

Abschlussbericht

Untersuchungen zur Euter- und Klauengesundheit von Milchkühen in Betrieben mit Automatischen Melksystemen

Forschungs-Nr.: 2/58

Laufzeit: 2013-2018

verantw.

Themenbearbeiter: Dr. Ariane Boldt

Beteiligte Einrichtungen: Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Mecklenburg- Vorpommern e.V.
4 Milchviehbetriebe mit AMS in MV

31. August 2018

Themenbearbeiter

Institutsleiter

GLIEDERUNG

Seite

1	Einleitung und Zielstellung	3
2	Material und Methode	3
3	Ergebnisse und Diskussion.....	4
3.1	Einflussfaktoren auf die Besuchshäufigkeit des AMS.....	5
3.1.1	Laktationsnummer	5
3.1.2	Erkrankungen	9
3.2	Parameter zur Mastitiserkennung in AMS-Betrieben.....	10
3.2.1	Leitfähigkeit	10
3.2.2	Milchtemperatur	11
3.2.3	Somatische Zellzahl	12
3.3	Variation der Zwischenmelkzeit	13
4	Schlussfolgerungen	14
5	Zusammenfassung	15

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Betriebsübersicht (Stand 2013/2014).....	4
Tabelle 2: Ausgewählte Kennzahlen der Untersuchungsbetriebe	5
Tabelle 3: Anteil der AMS-Besuche nach Tageszeit (%).....	9
Tabelle 4: Einfluss einer Erkrankung allgemein, einer Mastitis oder einer Klauenerkrankung auf die AMS-Besuchshäufigkeit (LSMean±SE)	10
Tabelle 5: Korrelation von Online- und MLP-Zellzahlmessung.....	12

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 1: Einfluss der Laktationsnummer auf die Besuchshäufigkeit am AMS (LSMean±SE, $p < 0,0001$)	6
Abbildung 2: Vergleich der Verteilung der AMS-Besuche mit Melkanrecht innerhalb von 24 h zwischen Erstlaktierenden und Mehrkalbskühen	8
Abbildung 3: Einfluss von Mastitis auf die Leitfähigkeit der Milch (LSMean ±SE, $p < 0,0001$)	11
Abbildung 4: Einfluss der Tagesmilchmenge auf die Milchtemperatur (LSMean ±SE, $p < 0,01$)	12
Abbildung 5: Einfluss einer Mastitis auf die Online-Zellzahl (LSMean ±SE, $p < 0,0001$)	13
Abbildung 6: Einfluss der Zwischenmelkzeit auf die SZZ (LSMean ±SE, $p < 0,001$)	14

Abkürzungsverzeichnis

AMS	Automatisches Melksystem
DB	DeLaval-Betriebe
EL	elektrische Leitfähigkeit
LB	Lely-Betriebe
MLP	Milchleistungsprüfung
MT	Milchtemperatur
OCC	Online Cell Count
SE	Sensitivität
SZZ	somatische Zellzahl

1 Einleitung und Zielstellung

Handlungsempfehlungen für Landwirte mit Automatischen Melksystemen (AMS) hinsichtlich Melkverhalten sowie der Verfahrensweise bei Euter- und Klauenerkrankungen sind derzeit noch rar in der Praxis. Die AMS erfassen, zusätzlich zu den täglichen Milchmengen, eine Vielzahl an Parametern, wie z. B. Milchtemperatur, Leitfähigkeit und Zellzahl, deren Zusammenhänge und mögliche Einflussfaktoren in ihrer Gesamtheit für den einzelnen Landwirt aufgrund seiner begrenzten Zeit nicht auswertbar sind. Weiterhin besteht die Frage, inwieweit diese Parameter tatsächlich auf eine mögliche Erkrankung der Kuh hinweisen. Die elektrische Leitfähigkeit (EL) der Milch, als Indikator für eine Mastitis, wird z.B. in der Literatur als kritisch angesehen. HOVINEN et al. (2006) errechneten innerhalb einer Feldstudie eine Sensitivität (SE) der EL zur Erkennung von Mastitiseutervierteln von 9 - 43 %, in Abhängigkeit vom AMS- Hersteller (Kriterium für Mastitis $>1.000.000$ Zellen/ml Milch). Die Messung der somatischen Zellzahl (SZZ) in der Milch ist der am häufigsten genutzte indirekte Indikator für subklinische Mastitis. MOLLENHORST et al. (2009) verglichen die indirekte euterviertelbasierende SZZ-Messung mit der im Labor bestimmten SZZ je Euterviertel (>500.000 Zellen/ml). Die Korrelation zwischen Online-SZZ und Labor-SZZ betrug nur $r=0,47$. Daher sollte innerhalb dieser Studie untersucht werden, in wie weit ein Zusammenhang besteht zwischen Mastitis und Leitfähigkeit, Milchtemperatur und SZZ bzw. wie gut der einzelne Parameter eine Erkrankung anzeigt.

Weiterhin von Bedeutung für den Landwirt sind die Besuchshäufigkeiten bzw. die Nutzung des Melkanrechtes der Kühe und die daraus resultierenden Melkintervalle. Eine große Variation des Melkintervalls soll im Zusammenhang stehen mit einer hohen SZZ (MOLLENHORST et al., 2011). Anhand von AMS-Daten aus 2 Betrieben mit automatischer Zellzahlmessung (Online-Cell-Count) sollte dieser Ansatz geprüft werden. Auch die Klauengesundheit der Kühe ist bedeutend in Betrieben mit AMS, denn Studien zeigten, dass sich bei lahmen Kühen die Anzahl der freiwilligen Melkbesuche reduzierte (KLAAS et al., 2003; BORDERAS et al., 2008). Der Einfluss von Klauenerkrankungen der Kühe auf die Besuchshäufigkeit des AMS sollte daher auch in dieser Studie geprüft werden.

2 Material und Methode

Die Untersuchungen wurden in vier ausgewählten Milchviehbetrieben in MV mit AMS durchgeführt. Jeweils zwei Betriebe arbeiten mit dem System Astronaut der Firma Lely bzw. mit dem VMS der Firma DeLaval. Eine Übersicht über die Betriebe mit den wichtigsten Kennzahlen ist in Tabelle 1 dargestellt. Die Organisation der Daten von den DeLaval-Betrieben (DB) erfolgte über ein Backup der Herdendaten des DelPro™-Managementsystems. Da zum Einlesen des Backups die Software notwendig war, wurde das DelPro™-Managementsystem der LFA MV von der Firma DeLaval für dieses Forschungsprojekt kostenfrei zur Verfügung gestellt. Die Beschaffung der Daten von den Lely-Betrieben (LB) wurde über den direkten Zugriff auf den Betriebs-PC bzw. das Managementsystem T4C (Time for Cows) realisiert. Dies wurde ermöglicht durch die Fernwartungssoftware TeamViewer.

Die Auswertung erfolgte für Daten vom 01.01.2013 bis zum 15.06.2014. Hinzuzufügen ist, dass der Betrieb 4 die Milchproduktion ab Januar 2014 einstellte und daher keine Daten mehr lieferte. Der Datenschnitt für die beiden LB war demzufolge der 01.01.2014. Insgesamt wurden 2.100.502 Datensätze von 944 Kühen der DB bzw. 448.945 Datensätze von 469 Kühen der LB ausgewertet. Es handelte sich in allen Betrieben um Kühe der Rasse Deutsche Holsteins. Die Daten zur SZZ aus der Milchleistungsprüfung (MLP) wurden vom Landeskontrollverband für Leistungs- und Qualitätsprüfung Mecklenburg-Vorpommern e.V. zur Verfügung gestellt.

