



Abschlussbericht zum Projekt

Entwicklung eines neuen technologischen Verfahrens zum automatischen
Melken in einem Karussell mit GEA DairyProQ

Teichröda, den

Projektnehmer:

Agrargenossenschaft Teichröda e.G.
Hopfgartenstr. 17
07407 Teichröda, Stadt Remda-Teichel

In Zusammenarbeit mit

Prof. S. Geidel, Dr. K. Heidig
Zentrum für angewandte Forschung und Technologie an der HTW Dresden (ZAFT) e.V.
Friedrich –List-Platz 1
01069 Dresden

Gefördert im Rahmen des Programmes „Innovationsförderung in der Land- und
Ernährungswirtschaft“ nach der Förderrichtlinie des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft,
Naturschutz und Umwelt

Inhaltsverzeichnis

Inhalt

Tabellenverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	4
1 Vorwort	6
2 Durchführung des Kooperationsvorhabens	7
3 Beschreibung des zu untersuchenden Melksystems	9
4 Ergebnisse der Überprüfung der Funktionalität der Melktechnik	10
4.1 Funktionssicherheit Tiererkennung.....	10
4.2 Funktionssicherheit Zitzenreinigung.....	11
4.3 Funktionssicherheit der Ansetzautomatik	13
4.3.1 Funktionsweise der Ansetzautomatik	13
4.3.2 Ansetzerfolg.....	13
4.3.3 Einfluss der Euterformmerkmale auf den Ansetzerfolg	15
4.4 Funktionssicherheit der Dippautomatik.....	28
4.5 Funktionssicherheit der Melkzeugzwischendesinfektion	34
4.6 Kontrolle des Euterentleerungsgrades am Melkende.....	37
4.7 Kontrolle der Aussagefähigkeit und Praktikabilität der automatisierten Mastitisedektion bei DairyProQ	39
5 Ergebnisse zum Gesundheitszustand von Euter und Zitzen der Tiere	45
5.1 Entwicklung der Zellzahl und der Mastitissituation	45
5.2 Zitzenkondition.....	46
6 Verfahrenstechnische Einordnung des Melksystems	51
6.1 Durchsatz und Systemgrenzen	51
6.2 Arbeitswirtschaftliche Einordnung.....	54
6.3 Arbeitsorganisatorische Einordnung	60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Arbeitspakete des Projektpartners Teichel e.G. – selbst durchgeführte Arbeiten	7
Tabelle 2: Arbeitspakete des Unterauftragnehmers ZAFT	8
Tabelle 3: Funktionssicherheit der Tiererkennung.....	10
Tabelle 4: Reinigungserfolg bei verschmutzten Zitzen.....	11
Tabelle 5: Ergebnisse der visuellen Erfassungen des Ansetzerfolges bei unterschiedlichen technischen Entwicklungsstadien der Ansetzautomatik	14
Tabelle 6: Anzahl problematischer Ansetzvorgänge nach Ursachenkomplex	15
Tabelle 7: Deskriptive Statistik aller Eutermaße (inklusive Handkühe)	16
Tabelle 8: Anteil der „Handkühe“ an den Tieren mit abweichenden Euterformmerkmalen	17
Tabelle 9: Anforderungen an Eutergeometrie (Quelle: GEA).....	27
Tabelle 10: Datengrundlage für die Auswertung des Zusammenhangs zwischen Zitzenmaßen und Dipperfolg.....	32
Tabelle 11: Ergebnisse der Tupferproben zur Kontrolle der Melkzeugzwischendesinfektion.....	35
Tabelle 12: Nicht korrekt ausgemolkene Tiere	37
Tabelle 13: Erfolg der Detektion von Mastitiden mittels visueller Beurteilung der graphischen Darstellung des Viertelleitwertes im Referenzbetrieb (Vierfeldertafel)	40
Tabelle 14: Erfolg der Detektion von Mastitiden mittels Alarmliste im Referenzbetrieb (Vierfeldertafel).....	42
Tabelle 15: Erfolg der Detektion von Mastitiden mittels kombinierter Anwendung von Alarmliste und visueller Beurteilung der graphischen Darstellung des Viertelleitwertes im Referenzbetrieb (Vierfeldertafel)	43
Tabelle 16: Literaturübersicht Sensitivität/Spezifität Mastitisdetektion mit Hilfe von Leitfähigkeit oder Leitwert	44
Tabelle 17: Richtwerte zur Beurteilung der Eutergesundheitssituation in einer Herde (Thieme 2004)	44
Tabelle 18: Boniturschema für die Erfassung der Hyperkeratosen nach Graff (2005)	47
Tabelle 19: Anteil an Tieren mit Veränderungen der Zitzenkondition.....	48
Tabelle 20: Den Durchsatz beeinflussende Rahmenbedingungen.....	51
Tabelle 21: Effekt von Veränderungen der Rahmenbedingungen auf den mit DairyProQ möglichen Durchsatz.....	52
Tabelle 22: Grundlegende Bewirtschaftungsweisen des automatischen Melksystems mit DairyProQ.....	54
Tabelle 23 – Teil 1: Basisdaten für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs	55
Tabelle 24: Bewertung der Schichtvarianten	60

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verschmutzungsgrad der Zitzenhaut	12
Abbildung 2: Anteil manuell angesetzter Melkungen unter Produktionsbedingungen (Daten aus DP)	14
Abbildung 3: Verteilung der Dauer der Ansetzvorgänge (gemessene Zeiten) bei unterschiedlichen technischen Entwicklungsstadien	15
Abbildung 4: Messmethode zur Erfassung der Abstandsmaße	16
Abbildung 5: Messmethode zur Erfassung von Zitzenlänge und Zitzendurchmesser.....	16
Abbildung 6: Mittelwertvergleich (mit Standardfehler) der Eutermerkmale von Handkühen und automatisch anzusetzenden Kühen	18
Abbildung 7: Häufigkeitsvergleich ausgewählter Eutermerkmale von Handkühen und automatisch anzusetzenden Kühen	19
Abbildung 8: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den Hinterzitzen	20
Abbildung 9: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den Vorderzitzen	21
Abbildung 10: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den rechten Zitzen.....	21
Abbildung 11: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den linken Zitzen	22
Abbildung 12: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Bodenabstand.....	22
Abbildung 13: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit von der Bauchhöhe.....	23
Abbildung 14: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Durchmesser der linken Hinterzitze.....	23
Abbildung 15: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Durchmesser der linken Vorderzitze.....	24
Abbildung 16: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit der Länge der linken Hinterzitze	24
Abbildung 17: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit der Länge der linken Vorderzitze	25
Abbildung 18: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit des Vorhandenseins von verödeten Vierteln	25
Abbildung 19: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit des Vorhandenseins von schrägen Zitzen.....	26
Abbildung 20: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit des Vorhandenseins von stufigen Eutern	26
Abbildung 21: Entwicklung des Bodenabstands mit steigender Laktationsnummer	27
Abbildung 22: Boniturschema zur Erfassung des Dipperfolges (Quelle: GEA).....	28
Abbildung 23: Dipperfolg - Benetzung der Zitzenhaut	29
Abbildung 24: Dipperfolg – Tropfenbildung zur Erfassung im März 2015	30
Abbildung 25: Mittlere Boniturnote (randomisiertes Mittel mit Standardfehler) des Dipperfolges in Abhängigkeit von den Zitzenmaßen.....	33

Abbildung 26: Grafik „Auffälliger _Viertelleitwert.dpg“ für ein Tier ohne auffälligen Verlauf der Leitwertkurve => keine Mastitiskontrolle nötig	39
Abbildung 27: Grafik „Auffälliger _Viertelleitwert.dpg“ für ein Tier mit auffälligem Verlauf der Leitwertkurve auf dem linken Vorderviertel => Mastitiskontrolle nötig	39
Abbildung 28: Beispiel für die Liste „Ansteigender Leitwert_fuer CSV.rfa“	42
Abbildung 29: Richtwerte zur Beurteilung der Eutergesundheitssituation in einer Herde (Thieme 2004).....	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Abbildung 30: Entwicklung der Zellzahl im Versuchszeitraum.....	45
Abbildung 31: Veränderung der Alterstruktur der Herde im Versuchszeitraum	45
Abbildung 32: Auftreten von Hyperkeratosen in Abhängigkeit vom Zitzendurchmesser (Daten März 2015).....	48
Abbildung 33: Mittelwerte des Zitzendurchmessers nach Euterviertel (Daten März 2015)	49
Abbildung 34: Auftreten von Hyperkeratosen nach Euterviertel (Daten März 2015)	49
Abbildung 35: Auftreten von Hyperkeratosen in Abhängigkeit vom Laktationstag	49
Abbildung 36: Auftreten von Hyperkeratosen im Laktationsverlauf in Abhängigkeit von der Laktationsnummer	50
Abbildung 37: Durchsatz pro Melkzeit	52
Abbildung 38: Systemgrenzen von DairyProQ	53
Abbildung 39: Täglicher Arbeitszeitbedarf für Melken und Treiben und die Systemgrenze des Melkstandes in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsweise.....	57
Abbildung 40: Arbeitszeitbedarf der verschiedenen Melkstand- und Bewirtschaftungsvarianten.....	59

1 Vorwort

Das DairyProQ-Melkkarussell der Firma GEA wurde auf der EUROTIER 2012 in Hannover erstmalig vorgestellt. Mit dem Kooperationsvorhaben wird die Zielstellung verfolgt, die europäische Markteinführung für Milchviehbetriebe vorzubereiten. Dabei soll das System unter deutschen Praxisbedingungen wissenschaftlich begleitet werden. Es werden erstmalig Praxisuntersuchungen zur realistischen Durchsatzleistung des DairyProQ durchgeführt. Ziel ist die Erhebung verfahrenstechnischer Daten mit den Schwerpunkten Einbindung des Melkverfahrens in den gesamtbetrieblichen Produktionsablauf, Arbeitseffektivität und Einfluss auf die Tiergesundheit. Die Ergebnisse sind sowohl Grundlage für eine Handlungsanleitung für Praxisbetriebe als auch für die Weiterentwicklung und Markteinführung des DairyProQ-Melkkarussell der Firma GEA.

