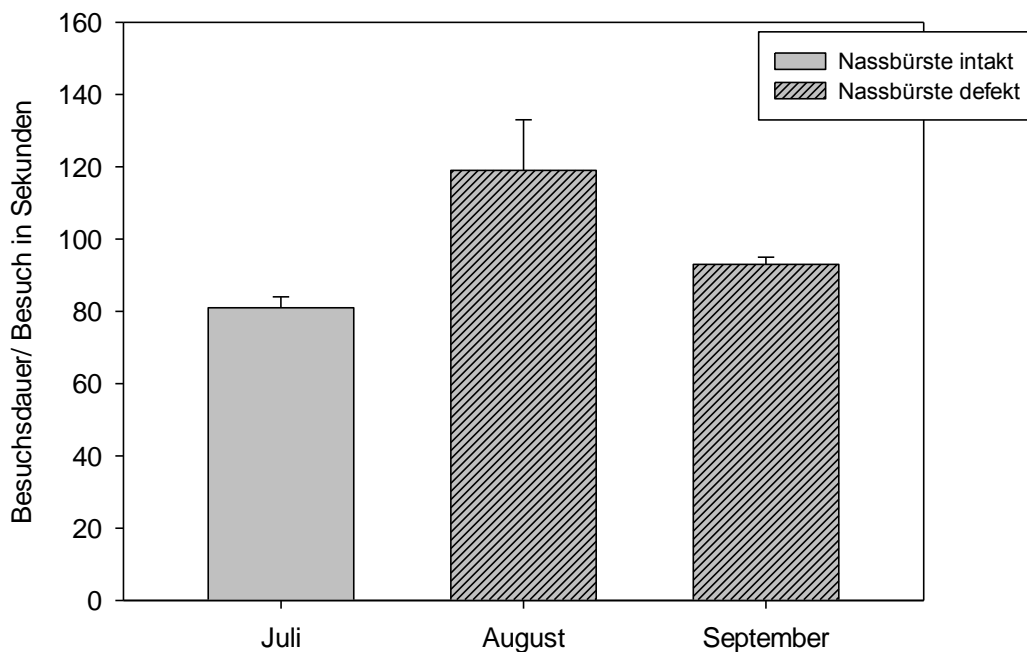


Abbildung 21: Durchschnittliche Besuchsdauer pro Bürstenbesuch in Sekunden ( $\pm$ SEM) in Betrieb 13. berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen intakter Nassbürste und defekter Nassbürste; n = 2 Beobachtungstage pro Monat.

#### 4. 2. 3 Nur-Kopf-Besuche

Bei der Auswertung der Videoaufnahmen fiel auf, dass es vor allem bei der Nutzung der Nassbürsten oft vorkam, dass die Tiere sich nur am Kopf bürsteten. Aus diesem Grund wurden diese Besuche (sofern sie 30 Sekunden oder länger dauerten) notiert und durch die insgesamt gezählten Besuche ab 30 Sekunden geteilt. So konnte der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen ermittelt werden.

Betrachtet man die Werte aller Betriebe an den verschiedenen Tagen, so stellt man fest, dass es sowohl zwischen den Betrieben, als auch zwischen den einzelnen Tagen relativ starke Schwankungen gab (Einzelwerte siehe Tabelle 18 im Anhang).

Bei der Zusammenfassung zu Gruppen gab es - anders als bei der Bürstennutzungsfrequenz und -dauer - einen relativ deutlichen Unterschied zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und Betrieben ohne Vorerfahrung (23,3 % bzw. 10,5%).

Der Unterschied war allerdings nicht signifikant.

In Kapitel 4.2.4 befindet sich eine Übersicht über die statistische Bewertung des Einflusses der Vorerfahrung auf die Parameter der Bürstennutzung.

Der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen, vergleichend zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung ist in Abbildung 22 dargestellt.

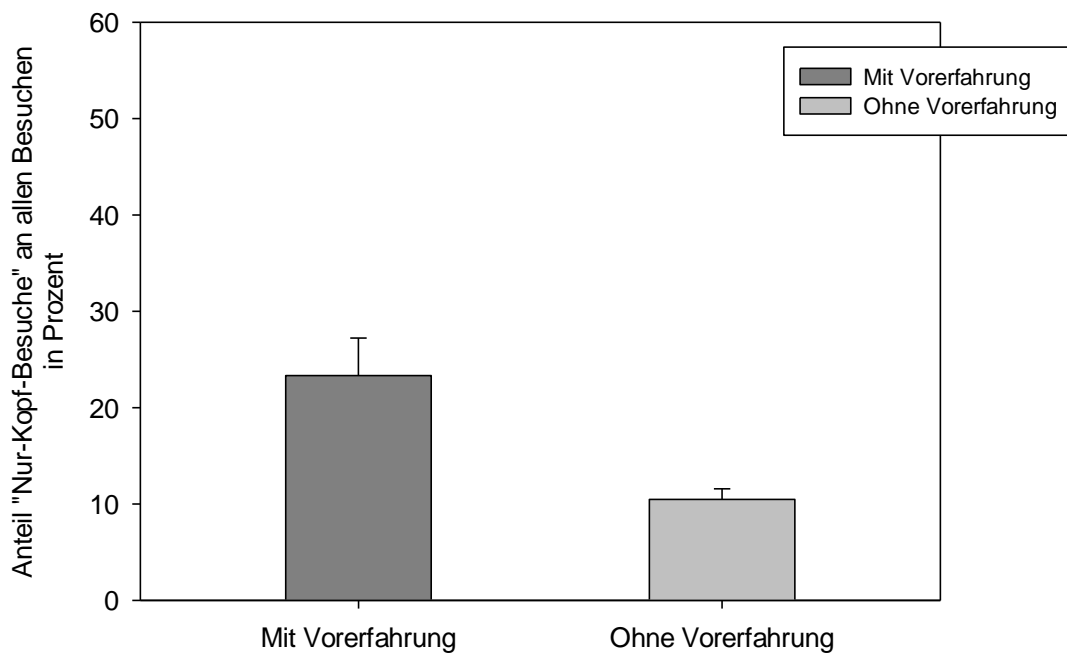


Abbildung 22: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung. n=6 Betriebe mit Vorerfahrung und 6 Betriebe ohne Vorerfahrung; 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 18.

Bei genauerer Betrachtung fiel auf, dass der Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ bei Nassbürsten insgesamt höher war und dort auch der Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung deutlicher ausgeprägt war. Bei den Trockenbürsten gab es kaum einen Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung (6,1 % bzw. 7,8 %), während bei den Nassbürsten in Betrieben mit Vorerfahrung der Anteil von „Nur-Kopf-Besuchen“ ca. dreimal so hoch war, wie in Betrieben ohne Vorerfahrung (40,6 % bzw. 13,2 %). Der Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppe Nassbürsten war hoch signifikant ( $p < 0,001$ ), in der Gruppe Trockenbürsten gab es keinen signifikanten Unterschied.

In Abbildung 23 ist der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen im Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung unterteilt nach Trocken- und Nassbürsten dargestellt.

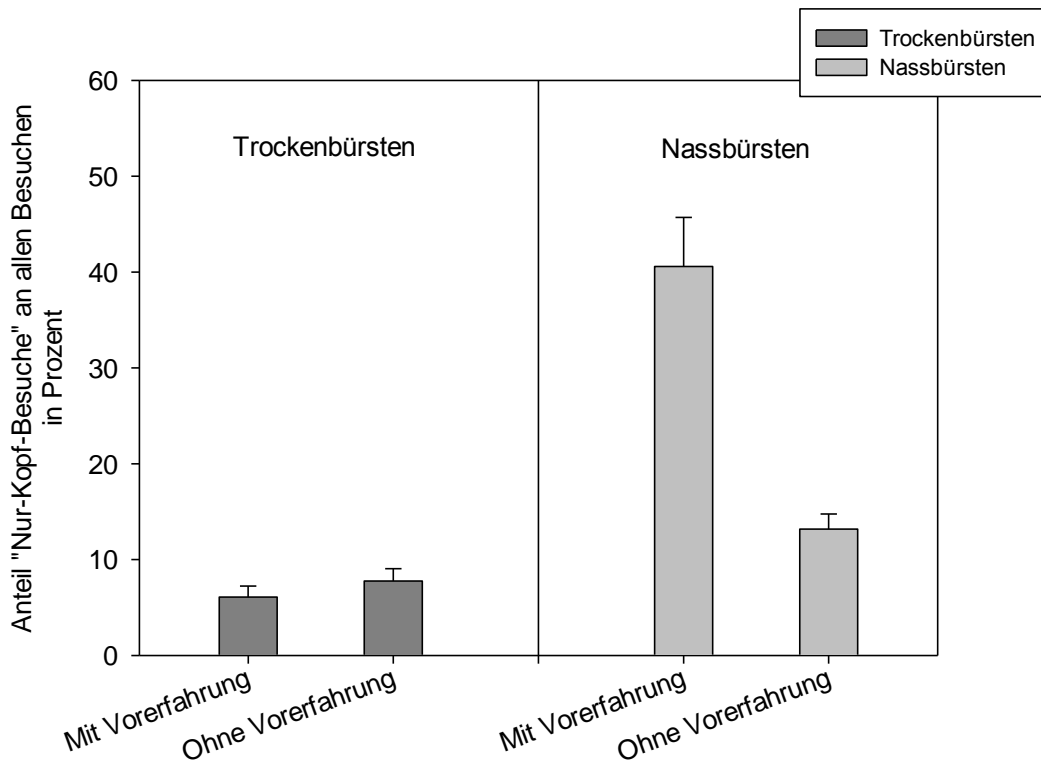


Abbildung 23: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken- und Nassbürsten. n=3 Betriebe mit Trockenbürste (je 3 mit und ohne Vorerfahrung) und 3 Betriebe mit Nassbürste (je 3 mit und ohne Vorerfahrung); 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 18.

Da sich der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ im Verlauf des Beobachtungszeitraumes sowohl in Betrieben mit Vorerfahrung, als auch in Betrieben ohne Vorerfahrung kaum änderte, wurde auf eine gesonderte Darstellung der einzelnen Monate verzichtet.

Wie bereits oben erwähnt, zeichnete sich ab, dass der Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ bei Nassbürsten insgesamt höher war, als bei den Trockenbürsten. Daher wurden zunächst die ermittelten Werte der Trocken- und der Nassbürste im betriebsinternen Vergleich gegenübergestellt.

Der durchschnittliche Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ betrug bei Zusammenfassung aller sechs Beobachtungstage an der Trockenbürste ca. ein Viertel des Wertes der an der Nassbürste ermittelt wurde (10,4 % bzw. 41,9 %). Der Unterschied war hoch signifikant ( $p < 0,001$ ). Abbildung 24 zeigt eine Gegenüberstellung des Anteils der „Nur-Kopf-Besuche“ an der Trocken- und an der Nassbürste im betriebsinternen Vergleich.

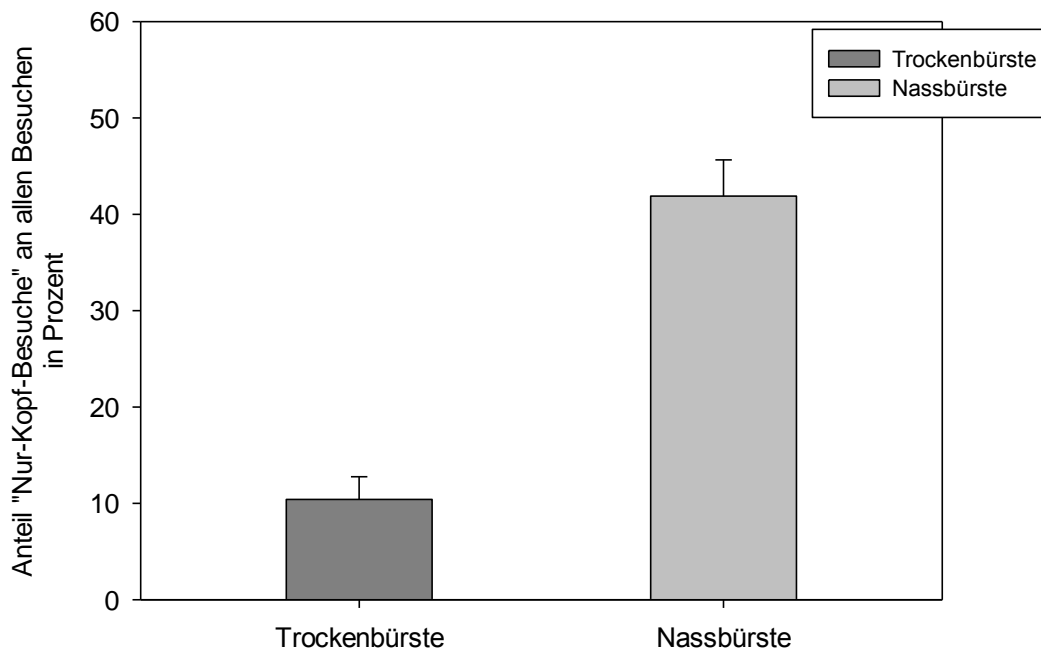


Abbildung 24: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb.  $n=1$  Abteilung mit Trockenbürste (Betrieb 2) und 1 Abteilung mit Nassbürste (Betrieb 11); 6 Beobachtungstage pro Monat.

Wie in Abbildung 25 zu sehen ist, nahm der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ sowohl an der Trockenbürste, als auch an der Nassbürste von Juli bis September stetig etwas zu, wobei der Unterschied zwischen den Monaten nicht signifikant war.



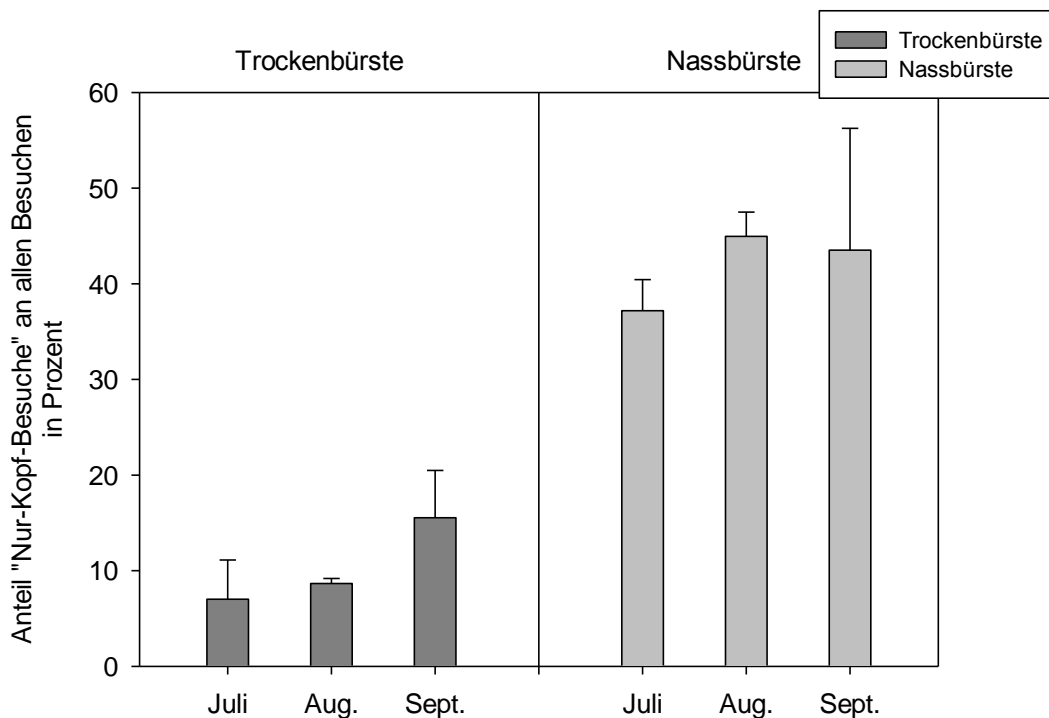


Abbildung 25: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb; Darstellung der Monate Juli, August und September. n=1 Abteilung mit Trockenbürste (Betrieb 2) und 1 Abteilung mit Nassbürste (Betrieb 11); 2 Beobachtungstage pro Monat.

Da der Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürste unter gleichen Klima- und Managementbedingungen so deutlich ausfiel, wurden anschließend die ermittelten Werte aller Betriebe zu den Gruppen Trocken- und Nassbürsten zusammengefasst. Das Ergebnis entspricht im Wesentlichen dem betriebsinternen Vergleich.

An den Trockenbürsten betrug der prozentuale Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ knapp ein Viertel des Wertes, der an den Nassbürsten ermittelt wurde (6,9 % bzw. 26,9 %). Der Unterschied war hoch signifikant ( $p < 0,001$ ).

Abbildung 26 zeigt den Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen im Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten.

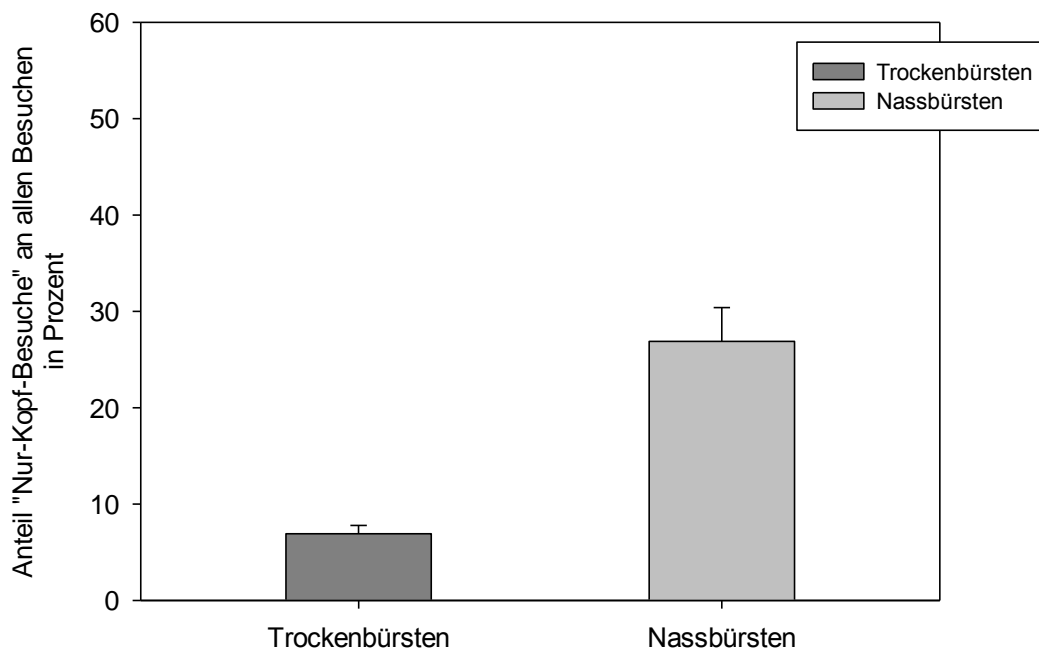


Abbildung 26: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM); berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten. n=6 Betriebe mit Trockenbürste und 6 Betriebe mit Nassbürste; 6 Beobachtungstage; Ausfälle der Videoaufnahmen siehe Anhang Tabelle 18.