Tabelle 1: Betriebsübersicht (Stand 2013/2014)

	Betrieb 1	Betrieb 2	Betrieb 3	Betrieb 4
Anzahl Kühe	347	253	255	264
ECM kg/Kuh und Jahr	9.037	8.681	9.949	6.974
Zellzahl x1000/ml	266	256	250	272
Roboter	4 VMS DeLaval	4 VMS DeLaval	4 A4 Lely mit Kamera	4 A3 Lely mit Wiegeboden
Installation Roboter	01-2010	09-2009	07-2012	10-2007 ausgebaut 2014
Boxenart	Hochliegeboxen/ Gummikomfort-Matte (Kraiburg)	Tief liegeboxen/ Stroh-Kalk-Einstreu	Tief liegeboxen/ Stroh-Kalk-Einstreu	Hochliegeboxen
Entmistung	Spaltenboden	Spaltenboden	Faltschieber	Spaltenboden

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SAS 9.4. Die Mittelwertdifferenzen wurden als LS-MEANS mit einem multiplen Mittelwertvergleich nach Tukey-Kramer auf Signifikanz getestet. Für alle Signifikanzen wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ unterstellt. Die Varianzanalysen wurden mit der Prozedur PROC MIXED erstellt.

3 Ergebnisse und Diskussion

Zur besseren Einordnung der Untersuchungsbetriebe sind in Tabelle 2 einige wichtige Kennzahlen zur Beurteilung der Effizienz von AMS aufgezeigt. Die Milchleistung je Kuh und Tag lag mit 30,8 kg in den DB etwas höher als in den LB (26,9 kg). Eine Spanne von 2,4 bis 2,8 Melkungen je Kuh und Tag wird für Roboterbetriebe als Optimum angesehen, da ein zu häufiger Milchentzug das Eutergewebe der Kuh zu sehr strapaziert (BONSELS, 2012). Die DB befanden sich mit 2,5 Melkungen je Kuh/Tag im Optimalbereich, während die LB mit 2,9 Melkungen je Kuh darüber lagen. Eine weitere Kennzahl zur Beurteilung der Effizienz des AMS und der Leistungsfähigkeit der Kühe ist die Milchmenge je Melkung. Im Herdenmittel sollte diese Kennzahl mindestens 11 kg betragen (BONSELS, 2012). Mit 10,5 kg Milch je Melkung erreichten die LB diesen Soll-Wert knapp. Eine Milchmenge je Melkung von 12,8 kg wurde dagegen in den DB ermolken. In der Praxis liegt die Empfehlung derzeit schon bei 12-13 kg Milch/Melkung für AMS. Einfluss auf die Milchmenge je Melkung hat die Leistungsfähigkeit der Herde. Die Herden der LB bestanden zu einem großen Teil (46 %) aus Erstlaktierenden, während in den DB 19 % der Kühe erstlaktierend waren. Kühe der ersten Laktation befinden sich immer noch im Wachstum, was auch das im Euter befindliche Milchdrüsengewebe mit einschließt. Dies erklärt die geringere Milchmenge je Melkung der LB. Aus der geringeren Milchmenge je Melkung ergibt sich vermutlich die geringere Melkdauer von 4,08 min je Kuh in den untersuchten LB. Eine Melkdauer von

6,93 min im Durchschnitt benötigten die Kühe der DB. Dieser Wert ist vergleichbar mit den Melkzeiten je Kuh in der Auswertung von HARMS (2012). Wird das Minutengemelk hinzugezogen, das für die Kühe der LB im Durchschnitt bei 0,39 min/kg lag, ist dies eine weitere Erklärung für die geringere Melkdauer. Das Minutengemelk für die DB betrug 0,54 min/kg. Hinzuzufügen ist, dass sich aufgrund der unterschiedlichen Abläufe während des Ansetzverfahrens und der Abnahme der Melkbecher bei Lely und DeLaval auch generell unterschiedliche Melkzeiten/Melkung ergeben.

Tabelle 2: Ausgewählte Kennzahlen der Untersuchungsbetriebe

		Mittelwert	Standard-abw.	Min	Max
Tagesmilchmenge/ Kuh (kg)	Lely	26,90	8,60	9,60	49,40
	DeLaval	30,80	10,50	0,05	80,90
Anzahl Besuche mit Melkanrecht/ Kuh/Tag	Lely	2,88	0,78	1	9
	DeLaval	2,46	0,78	1	10
Milchmenge/Melkung (kg)	Lely	10,50	2,94	0	32,90
	DeLaval	12,83	3,96	0	48,80
Melkzeit/ Melkung (min)	Lely	4,08	1,41	0,01	22,55
	DeLaval	6,93	2,16	0,30	20,00

3.1 Einflussfaktoren auf die Besuchshäufigkeit des AMS

3.1.1 Laktationsnummer

Weit verbreitet ist die Annahme, dass aufgrund von Verdrängung durch ranghöhere Tiere Erstlaktierende in AMS-Betrieben weniger häufig ihr Melkanrecht wahrnehmen. Dies bedeutet Stress für die Tiere und kann die Anfälligkeit für Erkrankungen steigern. Insbesondere das längere Warten auf den Milchentzug kann den Euterinnendruck erhöhen und eine Entzündung des Euters nach sich ziehen. Daher sollte geprüft werden, ob ein Unterschied in der Besuchshäufigkeit zwischen Kühen der 1. Laktation und Kühen ≥ 2 . Laktation besteht. Zum Vergleich der Besuchshäufigkeit von Kühen 1. Laktation vs. ≥ 2 . Laktation wurden als fixe Effekte die Laktationsnummer (1. Laktation vs. ≥ 2 . Laktation), die Milchleistung (kg/Tag) in Klassen (≤ 20 kg, > 20 bis ≤ 30 kg, > 30 bis ≤ 40 kg, > 40 kg), der Laktationstag, der Betrieb und ein kombinierter Herde-Jahr-Saison- Effekt in das Modell aufgenommen. Das Tier (Ohrnummer) wurde als zufälliger Effekt und das binäre Merkmal Erkrankung als fixer Effekt innerhalb des Modells geprüft.

Die Ergebnisse dieser Untersuchung zeigen, dass ein signifikanter Unterschied zwischen Erstlaktierenden und Mehrkalbskühen in der Besuchshäufigkeit des AMS mit Melkanrecht besteht ($p < 0,0001$). Entgegen der Annahme, nahmen in beiden Systemen die Erstlaktierenden häufiger ihr Melkanrecht wahr (2,8 bzw. 2,9 Melkungen/Tag) als die Mehrkalbskühe (2,6 zu 2,8 Melkungen/Tag). Andere Untersuchungen bestätigen vorliegende Beobachtungen. Junge Kühe tendieren dazu, sich freiwillig eher in der Nähe des AMS aufzuhalten und somit höhere Melkfrequenzen zu erreichen (SPÖNRDLY und WREDLE, 2004; BORDERAS et al., 2008), obwohl sie meistens längere Wartezeiten vor dem AMS aufweisen als ihre ausgewachsenen Herdengenossinnen (DONOHUE et al., 2010). Weiterhin berichten LOVENDAHL und CHAGUNDA (2011), dass Erstlaktierende in Bezug auf die Melkfrequenz über die Laktation eine höhere Persistenz zeigen, welches eine höhere Melkfrequenz insgesamt zur Folge hat.