Die Ergebnisse spiegeln die verschiedenen Entwicklungsstadien wider, die das Melksystem während der Projektdauer durchlaufen hat. Die Ergebnisse der zum Abschluss durchgeführten Messungen stellen nicht den Endstand der technischen Entwicklung dar, da seitens GEA weiterhin an der Verbesserung des Melksystems und der dazugehörigen Software gearbeitet wird. Es können jedoch bereits fundierte Aussagen über die Funktionalität des Melksystems und über dessen sinnvolle verfahrenstechnische und ökonomische Einordnung in die Produktionsabläufe getroffen werden.

2 Durchführung des Kooperationsvorhabens

Das Projekt startete am 01.01.2014 und hatte eine Laufzeit von insgesamt 15 Monaten. Da zu Beginn wegen baulicher Probleme Verzögerungen auftraten, konnte die Inbetriebnahme erst mit dreimonatiger Verspätung am 16.06.2014 erfolgen. Dennoch konnten die Untersuchungen nahezu planmäßig durchgeführt werden. Die Untersuchungsergebnisse spiegeln den fortschreitenden Entwicklungsstand der Melktechnik wider. Veränderungen im Versuchsplan waren zumeist deshalb nötig, weil sich aufgrund von Zwischenergebnissen veränderte bzw. neue Fragestellungen ergaben. Der abschließende Bearbeitungsstand ist in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellt.

Abweichungen zum beantragten Versuchsplan sind farbig gekennzeichnet.

Tabelle 1: Arbeitspakete des Projektpartners Teichel e.G. – selbst durchgeführte Arbeiten

x = Untersuchungen wie geplant durchgeführt

x = zusätzliche Untersuchungen durchgeführt

x = geplante Untersuchungen nicht durchgeführt, weil technisch noch nicht möglich oder nicht mehr relevant für Untersuchungsziel

Arbeitspaket			In Zusamm enarbeit mit	Monat																	
				1	2	3	Inbetriebnahme	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
A) Forschungsbezogene Prozessorganisation																					
1	Organisatorische Planung der Umstellungsphase	GEA ZAFT	x	x	x							x									
2	Organisatorische Planung der Produktionsphase	GEA ZAFT	x	x	x	x		x													
3	Erarbeitung/Umsetzung von forschungsbezogenen Handlungsanweisungen				x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					
4	Projektkoordination		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					
B) Untersuchungen/ Datenerfassungen																					
1	Durchführung Herden-BU		x						x						x						
2	Durchführung BU Sonderfälle		x	x	x	x		x	x	x	x										
3	Erfassung täglich anfallender projektrelevanter Daten	ZAFT	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					
4	Erfassung von Arbeitszeitdaten	ZAFT	x	x				x	x	x					x						
5	Hilfestellung bei Datenerfassung durch ZAFT		x			x		x	x			x			x						
C) Projektbezogene Sonderarbeiten																					
1	Arbeiten am Einzeltier		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					
2	Reparaturen/ bauliche Maßnahmen		x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x					
D) Berichtslegung											x					x	x	x			

Tabelle 2: Arbeitspakete des Unterauftragnehmers ZAF

x = Untersuchungen wie geplant durchgeführt

x = zusätzliche Untersuchungen durchgeführt

x = geplante Untersuchungen nicht durchgeführt, weil technisch noch nicht möglich oder nicht mehr relevant für Untersuchungsziel

Arbeitspaket			In Zusamm enarbeit mit	Monat															
				1	2	3	Inbetriebnahme	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
D) Technische Verfahrensbeschreibung																			
1	Erstellen Grundlage/Zielwerte	GEA	x								x								
2	Einmelkzeit Herde																		
3	Einmelkzeit Einzeltier												x		x				
4	Handhabung Problemtiere	Teichel										x			x				
5	Arbeitszeitanalyse											x			x				
6	Durchsatzanalyse											x			x				
7	Erstellung Handbuch	GEA												x	x	x	x	x	x
E) Melktechnische Parameter/ Funktionssicherheit																			
1	Fehlerquote Tiererkennung											x			x				
2	Ansetzerfolg																		
	- Eutergeometrie		x												x				
	- Ansetzkontrolle											x			x				
3	Zitzenreinigung (Predip)											x			x				
4	Vormelkprobe/LF-Messung											x			x				
5	Dipperfolg (Postdip)											x			x				
6	Melkzeugzwischeninfektion																		
	- Funktionskontrolle											x			x				
	- Tupferproben											x			x				
F) Eutergesundheit/ /Milchqualität																			
1	Auswertung BU	Teichel	x												x				
2	Auswertung ZZ (MLP)		x									x	x	x	x	x	x		
3	Zitzenkondition														x				
G) Berichtslegung																			
Zusatzuntersuchungen																			
1	Liegeverhalten↔ verschiedene Bugrohre	Teichel														x			
2	Tierverhalten im Melkstand															x			
3	Tierverhalten Melkstandabtrieb												x						
4	Fütterungskontrolling											x			x				

Die letzten planmäßigen Messungen wurden im März 2015 durchgeführt. In den darauffolgenden Monaten konnte durch die Weiterentwicklung der Technik und die Optimierung der Abläufe im Versuchsbetrieb die Melkperformance noch einmal deutlich verbessert werden. Um diese Verbesserung abzubilden, wurden im Juli 2015 sowohl im Versuchsbetrieb Teichröda, als auch im

Betrieb Ottendorf zusätzliche Messungen durchgeführt. Die Ergebnisse fließen in diesen Bericht ein und sind entsprechend gekennzeichnet.

3 Beschreibung des zu untersuchenden Melksystems

Beim DairyProQ –Melksystem handelt es sich um ein Außenmelkerkarussell mit Melkplatzmodulen, mit dem Kuhherden vollautomatisch gemolken werden können. Der automatische Melkprozess beinhaltet alle Arbeitsschritte, angefangen vom Ansetzen, über Zitzenreinigung, Stimulation und Milchanalyse, Melken, viertelindividuelles Dippen und Melkzeugabnahme, bis hin zur Melkzeug-zwischendesinfektion.

Beim DairyProQ wird gruppenweise zu festen Melkzeiten gemolken. Betreut wird das Karussell dabei von einer Person. Da alle Melkplätze unabhängig voneinander arbeiten, ist eine kontinuierliche Karussellbewegung möglich. Die Umdrehungsgeschwindigkeit ist nicht unmittelbar von der Dauer einzelner Arbeitsgänge an einem Melkplatz abhängig. Dadurch kann ein vollautomatisches Melken der Einzeltiere bei höchster Verfügbarkeit des Einzelmelkplatzes und hohen Durchsätzen gewährleistet werden. Verfügbar sind Rotormelkstände in Größen von 28 bis 80 Melkplätzen.

4 Ergebnisse der Überprüfung der Funktionalität der Melktechnik

4.1 Funktionssicherheit Tiererkennung

Die Tieridentifikation erfolgt im untersuchten Melksystem mittels eines Fußtransponders, dessen Signal von einer am Melkplatz installierten Antenne empfangen und an die Melkplatzsoftware weitergeleitet wird. Im nächsten Schritt wird das Signal vom Melkplatzmodul an den Hauptrechner geleitet und in DP eingespeist.

Die Funktionssicherheit der Tiererkennung wurde dreimal überprüft. Dazu wurden während jeweils einer Melkzeit die Halsbandnummern der Tiere beim Betreten des Melkstandes abgelesen und mit den auf dem Melkplatzdisplay angezeigten und im Herdenmanagementprogramm DairyPlan (= DP) protokollierten Tiernummern verglichen. Nach Behebung anfänglicher technischer Mängel arbeitet die Tiererkennung zufriedenstellend (Tabelle 3).

Tabelle 3: Funktionssicherheit der Tiererkennung

Datum der Überprüfung		01.07.2014	25.11.2014	02.03.2015
kontrollierte Melkungen	n	160	257	261
Melkungen mit korrekt erkannten und in DP zugeordneten Tiernummern	n	165	231	261
	%	91,2	89,9	100,0
Fehlerursache		Technischer Defekt an mehreren Melkplätzen	fehlerhafte Datenübertragung vom Melkplatz zu DP	

4.2 Funktionsicherheit Zitzenreinigung

Die Zitzenreinigung erfolgt nach Ansetzen des Melkbechers an die Zitze im Melkbecherinnenraum mittels Wasser und Druckluft.