Auf die Darstellung der Werte der einzelnen Monate wurde verzichtet, da es kaum eine Veränderung im Verlauf des Beobachtungszeitraumes gab und die Unterschiede zwischen den Monaten nicht signifikant waren.

Die statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Parameter der Bürstennutzung ist in Kapitel 4.2.4 im Überblick dargestellt.

Betrieb Nr. 13 (defekte Nassbürste ab August) wurde, analog zu Nutzungsfrequenz und –dauer nicht in die Gruppe Nassbürsten einbezogen, sondern separat dargestellt. Im Juli lag der Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ bei 50,7%, nach Eintreten des Defektes lag der Anteil im August bei 23,9% und im September bei 21,5%.

Abbildung 27 zeigt den Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ vor und nach dem Defekt der Nassbürste in Betrieb 13.

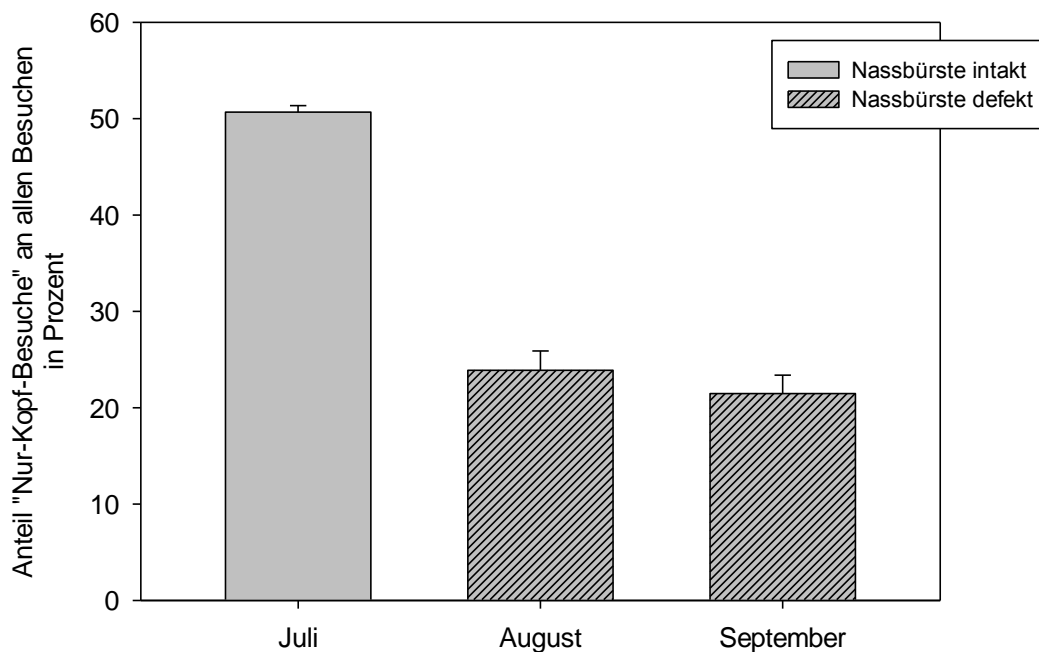


Abbildung 27: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen in Prozent ( $\pm$ SEM) in Betrieb 13. berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden Vergleich zwischen intakter Nassbürste und defekter Nassbürste; n=2 Beobachtungstage pro Monat.

#### 4. 2. 4 Zusammenfassung der statistischen Auswertung der Bürstennutzung

Um einen besseren Überblick über die Ergebnisse der statistischen Auswertung der Bürstennutzung zu bekommen, werden diese hier zusammenfassend dargestellt.

Der Einfluss der Vorerfahrung auf die Bürstennutzung ist in Tabelle 7 dargestellt, die Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf des Beobachtungszeitraumes in Betrieben mit und ohne Vorerfahrung in Tabelle 8.

Tabelle 7: Statistische Bewertung des Einflusses der Vorerfahrung auf die Bürstennutzung; Vergleich von Betrieben mit und ohne Vorerfahrung.

Vergleich von Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung; n=6 Betriebe; 6 Beobachtungstage			
<u>Untersucher Parameter</u>	<u>Signifikanz</u>	<u>p-Wert</u>	<u>statistischer Test</u>
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche ab 30 Sekunden)	nicht signifikant	0,652	Mann-Whitney Rank Sum Test
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche < 30 Sekunden)	nicht signifikant	0,569	Mann-Whitney Rank Sum Test
Bürstennutzungsfrequenz (Nicht Ziel gerichtete Besuche)	signifikant	0,016	Mann-Whitney Rank Sum Test
Besuchsdauer	nicht signifikant	0,910	Mann-Whitney Rank Sum Test
Anteil Nur-Kopf-Besuche	nicht signifikant	0,123	Mann-Whitney Rank Sum Test
Vergleich von Betrieben mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung innerhalb der Gruppen Trocken- bzw. Nassbürsten n=3 Betriebe; 6 Beobachtungstage			
Anteil Nur-Kopf-Besuche (Trockenbürsten)	nicht signifikant	0,248	Mann-Whitney Rank Sum Test
Anteil Nur-Kopf-Besuche (Nassbürsten)	hoch signifikant	<0,001	Mann-Whitney Rank Sum Test

Tabelle 8: Statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf der Monate in Betrieben mit und ohne Vorerfahrung.

Vergleich der Monate Juli, August und September innerhalb der Gruppen mit Vorerfahrung und ohne Vorerfahrung; n=6 Betriebe; 2 Beobachtungstage pro Monat; <sup>a</sup> Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks; <sup>b</sup> One Way Analysis of Variance			
<u>Untersucher Parameter</u>	<u>Signifikanz</u>	<u>p-Wert (mit Vorerfahrung)</u>	<u>p-Wert (ohne Vorerfahrung)</u>
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche ab 30 Sekunden)	nicht signifikant	0,507 <sup>a</sup>	0,681 <sup>a</sup>
Besuchsdauer	nicht signifikant	0,927 <sup>a</sup>	0,221 <sup>b</sup>
Anteil Nur-Kopf-Besuche	nicht signifikant	0,856 <sup>a</sup>	0,459 <sup>b</sup>

Tabelle 9 zeigt den Einfluss der Bürstenart auf die Bürstennutzung in den Betrieben 2 und 11 (zwei Abteilungen eines Betriebes). In Tabelle 10 ist die statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung der Trocken- und der Nassbürste im Verlauf des Beobachtungszeitraumes dargestellt.

Tabelle 9: Statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Bürstennutzung; betriebsinterner Vergleich in zwei Abteilungen eines Betriebes (Betrieb 2 und 11).

Vergleich von Trockenbürste und Nassbürste in einem Betrieb; n=1 Abteilung mit Trockenbürste und 1 Abteilung mit Nassbürste; 6 Beobachtungstage			
<u>Untersucher Parameter</u>	<u>Signifikanz</u>	<u>p-Wert</u>	<u>statistischer Test</u>
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche ab 30 Sekunden)	hoch signifikant	<0,001	t-test
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche < 30 Sekunden)	nicht signifikant	0,128	t-test
Bürstennutzungsfrequenz (Nicht Ziel gerichtete Besuche)	hoch signifikant	0,001	t-test
Besuchsdauer	hoch signifikant	<0,001	t-test
Anteil Nur-Kopf-Besuche	hoch signifikant	<0,001	t-test

Tabelle 10: Statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf der Monate; betriebsinterner Vergleich in zwei Abteilungen eines Betriebes (Betrieb 2 und 11).

Vergleich der Monate Juli, August und September; unterschieden nach Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb; n= 1 Abteilung mit Trockenbürste und 1 Abteilung mit Nassbürste; 2 Beobachtungstage pro Monat; Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks			
<u>Untersucher Parameter</u>	<u>Signifikanz</u>	<u>p-Wert (Trockenbürste)</u>	<u>p-Wert (Nassbürste)</u>
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche ab 30 Sekunden)	nicht signifikant	0,933	0,067
Besuchsdauer	nicht signifikant	0,333	0,067
Anteil Nur-Kopf-Besuche	nicht signifikant	0,533	0,667

Welchen Einfluss die Bürstenart auf die Bürstennutzung in allen Betrieben hatte, zeigt Tabelle 11. In Tabelle 12 ist die statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf des Beobachtungszeitraumes in allen Betrieben mit Trockenbürste und allen Betrieben mit Nassbürste dargestellt.

Tabelle 11: Statistische Bewertung des Einflusses der Bürstenart auf die Bürstennutzung; Vergleich von Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste.

Vergleich von Trockenbürsten und Nassbürsten; n=6 Betriebe; 6 Beobachtungstage			
<u>Untersucher Parameter</u>	<u>Signifikanz</u>	<u>p-Wert</u>	<u>statistischer Test</u>
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche ab 30 Sekunden)	hoch signifikant	<0,001	Mann-Whitney Rank Sum Test
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche < 30 Sekunden)	signifikant	0,040	t-test
Bürstennutzungsfrequenz (Nicht Ziel gerichtete Besuche)	signifikant	0,028	Mann-Whitney Rank Sum Test
Besuchsdauer	hoch signifikant	<0,001	Mann-Whitney Rank Sum Test
Anteil Nur-Kopf-Besuche	hoch signifikant	<0,001	Mann-Whitney Rank Sum Test

Tabelle 12: Statistische Bewertung der Veränderung der Bürstennutzung im Verlauf der Monate in Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste.

Vergleich der Monate Juli, August und September innerhalb der Gruppen Trockenbürsten und Nassbürsten; n=6 Betriebe; 2 Beobachtungstage pro Monat; <sup>a</sup> Kruskal-Wallis One Way Analysis of Variance on Ranks; <sup>b</sup> One Way Analysis of Variance			
<u>Untersucher Parameter</u>	<u>Signifikanz</u>	<u>p-Wert (Trockenbürsten)</u>	<u>p-Wert (Nassbürsten)</u>
Bürstennutzungsfrequenz (Besuche ab 30 Sekunden)	nicht signifikant	0,236 <sup>b</sup>	0,061 <sup>b</sup>
Besuchsdauer	nicht signifikant	0,832 <sup>b</sup>	0,351 <sup>a</sup>
Anteil Nur-Kopf-Besuche	nicht signifikant	0,825 <sup>a</sup>	0,543 <sup>a</sup>

#### 4. 3 Auswirkung des Bürstenangebotes auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch

Um zu ermitteln, ob das Bürstenangebot im Stall einen Einfluss auf die Milchleistung und auf den Zellzahlgehalt der Milch hatte, wurden in jedem Betrieb vier MLP-Berichte je Versuchsphase ausgewertet im Hinblick auf den Herdendurchschnitt der Milchleistung pro Tier und Tag sowie auf den Herdendurchschnitt des Zellzahlgehaltes der Milch.

Um den Vergleich zwischen den Gruppen zu vereinfachen, wurden die Betriebe in der ersten Versuchsphase zu den Gruppen mit Trockenbürste und ohne Trockenbürste, in der zweiten Versuchsphase zu den Gruppen mit Vorerfahrung (hatten bereits vor dem Versuch eine Trockenbürste) und ohne Vorerfahrung (haben zu Beginn der zweiten Versuchsphase eine Trockenbürste bekommen) und in der dritten Phase zu den Gruppen Trockenbürsten und Nassbürsten zusammengefasst.

Dabei ist zu beachten, dass Betrieb Nr.2, in dem ein direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste stattfand, in der dritten Phase in zwei Betriebe aufgeteilt wurde, wobei es sich um zwei Leistungsgruppen handelte. In der ersten und zweiten Phase wird mit Betrieb Nr.2 der Gesamtbetrieb (Durchschnitt beider Leistungsgruppen) bezeichnet, der zur Gruppe mit Trockenbürste, bzw. mit

Vorerfahrung gerechnet wurde. In der dritten Phase ist Betrieb Nr.2 die Gruppe mit der niedrigeren Milchleistung. Dieser stand die Trockenbürste zur Verfügung. Betrieb Nr.11 (wird nur in der dritten Phase einzeln betrachtet) ist die Gruppe mit der höheren Milchleistung. Dort stand den Tieren die Nassbürste zur Verfügung.

Bei der statistischen Bewertung von Milchleistung und Zellzahlgehalt in der dritten Versuchsphase wurden die beiden Betriebe aus diesem Grund nicht berücksichtigt.

Betrieb 13 wurde nur in der ersten und zweiten Phase zum Durchschnitt (Gruppe mit Trockenbürste bzw. mit Vorerfahrung) gerechnet, da die Nassbürste in diesem Betrieb ab August defekt war. In Tabelle 23 im Anhang sind alle einzelnen Daten des Betriebes 13 (Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch) dargestellt.

#### **4. 3. 1 Milchleistung**

Die Entwicklung der Milchleistung über alle Versuchsphasen in allen Betrieben ist in Tabelle 19 (Trockenbürsten) und in Tabelle 20 (Nassbürsten) im Anhang dargestellt.

Tabelle 13 zeigt die Entwicklung der Durchschnittswerte der Milchleistung der, in der jeweiligen Versuchsphase verglichenen, Gruppen.



Tabelle 13: Entwicklung der Milchleistung/ Tier/ Tag (Betriebsdurchschnitt in kg  $\pm$ SEM) innerhalb der Versuchsphasen. Vergleich der in der jeweiligen Versuchsphase gebildeten Gruppen; n=6 Betriebe je Gruppe.

	Milchleistung/ Tier/ Tag (MLP - Ergebnis 1 - 12) in den Versuchsphasen 1 - 3 in kg			
Versuchsgruppe	Versuchsphase 1			
	1	2	3	4
Mit Trockenbürste	23,3 $\pm$ 0,4	23,4 $\pm$ 0,5	23,9 $\pm$ 0,6	24,3 $\pm$ 0,7
Ohne Trockenbürste	23,5 $\pm$ 0,9	24,3 $\pm$ 0,8	23,8 $\pm$ 1,0	24,5 $\pm$ 1,3
	Versuchsphase 2			
	5	6	7	8
Mit Vorerfahrung	24,4 $\pm$ 0,7	24,7 $\pm$ 0,8	24,7 $\pm$ 0,7	24,0 $\pm$ 0,6
Ohne Vorerfahrung	24,6 $\pm$ 1,2	25,6 $\pm$ 1,3	24,8 $\pm$ 1,2	23,8 $\pm$ 1,3
	Versuchsphase 3			
	9	10	11	12
Trockenbürsten	22,0 $\pm$ 1,4	21,4 $\pm$ 1,7	21,8 $\pm$ 1,2	21,2 $\pm$ 1,6
Nassbürsten	24,7 $\pm$ 1,5	24,3 $\pm$ 1,6	23,1 $\pm$ 1,6	23,5 $\pm$ 1,5

In der ersten und zweiten Versuchsphase unterschieden sich die Mittelwerte der Milchleistung der Gruppen mit und ohne Trockenbürste bzw. mit und ohne Vorerfahrung nur wenig voneinander. Der Unterschied betrug zwischen 0,1 und 0,9 kg Milch pro Tier und Tag, wobei die Gruppe ohne Trockenbürste, bzw. ohne Vorerfahrung meist die höheren Leistungen erzielte.

In der dritten Phase lag der Mittelwert der Gruppe Trockenbürsten 1,3 bis 2,3 kg Milch pro Tier und Tag unter dem der Gruppe Nassbürsten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es sich bei Betrieb Nr.2 (Trockenbürste) und Betrieb Nr.11 (Nassbürste) um zwei Leistungsgruppen eines Betriebes handelt. Die Werte dieser Betriebe wurden zwar bei der deskriptiven Darstellung berücksichtigt, nicht aber bei der statistischen Auswertung.

Die statistische Auswertung mit Hilfe eines gemischten linearen Modells ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Daher wurde auf eine weitere Auswertung sowie eine genauere Darstellung der Statistik verzichtet.

### **4. 3. 2 Zellzahlgehalt der Milch**

Die Entwicklung des Zellzahlgehaltes über alle Versuchsphasen in allen Betrieben ist in Tabelle 21 (Trockenbürsten) und in Tabelle 22 (Nassbürsten) im Anhang dargestellt.

Die Mittelwerte des Zellzahlgehaltes der verglichenen Gruppen unterschieden sich nur wenig voneinander. In der ersten Phase betrug der Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne Trockenbürste zwischen 12000 und 58000 Zellen pro ml Milch. In der zweiten Versuchsphase unterschieden sich die Mittelwerte der Gruppen mit und ohne Vorerfahrung um 30000 bis 57000 Zellen pro ml Milch. Der Zellzahlgehalt war in den ersten beiden Versuchsphasen in Betrieben der Gruppe ohne Trockenbürste, bzw. ohne Vorerfahrung niedriger als in der jeweiligen Vergleichsgruppe. In der dritten Versuchsphase reichte der Unterschied zwischen den Gruppen Trocken- und Nassbürsten von 5000 bis 83000 Zellen pro ml Milch, wobei bei zwei Messungen die Gruppe Trockenbürsten niedrigere Zellzahlgehalte hatte und bei den anderen zwei Messungen die Gruppe Nassbürsten.

In Tabelle 14 ist die Entwicklung der Durchschnittswerte des Zellzahlgehaltes der, in der jeweiligen Versuchsphase verglichenen, Gruppen zu sehen.

Tabelle 14: Entwicklung des Zellzahlgehaltes der Milch (Betriebsdurchschnitt in Tausend/ ml  $\pm$ SEM) innerhalb der Versuchsphasen. Vergleich der in der jeweiligen Versuchsphase gebildeten Gruppen; n=6 Betriebe je Gruppe.

	Zellzahlgehalt der Milch (MLP - Ergebnis 1 - 12) in den Versuchsphasen 1 - 3 in Tausend/ml			
Versuchsgruppen	Versuchsphase 1			
	1	2	3	4
Mit Trockenbürste	203 $\pm$ 30	230 $\pm$ 40	227 $\pm$ 22	181 $\pm$ 16
Ohne Trockenbürste	191 $\pm$ 12	172 $\pm$ 25	171 $\pm$ 30	166 $\pm$ 21
	Versuchsphase 2			
	5	6	7	8
Mit Vorerfahrung	187 $\pm$ 9	221 $\pm$ 35	196 $\pm$ 12	194 $\pm$ 24
Ohne Vorerfahrung	148 $\pm$ 10	164 $\pm$ 17	166 $\pm$ 20	163 $\pm$ 27
	Versuchsphase 3			
	9	10	11	12
Trockenbürsten	177 $\pm$ 31	244 $\pm$ 40	249 $\pm$ 36	183 $\pm$ 18
Nassbürsten	245 $\pm$ 45	224 $\pm$ 50	166 $\pm$ 5	188 $\pm$ 23

Es erfolgte eine statistische Auswertung mit Hilfe eines gemischten linearen Modells. Auf eine genauere Darstellung sowie weitere Auswertung wurde verzichtet, da es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen gab.