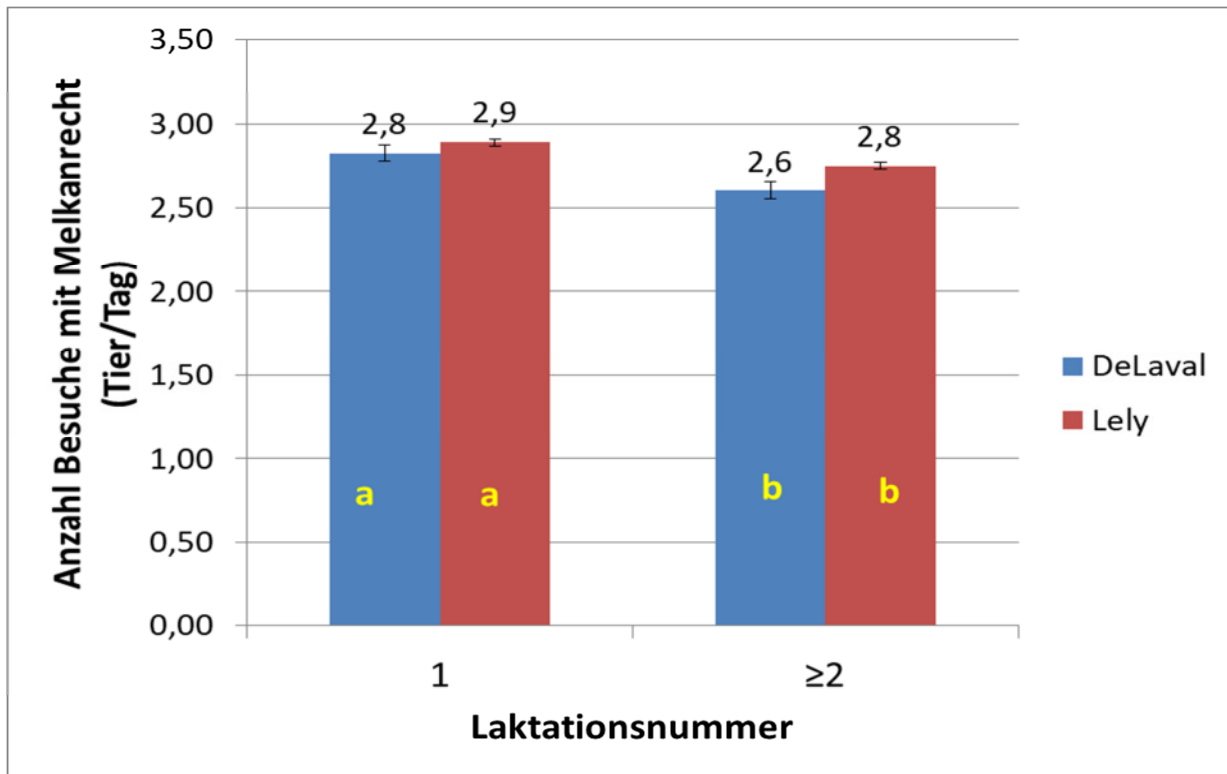


Abbildung 1: Einfluss der Laktationsnummer auf die Besuchshäufigkeit am AMS (LSMe-an±SE, $p < 0,0001$)

Neben der Annahme, dass Erstlaktierende aufgrund ihres niedrigeren Ranges eine niedrigere Melkfrequenz aufweisen, besteht ebenso die Annahme, dass Kühe der ersten Laktation aufgrund ihrer Rangstellung unattraktive Melkzeiten nutzen müssen. In der vorliegenden Untersuchung konnten keine extremen Unterschiede zwischen Erstlaktierenden und Kühen ≥ 2 . Laktation bezüglich der Variation der täglichen Melkbesuche am AMS festgestellt werden (Tabelle 3). KETELAAR-DE LAUWERE et al. (1996) ermittelten eine höhere Besuchsfrequenz für rangniedere Kühe zwischen 00:00 und 06:00 Uhr, insgesamt 31,6 % der Besuche fielen auf diesen Zeitraum. In den DB und LB wurden die frühen Morgenstunden von den Kühen der 1. Laktation für einen Melkbesuch nur zu 23,6 % bzw. 21,4 % genutzt. Innerhalb der DB zeigten Erstlaktierende und Mehrkalbskühe geringfügig größere Unterschiede in der Verteilung der AMS-Besuche über den Tag als die Kühe der LB. Primipare Kühe nahmen eher zwischen 0:00 und 6:00 Uhr bzw. 12:00 und 18:00 Uhr ihr Melkanrecht wahr. Zurückzuführen ist der Unterschied auf einen deutlichen Peak der Besuchshäufigkeit zwischen 5:00 und 7:00 Uhr bzw. 14:00 und 16:00 Uhr (Abbildung 2). Dieser Peak ist innerhalb der LB nicht zu erkennen. Eine mögliche Erklärung für den Peak ist die Fütterung, die in diesen Zeitraum fällt, denn Betrieb 1 hat den Stall nach dem Feed-First-System eingerichtet. In Lely-Betrieben herrscht generell das System des freien Kuhverkehrs vor. Insgesamt über alle Betriebe und Tiere lässt sich eine etwas geringere Besuchshäufigkeit zwischen 0:00 und 6:00 Uhr erkennen. MUNKSGAARD et al. (2011)

konnten ebenfalls eine mehr oder weniger gleiche Verteilung der AMS-Besuche über den Tag mit einem leichten Rückgang in den frühen Morgenstunden feststellen.

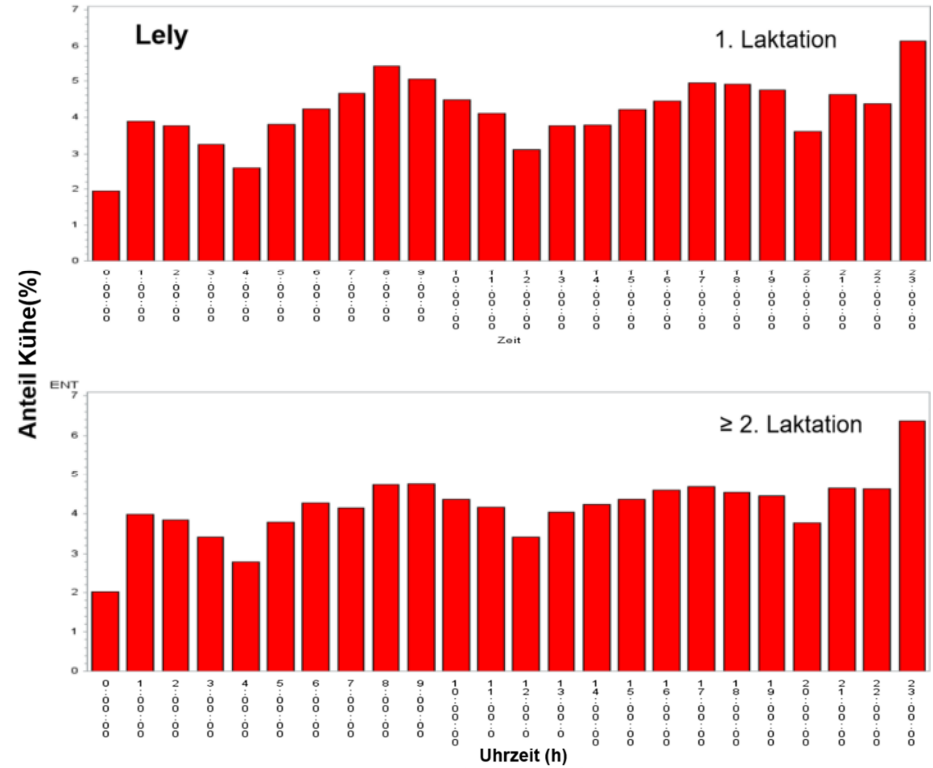
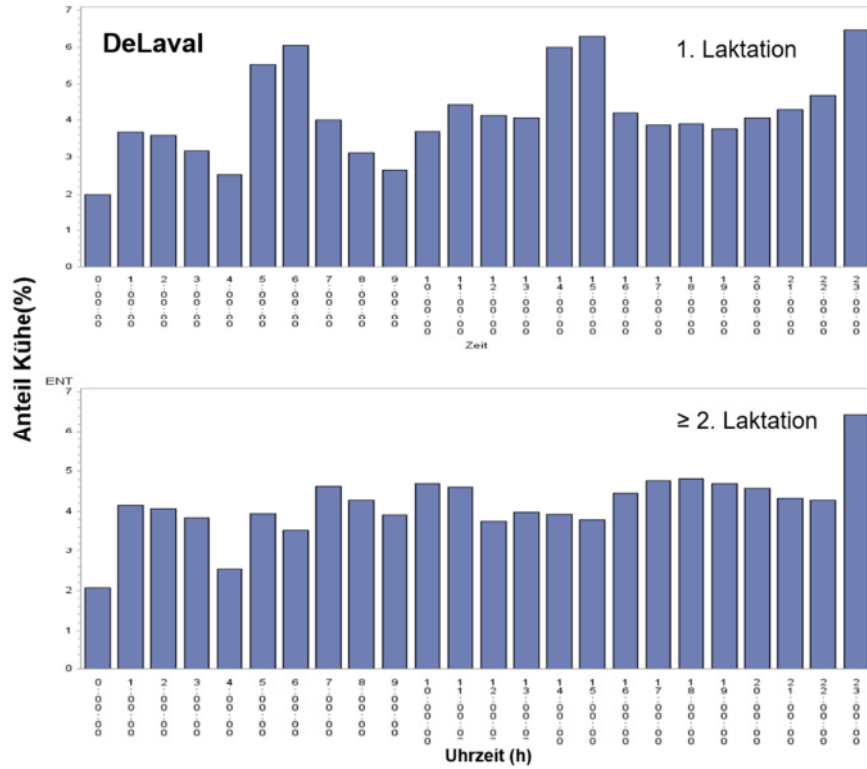