Die Überprüfung des Effektes der automatischen Zitzenreinigung erfolgte dreimal im Versuchszeitraum. Es wurden bei jedem Tier (außer Sondergruppen) nach Betreten des Melkstandes die Zitzen bonitiert. Danach erfolgte ein manuelles Ansetzen der Melkbecher. Etwa zwölf Sekunden nach Ansetzen des letzten Melkbechers (=Reinigungszeit) wurde das Melkzeug wieder abgenommen. Danach erfolgte eine erneute Zitzenbonitur.

Bonitiert wurde nach folgendem Schema:

1. Verschmutzung:

Note	0	1	2	3
Beschreibung	Zitzenhaut völlig sauber	1/3 der Zitzenhaut verschmutzt	2/3 der Zitzenhaut verschmutzt	3/3 der Zitzenhaut verschmutzt

Schwarze Zitzen wurden nur bonitiert, wenn die Verschmutzung eindeutig erkennbar war.

Für 1.912 Zitzen lag ein Boniturwert vor und nach der Reinigung vor. Betrachtet man nur die Zitzen, die bei der Bonitur vor der Reinigung verschmutzt sind, so ergibt sich folgendes Bild (Tabelle 4):

Tabelle 4: Reinigungserfolg bei verschmutzten Zitzen

Kriterium	Ergebnis DairyProQ		Reinigungserfolg anderer automatischer Melksysteme (Literaturzusammenstellung)	
	Sep. 2014	März 2015		
Verbesserung der Zitzen-sauberkeit durch die Reinigung um mind. 1 Verschmutzungs-Note	74% der Zitzen	87% der Zitzen	47% bzw. 80% der Zitzen	Knappstein et al. (2004)
Anteil nach Reinigung komplett sauberer Zitzen	61% der Zitzen	67% der Zitzen	33,1 % der Zitzen (Vorbereitungsbecher) bzw. 37,1 % (Bürstenreinigung)	Hovinen et al. (2005)
			52-80% der Zitzen bei mäßiger Verschmutzung, 8-55% bei starker Verschmutzung	Stoffers (2010) je 3 VMS und A3

Der Reinigungserfolg der automatischen Zitzenreinigung im untersuchten Melksystem ist somit im Vergleich zu anderen automatischen Reinigungsverfahren als überdurchschnittlich gut einzuschätzen.

Allerdings konnte nicht jede Verschmutzung restlos beseitigt werden. Zum letzten Messtermin waren mehr als 30% der ursprünglich schmutzigen Zitzen auch nach der Reinigung noch schmutzig. Es ist daher auch bei der in Teichröda eingesetzten Form der automatisierten Zitzenreinigung unabdingbar, die Zitzenverschmutzung vorab durch haltungstechnische Maßnahmen zu minimieren. Im Versuchsbetrieb konnten während der Versuchszeit Verbesserungen bei der Liegeboxenpflege erzielt und der Anteil an Tieren, die sich im Laufbereich hinlegten (Ganglieger), reduziert werden. Dadurch stieg der Anteil an Zitzen, die bereits vor der Reinigung sauber waren, im Versuchsverlauf von 21% auf 59% (Abbildung 1) an. Infolgedessen stieg auch der Anteil an sauberen Zitzen nach der Reinigung von 71% auf 86% bzw. 83%.

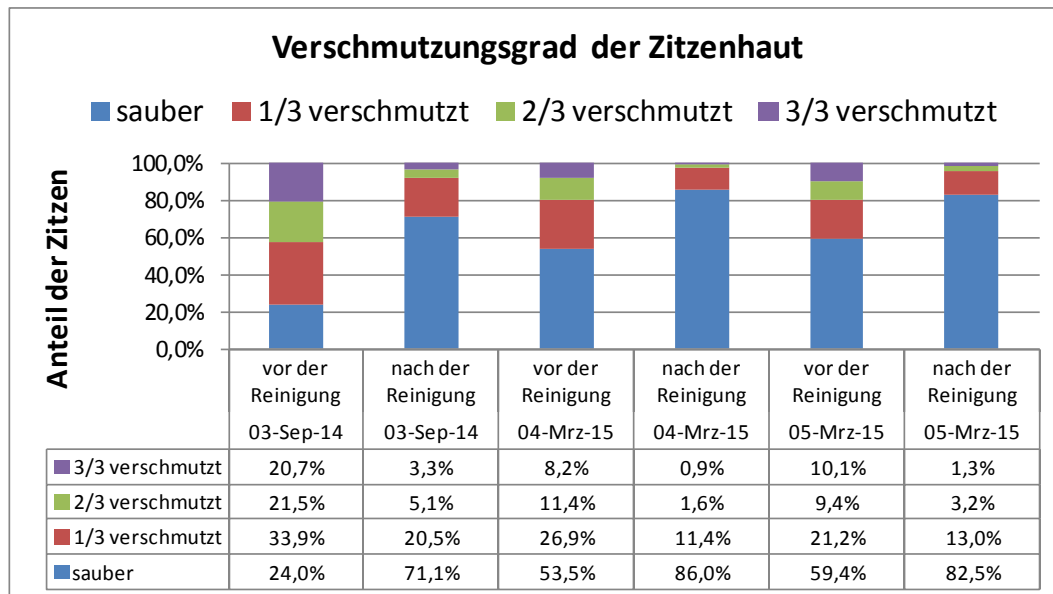


Abbildung 1: Verschmutzungsgrad der Zitzenhaut

4.3 Funktionssicherheit der Ansetzautomatik

4.3.1 Funktionsweise der Ansetzautomatik

Das Ansetzen der Melkbecher erfolgt durch gesteuerte Bewegungen des MilkRacks, mit denen der versteifte Zitzenbecher an die anzusetzende Zitze gebracht wird. Für die Zitzenortung und Steuerung des MilkRacks wird eine Time of Flight-Kamera eingesetzt, die am MilkRack angebracht ist und während des gesamten Melkvorganges unter der Kuh verbleibt.

4.3.2 Ansetzerfolg

Um die Funktion der Ansetzautomatik bewerten zu können, wurden während der gesamten Projektlaufzeit Ansetzvorgänge visuell beobachtet und bewertet.

Erfasst wurden die Ansetzdauer (Zeitpunkt Start der Automatik bis Zeitpunkt Ende Ansetzen des letzten Melkbechers), Probleme beim Ansetzen und die Ursache für Ansetzprobleme. Außerdem wurde protokolliert, ob die Automatik das Problem selbst lösen konnte oder manuell eingegriffen werden musste. Ein manueller Eingriff wurde erst vorgenommen, wenn eindeutig keine akzeptable Problemlösung durch die Automatik erfolgte bzw. erfolgen konnte:

- Time out => Automatik bricht den Ansetzversuch ab und schaltet auf „Hilferuf“
- Tier ist ca. 1/2 Karussellumdrehung gefahren => Eingriff, da sonst Zeit für Melkung zu kurz
- keine „Selbsthilfe“ der Automatik möglich (verklemmte Melkbecher, verklemmter Roboterarm, Vorderbein der Kuh behindert Roboterarm).

Tiere, bei denen die automatische Ansetzfunktion abgeschaltet war („Handkühe“) wurden nicht in die Erfassung einbezogen.

Um eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse unterschiedlicher technischer Entwicklungsstadien zu gewährleisten, sind im Folgenden nur die Erfassungen einbezogen, bei denen das technisch eingestellte Zeitlimit für den Ansetzvorgang (=Time out, variabel einstellbar) einheitlich bei 180 s lag.

Im Laufe der Entwicklung konnte der Ansetzerfolg verbessert werden (Tabelle 5). Zum Abschluss des Untersuchungszeitraumes werden sowohl in Teichröda (Abb. 2) als auch in Ottendorf (Tab. 5) mehr als 80% der Melkungen problemlos vollautomatisch angesetzt. Bei 20% (Teichröda) bzw. 16% (Ottendorf) der Melkungen musste während des automatischen Ansetzvorganges manuell eingegriffen werden. Hier war die Automatik allein nicht in der Lage, das Melkzeug vollständig anzusetzen.