#### 4. 4 Auswirkung des Bürstenangebotes auf den Verschmutzungsgrad der Kühe

Um heraus zu finden, ob das Bürstenangebot einen Einfluss auf die Tierverschmutzung hat, wurden in jedem Betrieb in jeder Versuchsphase 20 Tiere zufällig ausgewählt. Von diesen Tieren wurde je ein Foto von der linken Hinterhand seitlich gemacht. Jedes Foto wurde von fünf Beurteilern mit Noten von 1 bis 6 bewertet. Aus allen Fotos und den Bewertungen aller Beurteiler wurde jeweils der Betriebsdurchschnitt ermittelt.

Die Entwicklung des Verschmutzungsgrades über alle Versuchsphasen in den einzelnen Betrieben zeigt Tabelle 24 (Trockenbürsten) bzw. Tabelle 25 (Nassbürsten) im Anhang.

In Abbildung 30 bis Abbildung 42 im Anhang ist die Entwicklung der Verschmutzungsnoten in den einzelnen Betrieben über die drei Versuchsphasen grafisch dargestellt.

Wie schon für Milchleistung und Zellzahlen beschrieben, wurden die Betriebe in der ersten Versuchsphase zu den Gruppen mit Trockenbürste und ohne Trockenbürste, in der zweiten Versuchsphase zu den Gruppen mit Vorerfahrung (hatten bereits vor dem Versuch eine Trockenbürste) und ohne Vorerfahrung (haben zu Beginn der zweiten Versuchsphase eine Trockenbürste bekommen) und in der dritten Phase zu den Gruppen Trockenbürsten und Nassbürsten zusammengefasst.

Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste) wurde analog zur Auswertung von Milchleistung und Zellzahlen in der ersten und zweiten Phase als Gesamtbetrieb betrachtet, der zur Gruppe mit Trockenbürste, bzw. mit Vorerfahrung gerechnet wurde. In der dritten Phase war Betrieb 2 die Gruppe, der die Trockenbürste zur Verfügung stand. Betrieb 11 (wird nur in der dritten Phase einzeln betrachtet) war die Gruppe, der die Nassbürste zur Verfügung stand. Der Durchschnitt von Betrieb 2 und 11 in der dritten Phase wurde nur aus 10 Fotos ermittelt.

Betrieb 13 wurde nur in der ersten und zweiten Phase zum Durchschnitt (Gruppe mit Trockenbürste bzw. mit Vorerfahrung) gerechnet, da die Nassbürste in diesem Betrieb ab August defekt war.

In Tabelle 15 sind die Mittelwerte der Verschmutzungsnoten der, in der jeweiligen Versuchsphase verglichenen, Gruppen zusammengestellt.

Tabelle 15: Durchschnittliche Verschmutzungsnote ( $\pm$ SEM) in den Versuchsphasen eins bis drei.  
 Vergleich der in der jeweiligen Versuchsphase gebildeten Gruppen; n=6 Betriebe je Gruppe.

	Verschmutzungsnote in den Versuchsphasen 1 - 3
Versuchsgruppen	Versuchsphase 1
Mit Trockenbürste	3,33 $\pm$ 0,19
Ohne Trockenbürste	3,34 $\pm$ 0,26
	Versuchsphase 2
Mit Vorerfahrung	3,13 $\pm$ 0,12
Ohne Vorerfahrung	3,46 $\pm$ 0,17
	Versuchsphase 3
Trockenbürsten	3,39 $\pm$ 0,22
Nassbürsten	3,81 $\pm$ 0,22

Die Mittelwerte der Verschmutzungsnoten der gebildeten Gruppen unterschieden sich insgesamt nur geringfügig voneinander. In der ersten Versuchsphase war der Durchschnittswert der Gruppe mit Trockenbürste um 0,01 Notenpunkte besser, als der Durchschnittswert der Vergleichsgruppe. Die Verschmutzungsnote der Gruppe mit Vorerfahrung war in der zweiten Versuchsphase um 0,33 Notenpunkte besser, als die der Gruppe ohne Vorerfahrung. In der dritten Versuchsphase war die durchschnittliche Verschmutzungsnote der Gruppe Trockenbürsten um 0,42 Notenpunkte besser, als die der Gruppe Nassbürsten.

Damit man einen Überblick bekommt, wie sich der Anteil der Noten an der Gesamtbewertung von Phase eins zu zwei bzw. von Phase zwei zu drei ändert, wurde dieser Anteil berechnet und in Abbildung 28 bzw. Abbildung 29 dargestellt.

In Betrieben mit Vorerfahrung nahm der Anteil der Noten 1, 2 und 3 von Phase eins zu Phase zwei etwas zu, während der Anteil der Noten 4 und 5 abnahm. Der Anteil der Note 6 nahm von Phase eins zu Phase zwei geringfügig zu.

In Betrieben ohne Vorerfahrung war der Anteil der Noten 1, 2, 5 und 6 in Phase eins höher, als in Phase zwei. Der Anteil der Note 3 stieg von Phase eins zu zwei etwas, der Anteil von Note 4 deutlich.

Abbildung 28 zeigt die Entwicklung des Anteils der Verschmutzungsnoten an der Gesamtbewertung von der ersten zur zweiten Versuchsphase, vergleichend zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung.

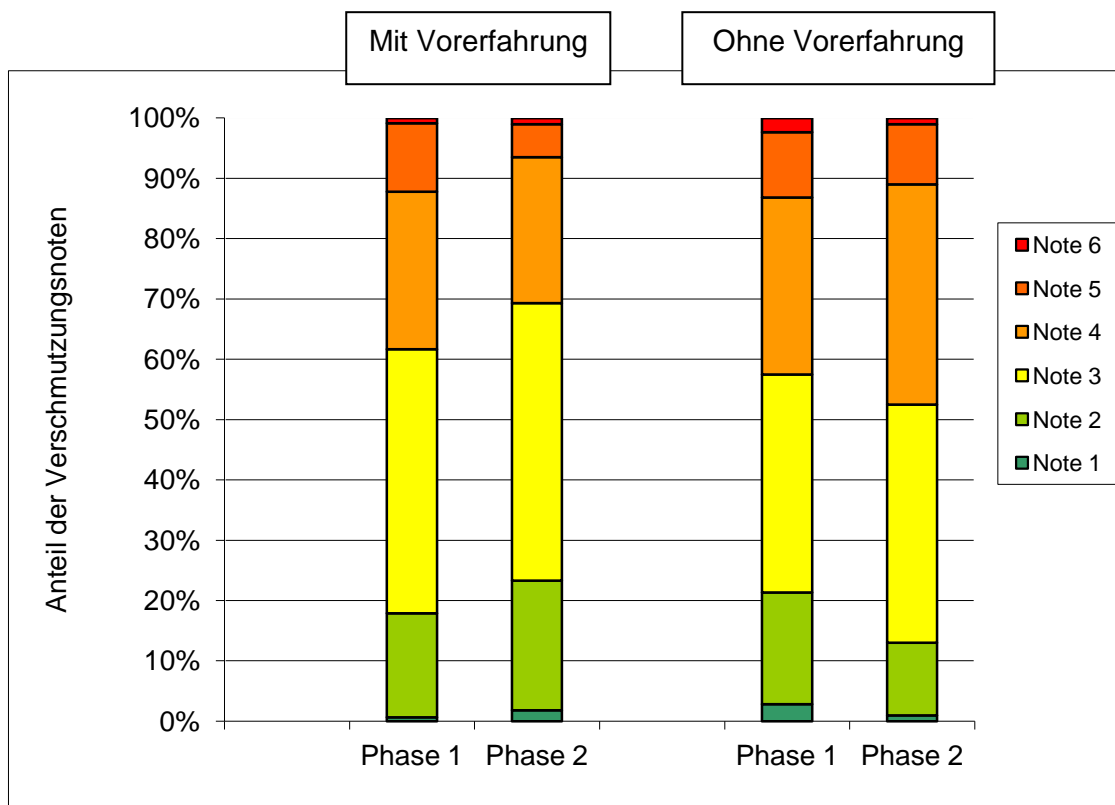


Abbildung 28: Entwicklung des Anteils der Verschmutzungsnoten 1 – 6 an der Gesamtbewertung in Prozent von Versuchsphase eins zu Versuchsphase zwei. Vergleich der Gruppen mit und ohne Vorerfahrung; n=6 Betriebe pro Gruppe; Durchschnitt aller Beurteiler.

Für die Darstellung der Entwicklung von Phase zwei zu Phase drei, vergleichend zwischen Trocken- und Nassbürsten wurden in Phase zwei jeweils die Daten der Betriebe, die in Phase drei eine Trockenbürste bzw. eine Nassbürste bekommen haben in die Auswertung einbezogen. Dabei wurde Betrieb 13 nicht berücksichtigt (ab August defekte Nassbürste). Betrieb 2 wurde in Phase zwei sowohl in den Durchschnitt Trockenbürsten, als auch in den Durchschnitt Nassbürsten einbezogen, da dieser in Phase zwei als Gesamtbetrieb betrachtet wurde, aus dem in Phase drei zwei Betriebe (Betrieb 2: Trockenbürste und Betrieb 11: Nassbürste) hervorgingen.

Sowohl in den Betrieben, die in Phase drei eine Trockenbürste hatten, als auch in den Betrieben, die in Phase drei eine Nassbürste hatten, nahm der Anteil der Noten 1, 2 und 3 von Versuchsphase zwei zu Versuchsphase drei ab, während der Anteil der Noten 4, 5 und 6 zunahm.

In Abbildung 29 ist die Entwicklung des Anteils der Verschmutzungsnoten an der Gesamtbewertung von der zweiten zur dritten Versuchsphase, vergleichend zwischen Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste dargestellt.

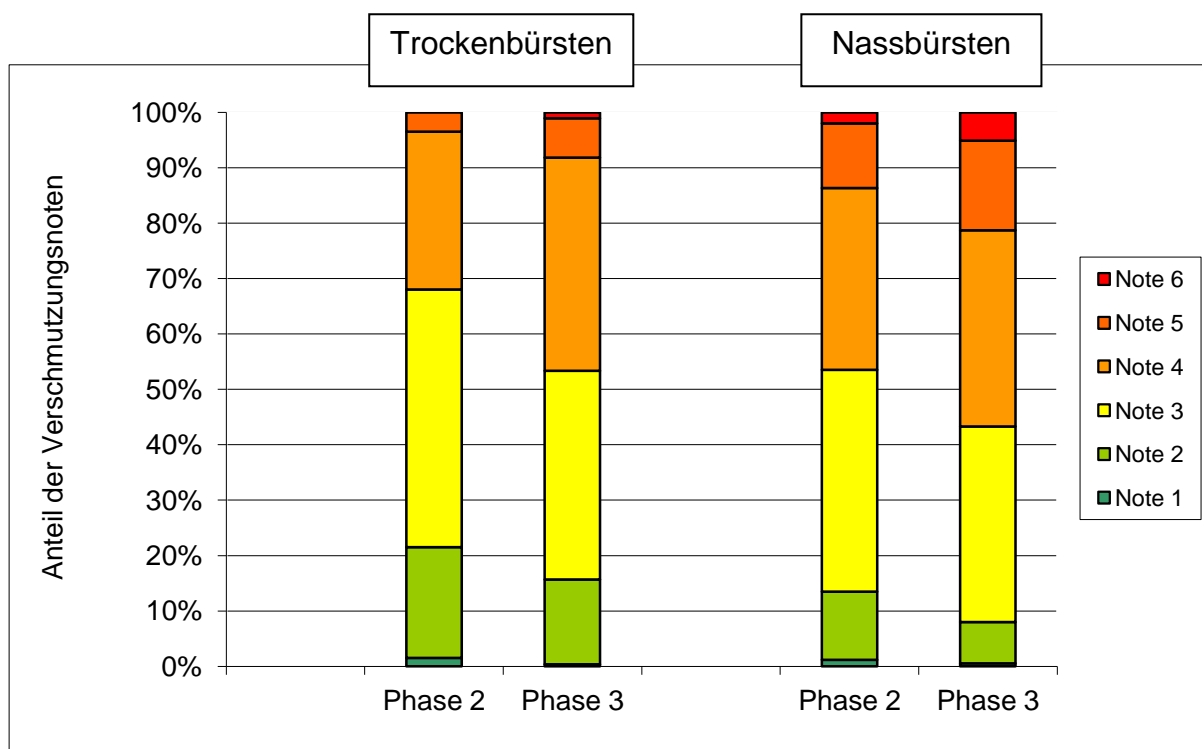


Abbildung 29: Entwicklung des Anteils der Verschmutzungsnoten 1 – 6 an der Gesamtbewertung in Prozent von Versuchsphase zwei zu Versuchsphase drei. Vergleich der Gruppen Trockenbürsten und Nassbürsten; n=6 Betriebe pro Gruppe; Durchschnitt aller Beurteiler.

Analog zu Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch erfolgte auch hier eine statistische Auswertung mit Hilfe eines gemischten linearen Modells, welche ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen ergab. Aus diesem Grund wurde auf eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse verzichtet.

## **5. Diskussion**

In der vorliegenden Arbeit wurde die Nutzung einer Nassbürste, die von der Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland zur Vermeidung von Hitzestress bei Kühen entwickelt wurde, im Vergleich zu der Trockenbürste der gleichen Firma, in Milchviehbetrieben untersucht.

Des Weiteren wurde der Einfluss des Bürstenangebotes auf die Milchleistung, den Zellzahlgehalt der Milch und die Tierverschmutzung überprüft.

Dabei wurden Nassbürsten sowohl in Betrieben, die schon länger mit einer Trockenbürste ausgestattet waren, als auch in Betrieben, die erst während des Versuches eine Trockenbürste bekamen, eingesetzt, um zu überprüfen, ob die längere Gewöhnung an das Angebot einer Trockenbürste die Nutzung der Nassbürste beeinflusst, bzw. ob der Einsatz der Trockenbürste in Betrieben, die bisher nicht mit einer elektrischen Bürste ausgestattet waren, eine Veränderung der Milchleistungsparameter bzw. der Tierverschmutzung bewirkt.

### **5. 1 Temperatur und THI**

Zur Beurteilung der Temperaturverhältnisse während des Versuches wurden die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit in Bürstennähe aufgezeichnet. Aus den gemessenen Werten wurde der THI berechnet, der zur Einschätzung der Hitzebelastung besser geeignet ist, als nur die Temperatur. DLG (2005) betont, dass die alleinige Angabe einer Temperatur nicht ausreicht, um einzuschätzen, ab wann Hitze als Stress empfunden wird, sondern dazu auch der Aspekt der relativen Luftfeuchtigkeit berücksichtigt werden muss.

Weder bezüglich der Temperatur, noch bezüglich des THI gab es in der wärmeren Zeit deutliche Unterschiede zwischen dem Durchschnitt der Betriebe mit Trockenbürste und dem Durchschnitt der Betriebe mit Nassbürste. Daher kann eine Beeinflussung der Bürstennutzung durch unterschiedliche Klimaverhältnisse weitgehend ausgeschlossen werden. Auch die Tatsache, dass ein Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb, d.h. unter gleichen Klima- und Managementbedingungen zu ähnlichen Ergebnissen führte, wie der Vergleich des



Durchschnittes aller Betriebe mit Trocken- bzw. Nassbürste deutet darauf hin, dass Unterschiede zwischen der Nutzung von Trocken- und Nassbürsten in diesem Versuch nicht auf unterschiedliche klimatische Bedingungen zurückzuführen sind.

Es ist allerdings fraglich, ob bzw. inwieweit die Tiere während des Versuchszeitraumes und insbesondere während der Zeit der Videobeobachtung von Hitzestress betroffen waren.

Die Temperaturen lagen zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen im Juli bei ca. 26,5°C tagsüber und ca. 21,2 °C nachts, im August und im September waren die Temperaturen noch niedriger.

Der THI betrug im Juli zum Zeitpunkt der Videoaufnahmen tagsüber ca. 76 und nachts ca. 69. Analog zur Temperatur lagen die Werte im August und v. a. im September deutlich darunter.

Maximale Temperaturwerte von ca. 29,7°C tagsüber und 23,7°C während der Nacht und maximale THI-Werte von ca. 80 am Tag und ca. 72 in der Nacht, sowie ähnlich hohe Werte wurden im gesamten Versuchszeitraum nur an wenigen, einzelnen Tagen gemessen.

Während der gesamten Einsatzzeit der Nassbürsten betrug die Durchschnittstemperatur ca. 20,2°C tagsüber und ca. 17,0°C nachts.

Der durchschnittliche THI während des Zeitraumes in dem die Nassbürsten installiert waren, betrug ca. 67 tagsüber und ca. 62 während der Nacht.

Die obere kritische Temperatur, die nach (STÖBER, 2006) für europäische Hausrinder bei 25 - 26°C liegt, wurde im Versuchszeitraum nur selten erreicht, bzw. überschritten. Nach DLG (2005) ist erst ab 27°C mit stärkeren Leistungseinbußen zu rechnen. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass steigende Tagestemperaturen nur zu einem geringen Leistungsrückgang führen, solange die Temperatur nachts für einige Stunden unter 21°C abkühlt (IGONO et al., 1992).

Nach STÖBER (2006) gelten Perioden mit einem THI bis 70 als verträglich, solche mit einem THI über 75 als gefährlich. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) stuft in einer Information zum Thema „Hitzestress im Milchviehstall“ (LfL, 2008) THI Werte zwischen 72 bis 80 als milden Stress ein und erst THI Werte ab 80 als Hitzestress.

Der Zusammenhang zwischen dem THI und der Milchleistung wurde von BOURAOUI et al. (2002) untersucht. Dabei betrug der durchschnittliche tägliche THI 68 im Frühling und 78 im Sommer. Bei Untersuchungen von WEST et al. (2003)

betrug der durchschnittliche tägliche THI 70,2 bei einer durchschnittlichen Temperatur von 23,7°C in der kühlen Periode und in der heißen Periode 77,9 bei einer durchschnittlichen Temperatur von 28,5°C.

Vergleicht man diese Werte mit den Versuchsbedingungen der vorliegenden Arbeit, so ist zu vermuten, dass die Tiere zwar an einzelnen Tagen bzw. einigen Stunden am Tag von Hitzestress betroffen waren, eine wirkliche Beeinträchtigung durch Hitze über einen längeren Zeitraum aber nicht vorhanden war, da die hohen Temperaturen am Tag durch nächtliche Abkühlung ausgeglichen wurden und die Hitzeperioden nicht so lange anhielten, dass über den gesamten Versuchszeitraum eine hohe Temperatur erreicht wurde.