Abbildung 2: Vergleich der Verteilung der AMS-Besuche mit Melkanrecht innerhalb von 24 h zwischen Erstlaktierenden und Mehrkalbskühen

Tabelle 3: Anteil der AMS-Besuche nach Tageszeit (%)

Tageszeit	DeLaval		Lely	
	1.Laktation	≥ 2. Laktation	1.Laktation	≥ 2. Laktation
0:00-6:00 Uhr	23,6	22,3	21,4	22,0
6:00-12:00 Uhr	23,1	25,9	27,6	26,1
12:00-18:00 Uhr	28,2	25,0	25,0	25,8
18:00-0:00 Uhr	25,1	26,7	26,0	26,1

3.1.2 Erkrankungen

Eine These dieser Studie war es, dass kranke Kühe weniger häufig ihr Melkanrecht wahrnehmen als Tiere ohne Erkrankungen. Hierfür wurden die Diagnosedaten der Untersuchungsbetriebe aus dem Managementprogramm HERDE mit den Daten aus T4C und DelPro™ verknüpft. Ausgewertet wurden die Diagnosen nach dem Zentralen Diagnoseschlüssel Rind. Der Einflussfaktor Erkrankung allgemein beinhaltet alle Diagnosen außer Prophylaxemaßnahmen und Impfungen. Innerhalb der LB verzeichneten Mastitiden einen signifikanten Einfluss auf die Anzahl der Besuche mit Melkanrecht. Kühe mit einer Mastitis suchten am Diagnosetag 0,1-mal weniger den Roboter auf als Kühe ohne Mastitis (Tabelle 4). Die Einflussfaktoren Erkrankung allgemein und Klauenerkrankung zeigten keine signifikanten Unterschiede in der Anzahl der AMS-Besuche innerhalb der LB. Die Auswertung der DB ergab ebenfalls einen signifikanten Einfluss einer Mastitis auf die Anzahl Besuche mit Melkanrecht. Jedoch nahmen Kühe mit einer Mastitis am Diagnosetag 0,3-mal häufiger ihr Melkanrecht wahr. Auch bei einer Erkrankung allgemein erfolgte 0,3-mal häufiger ein Milchentzug. Dagegen konnte in der Untersuchung von KING et al. (2018) ein signifikanter Rückgang der Melkfrequenz 8 Tage vor der Diagnosestellung Mastitis ermittelt werden. Hinzuzufügen ist, dass in der vorliegenden Studie Erst- und Folgediagnosen ausgewertet wurden. Bei einer Mastistherapie wird die Kuh am Diagnosetag und an den beiden darauffolgenden Tagen mit einem Antibiotikum behandelt. Die zwei Nachbehandlungen werden als Folgediagnose dokumentiert. Eine Vermutung ist, dass die Antibiotikabehandlungen schnell zu einer Verbesserung des Wohlbefindens der Kuh führten und somit die Folgediagnosen das Ergebnis für die DB verfälschten. Innerhalb der DB konnte jedoch ein signifikanter Einfluss einer Klauenerkrankung auf die Besuchshäufigkeit festgestellt werden. Kühe mit einer Klauenerkrankung verzeichneten eine 0,1-mal geringere Melkfrequenz. Untersuchungen von MIGUEL-PACHECO et al. (2014) und KING et al. (2017) bestätigen vorliegendes Ergebnis.

Tabelle 4: Einfluss einer Erkrankung allgemein, einer Mastitis oder einer Klauenerkrankung auf die AMS-Besuchshäufigkeit (LSMean±SE)

	Anzahl Besuche mit Melkanrecht	
	DeLaval	Lely
Erkrankung allgemein		
ja	2,8 ±0,05 ^a	2,9 ±0,02
nein	2,5 ±0,05 ^b	2,9 ±0,01
Mastitis		
ja	2,9 ±0,05 ^a	2,8 ±0,01 ^a
nein	2,6 ±0,05 ^b	2,9 ±0,02 ^b
Klauenerkrankung		
ja	2,5 ±0,06 ^a	3,1 ±0,09
nein	2,6 ±0,05 ^b	2,9 ±0,01

^{a,b} p<0,01

3.2 Parameter zur Mastitiserkennung in AMS-Betrieben

3.2.1 Leitfähigkeit

Die elektrische Leitfähigkeit (EL) ist der am weitesten verbreitete Indikator zur Erkennung von klinischer und subklinischer Mastitis in den derzeitigen Robotermodellen. Die Leitfähigkeitsmessung in der Milch basiert auf dem Anstieg von Na-Ionen und Chlorid-Ionen aufgrund einer Entzündung der Milchdrüse, welche die Permeabilität der Blut-Euter-Schranke erhöht. Im Durchschnitt lag die Leitfähigkeit der Milch bei den LB bei $4,16 \pm 0,24$ mS/cm und bei den DB bei $4,39 \pm 0,63$ mS/cm. Zur Prüfung des Einflusses einer Mastitiserkrankung auf die Leitfähigkeit der Milch wurden in einer Varianzanalyse die Laktationsnummer, Anzahl Melkungen, Tagesmilchleistung und Herde-Jahr-Saison als fixe Effekte und das Tier als zufälliger Effekt im Modell einbezogen.

Kühe mit einer Mastitisiadiagnose wiesen in beiden AMS-Systemen eine signifikant höhere EL der Milch auf (Abbildung 3). Innerhalb der DB verzeichneten Kühe ohne Mastitisiadiagnose eine EL von 4,5 mS/cm und Kühe mit Mastitisiadiagnose 4,7 mS/cm. Die Kühe der LB wiesen eine höhere Differenz der EL von 1 mS/cm zwischen einer und keiner Mastitisiadiagnose auf. Nach vorliegenden Ergebnissen ist das Leitfähigkeitsmesssystem von Lely eher geeignet zur Mastitisedetektion als das System von DeLaval. Hinzuzufügen ist, dass die Messwerte der EL der LB je Euterviertel vorlagen und in die Auswertung der Maximalwert je Viertelgemelk einbezogen wurde. Innerhalb der Daten der DB lag die EL als Gesamtwert vor. Wird die Leitfähigkeit verglichen mit dem Parameter SZZ aus der MLP, so ergibt sich eine Korrelation von $r=0,34$ (nach Pearson, $p<0,0001$). Da die Zellzahl ein nicht normalverteiltes Merkmal ist, erfolgte eine Logarithmierung zur Basis 10. Untersuchungen von ANACKER und HUBRICH (2006) ergaben ähnliche Korrelationen der SZZ und der EL von $r=0,36$ bis $0,48$. Diese eher moderate Korrelation ist z.T. anhand der analysierten Milchfraktion in AMS zu erklären. Die EL der Milch ist am höchsten in der Fraktion, die vor dem Milchejektionsreflex entnommen wird, die Zisternenmilch stellt also das Optimum zur Bestimmung der EL dar (BRUCKMAIER et al., 2004). In AMS wird die EL jedoch nach dem Beginn der Milchejektion und weiter während des Melkprozesses gemessen. Die Leitfähigkeit wird in AMS zusätzlich durch unterschiedliche Zwischenmelkzeiten der Kühe im Tagesablauf, die jeweils ermolkenen Milchmenge und den damit stark schwankenden Milchfett- und Zellzahlgehalt beeinflusst (BONSELS und WOLTER, 2012).