Tabelle 5: Ergebnisse der visuellen Erfassungen des Ansetzerfolges bei unterschiedlichen technischen Entwicklungsstadien der Ansetzautomatik

	Daten bis 14.07.2014		Daten vom 30.07.2014 bis zum 11.08.2014		Daten vom 03./04.03.2015		Zusätzliche Daten vom Juli 2015	
	Teichröda						Ottendorf	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Melkungen mit automa- tischem Ansetzvorgang	228	71	272	72	215	75	1458	84
Melkungen mit Ansetz- problemen, manuelles Eingreifen nötig	94	29	107	28	71	25	282	16
Summe	322	100	379	100	286	100	1740	100

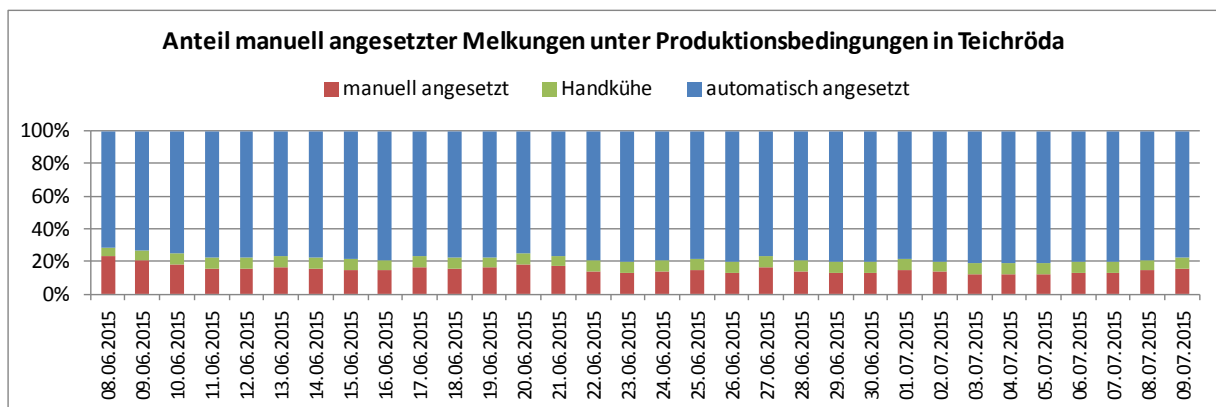


Abbildung 2: Anteil manuell angesetzter Melkungen unter Produktionsbedingungen (Daten aus DP)

Der Zeitbedarf pro Ansetzvorgang ist erwartungsgemäß bei den unproblematischen Ansetzvorgängen am geringsten und beträgt im Durchschnitt 41 Sekunden. Sobald Ansetzprobleme auftreten, steigt auch der durchschnittliche Zeitbedarf an.

Zum Teil wird das eingestellte Zeitlimit (Time out bei 180 Sekunden) deutlich überschritten. Das kommt zustande, wenn ein bereits angesetzter Melkbecher während des Ansetzens der übrigen Melkbecher wieder abfällt bzw. abgenommen wird (Ursache z.B. ansetzen an falscher Zitze). Dann wird der Melkbecher erneut automatisch angesetzt, ohne dass die Time out-Grenze greift.

Insgesamt hat sich die Ansetzdauer im Versuchsverlauf verbessert (Abbildung 3) - ein größerer Anteil der Ansetzvorgänge ist bereits nach 40 s abgeschlossen. Abbildung 3 zeigt gleichfalls, dass die Verkürzung des Time out auf 120 s, wie sie im Referenzbetrieb unter Produktionsbedingungen aktuell eingestellt ist, sinnvoll ist.

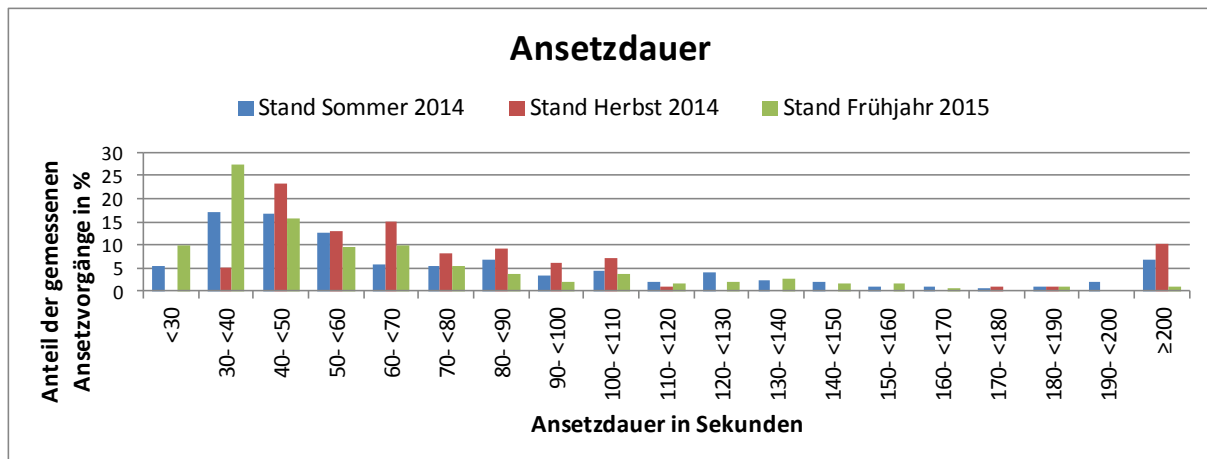


Abbildung 3: Verteilung der Dauer der Ansetzvorgänge (gemessene Zeiten) bei unterschiedlichen technischen Entwicklungsstadien

Im Lauf der Entwicklung gab es eine leichte Verschiebung innerhalb der Ursachen für Ansetzprobleme. Ortungsprobleme sind im Vergleich zur vorhergehenden Erfassung weniger häufig aufgetreten. Allerdings traten stattdessen häufiger Ansetzprobleme wegen unruhiger Tiere auf. Die Ursache dafür ist unklar, da neben der Technik auch das Bedienpersonal und der Gesundheitszustand der Kühe, insbesondere Klauenerkrankungen, das Verhalten der Tiere auf dem Melkstand beeinflusst. Insgesamt können die Ansetzprobleme den in Tabelle 6 dargestellten Ursachenkomplexen zugeordnet werden.

Tabelle 6: Anzahl problematischer Ansetzvorgänge nach Ursachenkomplex

Ursachenkomplex	Daten bis 14.07.14	Daten 30.07.14-11.08.14	Daten 03/04.03.15
maschinenbedingt	105	111	77
umgebungsbedingt	6	2	8
tierbedingt	72	32	40
Keine erkennbare Ursache		9	3

4.3.3 Einfluss der Euterformmerkmale auf den Ansetzerfolg

Um zu überprüfen, welche Euterformen für die Ansetzautomatik ein Problem darstellen, wurden sowohl zu Beginn als auch zum Ende des Erfassungszeitraums alle Euter vermessen. Für die hier vorliegende Auswertung werden nur die Ergebnisse der letzten Berechnung einbezogen, weil diese den aktuellen technischen Stand der Ansetzautomatik repräsentieren. Als Datengrundlage dient neben den Eutermaßen der in DP erfasste Ansetzerfolg (manuell eingegriffen/ nicht manuell eingegriffen; Handkuhstatus) der Melkungen im Zeitraum 01.01.2015 – 28.02.2015. Es wurden alle Melkungen einbezogen, denen eine gültige Tiernummer und somit auch Eutermaße zugeordnet werden konnten. Insgesamt lagen 16.220 auswertbare Melkungen von 334 Tieren vor.

Die Erfassungsmethoden für die Abstands- und die Zitzenmaße sind in Abbildung 4 und Abbildung 5 dargestellt. Zusätzlich wurde visuell erfasst, ob die Eutervierviertel stufig angeordnet und ob schräggestellte Zitzen (ab ca. 30° Abweichung zur Senkrechten) vorhanden waren. Die Bauchhöhen (tiefste Stelle des Bauches ↔ Standfläche) wurden regulär vom Stallpersonal erfasst und für diese Auswertung aus DP entnommen.

Die deskriptive Statistik der erfassten Eutermerkmale ist in Tabelle 7 dargestellt.

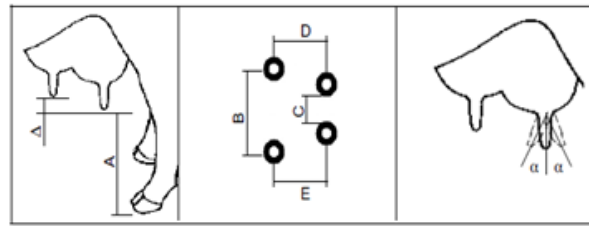


Abbildung 4: Messmethode zur Erfassung der Abstandsmaße



Zitzenlänge



Zitzendurchmesser

Abbildung 5: Messmethode zur Erfassung von Zitzenlänge und Zitzendurchmesser

Tabelle 7: Deskriptive Statistik aller Eutermaße (inklusive Handkühe)

Merkmal		n	Mittelwert	Min	Max	Stdabw
Abstand zwischen den Hinterzitzen*	cm	287	6,8	-1	20	3,75
Abstand zwischen den Vorderzitzen*	cm	290	15,8	3	32	3,97
Abstand zwischen den rechten Zitzen*	cm	293	14,2	1	21	2,88
Abstand zwischen den linken Zitzen*	cm	286	14,9	7	23	3,02
Bodenabstand Euter**	cm	297	53,1	35	68	6,38
Bauchhöhe***	mm	299	623,4	450	750	51,62
Zitzenlänge hl	cm	278	4,7	3	7	0,72
Zitzenlänge hr	cm	281	4,5	3	7	0,73
Zitzenlänge vr	cm	280	5,4	3	9	0,89
Zitzenlänge vl	cm	281	5,5	4	9	0,91
Zitzendurchmesser hl	mm	257	25,4	19	35	1,82
Zitzendurchmesser hr	mm	260	25,3	20	35	1,84
Zitzendurchmesser vr	mm	258	25,6	21	36	2,03
Zitzendurchmesser vl	mm	258	25,7	21	36	2,07
Euter mit Stufen		26				
Euter mit schrägen Zitzen		32				
Euter mit nur 3 funktionsfähigen Zitzen		18				

*Abstände wurden nicht vermessen, wenn nur eine Zitze vorhanden bzw. eine Zitze außerhalb des Sichtbereichs der Kamera war (Zitzen an stark verkümmerten Vierteln). Negative Werte treten bei sich überkreuzenden Zitzen auf.