Insofern wäre ein ähnlicher Versuch in einer sehr heißen Gegend interessant, um heraus zu finden, wie die Ergebnisse unter lang anhaltenden Hitzestressbedingungen ausfallen.

## **5. 2 Bürstennutzungsverhalten**

Die Nutzung der angebotenen Bürsten wurde mit Hilfe von Videobeobachtungen ermittelt. Nach GEORG und TOTSCHEK (2001), die die Nutzung von elektrischen Kuhputzmaschinen (Trockenbürsten) untersuchten, werden die Bürsten v. a. nach dem Melken, aber auch in den späten Abendstunden von den Tieren genutzt. Da in der vorliegenden Arbeit Untersuchungen in zwölf verschiedenen Betrieben durchgeführt wurden, erwies es sich als sinnvoll, jeweils volle 24 Stunden eines Tages auszuwerten, da es durch abweichende Melk- bzw. Fütterungszeiten sonst zu Verfälschungen kommen könnte. In der vorliegenden Arbeit wurden jeweils die Werte von 24 Stunden (Ausnahmen wegen technischer Ausfälle siehe Anhang), zur Berechnung herangezogen. Dadurch wurde der Einfluss betriebsbedingter Unterschiede im tageszeitlichen Ablauf auf die Bürstennutzungszeiten ausgeglichen.

Da in jedem Betrieb nur eine Bürste zur Verfügung stand, konnten die Tiere nicht zwischen Trocken- und Nassbürste wählen, sondern es wurde ihnen jeweils nur eine Bürstenart angeboten. GUTMANN (2010) führte Untersuchungen zum Vergleich der Nutzung von fixen und rotierenden Bürsten in Milchviehbetrieben durch, wobei die Ergebnisse einer Wahl-Situation (den Tieren stand in einem Stall sowohl eine starre

Bürste, als auch eine rotierende Bürste zur Verfügung) verglichen wurden mit einer Situation in der die Tiere in einem Stall nur Zugang zu einer Bürstenart hatten. Dabei stellte sich heraus, dass beide Versuchsbedingungen vergleichbare Ergebnisse lieferten.

Aufgrund der Anzahl der teilnehmenden Betriebe war es nicht möglich, in allen Betrieben die gleiche Anzahl an Tieren zu haben. Da jedoch nach GRAUVOGL et al. (1992) eine Maschine für ca. 50 Tiere ausreicht und laut WANDEL und KNOLL (1995) für 50-60 Tiere, konnte davon ausgegangen werden, dass es nicht zu Nutzungsunterschieden aufgrund von Verdrängung kommt. Diese Annahme wurde durch die Auswertung der ermittelten Daten bestätigt. Die Gesamtnutzungszeit der Bürsten in 24 Stunden pro Tier (Trockenbürsten: 5,8 Minuten; Nassbürsten: 1,3 Minuten) war so gering, dass selbst bei einer Gruppengröße von 60 Tieren eine Beeinflussung der Nutzung durch Verdrängung nahezu ausgeschlossen werden kann. In den größten Betrieben, die am Versuch teilgenommen haben, hatten maximal 60 Tiere Zugang zur Bürste.

Bei der Zuteilung der Nassbürsten wurde auf eine zufällige Auswahl der Betriebe Wert gelegt. Dadurch konnte keine gleichmäßige Verteilung bezüglich der Betriebsgröße stattfinden. Wie oben bereits erklärt betrug die maximale Gesamtnutzungszeit der Trockenbürsten ca. 5,8 h am Tag und die der Nassbürsten ca. 1,3 h am Tag bei 60 Tieren pro Bürste. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse trotz unterschiedlicher Tieranzahl vergleichbar sind.

Der Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in einem Betrieb, dessen zwei Abteilungen eine ähnliche Tieranzahl hatten, brachte ähnliche Ergebnisse, wie der Vergleich aller Betriebe mit Nass- bzw. Trockenbürsten. Auch dies deutet darauf hin, dass die Versuchsergebnisse nicht durch die unterschiedliche Tieranzahl pro Bürste beeinflusst wurden.

### **5. 2. 1 Bürstennutzungsfrequenz**

Die Anzahl der Bürstenbesuche pro Tier und Tag wurde ermittelt, indem alle Besuche eines Tages gezählt und anschließend durch die Anzahl der Tiere geteilt wurden, die Zugang zur Bürste hatten. Dabei wurden die Besuche in drei Kategorien (Besuche ab 30 Sekunden Dauer, Besuche unter 30 Sekunden Dauer und nicht Ziel

gerichtete Besuche) eingeteilt. Dies erwies sich als sehr sinnvoll, da so verhindert werden konnte, dass unbeabsichtigte (nicht Ziel gerichtete) Bürstenbesuche das Ergebnis beeinflussen. Solche Bürstenbesuche kamen in einigen Betrieben sehr häufig vor, in anderen dagegen kaum, was vermutlich auf unterschiedliche Standorte der Bürste im Stall zurückzuführen ist. Auch eine größere Tieranzahl und damit mehr Tierbewegung im Stall könnte eine mögliche Ursache für eine höhere Anzahl an Nicht Ziel gerichteten Besuchen sein. Des Weiteren kann das Vorhandensein brünstiger Tiere zu mehr Tierbewegung im Stall führen, was Schwankungen zwischen den einzelnen Beobachtungstagen erklären könnte.

Bei den Besuchen unter 30 Sekunden Dauer hatte man im Gegensatz zu den länger dauernden Besuchen nicht den Eindruck, dass sie wirklich Folge eines Bürst- bzw. Abkühlungsbedürfnisses sind. Vielmehr schienen diese Besuche zufällig „im Vorbeigehen“, bzw. aus Neugierde zu geschehen. Daher wurden sie ebenfalls separat gewertet. Die genauere Betrachtung beschränkte sich auf die Besuche ab 30 Sekunden Dauer.

Es zeigte sich, dass es zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und Betrieben ohne Vorerfahrung bei den Besuchen ab 30 Sekunden und den Besuchen unter 30 Sekunden keinen signifikanten Unterschied gab. Die Anzahl der nicht Ziel gerichteten Besuche war in den Betrieben mit Vorerfahrung mit 0,9 Besuchen pro Tier und Tag signifikant niedriger, als in den Betrieben ohne Vorerfahrung (1,4 Besuche pro Tier und Tag).

Daraus kann geschlossen werden, dass die Bürsten schnell von den Tieren angenommen werden und die Tatsache, ob den Tieren schon länger eine Bürste zur Verfügung stand oder sie nur eine kurze Eingewöhnungszeit hatten, keinen Einfluss auf die Häufigkeit der Nutzung hat. Zu diesem Ergebnis kamen auch DE VRIES et al. (2007), die herausfanden, dass die neu angebotene Trockenbürste bereits nach sieben Tagen von 93 % der Kühe benutzt wurde. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass sich das Bürstennutzungsverhalten über einen Zeitraum von zwei Wochen nicht änderte. In der vorliegenden Arbeit konnte sowohl bei den Betrieben mit Vorerfahrung, als auch in den Betrieben ohne Vorerfahrung keine signifikante Änderung der Nutzungsfrequenz im Verlauf des Beobachtungszeitraumes festgestellt werden.

Der deutliche Unterschied in Bezug auf die Nicht Ziel gerichteten Besuche ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass es sich bei den Betrieben, die vor dem

Versuch noch keine elektrische Bürste hatten, meist um ältere, kleinere Laufställe handelte. Der Platz an dem die Bürsten montiert wurden, wurde von den Tieren deshalb weiterhin als Laufweg bzw. Ausweichplatz benutzt.

Ein Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürsten konnte sowohl in einem Betrieb unter gleichen Klima- und Managementbedingungen durchgeführt werden, als auch durch die Gegenüberstellung der Durchschnittswerte aller Betriebe. In beiden Fällen war die Anzahl der Besuche ab 30 Sekunden an der Trockenbürste ca. dreimal so hoch wie an der Nassbürste. Im betriebsinternen Vergleich wurde die Trockenbürste ca. 3,6mal pro Tier und Tag benutzt, die Nassbürste ca. 1,2mal. Im Vergleich der Durchschnittswerte aller Betriebe lag die Anzahl der Besuche pro Tier und Tag bei 2,8 (Trockenbürsten) bzw. 0,9 (Nassbürsten). In Bezug auf die Besuche unter 30 Sekunden Dauer gab es im betriebsinternen Vergleich keinen statistisch gesicherten Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürste, während es beim Vergleich aller Betriebe einen signifikanten, aber sehr geringen Unterschied zwischen Trockenbürsten (0,7 Besuche pro Tier und Tag) und Nassbürsten (0,6 Besuche pro Tier und Tag) gab. Diese, fast gleiche, Anzahl der Besuche unter 30 Sekunden kann als Hinweis dafür gewertet werden, dass die Nassbürsten genauso von den Tieren wahrgenommen wurden, wie die Trockenbürsten, und nicht etwa an ungünstigen Standorten standen. Die Anzahl der nicht Ziel gerichteten Besuche lag bei den Nassbürsten deutlich höher, als bei den Trockenbürsten. Wie bereits oben erwähnt sind dafür vermutlich der Standort einer Bürste oder auch die Tieranzahl und damit die Tierbewegung im Stall verantwortlich. Welchen Einfluss der Standort auf die nicht Ziel gerichteten Besuche hatte, fiel besonders bei der Auswertung des betriebsinternen Vergleiches auf. Die Nassbürste befand sich an der Innenseite einer Kurve, die die Tiere laufen mussten, wenn sie vom Futtertisch zu einigen Liegeplätzen oder zum Melkstand laufen wollten. Das Stallabteil, in dem die Trockenbürste installiert war, war zwar symmetrisch angeordnet, jedoch befand sich die Bürste dort an der Wandseite des Durchganges, also an der Außenseite der Kurve. Diese Beobachtung zeigt, dass man die Nutzung einer Bürste nicht etwa anhand der Betriebsstunden der Bürste bewerten kann, was bei der Planung des Versuches zunächst überlegt wurde. Die Nassbürste wurde zwar häufig von den Tieren angestoßen, jedoch oft unbeabsichtigt.

In der Literatur sind nur wenige Untersuchungen zu Trockenbürsten und lediglich eine Untersuchung zu der neuartigen Nassbürste zu finden. In keiner der

Untersuchungen wurden die Besuche in Kategorien eingeteilt. Es ist auch nicht erwähnt, ob alle Besuche (auch die unbeabsichtigten) zur Besuchszahl gerechnet wurden, oder diese nicht gezählt wurden.

Dies wäre eine mögliche Erklärung für die etwas abweichenden Werte in der Literatur. DE VRIES et al. (2007) zählten im Durchschnitt 7,7 Bürstenbesuche pro Tier und Tag. GEORG und TOTSCHEK (2001) berichten von 3,3 bis 5,8 Bürstenbesuchen pro Tier und Tag, wobei sie trotz gleicher Voraussetzungen zum Teil signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen feststellten. Daraus schlossen sie, dass tierindividuelle Unterschiede einen sehr großen Einfluss auf die Nutzungshäufigkeit haben. Auch bei der Erstellung der vorliegenden Arbeit fiel auf, dass sich das Bürstennutzungsverhalten zwischen den einzelnen Betrieben unterschied.

Der Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten war jedoch unabhängig von betriebsindividuellen Abweichungen stets deutlich. Rasseunterschiede könnten ebenfalls eine Ursache für die etwas abweichenden Werte in der Literatur sein. An der vorliegenden Untersuchung nahmen nur Betriebe mit Braunvieh teil (einzelne Tiere anderer Rassen) um einen Einfluss der Rasse zu verhindern.

Die bislang einzige Untersuchung (SCHNELL, 2005), die die Nutzung der Nassbürste der Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland im Rahmen einer Diplomarbeit untersuchte, kam – im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit - zu dem Ergebnis, dass diese von den Tieren häufiger besucht wurde, als die Trockenbürste. Allerdings stand den Tieren dort gleichzeitig sowohl die Nassbürste, als auch die Trockenbürste zur Verfügung und es wird nur die absolute Besuchszahl über den Versuchszeitraum angegeben, keine relative Anzahl pro Tier und Tag. Da jeweils nur kurze Abschnitte eines Tages ausgewertet wurden, ist es fraglich, ob die Ergebnisse mit der hier vorliegenden Arbeit vergleichbar sind. Es wurde leider auch nicht angegeben, welche Art von Besuchen gewertet wurde. Nach SCHNELL (2005) bevorzugten 35% der Tiere die Nassbürste, wobei alle diese Tiere auch die Trockenbürste benutzten. 42% der Tiere zeigten keine Präferenz für eine der beiden Bürsten.

## 5. 2. 2 Bürstennutzungsdauer

Bei den Besuchen ab 30 Sekunden wurde die Dauer des jeweiligen Besuches festgehalten, um heraus zu finden, wie lange die Bürstenbesuche durchschnittlich dauern. Die Dauer aller Besuche eines Tages wurde durch die Anzahl der Besuche an diesem Tag geteilt und so in jedem Betrieb für jeden Beobachtungstag die durchschnittliche Besuchsdauer pro Besuch ermittelt.

Ähnlich wie bei der Nutzungsfrequenz gab es keinen statistisch abgesicherten Unterschied zwischen Betrieben mit Vorerfahrung und Betrieben ohne Vorerfahrung, aber einen signifikanten Unterschied zwischen Betrieben mit Trockenbürste und Betrieben mit Nassbürste. Die Besuchsdauer war an den Trockenbürsten ca. 1,4mal so lang, wie an den Nassbürsten (126,4 bzw. 90,4 Sekunden).

Berechnet man mit Hilfe der Besuchsfrequenz die Gesamtnutzungsdauer pro Tag, so stimmt das Ergebnis in Bezug auf die Trockenbürsten ungefähr mit den Angaben in der Literatur überein. DE VRIES et al. (2007) berichten von einer täglichen Nutzungszeit von 6,8 Minuten pro Tier und Tag. In der vorliegenden Arbeit waren es ca. 5,8 Minuten pro Tier und Tag, wobei wie oben erwähnt nur Besuche ab 30 Sekunden Dauer berücksichtigt wurden. Die Hochrechnung der Kurzbesuche fällt jedoch auch dann kaum ins Gewicht, wenn man die maximale Dauer von 29 Sekunden pro Besuch annimmt. Die Nutzungsdauer der Nassbürsten war mit ca. 1,3 Minuten pro Tier und Tag deutlich geringer.

Beim Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste unter gleichen Klima- und Managementbedingungen fiel das Ergebnis noch eindeutiger aus. Ein Besuch an der Trockenbürste dauerte dabei durchschnittlich ca. 1,8mal so lange, wie an der Nassbürste (139,8 Sekunden bzw. 79,5 Sekunden).

SCHNELL (2005) kam ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Benutzungsdauer der Nassbürsten wesentlich geringer ist, als die der Trockenbürsten. Er gibt eine durchschnittliche Besuchsdauer von 77,4 Sekunden pro Kuh für die Trockenbürsten an und 37,6 Sekunden pro Kuh für die Nassbürsten. Leider geht aus der Arbeit nicht genau hervor, ob dies eine Besuchsdauer pro Besuch oder pro Tag war.

Sowohl die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit, als auch die Untersuchung von SCHNELL (2005) zeigen, dass die Kühe sich an der Trockenbürste intensiver bürsten, als an der Nassbürste. Daraus ergibt sich die Frage, ob eine Nassbürste

(sofern sie als einzige Bürste angeboten wird) das Bedürfnis der Kühe, sich an Gegenständen zu reiben, in gleichem Maß erfüllen kann, wie die Trockenbürste. Fellpflege aber stellt für Kühe ein sehr großes Bedürfnis dar (BOLINGER et al, 1997). Auch kann das sich Scheuern an unbelebten Objekten nach einer Untersuchung von KOHARI et al. (2007) nicht durch gegenseitige Körperpflege oder sich selbst pflegen ersetzt werden, sondern scheint ein eigenes, unabhängiges Bedürfnis zu sein.

Die Tatsache, dass die Nutzungszeit der Nassbürsten sowohl pro Besuch, als auch pro Tier und Tag deutlich geringer war, als die der Trockenbürsten und dass die für die Nassbürsten ermittelten Werte deutlich unter den in der Literatur für Trockenbürsten angegebenen Werten lagen (Gesamtnutzungszeit der Nassbürsten pro Tier und Tag: 1,3 Minuten; DE VRIES et al. (2007): 6,8 Minuten pro Tier und Tag), während die für die Trockenbürsten ermittelte Nutzungszeit von 5,8 Minuten in etwa damit übereinstimmt, spricht dafür, dass ausgiebiges Bürst- und Fellpflegeverhalten an den Nassbürsten nicht in dem Maße stattfindet, wie an den Trockenbürsten.

### **5. 2. 2 Nur-Kopf-Besuche**

Eine Untersuchung, welche Körperstellen gebürstet wurden, war ursprünglich nicht vorgesehen. Bei der Auswertung der Videoaufnahmen fiel jedoch auf, dass es vor allem bei der Nutzung der Nassbürsten oft vorkam, dass die Tiere sich nur am Kopf bürsteten. Aus diesem Grund wurden diese Besuche (sofern sie 30 Sekunden oder länger dauerten) notiert und durch die insgesamt gezählten Besuche ab 30 Sekunden geteilt. So konnte der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen Besuchen ermittelt werden.

Im Gegensatz zu Nutzungsfrequenz und –dauer gab es bei diesem Parameter einen relativ deutlichen Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung (23,3 % bzw. 10,5%), der jedoch nicht statistisch abgesichert werden konnte.

Bei genauerer Betrachtung konnte festgestellt werden, dass der Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ bei Nassbürsten insgesamt höher war und dort auch der Unterschied zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung deutlicher ausgeprägt war. Bei den Trockenbürsten konnte zwischen Betrieben mit und ohne Vorerfahrung kein



Unterschied festgestellt werden, während bei den Nassbürsten in Betrieben mit Vorerfahrung der Anteil von „Nur-Kopf-Besuchen“ signifikant höher war, als in Betrieben ohne Vorerfahrung (40,6 % bzw. 13,2 %). Der Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten war sowohl beim Vergleich unter gleichen Klima- und Managementbedingungen, als auch beim Durchschnitt aller Betriebe signifikant.

Der durchschnittliche Anteil an „Nur-Kopf-Besuchen“ an den Trockenbürsten betrug ca. ein Viertel des Wertes der an den Nassbürsten ermittelt wurde (10,4 % bzw. 41,9 % im betriebsinternen Vergleich und 6,9 % bzw. 26,9 % beim Vergleich aller Betriebe). GEORG und TOTSCHKE (2001) berichten, dass der Kopfbereich bevorzugt geputzt wird, jedoch findet sich kein Hinweis, ob es sich dabei um „Nur-Kopf-Besuche“ handelt, oder um Besuche, bei denen zwar der Kopf gebürstet wurde, aber auch andere Körperteile. Nach GRAUVOGL et al. (1992) wird der Rücken am häufigsten geputzt.