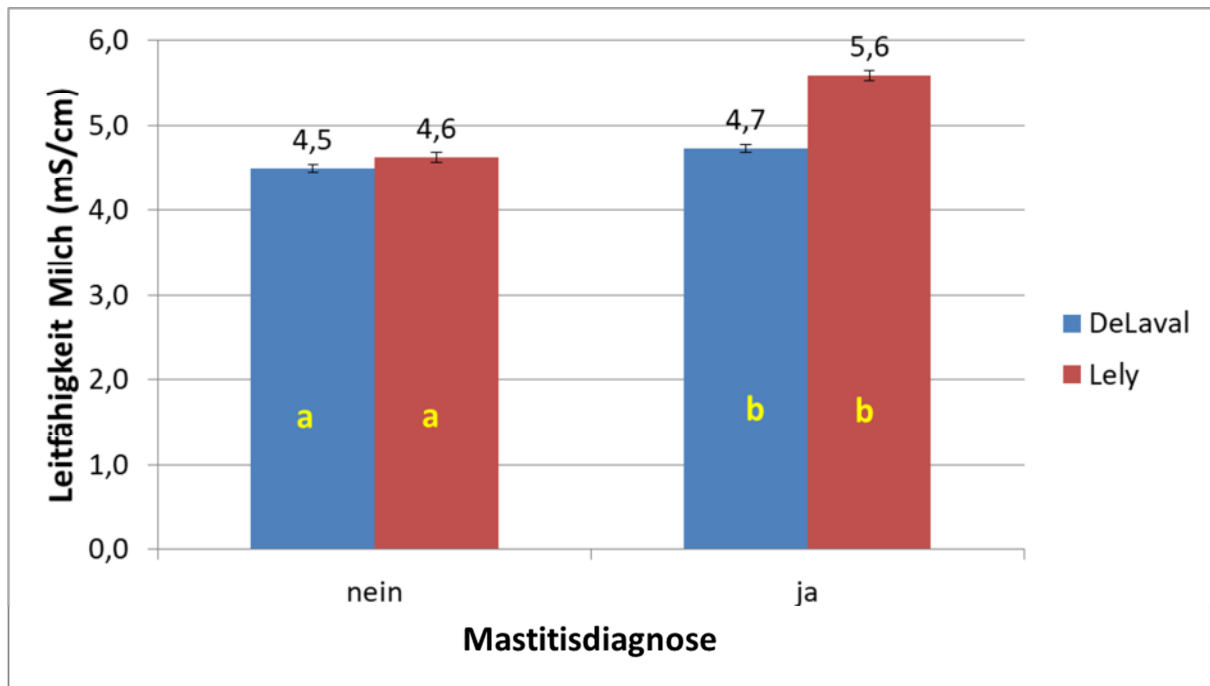


Abbildung 3: Einfluss von Mastitis auf die Leitfähigkeit der Milch (LSMean \pm SE, $p < 0,0001$)

3.2.2 Milchtemperatur

Eine Option der Roboter der LB ist die Messung der Milchtemperatur (MT) für jede Kuh während jeder Melkung. Ein Sensor im Roboterarm erfasst die MT für jedes Euterviertel individuell. Während des Melkvorganges fließt die Milch durch den Zitzenbecher und einen etwa 20 cm langen Schlauch, bevor sie auf den Sensor trifft. Nach dem Melkvorgang wird die maximale MT abgespeichert, unabhängig vom Euterviertel (POHL et al., 2014). Die MT betrug im Durchschnitt $38,4 \text{ °C} \pm 0,68$, im Minimum $36,6 \text{ °C}$ und im Maximum $42,7 \text{ °C}$. Allgemein liegt die Körperkerntemperatur von Kühen zwischen $37,5$ und $39,5 \text{ °C}$ (ENGELHARDT und BREVES, 2010). Zur Prüfung des Einflusses einer Mastitiserkrankung auf die MT wurden in einer Varianzanalyse die Laktationsnummer, Laktationstag, Tagesmilchleistung und Herde-Jahr-Saison als fixe Effekte und das Tier als zufälliger Effekt im Modell einbezogen. Für die Auswertung wurde die maximale MT aus allen Melkungen je Kuh und Tag genutzt. In vorliegender Untersuchung konnte kein signifikanter Unterschied zwischen Kühen mit oder ohne Mastitisiagnose hinsichtlich der MT festgestellt werden ($p=0,4$). Ein möglicher Grund für dieses Ergebnis ist, dass bevor eine Mastitis diagnostiziert wurde, die Körpertemperatur der Kuh schon angestiegen ist. Aufgrund dessen ist es für den vorliegenden Vergleich Mastitis und MT sicherlich sinnvoll, in einer weiteren Untersuchung einen anderen Auswertungsansatz zu wählen und ab dem Diagnosetag der Mastitis rückwirkend zu schauen, ob und wann ein signifikanter Anstieg der MT gegenüber der Durchschnittstemperatur festzustellen ist.

Bei Betrachtung der Tagesmilchmenge je Kuh zeigte sich ein signifikanter Einfluss auf die MT (Abbildung 4). Kühe mit hohen Milchleistungen von $> 45 \text{ kg/Tag}$ wiesen eine um $0,2 \text{ °C}$ höhere MT auf als Kühe mit geringen Tagesmilchleistungen von $\leq 20 \text{ kg}$. Alle Differenzen zwischen den Milchleistungsgruppen waren signifikant voneinander verschieden. Folglich ist anzunehmen, dass mit steigender Milchleistung, aufgrund der höheren Stoffwechselbelastung der Tiere, die Körperkerntemperatur ansteigt. Dieser Aspekt sollte für künftige Studien hinsichtlich Thermotoleranz und Hitzebelastung von Kühen unbedingt aufgegriffen werden.

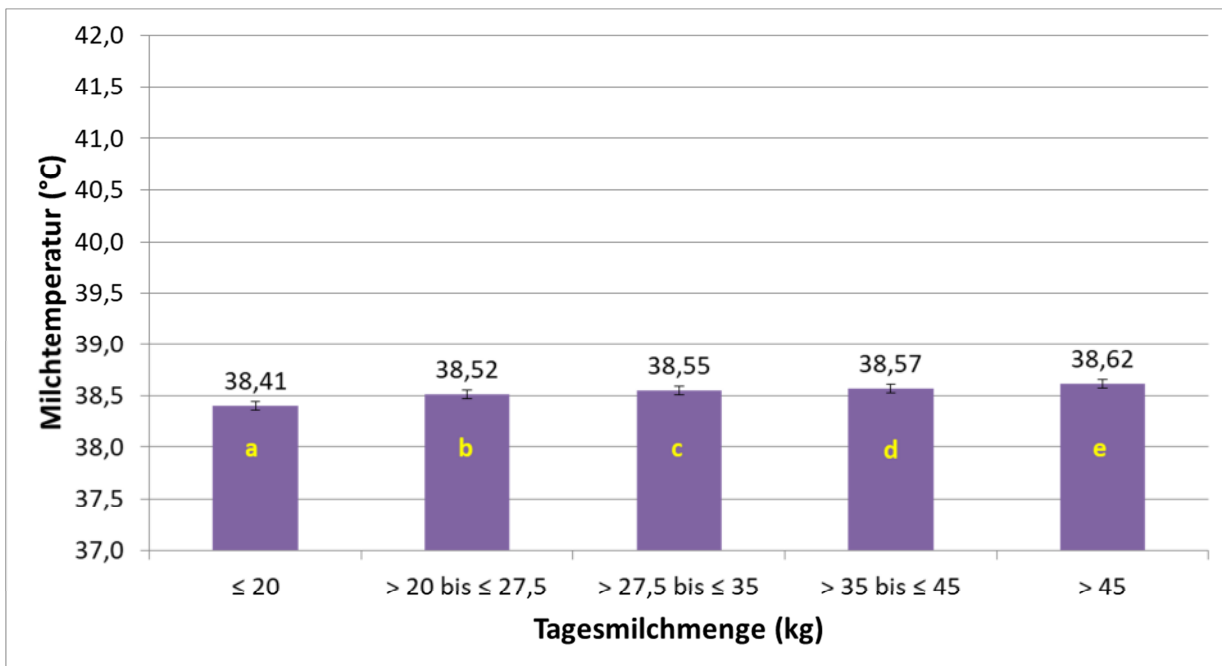


Abbildung 4: Einfluss der Tagesmilchmenge auf die Milchtemperatur (LSMean \pm SE, $p < 0,01$)