**Spitze der niedrigsten Zitze ⇔ Standfläche

***Daten aus DP

Bei der Auswertung wird grundsätzlich zwischen Kühen, bei denen die Ansetzautomatik generell ausgeschaltet war (=„Handkühe“, 33 Tiere), und Tieren, die automatisch angesetzt werden sollten (301 Tiere) unterschieden.

Handkühe

Ein Tier wird vom Herdenmanager als „Handkuh“ deklariert, wenn bei der überwiegenden Zahl an Melkungen kein erfolgreiches Ansetzen möglich ist. Es ist daher zu erwarten, dass „Handkühe“ stark abweichende Eutermerkmale aufweisen. Sowohl der Mittelwertvergleich (Abbildung 6) als auch der Häufigkeitsvergleich (Abbildung 7) zeigt, dass „Handkühe“ im Mittel signifikant geringere Abstände der Hinterzitzen und geringere Bodenabstände aufweisen. Der geringere Mittelwert der Bauchhöhe der Handkühe kann anhand des Häufigkeitsvergleiches nicht bestätigt werden (Abbildung 7). Bei allen anderen Abstands- und Größenmerkmalen unterscheiden sich die „Handkühe“ weder beim Mittelwert- noch beim Häufigkeitsvergleich von den anderen Tieren. Ebenso wiesen „Handkühe“ nicht häufiger stufige Euter oder schräge Zitzen auf, als automatisch anzusetzende Tiere (Tabelle 8). Lediglich der Anteil an Tieren mit toten Vierteln ist erhöht. Insgesamt sind nur wenige der Tiere, die visuell erkennbare Abweichungen der Euterform aufweisen, als „Handkühe“ deklariert (Tabelle 8). Ursache für das Einstufen von Tieren als „Handkuh“ sind im Versuchsbetrieb neben einem geringen Abstand der Hinterzitzen vor allem das abweichende Verhalten und eine lange Melkdauer zu sein.

Tabelle 8: Anteil der „Handkühe“ an den Tieren mit abweichenden Euterformmerkmalen

	Stufiges Euter	Schräge Zitzen	verödete Viertel
betroffene Tiere insgesamt	26	32	18
davon als „Handkuh“ deklariert	3	4	4

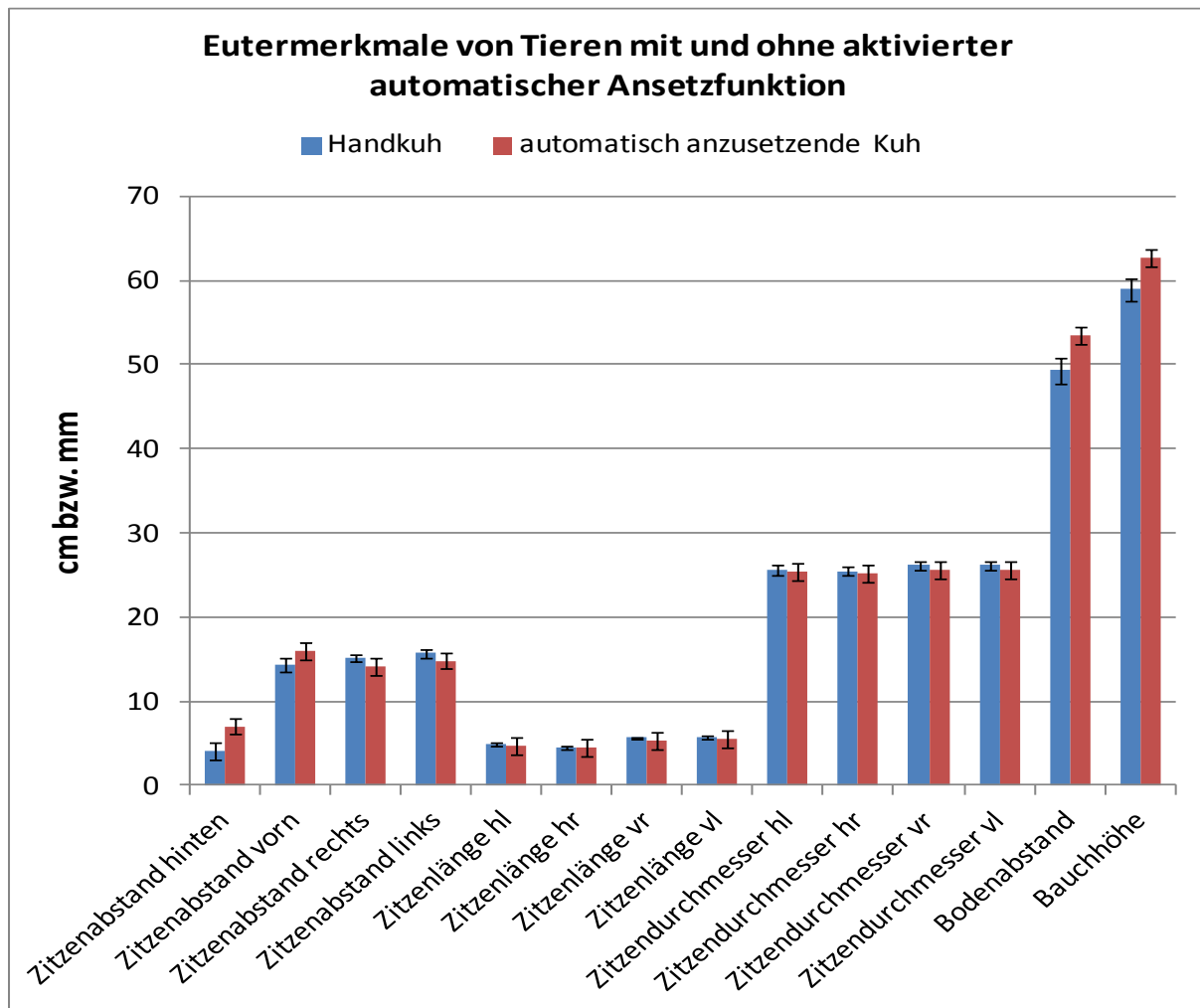


Abbildung 6: Mittelwertvergleich (mit Standardfehler) der Eutermerkmale von Handkühen und automatisch anzusetzenden Kühen

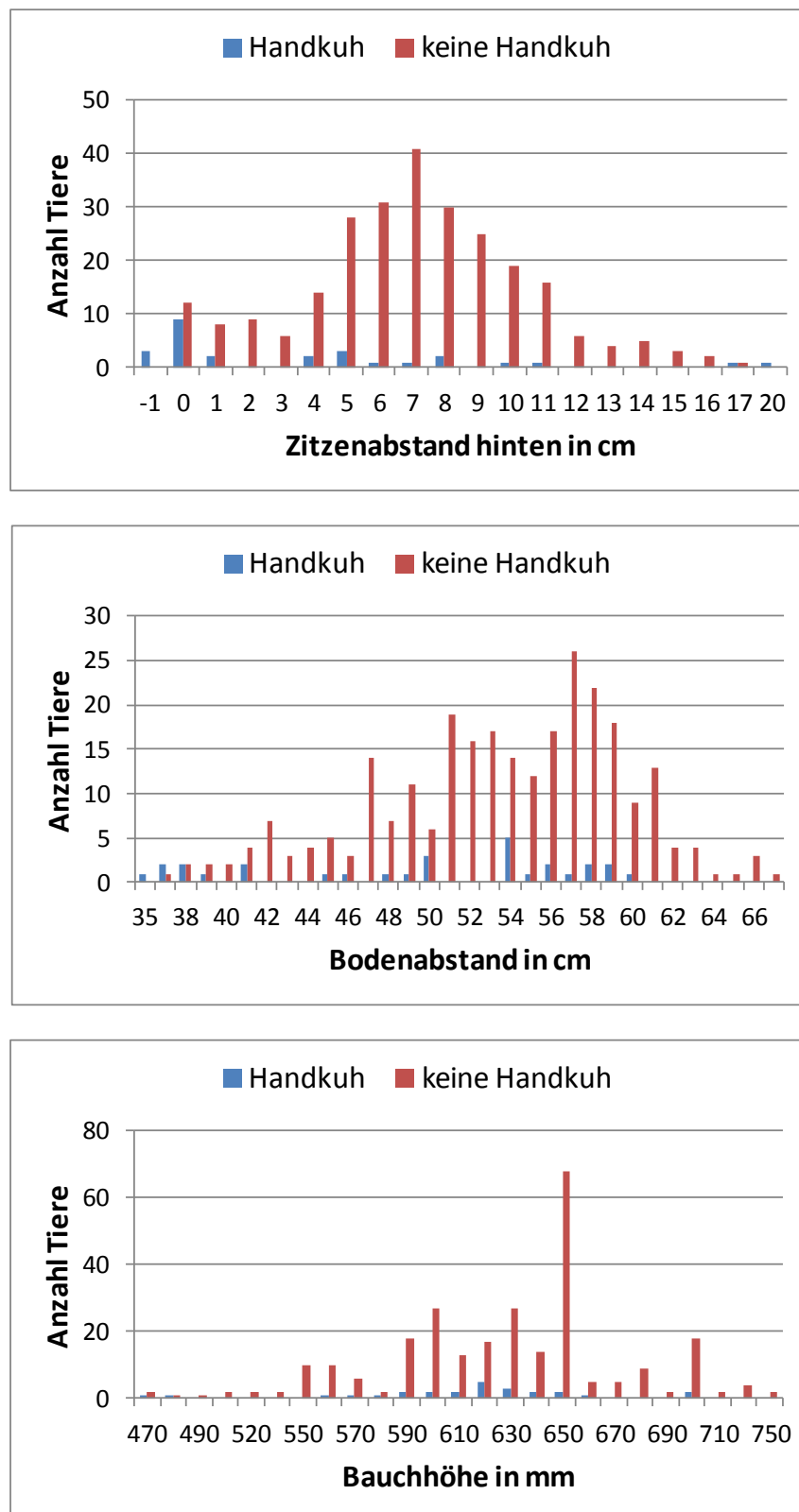


Abbildung 7: Häufigkeitsvergleich ausgewählter Eutermerkmale von Handkühen und automatisch anzusetzenden Kühen

Automatisch anzusetzende Tiere

Es wurde analysiert, ab welchen Eutermaßen ein automatisches Ansetzen zunehmend schwierig wird. In diese Auswertung wurden keine „Handkühe“ einbezogen.