In der Arbeit von SCHNELL (2005) findet sich kein Vergleichswert.

Der signifikante Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten kann als Indiz dafür gewertet werden, dass das Bürstverhalten sich durch die Verwendung der Nassbürste ändert. Bei Kühen, die noch nicht so lange an das Vorhandensein einer Trockenbürste gewöhnt waren, wurde das Verhalten „Nur-Kopf-Bürsten“ nicht so oft beobachtet, wie bei Tieren, die schon länger vor dem Versuch eine Trockenbürste zur Verfügung hatten. Es scheint die Tiere also deutlich in ihrem Bürstennutzungsverhalten zu beeinflussen, wenn aus der gewohnten Trockenbürste plötzlich Wasser kommt.

Auch diese Beobachtung spricht dafür, dass die Nassbürste das Bedürfnis der Kühe, den gesamten Körper zu pflegen, nicht in dem Maße erfüllen kann, wie die Trockenbürste.

#### **5. 2. 4 Sonderfall Betrieb Nr. 13 (Defekte Nassbürste)**

In diesem Betrieb war ab August die Nassbürste defekt, so dass das Wasser nicht mehr, wie ursprünglich, über die gesamte Breite der Bürste herab lief, sondern nur noch an der Innenseite, in Holmnähe. Bei der Betrachtung der Videoaufnahmen fiel auf, dass die Kühe vermehrt den äußeren Teil der Bürste nutzten und so dem Wasser auswichen. Die Daten dieses Betriebes wurden deshalb nicht zum

Durchschnitt der Nassbürsten gerechnet, sondern stets separat dargestellt. Sie wurden aufgrund der geringen Anzahl nicht statistisch ausgewertet. Trotzdem bestätigen sie die Ergebnisse des Versuches insgesamt. Sowohl die Bürstennutzungsfrequenz, als auch die Bürstennutzungsdauer stiegen nach dem Defekt deutlich an, während der Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ stark zurückging. Dies könnte als ein weiterer Hinweis dafür gewertet werden, dass die Nassbürste im Vergleich zur Trockenbürste das Kratz- und Fellpflegebedürfnis der Kühe nicht ausreichend befriedigen kann.

### **5. 3 Auswirkung des Bürstenangebotes auf Milchleistung und Zellzahlgehalt der Milch**

Um zu ermitteln, ob das Bürstenangebot im Stall einen Einfluss auf die Milchleistung und auf den Zellzahlgehalt der Milch hatte, wurden in jedem Betrieb vier MLP-Berichte je Versuchsphase ausgewertet im Hinblick auf den Herdendurchschnitt der Milchleistung pro Tier und Tag sowie auf den Herdendurchschnitt des Zellzahlgehaltes der Milch. Dabei wurden in der ersten Versuchsphase Betriebe, die schon länger mit einer Trockenbürste ausgestattet waren, verglichen mit Betrieben, die zu diesem Zeitpunkt noch keine elektrische Bürste hatten. In der zweiten Phase wurden Betriebe mit Vorerfahrung und Betriebe ohne Vorerfahrung (haben in dieser Phase eine Trockenbürste neu bekommen) verglichen und in der dritten Phase, in der auch die Videobeobachtung stattfand, fand ein Vergleich zwischen Betrieben mit Trockenbürste und solchen mit Nassbürste statt.

Da keine statistisch abgesicherten Unterschiede zwischen den Gruppen vorhanden waren, wurde auf eine weitere Auswertung verzichtet. Dabei ist zu beachten, dass Betrieb 2, in dem ein direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste stattfand, in der dritten Phase in zwei Betriebe aufgeteilt wurde, wobei es sich um zwei Leistungsgruppen handelte. Bei der statistischen Bewertung von Milchleistung und Zellzahlgehalt in der dritten Versuchsphase wurden die beiden Betriebe aus diesem Grund nicht berücksichtigt, jedoch in der deskriptiven Darstellung, wodurch es zu einem scheinbaren Unterschied zwischen Trocken- und Nassbürsten kam, da Betrieb 11 (Nassbürste) die Gruppe mit der höheren Milchleistung war und Betrieb 2 (Trockenbürste) die Gruppe mit der niedrigeren Milchleistung.

Auch Betrieb 13 wurde nur in der ersten und zweiten Phase zum Durchschnitt gerechnet, da die Nassbürste in diesem Betrieb ab August defekt war.

### **5. 3. 1 Milchleistung**

In bisherigen Untersuchungen von elektrischen Trockenbürsten konnte kein Einfluss der Bürstennutzung auf die Milchleistung festgestellt werden (GRAUVOGL et al., 1992; GEORG und TOTSCHEK, 2001), was sich mit der vorliegenden Arbeit deckt. Die einzige Untersuchung zur Nassbürste (SCHNELL, 2005) fand Hinweise darauf, dass die Abkühlung an der Nassbürste sich positiv auf die Milchleistung auswirkt. Dies konnte jedoch nicht gesichert werden, da besonders heiße Tage im Versuchszeitraum nicht oft vorkamen. In der vorliegenden Arbeit gab es keine Hinweise darauf, dass die Nutzung der Nassbürste verhindern kann, dass es zu hitzebedingten Einbrüchen in der Milchleistung kommt. Dies könnte daran gelegen haben, dass die Nassbürste relativ wenig von den Tieren benutzt wurde. Auch ist es fraglich, inwieweit die Tiere im Versuchszeitraum überhaupt von Hitzestress betroffen waren (siehe Diskussion Temperatur und THI). Aufgrund der großen Betriebsanzahl war es nicht möglich, eine tierindividuelle Auswertung der Milchleistung im Bezug zur jeweiligen Bürstennutzung vorzunehmen. Dies wäre sicherlich nötig, um genauere Aussagen treffen zu können. Für weitere Versuche wäre es auch von Interesse, Betriebe in sehr heißen Gegenden und Tiere mit höherer Milchleistung einzubeziehen. Nach BERMAN et al. (1985) hatte die Milchleistung bei Kühen mit hoher Leistung einen signifikanten Einfluss auf die Körpertemperatur. BERMAN (2005), fand heraus, dass ein Anstieg der Milchleistung von 35 auf 45 kg/Tag, die Grenztemperatur um 5°C senkte. Daraus kann man schließen, dass Tiere mit sehr hoher Milchleistung schneller von Hitzestress betroffen sind, als Tiere mit einer geringeren Leistung.

### **5. 3. 2 Zellzahlgehalt der Milch**

In den bisher stattgefundenen Untersuchungen zu elektrischen Bürsten wurde ein möglicher Einfluss der Bürstennutzung auf den Zellzahlgehalt der Milch nicht

untersucht. In der vorliegenden Arbeit, in der der Zellzahlgehalt der Milch, wie die Milchleistung als Parameter in die Untersuchung einbezogen wurde, um Hitzestress anzuzeigen, bzw. eine Reduktion des Hitzestresses durch das Angebot der Nassbürste, gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Auch hier wäre eine tierindividuelle Untersuchung unter Berücksichtigung des Laktationsstadiums und der Eutergesundheit sinnvoll. BOURAOUI et al. (2002) stellten einen signifikanten Anstieg des Zellzahlgehaltes der Milch von Frühling (durchschnittlicher täglicher THI 68) bis Sommer (durchschnittlicher täglicher THI 78) fest. IGONO et al. (1988) fanden heraus, dass der Zellzahlgehalt der Milch innerhalb einer Gruppe mit gleicher Leistung mit steigendem THI ansteigt, wobei jedoch der Zellzahlgehalt auch vom Laktationsstadium bzw. der Milchleistung abhängt. Kühe in der frühen Laktation mit hoher Leistung haben geringere Zellzahlgehalte, als Kühe am Ende der Laktation mit niedriger Leistung. Eine Untersuchung von WEGNER et al. (1976) zeigte, dass es deutliche Unterschiede zwischen eutergesunden und subklinisch euterkranken Kühen bezüglich der Reaktion auf Stress gibt, wenn man den Leukozytengehalt im Blut und den Zellzahlgehalt der Milch betrachtet.

#### **5. 4 Auswirkung des Bürstenangebotes auf den Verschmutzungsgrad der Kühe**

Um heraus zu finden, ob das Bürstenangebot einen Einfluss auf die Tierverschmutzung hat, wurde in jedem Betrieb in jeder Versuchsphase der Verschmutzungsgrad der linken Hinterhand einiger zufällig ausgewählter Tiere anhand von Fotos bewertet und daraus jeweils der Betriebsdurchschnitt ermittelt.

Es konnte weder durch den Einsatz von Trockenbürsten in Betrieben, die bisher keine elektrische Bürste hatten, noch durch den Einsatz von Nassbürsten ein signifikanter Einfluss auf die Tierverschmutzung festgestellt werden. In der Literatur finden sich nur wenige Hinweise auf Untersuchungen zur Auswirkung der Bürstennutzung auf die Tierverschmutzung. GRAUVOGL et al. (1992) stellten fest, dass die Tiere umso sauberer waren, je länger die Putzzeit war, dass aber bei stark verschmutzten Kühen auch bei maximaler Putzzeit kein optimaler Putzeffekt erzielt werden konnte. WANDEL und KNOLL (1995) beobachteten, dass das Fell von Kühen bei intensiver Nutzung der Putzmaschine schon nach kurzer Zeit zu Glänzen

beginnt. Einen eindeutigen Effekt auf den Verschmutzungsgrad konnte man bisher aber nicht nachweisen.

Um diesen Aspekt weiter zu verfolgen, müsste man wie auch bei Milchleistung und Zellzahlgehalt die Verschmutzung von Einzeltieren unter Berücksichtigung des individuellen Bürstennutzungsverhaltens beurteilen. Dabei sollten allerdings auch die Kotkonsistenz sowie die Aufstallung Beachtung finden, da diese Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die Verschmutzung der Tiere haben. Nach HUGHES (2001) ist Diarrhoe eine der Hauptursachen für verschmutzte Tiere, außerdem spielt die Sauberkeit der Laufflächen sowie die Gestaltung und Pflege der Liegeflächen eine große Rolle. Auch WARD et al. (2002) stellten fest, dass Kühe, die festen Kot produzierten sauberer waren, als Kühe mit flüssigem Kot.

## **5. 5 Schlussfolgerung**

Die Nassbürsten wurden von den Tieren deutlich weniger genutzt als die Trockenbürsten. Sowohl die Besuchsfrequenz, als auch die Besuchsdauer war signifikant niedriger. Dabei machte es keinen Unterschied, ob die Tiere vor dem Versuch bereits an eine elektrische Trockenbürste gewöhnt waren, oder ihnen diese erst während des Versuches angeboten wurde. Ob die neuartigen Nassbürsten dazu beitragen können, Hitzestress für die Tiere zu verringern oder zu vermeiden, konnte nicht endgültig geklärt werden. Da das Thema Hitzestress gerade in heißen Gegenden im Bereich der Milchviehhaltung von großer Bedeutung ist, wären weitere Untersuchungen diesbezüglich sicher sinnvoll. Dabei sollte eine tierindividuelle Betrachtung erfolgen. Da die Nassbürsten nicht so ausgiebig genutzt wurden, wie die Trockenbürsten ist außerdem zu empfehlen, den Tieren gleichzeitig eine Trockenbürste anzubieten um deren Fellpflegebedürfnis ausreichend zu befriedigen. Eine weitere Möglichkeit für weitergehende Untersuchungen wären verschiedene Varianten der Wasserbürste bezüglich der Wassermenge und des Wasserdruckes. SHEATH und MILLER (1948) stellten im Zusammenhang mit einem Versuch fest, dass Kühe die angebotenen Duschkmöglichkeiten nicht nutzen, wenn der Wasserstrahl zu grob war. Denkbar wäre auch, dass die Nassbürsten bei länger dauernden Hitzeperioden mehr genutzt werden, oder Untersuchungen mit Kühen anderer Rassen oder höherer Milchleistung andere Ergebnisse liefern.

## 6. Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasste sich mit neu entwickelten Nassbürsten, die zur Verringerung oder Vermeidung von Hitzestress beitragen sollen. Dabei wurde die Nutzung von Nassbürsten im Vergleich zu Trockenbürsten in zwölf Milchviehbetrieben, die überwiegend Braunviehkühe hielten, während der Sommermonate untersucht. In der Hälfte der Betriebe war bereits vor Beginn des Versuches eine Trockenbürste vorhanden, die andere Hälfte der Betriebe wurde im Verlauf des Versuches mit einer Trockenbürste ausgestattet. Im Sommer wurde in sechs Betrieben (drei aus jeder Gruppe) die Trockenbürste durch eine Nassbürste ersetzt. In einem Betrieb, der zwei Abteilungen in einem Stall hat, konnte ein direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste unter gleichen Klima- und Managementbedingungen durchgeführt werden.

Mit Hilfe von Videoaufnahmen wurden an sechs Sommertagen Häufigkeit und Dauer der Bürstenbesuche erfasst. Des Weiteren wurde der Einfluss des Bürstenangebotes auf die Milchleistung, den Zellzahlgehalt der Milch, sowie die Tierverschmutzung getestet. Dabei wurde auch überprüft, ob die längere Gewöhnung an das Angebot einer Trockenbürste das Bürstennutzungsverhalten der Tiere beeinflusst und ob in Betrieben, die bisher nicht mit einer elektrischen Bürste ausgestattet waren, bereits eine Veränderung der Milchleistungsparameter oder der Tierverschmutzung durch den neuen Einsatz der Trockenbürste eintritt.

Das Bürstennutzungsverhalten der Tiere unterschied sich deutlich zwischen Nass- und Trockenbürsten. In Bezug auf die Nutzungshäufigkeit und Nutzungsdauer gab es signifikante Unterschiede zwischen den Nassbürsten und den Trockenbürsten. Die Trockenbürsten wurden von den Kühen ungefähr dreimal so häufig genutzt, wie die Nassbürsten. Die Dauer eines Bürstenbesuches war an den Trockenbürsten ca. 1,4mal so lang, wie an den Nassbürsten. Dabei spielte es keine Rolle, ob die Kühe schon länger Erfahrung mit Trockenbürsten hatten, oder die Trockenbürste erst im Laufe dieses Versuches bekommen haben. Auch im Verlauf des Versuches trat keine signifikante Veränderung ein.

Ein Einfluss des Bürstenangebotes auf Milchleistung, Zellzahlgehalt der Milch oder die Tierverschmutzung konnte nicht festgestellt werden.

Die Frage, ob die neuartigen Nassbürsten dazu geeignet sind, Hitzestress bei Milchkühen zu verringern, konnte nicht endgültig beantwortet werden. Dazu wären weitere Untersuchungen zur Nassbürste sicher nötig und sinnvoll.

## 7. Summary

### **Studies about a wet brush for cows in dairy farms**

The study was about newly developed wet brushes, which will help to reduce or prevent heat stress. The using of wet versus dry brushes was examined during summertime within twelve dairy farms. These farms had mainly Brown Swiss cows. The half of the farms already had a dry brush before the experiment started. The other half was equipped with a dry brush during the experiment. In the summer, the dry brush was replaced by a wet brush within six farms (three from each group). In one farm which had two stable compartments, it was possible to perform a direct comparison between dry and wet brushes among the same climatic and management conditions.

The frequency and duration of brush visits were collected during six summer days, via video recordings. Furthermore the influence of the brush offer regarding the milk performance, number of cells in the milk and the pollution of the animal was examined. It was also checked whether the long habituation to the offer of a dry brush affects the behavior of the animals regarding the brush usage, and if at farms which were not previously equipped with an electric brush, already a change occurs, regarding milk production parameters, or pollution of the animal, by the new use of the dry brush.

The brush usage behavior of the animals differed significantly between wet and dry brushes. In terms of frequency and duration of use, there were significant differences between the wet brush and dry brush. The cows used the dry brush about three times as often as the wet brush. The duration of a visit at the dry brush was 1,4 times as long as a visit at the wet brush. It did not matter whether the cows have had longer experience with a dry brush, or have received the dry brush in the course of this experiment. Also during the experiment no significant change occurred.

An influence of the brush offer on milk yield, somatic cell count in the milk, or animal contamination could not be found.

The question whether the new wet brushes are suitable to reduce heat stress in dairy cows, could not be answered definitively. For that, further investigations about the wet brush would certainly be necessary and meaningful.



## 8. Anhang

Tabelle 16: Bürstenbesuche pro Tier und Tag; Einzelwerte aller Betriebe und aller Kategorien.  
Für jeden Tag wurden 24 h Videomaterial ausgewertet. <sup>1</sup>

	Bürste Vorerfahrung Betrieb	Trockenbürsten						Nassbürsten						
		mit Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung			mit Vorerfahrung			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Kategorie 1 (Besuche ab 30 Sekunden)	Juli Tag 1	2,17	3,78	2,53	4,23	1,40	2,52	1,28	1,00	0,74	0,56	1,87	0,83	0,59
	Juli Tag 2	2,24	3,33	3,71	3,93	1,54	2,83	0,95	0,75	0,69	0,69	1,57	0,75	0,73
	August Tag 1	2,57	3,77	3,77	3,14	2,00	2,66	1,22	0,75	0,71	0,40	1,10	1,02	2,09
	August Tag 2	2,63	3,77	3,39	3,45	1,90	2,48	1,17	0,87	0,83	0,49	1,33	1,02	1,85
	September Tag 1	2,13	3,77	2,69	2,38	1,81	2,50	0,82	0,76	0,85	0,40	0,53	0,63	1,79
	September Tag 2	1,93	3,00	1,88	3,33	1,68	2,21	0,72	0,53	0,73	0,33	0,87	0,98	2,02
Kategorie 2 (Besuche < 30 Sekunden)	Juli Tag 1	0,38	0,78	0,65	1,13	0,46	1,14	0,92	0,27	0,53	0,44	1,00	0,95	1,31
	Juli Tag 2	0,28	0,63	1,74	1,13	0,23	0,90	0,69	0,25	0,48	0,43	0,83	0,60	0,67
	August Tag 1	0,50	0,65	0,90	0,76	0,48	0,45	0,67	0,23	0,59	0,28	0,67	0,63	1,04
	August Tag 2	0,37	0,96	1,36	0,79	0,60	0,62	0,97	0,38	0,52	0,34	1,13	0,47	1,17
	September Tag 1	0,20	0,32	1,33	0,83	0,73	0,77	0,80	0,54	0,67	0,23	0,67	0,75	1,14
	September Tag 2	0,17	0,50	0,95	0,83	1,05	0,83	0,59	0,33	0,66	0,15	0,73	0,60	1,51
Kategorie 3 (Nicht Ziel gerichtete Besuche)	Juli Tag 1	0,24	1,22	0,56	2,17	0,23	1,24	2,26	0,71	1,52	0,07	2,43	2,30	0,37
	Juli Tag 2	0,28	1,00	0,24	3,33	0,26	1,14	1,28	0,94	1,00	0,09	1,77	1,21	0,39
	August Tag 1	0,30	0,92	0,33	2,00	0,39	0,48	1,47	1,00	1,03	0,09	1,93	1,32	0,80
	August Tag 2	0,13	1,50	0,44	2,97	0,52	0,93	1,78	1,28	1,76	0,13	2,20	1,53	1,15
	September Tag 1	0,10	0,82	0,62	2,59	0,51	1,04	1,28	2,13	1,83	0,09	1,77	1,91	0,74
	September Tag 2	0,10	1,82	0,47	3,13	0,73	1,28	1,74	1,27	1,71	0,06	2,47	1,67	0,49

<sup>1</sup> Grau unterlegte Werte:

Betrieb 1 August Tag 1: 22,6 h ausgewertet, auf 24 h hochgerechnet  
 Betrieb 3 Juli Tag 1: 10 h ausgewertet, auf 24 h hochgerechnet  
 Betrieb 9 September Tag 1: 22 h ausgewertet, auf 24 h hochgerechnet  
 Betrieb 9 September Tag 2: 22,4 h ausgewertet, auf 24 h hochgerechnet

Tabelle 17: Bürstennutzungsdauer pro Besuch in Sekunden; berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Einzelwerte aller Betriebe an allen Tagen.  
Für jeden Tag wurden 24 h Videomaterial ausgewertet <sup>2</sup>.