3.2.3 Somatische Zellzahl

Die folgenden Ergebnisse beziehen sich nur auf Daten der DB, da nur in den DeLaval-Robotern die Möglichkeit der Online-Cell-Count-Messung (OCC) besteht. Die VMS von DeLaval nutzen die direkte Methode zur Online-SZZ-Analyse während jeder Melkung. Die direkte Methode beinhaltet das Anfärben des Zellkerns von somatischen Zellen und die anschließende automatische Zählung durch einen Sensor. Die Messung findet im Milchgemisch statt. Zur Auswertung der Daten wurden die OCC-Werte logarithmiert zur Basis 10. Somit lassen sich die stark wachsenden Zahlenreihen übersichtlich darstellen. Zur Einordnung der OCC-Werte wurde vergleichend die SZZ aus der MLP herangezogen und ebenfalls logarithmiert. Die Messung der OCC-Werte erfolgte für jede Kuh zu jeder Melkung. Daher wurden die Werte zu einem Wert pro Tier und Tag zusammengefasst, einmal als Durchschnittswert und einmal der Maximalwert aus allen Melkungen. Die Korrelation zwischen OCC und SZZ lag bei $r=0,76$ für den Maximalwert und $r=0,79$ für den Durchschnittswert (Tabelle 5). KAMPHUIS et al. (2008) ermittelten ebenfalls eine Korrelation von $r=0,76$ zwischen Labor- und Online-Zellzahlmessung. Wenn die OCC Messwerte gefiltert und auf Sensorabweichungen korrigiert werden ergibt sich eine Korrelation zur im Labor gemessenen SZZ von $r=0,93$ (SÖRENSEN et al., 2016).

Tabelle 5: Korrelation von Online- und MLP-Zellzahlmessung

	SZZ MLP (log)	p
OCC Max (log)	0,76	< 0,0001
OCC Mean (log)	0,79	< 0,0001

Im Modell wurden zur Prüfung des Einflusses einer Mastitis auf die OCC die Anzahl Melkungen, Laktationsnummer, Laktationstag, Tagesmilchleistung und Herde-Jahr-Saison als fixe Effekte und das Tier als zufälliger Effekt einbezogen. Kühe mit einer Mastitiserkrankung wiesen signifikant höhere Zellzahlen auf als Kühe ohne Mastitiserkrankung ($p < 0,0001$; Abbildung 5). Werden

die logarithmierten OCC-Werte zur Veranschaulichung zurück gerechnet zeigt sich ein Unterschied von 619.488 Zellen/ml Milch zwischen Kühen mit und ohne Mastitisdiagnose. KAMPHUIS et al. (2008) ermittelten eine Übereinstimmung von 77 % zwischen Proben mit > 200.000 Zellen/ml gemessen im Labor und mittels OCC.

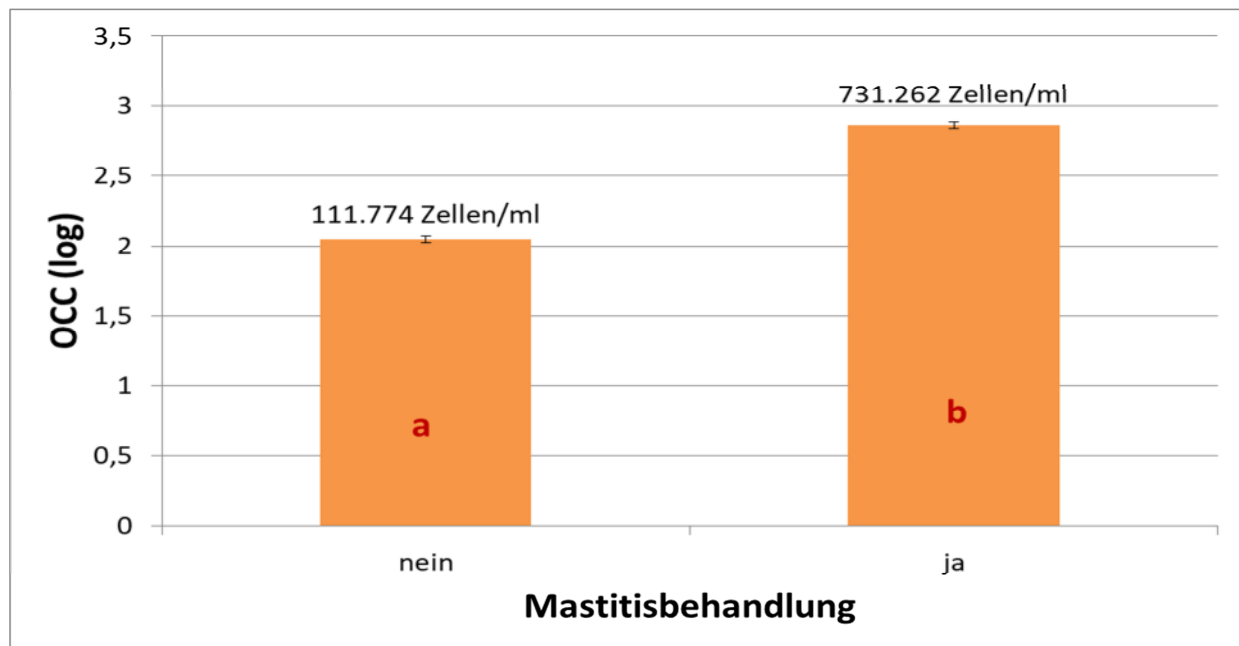


Abbildung 5: Einfluss einer Mastitis auf die Online-Zellzahl (LSMean \pm SE, $p < 0,0001$)

3.3 Variation der Zwischenmelkzeit

Das Melkintervall bzw. die Zwischenmelkzeit beeinflussen die Eutergesundheit einer Kuh. Dreimaliges Melken am Tag im Vergleich zum zweimaligen Melken bewirkt eine geringere somatische Zellzahl (SZZ) und steht in Zusammenhang mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit einer Mastitis (KLEI et al., 1997). Durch eine erhöhte Melkfrequenz wird das Euter häufiger ausgespült und demnach von Bakterien befreit, wohingegen es lange Melkintervalle den Bakterien ermöglichen, das Euter zu besiedeln und sich nach dem Melken an den Zitzenkanal anzuhängen (BRAMLEY et al., 1981). Jedoch existiert bis jetzt nur wenig Wissen über den Einfluss von Melkintervallen auf die SZZ in AMS-Betrieben, die meisten Erkenntnisse stammen aus konventionellen Melksystemen. Eine große Variation des Melkintervalls soll im Zusammenhang stehen mit einer hohen SZZ. Anhand der OCC-Messung aus den DB sollte dieser Ansatz geprüft werden. Insgesamt wurden 116.621 Datensätze mit der täglichen Anzahl und Uhrzeit der Melkbesuche, Laktationsnummer, Laktationsstadium, Milchmenge und der OCC-Werte von 914 Kühen ausgewertet. Um eine Normalverteilung der OCC-Werte sicherzustellen, wurden die Messwerte logarithmiert (\log_{10}). Die Einteilung der Zwischenmelkzeiten erfolgte in Anlehnung an die Studie von MOLLENHORST et al. (2011). Insgesamt 72,8 % der Beobachtungen wiesen einen Abstand zur vorangegangenen Melkung von ≥ 6 bzw. ≤ 12 h auf und verzeichneten demnach keine Variation in der Zwischenmelkzeit. Ein langes Melkintervall von > 12 h konnte bei 21,6 % der Beobachtungen festgestellt werden. Nur 5,6 % der Melkintervalle wiesen Zeiten von weniger als 6 h auf. Eine ähnliche Verteilung der Melkintervalle ermittelten MOLLENHORST et al. (2011) in ihren Untersuchungen.