Hinterzitzenabstände $< 2\text{cm}$ (Abbildung 13) und Vorderzitzenabstände $< 11\text{cm}$ (Abbildung 9) führen zu einem überproportional hohen Anteil an manuellen Ansetzvorgängen. Ebenso machen Euter mit verödeten Vierteln ein verstärktes manuelles Eingreifen beim Ansetzvorgang notwendig (Abbildung 18).

Die seitlichen Zitzenabstände (Abbildung 10 und Abbildung 11), stufige Euter und schräg gestellte Zitzen (Abbildung 19 und Abbildung 20) haben keinen erkennbaren Einfluss auf den Anteil an manuellen Ansetzvorgängen. Ebenso ist kein Einfluss der Zitzenmaße erkennbar (Abbildung 16).

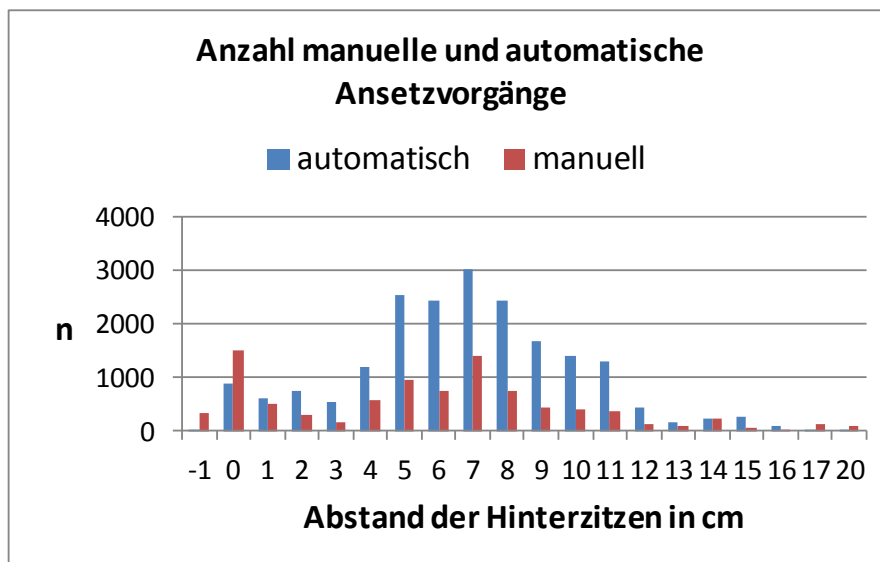


Abbildung 8: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den Hinterzitzen

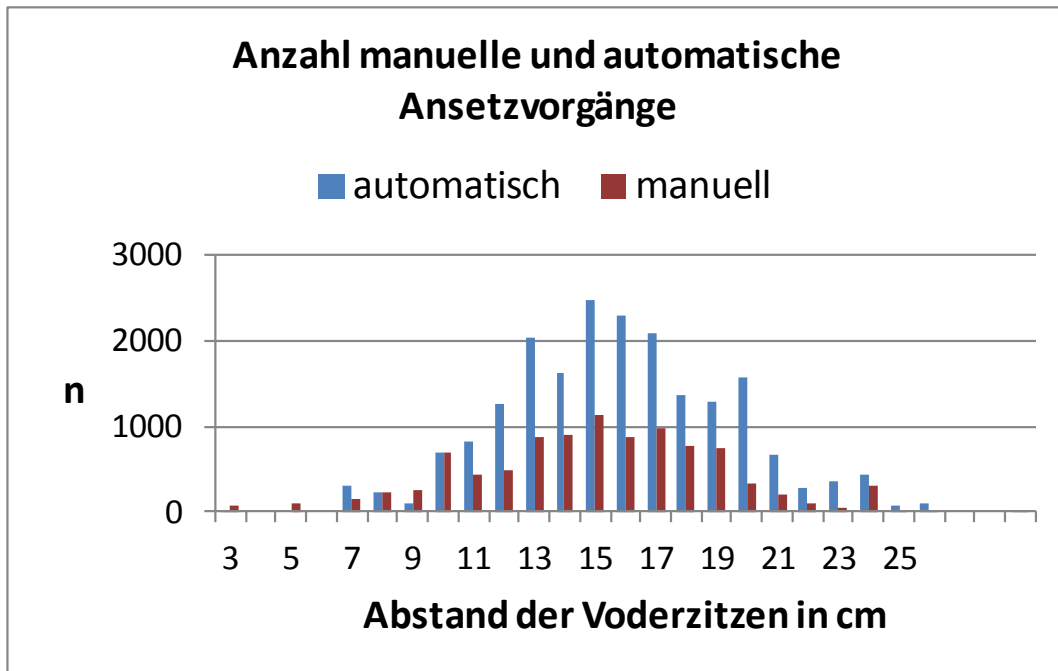


Abbildung 9: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den Vordersitzen

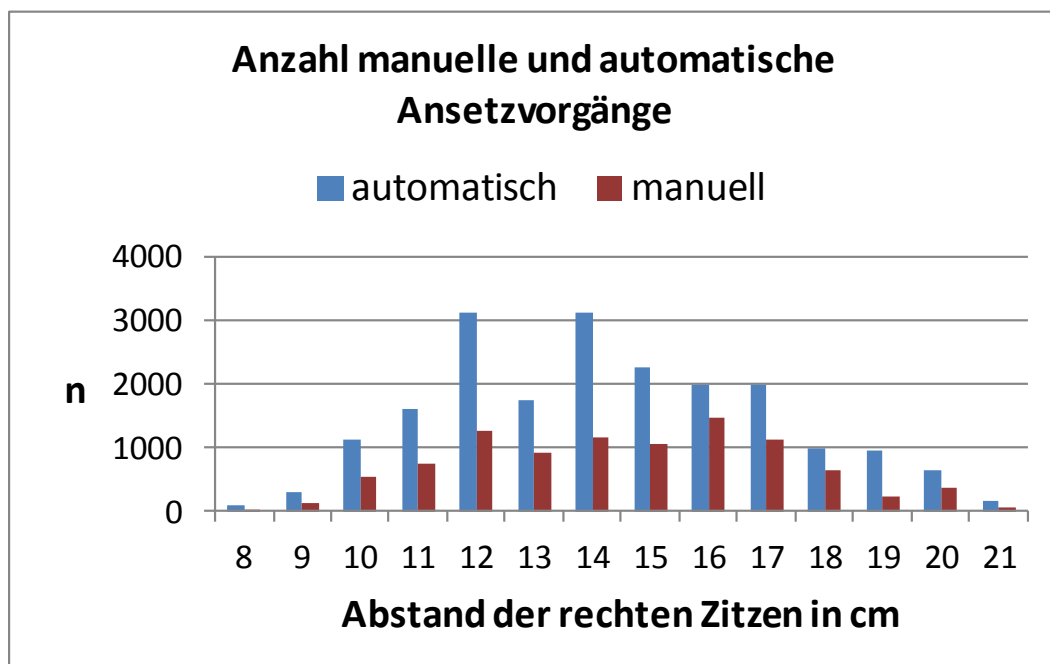


Abbildung 10: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den rechten Zitzen