Bürste	Trockenbürsten						Nassbürsten						
	mit Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung			mit Vorerfahrung			
Betrieb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juli Tag 1	159	123	97	114	102	134	89	106	73	74	113	76	84
Juli Tag 2	143	128	116	118	151	129	90	167	80	104	91	84	78
August Tag 1	163	143	93	120	120	130	103	133	87	84	81	95	105
August Tag 2	190	147	95	128	124	101	68	146	91	87	72	82	133
September Tag 1	152	142	110	129	111	112	80	77	77	92	51	90	95
September Tag 2	162	156	91	120	110	87	80	106	84	78	69	94	91

Tabelle 18: Anteil der „Nur-Kopf-Besuche“ an allen gezählten Besuchen in Prozent; berücksichtigt sind Besuche ab 30 Sekunden; Einzelwerte aller Betriebe an allen Tagen.  
Für jeden Tag wurden 24 h Videomaterial ausgewertet <sup>2</sup>.

Bürste	Trockenbürsten						Nassbürsten						
	mit Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung			mit Vorerfahrung			
Betrieb	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Juli Tag 1	4,76	2,94	0,00	0,00	14,29	10,96	12,00	0,00	13,95	46,67	33,93	6,38	50,00
Juli Tag 2	1,54	11,11	10,32	1,69	5,56	12,20	16,22	2,78	15,00	70,27	40,43	20,93	51,35
August Tag 1	4,17	8,16	2,72	3,30	6,45	14,29	13,64	17,14	17,07	77,27	42,42	25,86	21,88
August Tag 2	2,53	9,18	5,30	3,00	6,78	11,11	19,05	2,44	12,50	80,77	47,50	27,59	25,88
September Tag 1	6,25	20,48	4,76	5,80	11,94	20,00	18,75	14,29	26,67	57,14	56,25	11,43	23,38
September Tag 2	3,45	10,61	1,23	1,25	3,23	7,81	10,71	7,69	17,50	38,89	30,77	16,07	19,54

<sup>2</sup> Grau unterlegte Werte: Betrieb 1 August Tag 1: 22,6 h ausgewertet  
Betrieb 3 Juli Tag 1: 10 h ausgewertet  
Betrieb 9 September Tag 1: 22 h ausgewertet  
Betrieb 9 September Tag 2: 22,4 h ausgewertet

Tabelle 19: Entwicklung der Milchleistung pro Tier und Tag (Betriebsdurchschnitt in kg) in Betrieben mit Trockenbürste.

\* Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe (zwei Leistungsgruppen) geteilt, die getrennt betrachtet wurden. Betrieb 2 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes, der mit Trockenbürste ausgestattet war.

Versuchsphase	Trockenbürsten mit Vorerfahrung						Trockenbürsten ohne Vorerfahrung					
	Betrieb 1		Betrieb 2*		Betrieb 3		Betrieb 4		Betrieb 5		Betrieb 6	
	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt
1	26.10.09	22,9	02.11.09	22,2	22.10.09	22,8	28.10.09	24,3	25.10.09	27,2	07.11.09	22,0
	26.11.09	21,8	25.11.09	23,3	25.11.09	22,5	02.12.09	25,1	20.11.09	26,1	09.12.09	21,3
	05.01.10	22,2	04.01.10	24,4	02.01.10	22,3	05.01.10	24,2	18.12.09	26,7	13.01.10	20,3
	10.02.10	22,1	31.01.10	25,2	03.02.10	22,8	10.02.10	26,4	28.01.10	27,5	17.02.10	18,7
2	09.03.10	25,4	13.03.10	25,3	09.03.10	21,0	04.03.10	25,2	06.03.10	27,6	17.03.10	19,3
	11.04.10	26,7	14.04.10	25,8	12.04.10	21,7	09.04.10	26,4	01.04.10	29,3	24.04.10	19,8
	03.05.10	26,6	14.05.10	25,7	14.05.10	23,1	08.05.10	25,5	07.05.10	27,9	25.05.10	19,5
	05.06.10	23,5	15.06.10	26,1	17.06.10	23,2	17.06.10	21,9	04.06.10	28,6	29.06.10	20,3
3	22.07.10	22,5	17.07.10	18,1	19.07.10	24,6	15.07.10	20,3	09.07.10	26,8	30.07.10	19,4
	26.08.10	19,4	13.08.10	16,3	26.08.10	25,1	19.08.10	18,5	13.08.10	26,8	02.09.10	22,2
	27.09.10	22,2	23.09.10	17,8	27.09.10	23,3	29.09.10	23,7	16.09.10	25,2	06.10.10	18,8
	29.10.10	20,0	16.10.10	16,3	27.10.10	24,7	02.11.10	22,5	14.10.10	26,0	10.11.10	17,8

Tabelle 20: Entwicklung der Milchleistung pro Tier und Tag (Betriebsdurchschnitt in kg) in Betrieben mit Nassbürste.

\* Betrieb 11 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes 2, der mit Nassbürste ausgestattet war. Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe (zwei Leistungsgruppen) geteilt, die getrennt betrachtet wurden.

Versuchsphase	Nassbürsten ohne Vorerfahrung						Nassbürsten mit Vorerfahrung					
	Betrieb 7		Betrieb 8		Betrieb 9		Betrieb 10		Betrieb 11*		Betrieb 12	
	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt
1	27.10.09	24,2	29.10.09	21,5	03.11.09	21,8	30.10.09	24,5			16.10.09	22,7
	05.12.09	26,3	30.11.09	22,6	09.12.09	24,4	01.12.09	24,1			18.11.09	23,5
	06.01.10	26,2	02.01.10	22,3	14.01.10	22,9	06.01.10	25,0			06.01.10	23,5
	05.02.10	25,8	07.02.10	24,8	17.02.10	23,9	08.02.10	26,1			09.02.10	24,1
2	02.03.10	26,7	12.03.10	25,2	19.03.10	23,3	11.03.10	24,9			11.03.10	24,8
	16.04.10	26,8	13.04.10	25,5	21.04.10	25,7	15.04.10	24,9			15.04.10	23,1
	15.05.10	24,4	14.05.10	26,2	25.05.10	25,5	17.05.10	24,5			17.05.10	22,3
	11.06.10	21,9	18.06.10	25,9	25.06.10	24,1	21.06.10	24,9			22.06.10	21,6
3	15.07.10	22,5	19.07.10	24,7	27.07.10	22,5	21.07.10	25,3	17.07.10	31,5	23.07.10	21,6
	18.08.10	22,9	23.08.10	23,1	31.08.10	20,0	27.08.10	25,4	13.08.10	31,7	26.08.10	22,4
	17.09.10	21,9	26.09.10	20,4	04.10.10	19,5	27.09.10	25,4	23.09.10	30,0	25.09.10	21,1
	19.10.10	23,1	28.10.10	21,6	05.11.10	18,5	30.10.10	26,7	16.10.10	28,9	29.10.10	22,0

Tabelle 21: Entwicklung des Zellzahlgehaltes der Milch (Betriebsdurchschnitt in Tausend) in Betrieben mit Trockenbürste.

\* Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe (zwei Leistungsgruppen) geteilt, die getrennt betrachtet wurden. Betrieb 2 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes, der mit Trockenbürste ausgestattet war.

Versuchsphase	Trockenbürsten mit Vorerfahrung						Trockenbürsten ohne Vorerfahrung					
	Betrieb 1		Betrieb 2*		Betrieb 3		Betrieb 4		Betrieb 5		Betrieb 6	
	Datum des Probemelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probemelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt
1	26.10.09	335	02.11.09	175	22.10.09	204	28.10.09	192	25.10.09	205	07.11.09	195
	26.11.09	157	25.11.09	414	25.11.09	228	02.12.09	121	20.11.09	239	09.12.09	245
	05.01.10	233	04.01.10	283	02.01.10	232	05.01.10	134	18.12.09	312	13.01.10	179
	10.02.10	164	31.01.10	242	03.02.10	212	10.02.10	128	28.01.10	231	17.02.10	124
2	09.03.10	193	13.03.10	202	09.03.10	209	04.03.10	121	06.03.10	154	17.03.10	132
	11.04.10	300	14.04.10	156	12.04.10	352	09.04.10	213	01.04.10	172	24.04.10	110
	03.05.10	168	14.05.10	169	14.05.10	220	08.05.10	156	07.05.10	226	25.05.10	226
	05.06.10	118	15.06.10	256	17.06.10	166	17.06.10	289	04.06.10	148	29.06.10	125
3	22.07.10	144	17.07.10	120	19.07.10	197	15.07.10	296	09.07.10	219	30.07.10	86
	26.08.10	329	13.08.10	191	26.08.10	355	19.08.10	300	13.08.10	168	02.09.10	117
	27.09.10	185	23.09.10	243	27.09.10	395	29.09.10	141	16.09.10	292	06.10.10	241
	29.10.10	185	16.10.10	245	27.10.10	216	02.11.10	186	14.10.10	140	10.11.10	127

Tabelle 22: Entwicklung des Zellzahlgehaltes der Milch (Betriebsdurchschnitt in Tausend) in Betrieben mit Nassbürste.

\* Betrieb 11 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes 2, der mit Nassbürste ausgestattet war. Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe (zwei Leistungsgruppen) geteilt, die getrennt betrachtet wurden.

Versuchsphase	Nassbürsten ohne Vorerfahrung						Nassbürsten mit Vorerfahrung					
	Betrieb 7		Betrieb 8		Betrieb 9		Betrieb 10		Betrieb 11*		Betrieb 12	
	Datum des Probenmelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probenmelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probenmelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probenmelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probenmelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt	Datum des Probenmelkens	Zellzahlgehalt in Tausend Betriebsdurchschnitt
1	27.10.09	136	29.10.09	228	03.11.09	190	30.10.09	138			16.10.09	224
	05.12.09	102	30.11.09	144	09.12.09	183	01.12.09	215			18.11.09	227
	06.01.10	158	02.01.10	113	14.01.10	130	06.01.10	256			06.01.10	232
	05.02.10	208	07.02.10	109	17.02.10	198	08.02.10	151			09.02.10	172
2	02.03.10	162	12.03.10	130	19.03.10	186	11.03.10	151			11.03.10	191
	16.04.10	209	13.04.10	133	21.04.10	147	15.04.10	195			15.04.10	128
	15.05.10	137	14.05.10	138	25.05.10	114	17.05.10	172			17.05.10	219
	11.06.10	115	18.06.10	174	25.06.10	124	21.06.10	201			22.06.10	266
3	15.07.10	454	19.07.10	211	27.07.10	189	21.07.10	233	17.07.10	135	23.07.10	248
	18.08.10	458	23.08.10	133	31.08.10	223	27.08.10	215	13.08.10	184	26.08.10	129
	17.09.10	153	26.09.10	149	04.10.10	180	27.09.10	173	23.09.10	174	25.09.10	163
	19.10.10	181	28.10.10	181	05.11.10	131	30.10.10	156	16.10.10	184	29.10.10	295

Tabelle 23: Entwicklung der Milchleistung und des Zellzahlgehaltes der Milch in Betrieb 13.

Dieser Betrieb wurde in der dritten Phase nicht in die Gesamtbeurteilung einbezogen, da die Nassbürste in diesem Betrieb ab August defekt war. \* Nassbürste defekt.

Betrieb 13			
Versuchsphase	Datum des Probemelkens	Milchleistung/Tier/Tag in kg Betriebsdurchschnitt	Zellzahl in Tausend/ml Betriebsdurchschnitt
1	26.10.09	24,7	142
	26.11.09	25,0	137
	04.01.10	26,0	124
	04.02.10	25,6	143
2	05.03.10	24,8	175
	07.04.10	26,0	193
	10.05.10	25,8	227
	14.06.10	24,6	160
3	14.07.10	23,5	241
	18.08.10 *	24,6	319
	20.09.10 *	22,6	468
	21.10.10 *	23,3	181

Tabelle 24: Entwicklung der Verschmutzungsnote in Betrieben mit Trockenbürste über alle Versuchsphasen.

Durchschnittsnote aus 20 Tieren pro Betrieb; je Tier Durchschnitt von 5 Beurteilern; \* Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe geteilt, die getrennt betrachtet wurden. Betrieb 2 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes der mit Trockenbürste ausgestattet war; Durchschnittsnote des Betriebes 2 in der dritten Phase aus 10 Tieren.

Bürste	Trockenbürsten					
	mit Vorerfahrung			ohne Vorerfahrung		
Betrieb	1	2*	3	4	5	6
Versuchsphase 1	3,97	3,00	2,94	2,48	2,78	3,26
Versuchsphase 2	3,46	3,10	2,71	2,77	3,24	3,47
Versuchsphase 3	3,74	3,26	4,13	2,60	3,04	3,56



Tabelle 25: Entwicklung der Verschmutzungsnote in Betrieben mit Nassbürste über alle Versuchsphasen.

Durchschnittsnote aus 20 Tieren pro Betrieb; je Tier Durchschnitt von 5 Beurteilern; \* Betrieb 11 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes 2, der mit Nassbürste ausgestattet war. Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe geteilt, die getrennt betrachtet wurden; Durchschnittsnote des Betriebes 11 in der dritten Phase aus 10 Tieren.

Bürste	Nassbürsten						
	ohne Vorerfahrung			mit Vorerfahrung			
Vorerfahrung	7	8	9	10	11*	12	13
Betrieb	7	8	9	10	11*	12	13
Versuchsphase 1	3,97	4,09	3,45	3,58		3,64	2,84
Versuchsphase 2	3,73	3,54	3,98	3,05		3,45	3,01
Versuchsphase 3	3,73	3,56	3,48	3,13	4,48	4,46	3,33

Abbildung 30 bis Abbildung 42: Box Plots zur Darstellung der Entwicklung der Verschmutzungsnoten in den einzelnen Betrieben; Jede Box besteht aus 20 Tieren (jeweils Durchschnitt von 5 Beurteilern); Betrieb 2 (direkter Vergleich zwischen Trocken- und Nassbürste in Phase drei) wurde in Phase eins und zwei als ein Betrieb betrachtet. In Phase drei wurde er in zwei Betriebe geteilt, die getrennt betrachtet wurden. Betrieb 2 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes, der mit Trockenbürste ausgestattet war, Betrieb 11 war in der dritten Phase der Teil des Betriebes, der mit Nassbürste ausgestattet war

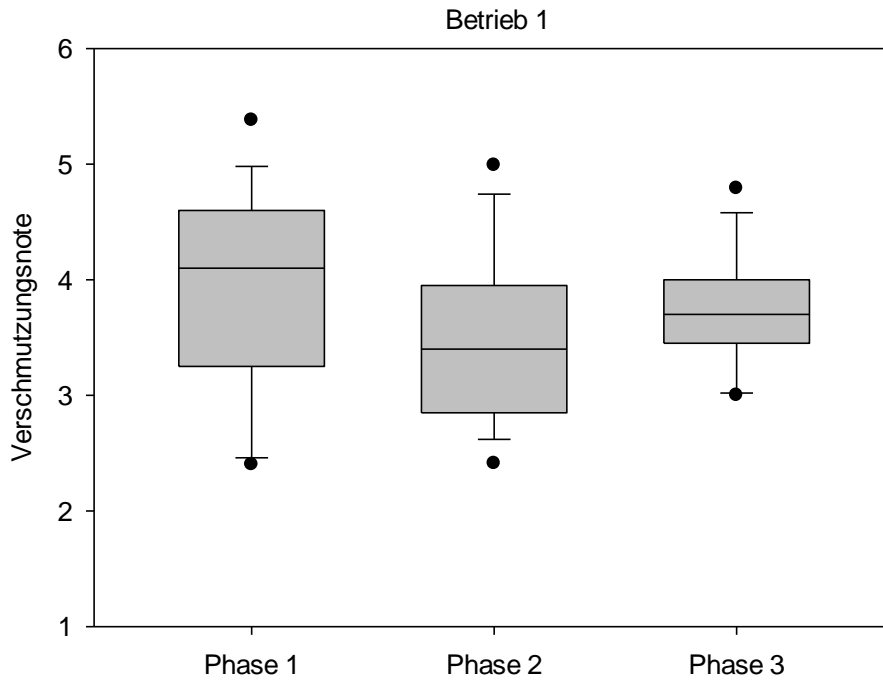


Abbildung 30: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 1. (Trockenbürste mit Vorerfahrung)

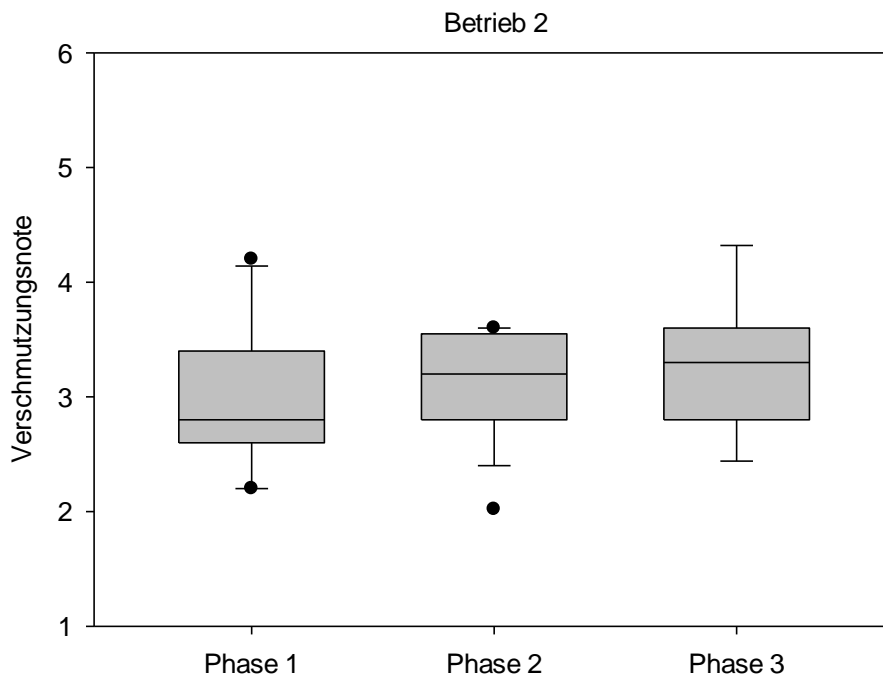


Abbildung 31: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 2. (Trockenbürste mit Vorerfahrung); Box der Phase drei besteht nur aus 10 Fotos.