Es konnte ein signifikanter Einfluss der Variation der Zwischenmelkzeit auf die online gemessene SZZ festgestellt werden (Abbildung 6). Kühe mit einem Abstand von weniger als 6 h zwischen 2 Melkungen wiesen die signifikant höchste SZZ auf im Vergleich zu Kühen ohne Variation der Zwischenmelkzeit oder einem großen Abstand von über 12 h zwischen 2 Melkungen ($p < 0,0001$). Weiterhin zeigten Kühe mit einem Melkintervall von > 12 h ebenfalls signifikant höhere SZZ als Kühe ohne eine Variation in der Zwischenmelkzeit ($p < 0,0001$). MOLLENHORST et al. (2011) bestätigen in ihren Untersuchungen einen Anstieg der SZZ mit länger werdenden

Melkintervallen. Jedoch konnten sie keine signifikanten Unterschiede bei kurzen Melkintervallen von < 6 h feststellen, im Gegensatz zu HAMANN und HALM (2004).

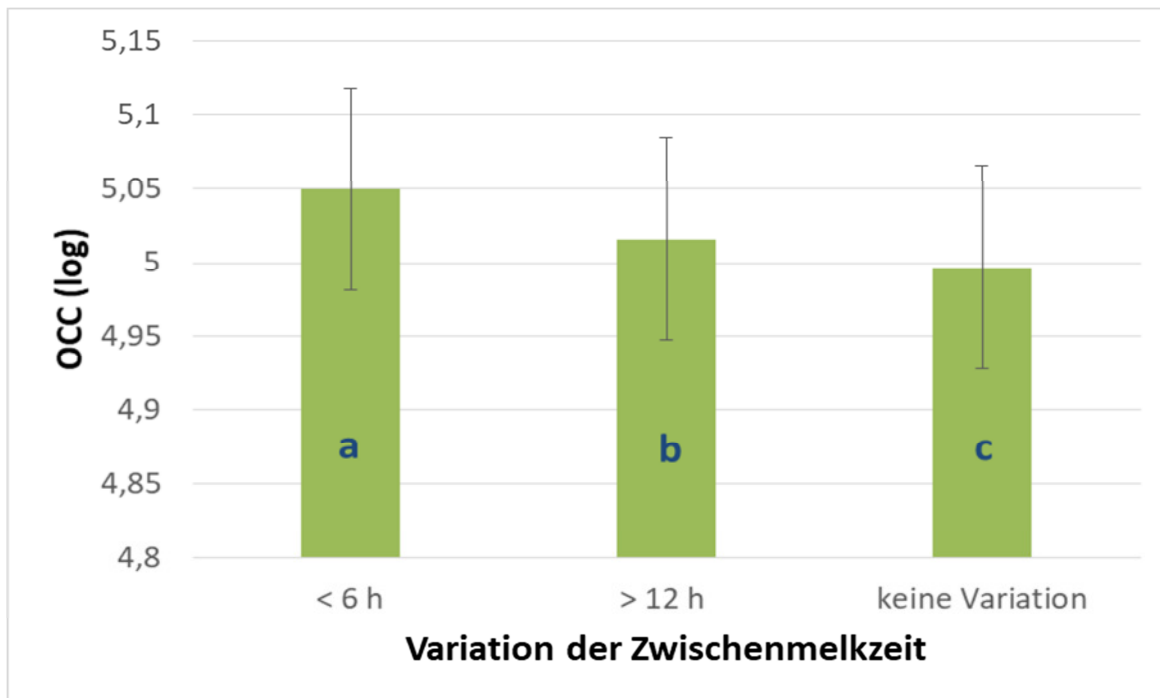


Abbildung 6: Einfluss der Zwischenmelkzeit auf die SZZ (LSMean ±SE, p<0,001)

4 Schlussfolgerungen

Anhand der vorliegenden Ergebnisse ist anzunehmen, dass Erstlaktierende nicht unbedingt immer die rangniederen Kühe innerhalb der Herde sind, da sie nicht häufiger zu unattraktiven Tageszeiten den Melkroboter aufsuchten. Folglich ist es nach dieser Untersuchung für einen AMS-Betrieb auch nicht zwingend notwendig, eine extra Färsengruppe zu halten.

Es wird trotz der z. T. konträren Ergebnisse deutlich, dass ein rechtzeitiges Erkennen und Behandeln von Klauenerkrankungen sowie Mastitiden von großer Bedeutung ist, um eine Reduzierung der AMS-Besuche der Kühe zu verhindern. Regelmäßige Klauenschritte der Herde zwei- bis dreimal jährlich können Klauenerkrankungen vorbeugen. Allgemeine Sauberkeit im Stall, d. h. Reinigung der Liegeboxen, Laufflächen, Wassertröge und des Futtertisches, verringert hohe SZZ. Ebenso sollte auch auf die Sauberkeit der Kühe geachtet werden, insbesondere auf das Euter und die Hintergliedmaßen, um die Wahrscheinlichkeit einer Mastitis und hohe SZZ in der Tankmilch zu reduzieren.

Die EL ist ein geeigneter Parameter zur Erkennung von Mastitiden. In beiden Systemen verzeichneten Kühe mit einer Mastitis am Diagnosetag eine signifikant höhere EL. Aufgrund der nur moderaten Korrelation von EL und SZZ ist ein automatisches Separieren der Milch am AMS auf Basis der Leitfähigkeit nicht sinnvoll.

In vorliegender Untersuchung war die Diagnose Mastitis nicht verknüpft mit einer Erhöhung der MT. In einem weiteren Auswertungsansatz sollte jedoch noch einmal ermittelt werden, ob ab dem Diagnosetag der Mastitis rückwirkend ein signifikanter Anstieg der MT gegenüber der Durchschnittstemperatur festzustellen ist. Die MT als alleiniger Parameter zur Erkennung von Eutererkrankungen ist nicht geeignet. Jedoch stand die MT in Zusammenhang mit der Milchleistung. Dies ist von großer Bedeutung für weitere Untersuchungen bezüglich Hitzestress von Milchkühen.

Weiterhin wird deutlich, dass die Online-Zellzahlmessung ein geeigneter Parameter zur Anzeige einer Mastitis ist. Kühe mit einer Mastitis verzeichneten am Diagnosetag signifikant höhere OCC-Werte und auch der Vergleich zur SZZ im Labor zeigte hohe Korrelationen.

In Bezug auf die Zwischenmelkzeit in AMS-Betrieben zeigen vorliegende Ergebnisse, dass hohe Abweichungen in der Zwischenmelkzeit von < 6 h bzw. > 12 h vermieden werden sollten. Es ist zu empfehlen, entsprechende Einstellungen zu den Melkanrechten in der Managementsoftware vorzunehmen.

5 Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie sollte anhand von 1.413 DH-Kühen aus 4 Milchviehbetrieben mit AMS (2 DeLaval, 2 Lely) geprüft werden, welche Zusammenhänge zwischen der Besuchshäufigkeit des Roboters und dem Alter bzw. Erkrankungen der Kühe besteht. Weiterhin sollte analysiert werden, inwieweit sich die Parameter Milchttemperatur, elektrische Leitfähigkeit und somatische Zellzahl, die täglich durch das AMS erfasst werden, zur Mastitisiagnostik eignen. Hierfür wurden Daten vom 01.01.2013 bis zum 15.06.2014 aus der Managementsoftware Del-Pro bzw. T4C extrahiert und für eine vergleichende Auswertung aufbereitet.