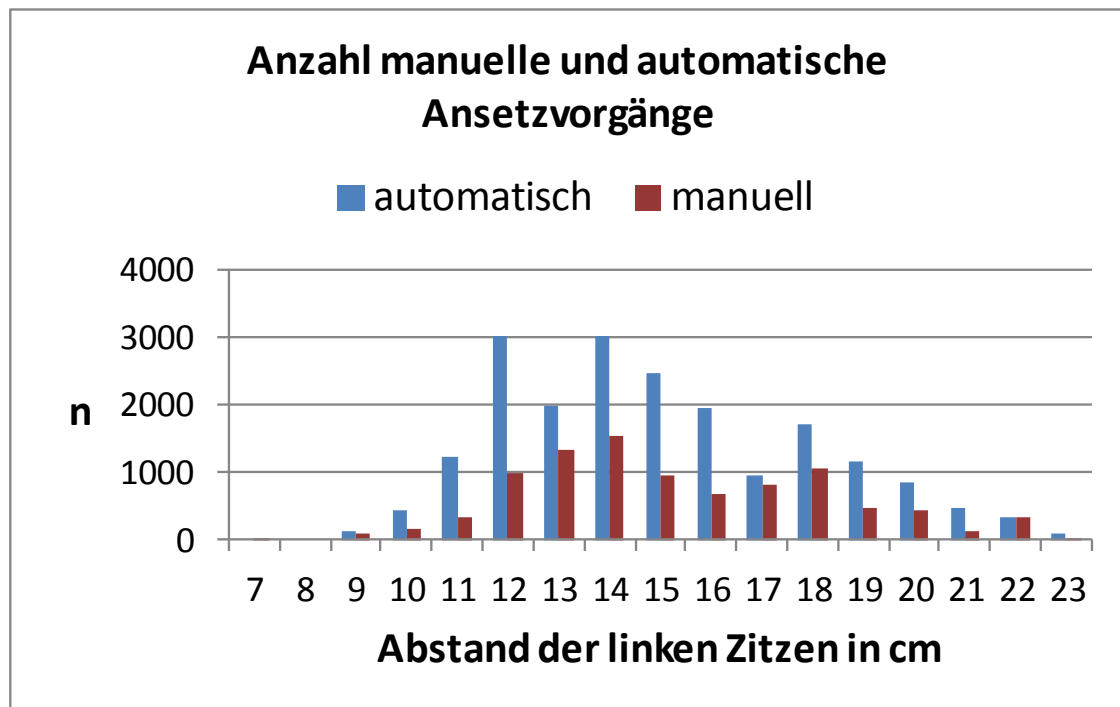


Abbildung 11: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Abstand zwischen den linken Zitzen

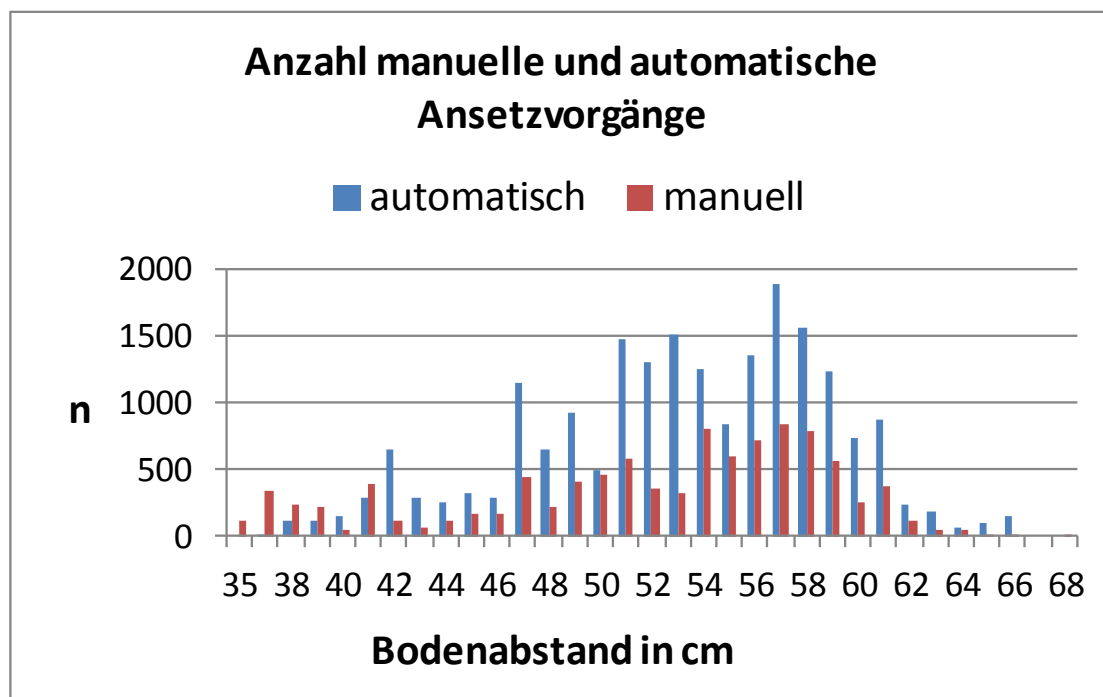


Abbildung 12: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Bodenabstand

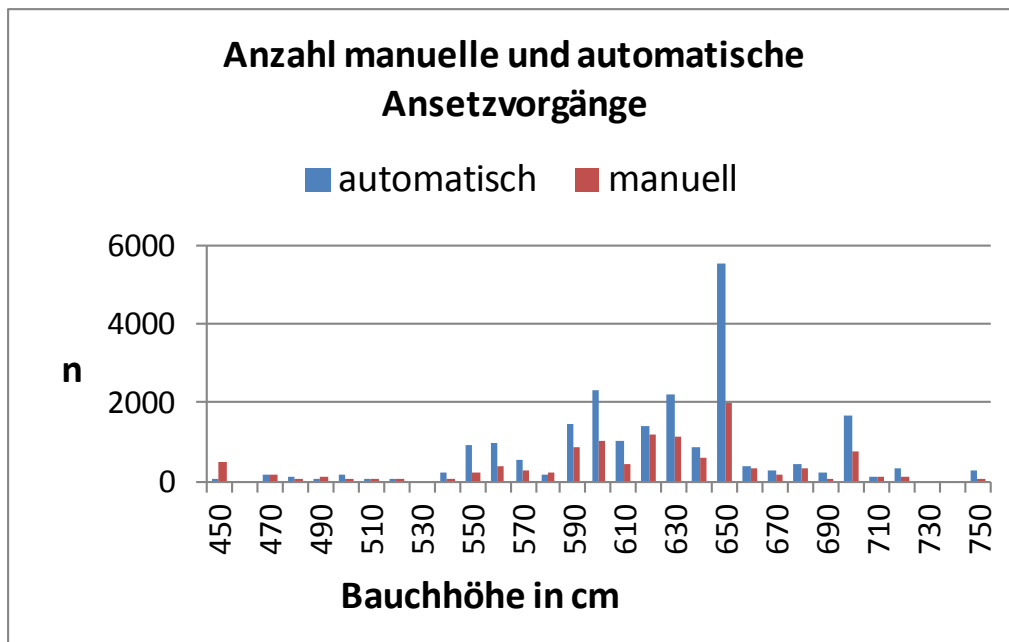


Abbildung 13: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit von der Bauchhöhe

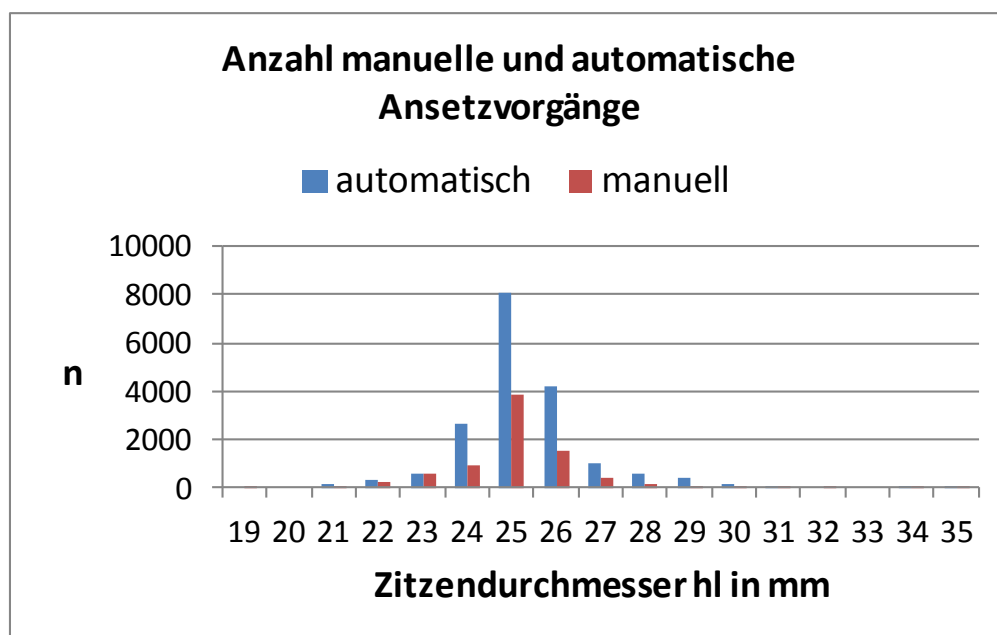


Abbildung 14: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Durchmesser der linken Hinterzitze