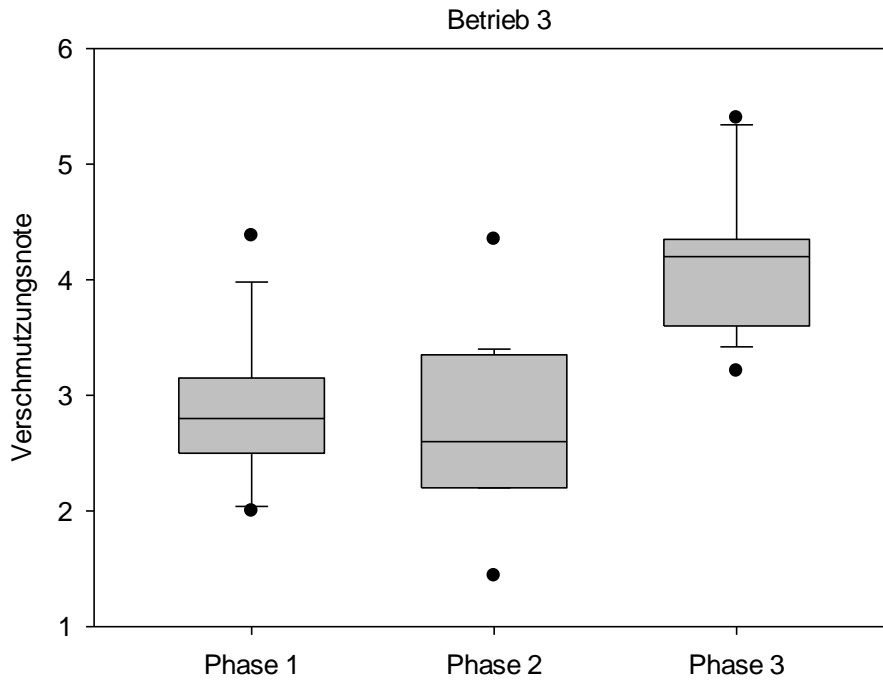


Abbildung 32: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 3. (Trockenbürste mit Vorerfahrung)

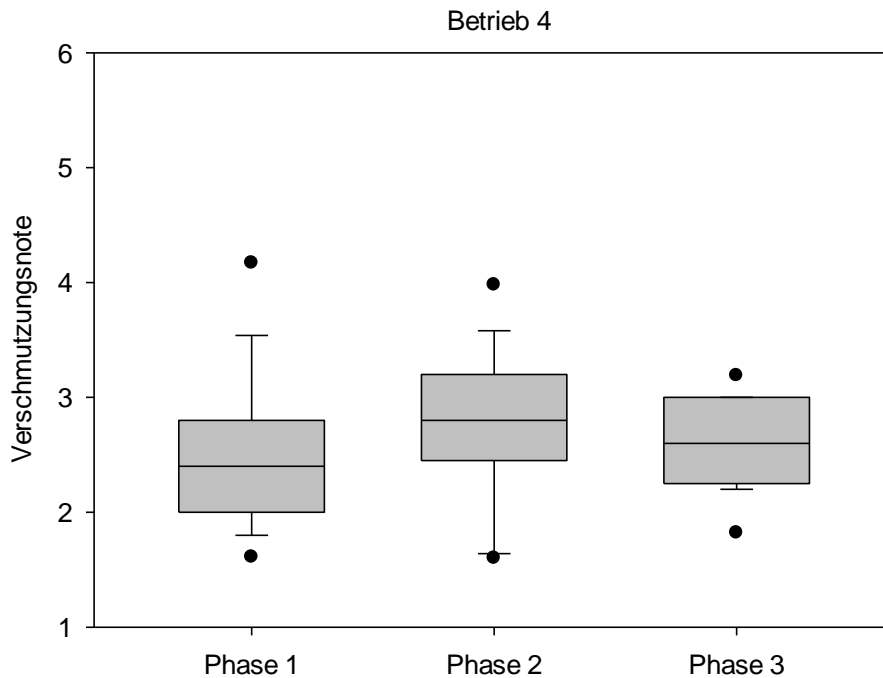


Abbildung 33: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 4. (Trockenbürste ohne Vorerfahrung)

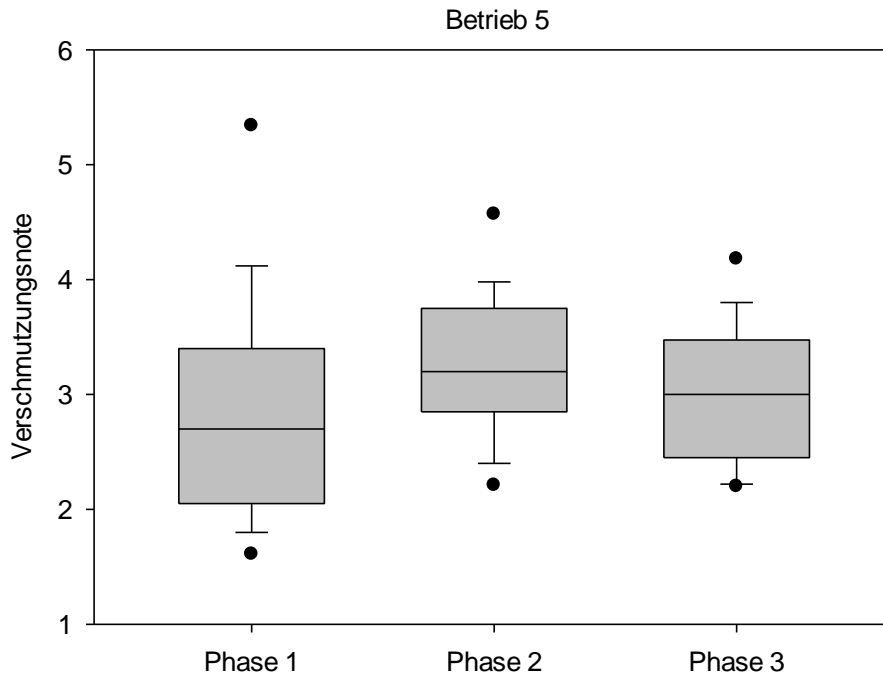


Abbildung 34: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 5. (Trockenbürste ohne Vorerfahrung)

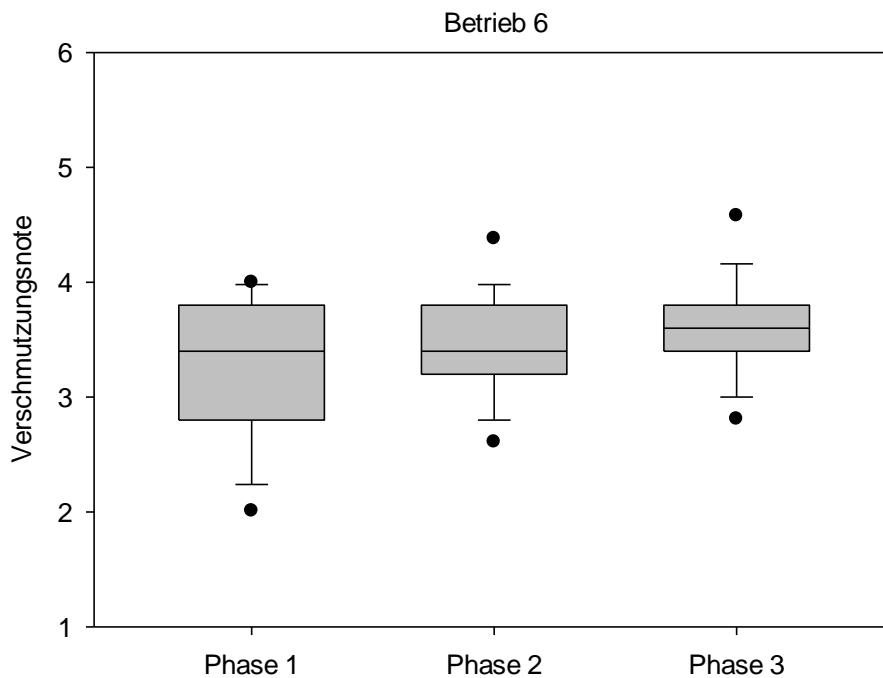


Abbildung 35: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 6. (Trockenbürste ohne Vorerfahrung)

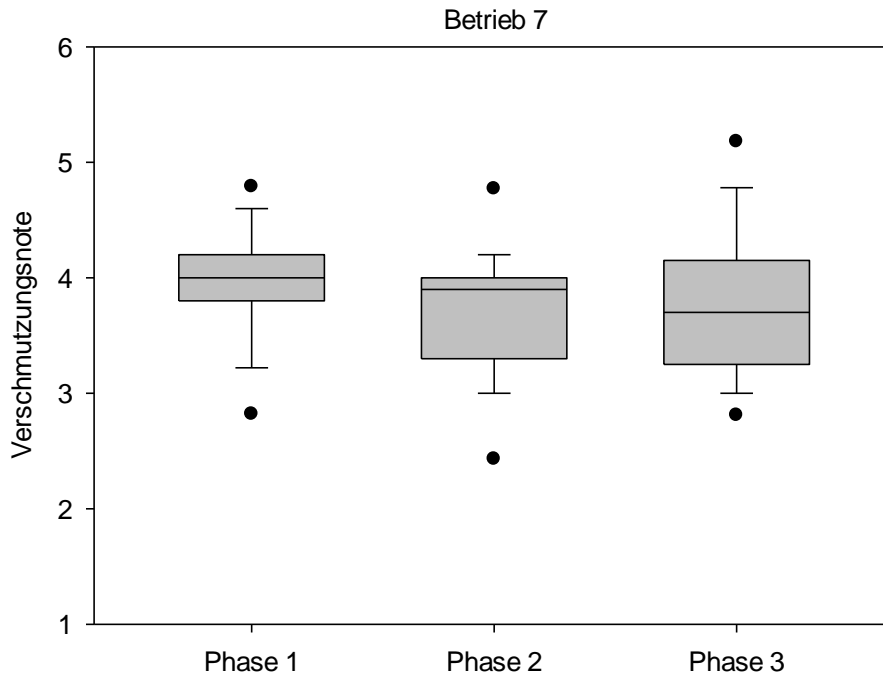


Abbildung 36: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 7. (Nassbürste ohne Vorerfahrung)

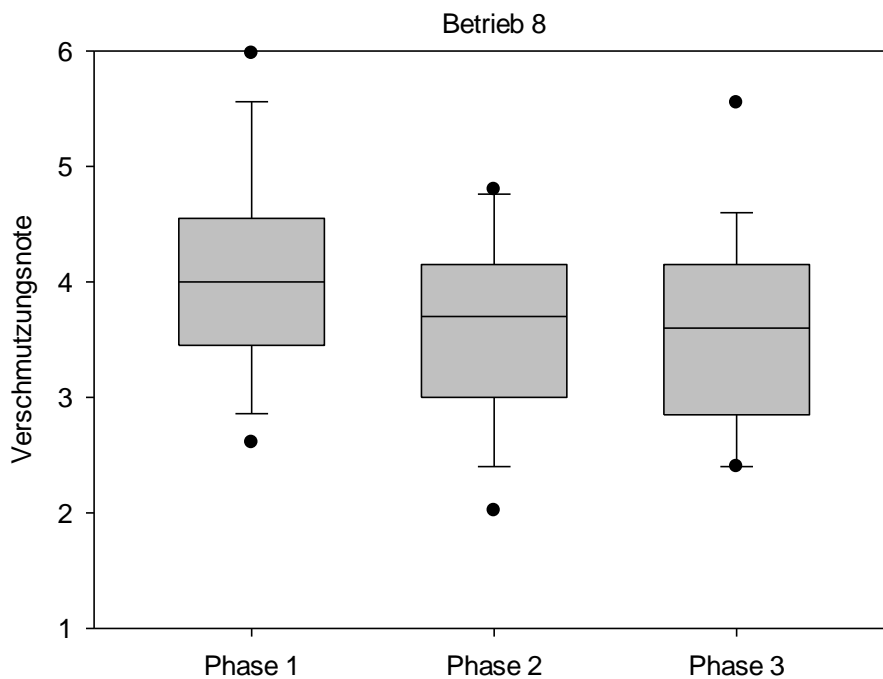


Abbildung 37: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 8. (Nassbürste ohne Vorerfahrung)

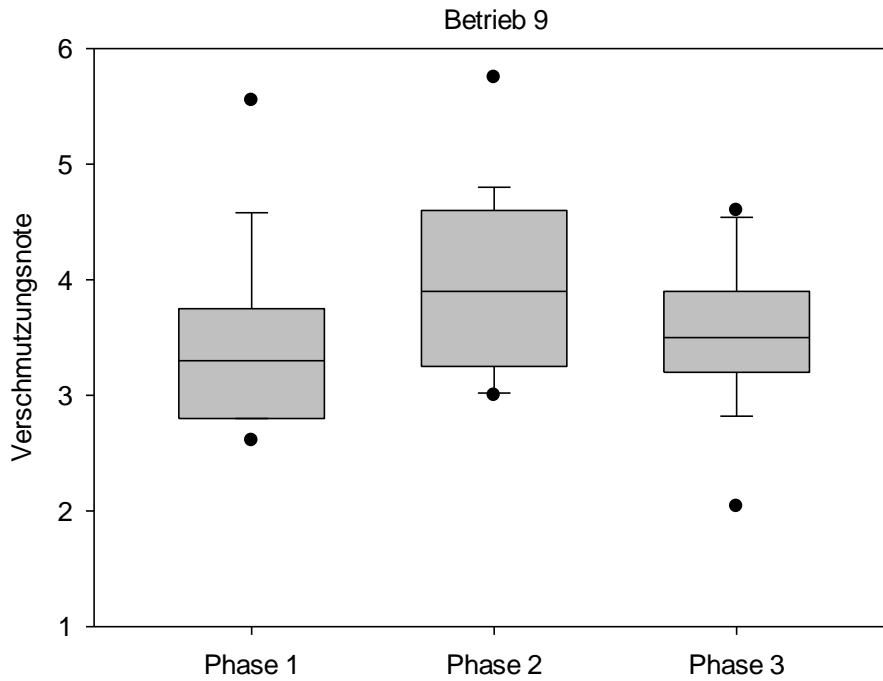


Abbildung 38: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 9. (Nassbürste ohne Vorerfahrung)

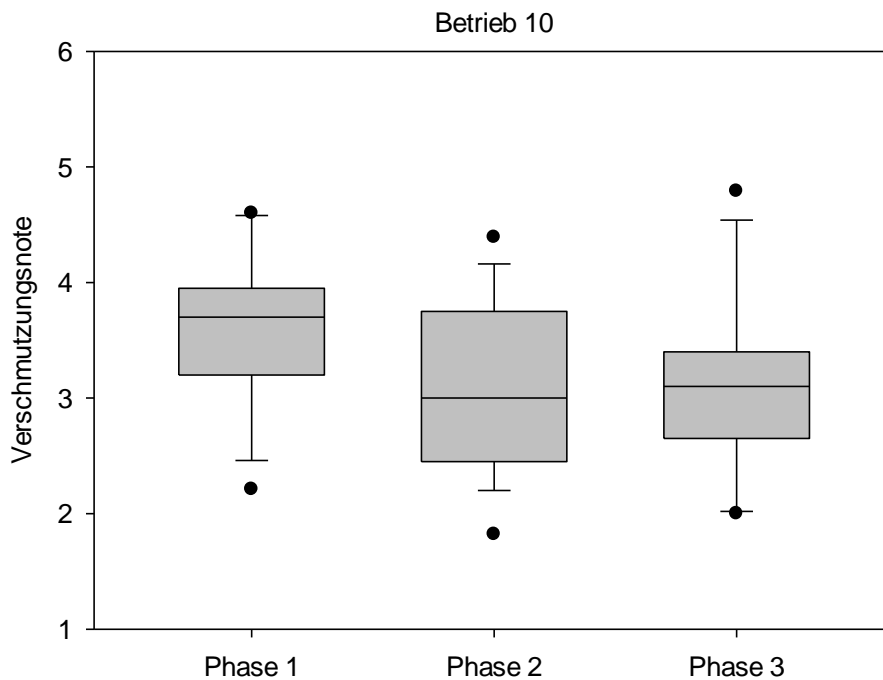


Abbildung 39: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 10. (Nassbürste mit Vorerfahrung)

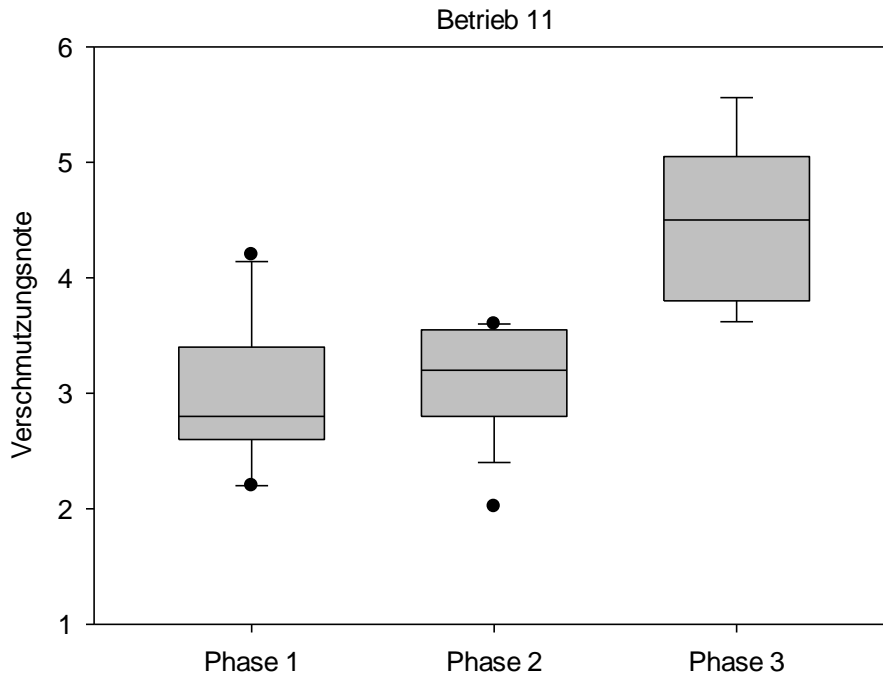


Abbildung 40: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 11. (Nassbürste mit Vorerfahrung); Box der Phase drei besteht nur aus 10 Fotos; Phase eins und zwei identisch mit Betrieb 2, da Betrieb 2 in Phase drei in zwei Teilbetriebe aufgeteilt wurde.