Kühe der ersten Laktation nahmen signifikant häufiger ihr Melkanrecht wahr als Mehrkalbskühe. Jedoch verlagerten sie ihre AMS-Besuche nicht häufiger, wie zunächst angenommen, auf unattraktive Zeiten zwischen 0:00 und 6:00 Uhr. Die Untersuchung zum Einfluss der Erkrankungen auf die Besuchshäufigkeit ergab ein differenziertes Bild. Klauenerkrankungen hatten einen signifikant negativen Einfluss auf die Besuchshäufigkeit des AMS. Bestätigt werden konnte dies jedoch nur anhand der Daten der DeLaval-Betriebe. Kühe mit einer Mastitisiagnostik verzeichneten am Diagnosetag eine signifikant geringere Besuchshäufigkeit des AMS innerhalb der Lely-Betriebe. Kühe der DeLaval-Betriebe verhielten sich dagegen genau umgekehrt. Geeignete Parameter zur Erkennung von Mastitiden schon am AMS sind die elektrische Leitfähigkeit und die Online-Zellzahlmessung. Hier konnte ein direkter Zusammenhang zu Mastitisiagnostiken hergestellt werden. Die Milchttemperatur verzeichnete dagegen keine signifikante Erhöhung bei einer Mastitisiagnostik. Weiterhin wurde deutlich, dass sehr kurze (< 6 h) und sehr lange (> 12 h) Melkintervalle einen negativen Einfluss auf die somatische Zellzahl ausüben und somit das Risiko einer Mastitis für die Kühe erhöhen.

Aufgrund der z.T. konträren Ergebnisse aber auch durch die möglichen Anknüpfungspunkte hinsichtlich Milchttemperatur und Hitzestress bei Milchkühen werden weitere Untersuchungen anhand von AMS-Daten als sinnvoll erachtet.

Literatur

- Anacker, G.; Hubrich, K. (2006): Beurteilung der Eutergesundheit von Milchkühen anhand der Leitfähigkeitsmessungen mit dem Mastitron Gerät. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena.
- Bonsels, T. (2012): Die wichtigsten Kennzahlen. Melkrobotermanagement, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup. ISBN: 978-3-7843-5249-7
- Bonsels, T.; Wolter, W. (2012): Welche Werte für das Euter-Controlling? Melkrobotermanagement 2012, Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup. ISBN 978-3-7843-5249-7
- Borderas, T. F.; Fournier, A.; Rushen, J.; de Passillé; A.M.B. (2008): Effect of lameness on dairy cows' visits to automatic milking systems. *Can. J. Anim. Sci.* 88: 1–8.
- Bramley, A. J.; Godinho, K.S.; Grindal, R.J. (1981): Evidence of penetration of the bovine teat duct by *Escherichia coli* in the interval between milkings. *J. Dairy Res.* 48:379–386.
- Bruckmaier, R. M., D. Weiss, M. Wiedemann, S. Schmitz; Wendl, G. (2004): Changes of physicochemical indicators during mastitis and the effects of milk ejection on their sensitivity. *J. Dairy Res.* 71:316–321.
- Donohue, R.H.; Kerrisk, K.L.; Garcia, S.C.; Dickeson, D.A.; Thomson, P.C. (2010): Evaluation of two training programs aimed to improve early lactation performance of heifers in a pasture-based automatic milking system. *Anim. Prod. Sci.* 50: 939-945.
- Engelhardt, W.; Breves, G. (2010): Physiologie der Haustiere. Enke Verlag, Stuttgart. ISBN 978-3-8304-1078-2
- Hamann, J.; Halm, H. (2004): Influence of varying milking intervals on milk composition- A physiological approach on secretion of "normal milk". S. 215-220 in *Automatic Milking: A Better Understanding: Proc. of the International Symposium, Lelystad, the Netherlands*. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- Harms, J. (2012): Wirtschaftlichkeit automatischer Melksysteme unter Berücksichtigung der Übergangszeit vom konventionellen zum automatischen Melken. Forschungsbericht des Institutes für Pflanzenbau und Betriebswirtschaft der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, (1/27).
- Hovinen, M., A.-M. Aisla, und S. Pyörälä (2006): Accuracy and reliability of mastitis detection with electrical conductivity and milk colour measurement in automatic milking. *Acta Agric. Scand. A* 56:121–127.
- Kamphuis, C.; Sherlock, R.; Jago, J.; Mein, G.; Hogeveen, H. (2008): Automatic detection of clinical mastitis is improved by in-line monitoring of somatic cell count. *J. Dairy Sci.* 91: 4560-4570.
- Ketelaar-de Lauwere, C.C.; Devir, S.; Metz, J.H.M. (1996): The influence of social hierarchy on the time budget of cows and their visit to an automatic milking system. *Applied Animal Behavior Science* 49:199-211.
- King, M.T.M.; LeBlanc, S.J.; Pajor, E.A.; DeVries, T.J. (2017): Cow-level associations of lameness, behaviour and milk yield of cows milked in automated systems. *J. Dairy Sci.* 100: 4818-4828.
- King, M.T.M.; Dancy, K.M.; LeBlanc, S.J.; Pajor, E.A.; DeVries, T.J. (2018): Behaviour and productivity of cows milked in automated systems prior to diagnosis of health disorders in early lactation. *J. Dairy Sci.* 101: 4343-4356.
- Klaas, I.C.; Rousing, T.; Fossing, C.; Hindhede, J.; Sorensen, J.T. (2003): Is lameness a welfare problem in dairy farms with automatic milking systems? *Animal Welfare* 12:599-603.
- Klei, L. R.; Lynch, J.M.; Barbano, D.M.; Oltenacu, P.A.; Lednor, A.J.; Bandler, D.K. (1997): Influence of milking three times a day on milk quality. *J. Dairy Sci.* 80:427–436.

- Lovendahl, P.; Chagunda, M.G.G. (2011): Covariance among milking frequency, milk yield, and milk composition from automatically milked cows. *J. Dairy Sci.* 94: 5381-5392.
- Miguel-Pacheco, G.G.; Kaler, J.; Remnant, J.; Cheyne, L.; Abbott, C.; French, A.P.; Pridmore, T.P.; Huxley, J.N. (2014): Behavioural changes in dairy cows with lameness in an automatic milking system. *Applied Animal Behaviour Science* 150:1-8.
- Mollenhorst, H., P. P. J. van der Tol, and H. Hogeveen (2009): Mastitis detection: Visual observation compared to inline quarter and milking somatic cell count. Seite 307–314 in *Precision Livestock Farming*. C. Lokhorst, and P. W. G. Groot Koerkamp, ed. Wageningen Academic Publishers.
- Mollenhorst, H., M. M. Hidayat, J. van den Broek, F. Neijenhuis, and H. Hogeveen (2011): The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 94:4531-4537.
- Munksgaard, L.; Rushen, J.; de Passillé, A.M.; Krohn, C.C. (2011): Forced versus free traffic in an automated milking system. *Livestock Science* 138:244-250.
- Pohl, A.; Heuwieser, W.; Burfeind, O. (2014): *Technical note*: Assessment of milk temperature measured by automatic milking systems as an indicator of body temperature and fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 97: 4333-4339.
- Sørensen, L.P.; Bjerring, M.; Lovendahl, P. (2016): Monitoring individual cow udder health in automated milking systems using online somatic cell counts. *J. Dairy Sci.* 99:608-620.
- Spörndly, E.; Wredle, E. (2004): Automatic Milking and Grazing-Effects of Distance to Pasture and Level of Supplements on Milk Yield and Cow Behavior. *J. Dairy Sci.* 87:1702-1712.