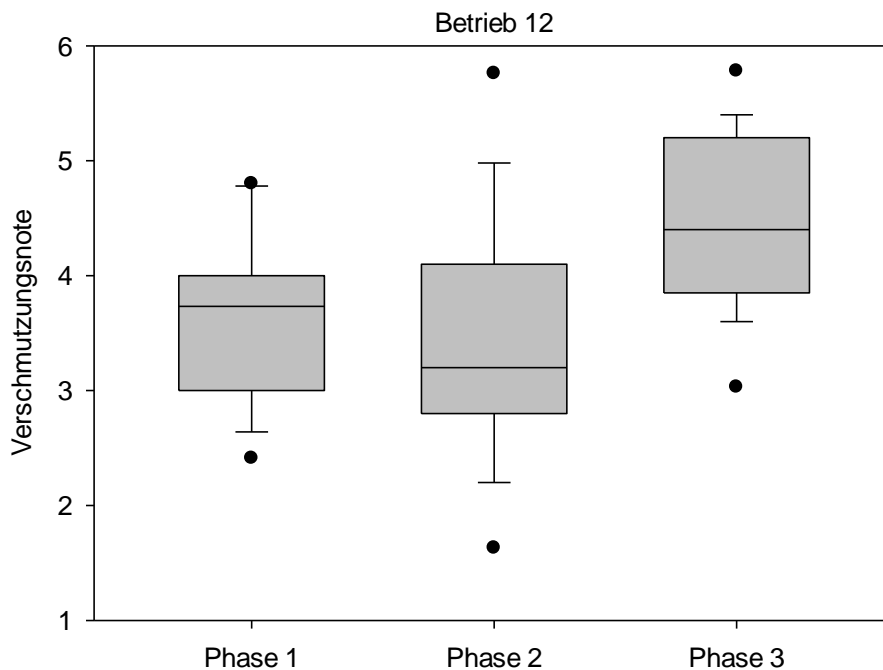


Abbildung 41: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 12. (Nassbürste mit Vorerfahrung)

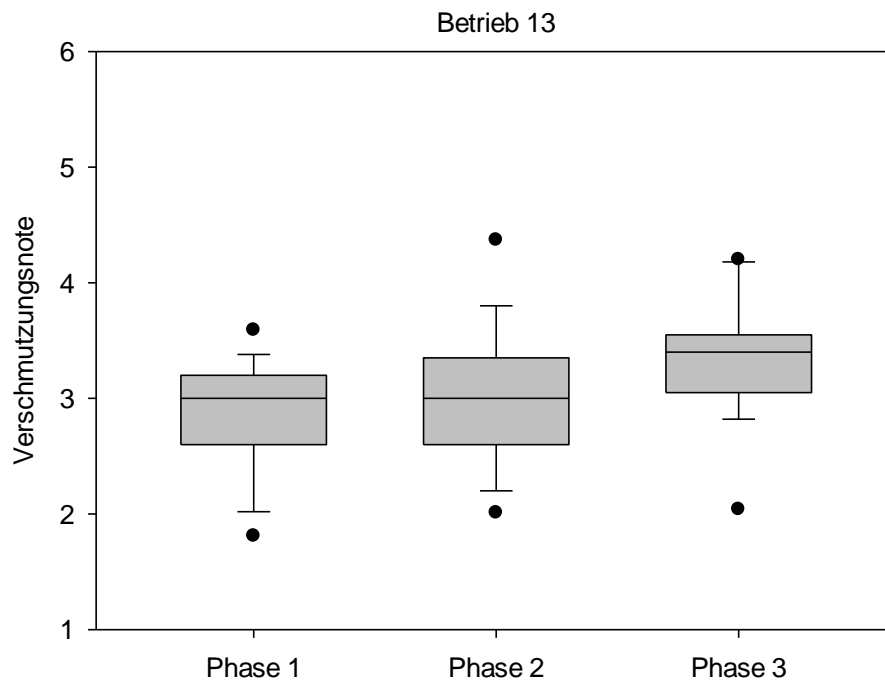


Abbildung 42: Entwicklung der Verschmutzungsnote von Phase eins bis Phase drei in Betrieb 13.  
(Nassbürste mit Vorerfahrung; Nassbürste ab August defekt)



## 9. Literaturverzeichnis

**Alvarez M. B., Johnson H. D. (1973):**

Environmental heat exposure on cattle plasma catecholamine and glucocorticoids  
J. Dairy Sci. 56:189-194

**Armstrong D. V. (1994):**

Heat Stress Interaction with Shade and Cooling  
J. Dairy Sci. 77:2044-2050

**Berman A., Folman Y., Kaim M., Mamen M., Herz Z., Wolfenson D., Arieli A., Graber Y. (1985):**

Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high-yielding dairy cows in a subtropical climate  
J. Dairy Sci. 68:1488-1495

**Berman A. (2005):**

Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows  
J. Anim. Sci. 83:1377-1384

**Bohmanova J., Misztal I., Cole J. B. (2007):**

Temperature-Humidity Indices as indicators of milk production losses due to heat stress  
J. Dairy Sci. 90:1947-1956

**Boissy A., Manteuffel G., Bak Jensen M., Oppermann Moe R., Spruijt B., Keeling L. J., Winckler C., Forkman B., Dimitrov I., Langbein J., Bakken M., Veissier I., Aubert A. (2007):**

Review. Assessment of positive emotions in animals to improve their welfare  
Physiology & Behavior 92:375–397

**Bolinger D. J., Albright J. L., Morrow-Tesch J., Kenyon S. J., Cunningham M. D. (1997):**

The effects of restraint using self-locking stanchions on dairy cows in relation to behavior, feed intake, physiological parameters, health, and milk yield

J. Dairy Sci. 80:2411-2417

**Bouraoui R., Lahmar M., Majdoub A., Djemali M., Belyea R. (2002):**

The relationship of temperature-humidity index with milk production of dairy cows in a mediterranean climate

Anim. Res. 51:479-491

**Broom D.M., Fraser A.F. (2007):**

Domestic Animal Behaviour and Welfare, 4th Edition. Verlag CAB International, Oxfordshire

ISBN 978-1-84593-287-9

**Büscher W. (2005):**

Wärmestress der Hochleistungskühe in der warmen Jahreszeit minimieren

Nutztierpraxis aktuell 12:20-24

**Cook N. B., Nordlund K. V., Oetzel G. R. (2004):**

Environmental influences on claw horn lesions associated with laminitis and subacute ruminal acidosis in dairy cows

J. Dairy Sci. 87:(E. Suppl.):E36-E46

**Cook N. B., Mentink R. L., Bennett T. B., Burgi K. (2007):**

The effect of heat stress and lameness on time budgets of lactating dairy cows

J. Dairy Sci. 90:1674-1682

**DeVries T.J., Vankova M., Veira D.M., von Keyserlingk M.A.G. (2007) :**

Short Communication: Usage of mechanical brushes by lactating dairy cows

J. Dairy Sci. 90:2241-2245

**DLG (2000):**

Tiergerechtigkeit auf dem Prüfstand – Anforderungen an freiwillige Prüfverfahren nach § 13a TierSchG  
DLG-Merkblatt 321, Frankfurt

**DLG (2005):**

Vermeidung von Wärmebelastungen für Milchkühe  
DLG-Merkblatt 336, Frankfurt

**Fraser A. F. (1988):**

Behavioural needs in relation to livestock maintenance  
Appl. Anim. Behav. Sci. 19:368-376

**Georg H., Totschek K. (2001):**

Untersuchung einer automatischen Putzmaschine für Milchkühe  
Landtechnik 56:260-261

**Georg H. (2007):**

Dachbegrünung gegen den Sommer-Hitzestress von Milchkühen  
Landtechnik 62:346-347

**Georg H., Jahn-Falk D., Ude G. (2007):**

Technik gegen Langeweile Wie wird eine automatische Putzmaschine von Kälbern angenommen?  
Landtechnik 62:166-167

**Grauvogl A., Hammer K., Freiburger F. (1992):**

Erprobung einer Kuhputzmaschine  
Schule und Beratung 5:2-4

**Gutmann A. (2010):**

Verhalten von Milchkühen bei der Nutzung von fixen gegenüber rotierenden Bürsten

In: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART (Hrsg.):

ART - Tagungsband 24. IGN - Tagung 2010 Nachhaltigkeit in der Wiederkäuer- und Schweinehaltung, ISSN 0000-000000, S. 78-81

**Hughes J. (2001):**

A system for assessing cow cleanliness

In Practice 23:517-524

**Igono M.O., Steevens B.J., Shanklin M.D., Johnson H.D. (1985):**

Spray cooling effects on milk production, milk and rectal temperatures of cows during a moderate summer season

J.Dairy Sci.68:979-985

**Igono M.O., Johnson H.D., Steevens B.J., Hainen W.A., Shanklin M.D. (1988):**

Effect of season on milk temperature, milk growth hormone, prolactin, and somatic cell counts of lactating cattle

Int. J. Biometerology 32:194-200

**Igono M.O., Bjoetvedt G., Sanford-Crane H.T. (1992):**

Environmental profile and critical temperature effects on milk production of Holstein cows in desert climate

Int. J. Biometerology 36:77-87

**IUPS Thermal Commission (The Commission for Thermal Physiology of the International Union of Physiological Sciences) (1987):**

Glossary of terms for thermal physiology, second edition

Pflügers Archiv European Journal of Physiology 410: 567- 587

Springer-Verlag

**Khongdee S., Chaiyabutr N., Hinch G., Markvichitr K., Vajrabukka C. (2006):**

Effects of evaporative cooling on reproductive performance and milk production of dairy cows in hot wet conditions

Int. J. Biometeorology 50:253-257

**Kohari D., Kosako T., Fukasawa M., Tsukada H. (2007):**

Effect of environmental enrichment by providing trees as rubbing objects in grassland: Grazing cattle need tree grooming

Anim. Sci. J. 78:413-416

**LfL-Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2008):**

Hitzestress im Milchviehstall

LfL-Information

**Liebhart S. (2009):**

Auswirkungen einer Änderung der Haltungsumwelt auf ethologische, morphologische und hygienische Parameter einer Milchviehherde

Diss. Ludwig - Maximilians - Universität München

**Lorz A., Metzger E. (Hrsg.) (2008):**

Tierschutzgesetz, Kommentar, 6. Auflage, C. H. Beck Verlag, München

ISBN 978-3-4065-5436-0

**MacFarlane J. S., Stevens B. A. (1972):**

The effect of natural shade and spraying with water on the productivity of dairy cows in the tropics

Trop. Anim. Hlth Prod. 4:249-253

**Mahlkow-Nerge (2007):**

Kühe fürchten Hitze

Nutztierpraxis aktuell 21:4-10

**Maust L. E., McDowell R. E., Hooven N. W. (1972):**

Effect of summer weather on performance of holstein cows in three stages of lactation

J. Dairy Sci. 55:1133-1139

**McDowell R. E., Moody E. G., Van Soest P. J., Lehmann R. P., Ford G. L. (1969):**

Effect of heat stress on energy and water utilization of lactating cows

J. Dairy Sci. 52:188-194

**Pelzer A. (2009):**

Saubere Kühe – Empfehlungen zur Bonitur und Auswertung von Verschmutzungen bei Milchkühen

Workshop 6, 10. Jahrestagung WGM e. V., Dresden - Pillnitz 16./17.09.2009

**Reneau J. K., Seykora A. J., Heins B. J., Endres M. I., Farnsworth R. J., Bey R. F. (2005) :**

Association between hygiene scores and somatic cell scores in dairy cattle

JAVMA 227:1297-1301

**Rodriguez L. A., Mekonnen G., Wilcox C. J., Martin F. G., Krienke W. A. (1985):**

Effects of relative humidity, maximum and minimum temperature, pregnancy, and stage of lactation on milk composition and yield

J. Dairy Sci. 68:973-978

**Roman - Ponce H., Thatcher W. W., Buffington D. E., Wilcox C. J., Van Horn H. H. (1977):**

Physiological and production responses of dairy cattle to a shade structure in a subtropical environment

J. Dairy Sci. 60:424-430

**Ruetz A. (2010):**

Untersuchung verschiedener Parameter auf ihre Eignung zur Bewertung der Tiergerechtigkeit von Laufställen für Milchkühe im Rahmen eines On-farm welfare assessment

Diss. Ludwig - Maximilians - Universität München

**Schnell M. (2005):**

Nass oder trocken bürsten? Zur Unterstützung der Wärmeabgabe bei der Hochleistungskuh

Diplomarbeit Institut für Agrartechnik Universität Hohenheim

**Schreiner D. A., Ruegg P. L. (2003):**

Relationship between udder and leg hygiene scores and subclinical mastitis

J. Dairy Sci. 86:3460-3465

**Sharma A.K., Rodriguez L.A., Wilcox C.J., Collier R.J., Bachmann K.C., Martin F.G. (1988):**

Interactions of climatic factors affecting milk yield and composition

J. Dairy Sci. 71:819-825

**Sheath D. M., Miller G. D. (1948):**

A Self-Serving Sprinkling Device for Cooling Dairy Cattle

J. Anim. Sci. 7:251-256

**Smith T. R., Chapa A., Willard S., Herndon Jr. C., Williams R. J., Crouch J., Riley T., Pogue D. (2006):**

Evaporative tunnel cooling of dairy cows in the southeast. II: Impact on lactation performance

J. Dairy Sci. 89:3915-3923

**Steinlechner S. (2010):**

Wärmebilanz und Temperaturregulation

In: Engelhardt W., Breves G. (Hrsg.). Physiologie der Haustiere, 3. Auflage. Enke Verlag, Stuttgart, 476-493. ISBN 978-3-8304-1078-2

**Stöber M. (1990):**

Kennzeichen, Anamnese, Grundregeln der Untersuchungstechnik, Allgemeine Untersuchung

In: Dirksen G., Gründer H.D., Stöber M. (Hrsg.). Die klinische Untersuchung des Rindes/Gustav Rosenberger, 3. Auflage. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg.

75-141. ISBN 3-489-56516-9

**Stöber M. (2006):**

Hitzschlag/exogene Hyperthermie

In: Dirksen G., Gründer H.D., Stöber M. (Hrsg.). Innere Medizin und Chirurgie des Rindes, 5. Auflage. Parey Verlag, Stuttgart, 1163-1165. ISBN 978-3-8304-4169-4

**St-Pierre N. R., Cobanov B., Schnitkey G. (2003):**

Economic losses from heat stress by US livestock industries

J. Dairy Sci. 86:(E. Suppl.):E52–E77

**Thatcher W. W. (1974):**

Effects of season, climate, and temperature on reproduction and lactation

J. Dairy Sci. 57:360-368

**Thom E. C. (1959):**

The Discomfort Index

Weatherwise 12:57-61

**Wandel H., Knoll H. (1995):**

Putzmaschinen schaffen saubere Kühe

Landwirtschaftliches Wochenblatt, Ausg. WWL 162 (Teil Tierische Veredelung, Suppl. Mai):18-19, ISSN 0043-9606

**Ward W. R., Hughes J. W., Faull W. B., Cripps P. J., Sutherland J. P., Sutherst J. E. (2002):**

Observational study of temperature, moisture, pH and bacteria in straw bedding, and faecal consistency, cleanliness and mastitis in cows in four dairy herds

Veterinary Record 151:199-206



**Wegner T. N., Schuh J. D., Nelson F. E., Stott G. H. (1976):**

Effect of stress on blood leucocyte and milk somatic cell counts in dairy cows

J. Dairy Sci. 59:949-956

**West J. W. (2003):**

Effects of heat-stress on production in dairy cattle

J. Dairy Sci. 86:2131-2144

**West J. W., Mullinix B. G., and Bernard J. K. (2003):**

Effects of hot, humid weather on milk temperature, dry matter intake,  
and milk yield of lactating dairy cows

J. Dairy Sci. 86:232–242

**Wheelock J. B., Rhoads R. P., VanBaale M. J., Sanders S. R., Baumgard L. H.  
(2010):**

Effects of heat stress on energetic metabolism in lactating Holstein cows

J. Dairy Sci. 93:644-655

**Wilson S .C., Mitlohner F.M., Morrow-Tesch J., Dailey J.W., McGlone J.J.,  
(2002):**

An assessment of several potential enrichment devices for feedlot cattle

Applied Animal Behaviour Science 76:259-265

**Zähner M., Schrader L., Hauser R., Keck M., Langhans W., Wechsler B. (2004):**

The influence of climatic conditions on physiological and behavioural parameters in  
dairy cows kept in open stables

Animal Science 78:139-147

**Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung**

in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die  
durch die Verordnung vom 1. Oktober 2009 (BGBl. I S. 3223) geändert worden ist

## 10. Danksagung

Zuerst möchte ich mich an dieser Stelle ganz herzlich bei Herrn Prof. Erhard für die Überlassung des Themas und die äußerst zielführende Unterstützung bei der Zusammenschrift der Arbeit bedanken.

Mein besonderer Dank gilt außerdem Herrn Dr. Platz, der in der Versuchsphase meiner Arbeit stets als hilfsbereiter und kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung stand. Leider konnte er die Betreuung meiner Arbeit nicht bis zu deren Abschluss übernehmen, da er sich in den wohlverdienten Ruhestand begab.

Frau Dr. Heyn möchte ich ganz besonders dafür danken, dass sie im Anschluss an Herrn Dr. Platz meine Arbeit weiterhin zuverlässig und kompetent betreute und mir jederzeit als hilfreiche Ansprechpartnerin zur Verfügung stand.

Bedanken möchte ich mich auch bei der Firma Schurr Gerätebau GmbH, Uttenweiler, Deutschland welche die Bürsten für den Versuch zur Verfügung gestellt hat und insbesondere bei Herrn Philipp Schurr, der sich um die Überprüfung der vorhandenen Bürsten, sowie die Installation der neuen Bürsten kümmerte.

Mein Dank gilt an dieser Stelle auch den Landwirten, die an dem Versuch teilgenommen haben und mir bei der Beschaffung der benötigten Daten behilflich waren.

Weiterhin möchte ich mich herzlich bei meinen Eltern bedanken, die mich stets unterstützt haben und immer ein offenes Ohr für mich hatten.

Mein ganz besonderer Dank gilt meinem Ehemann, der mich nun schon mehr als die Hälfte meines Lebens begleitet und nicht nur das Studium sondern auch die Erstellung dieser Arbeit mit mir durchgestanden hat.