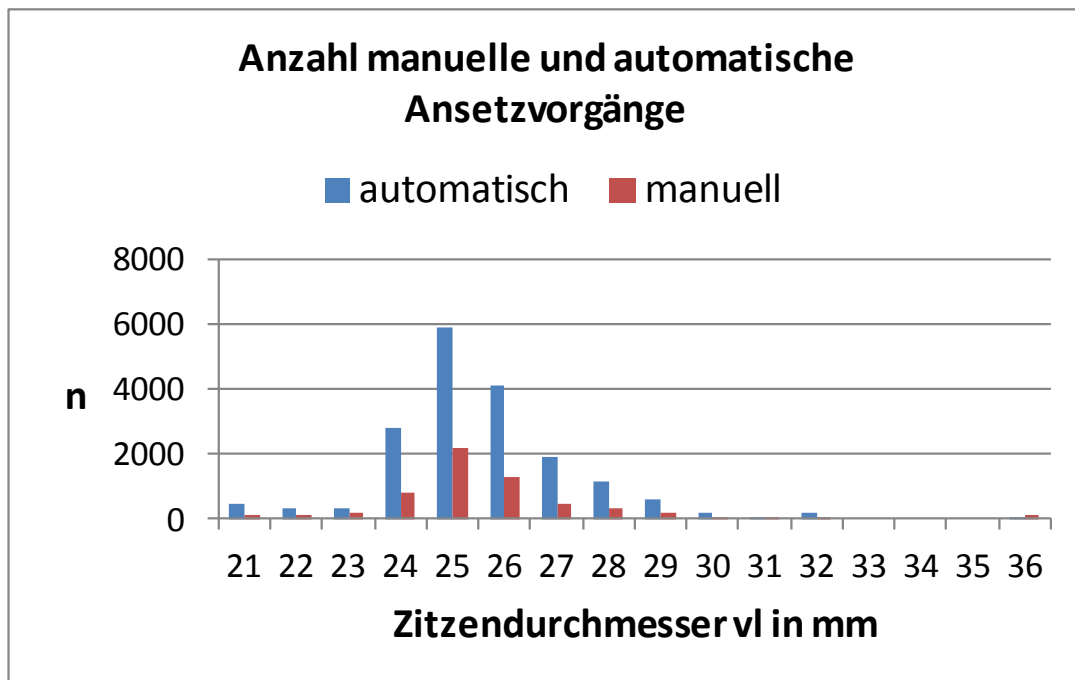


Abbildung 15: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit vom Durchmesser der linken Vorderzitze

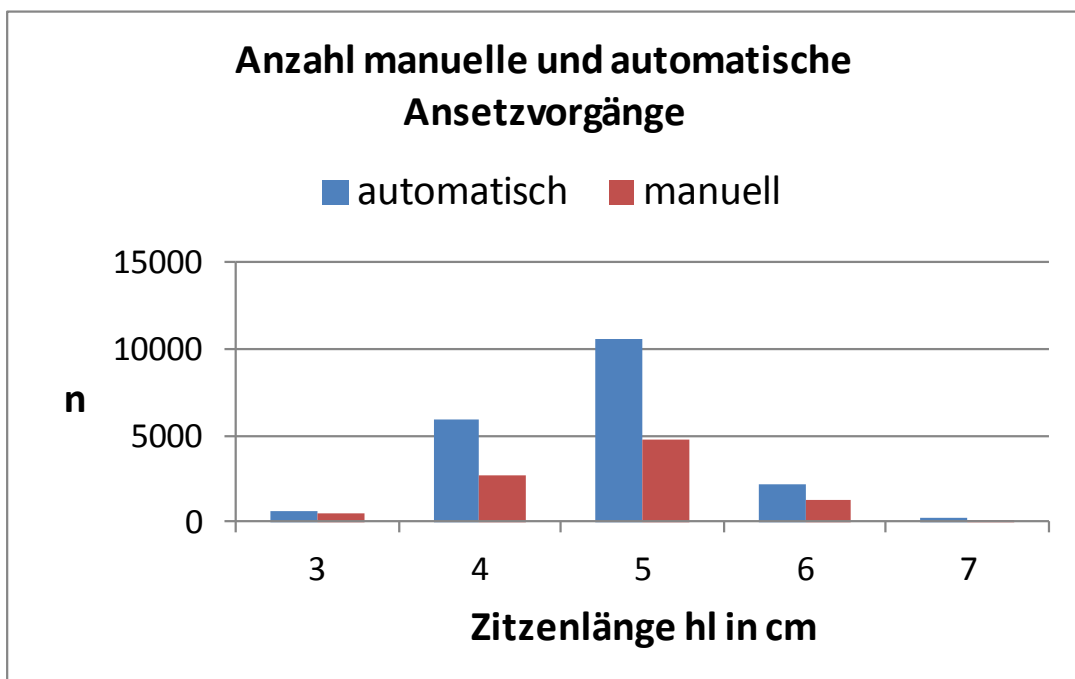


Abbildung 16: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit der Länge der linken Hinterzitze

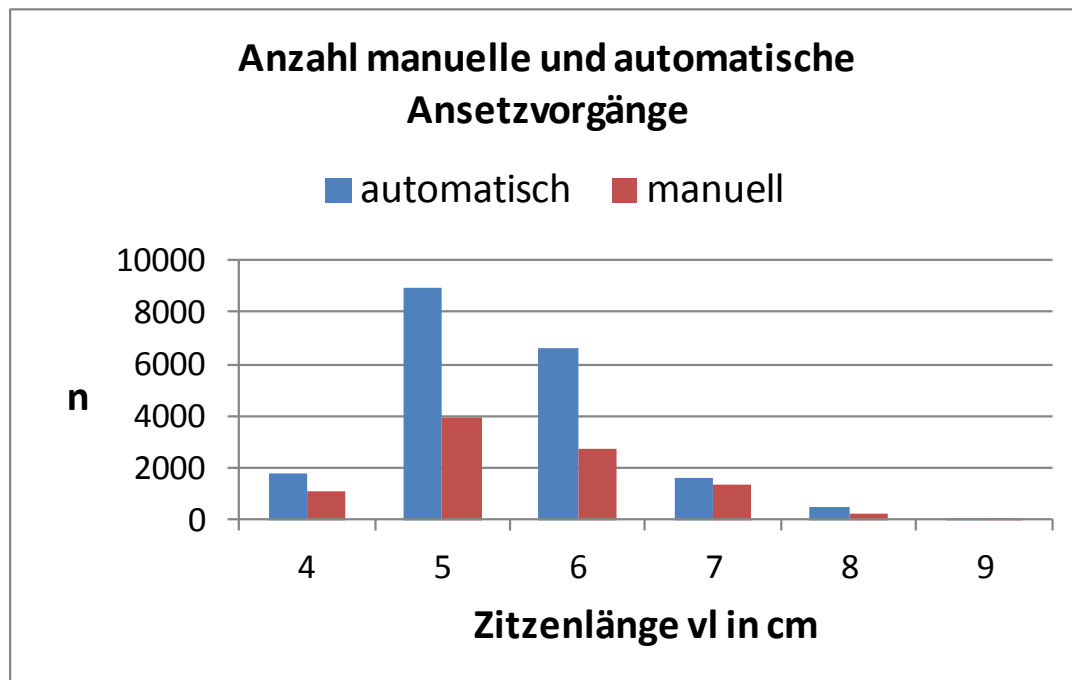


Abbildung 17: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit der Länge der linken Vorderzitze

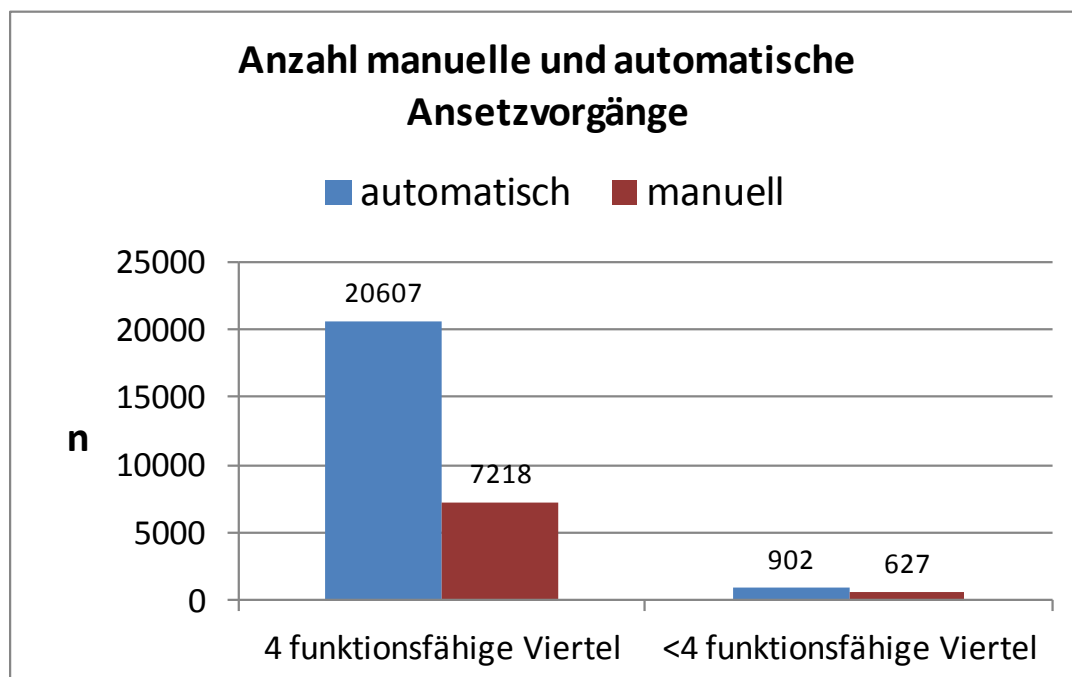


Abbildung 18: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit des Vorhandenseins von verödeten Vierteln

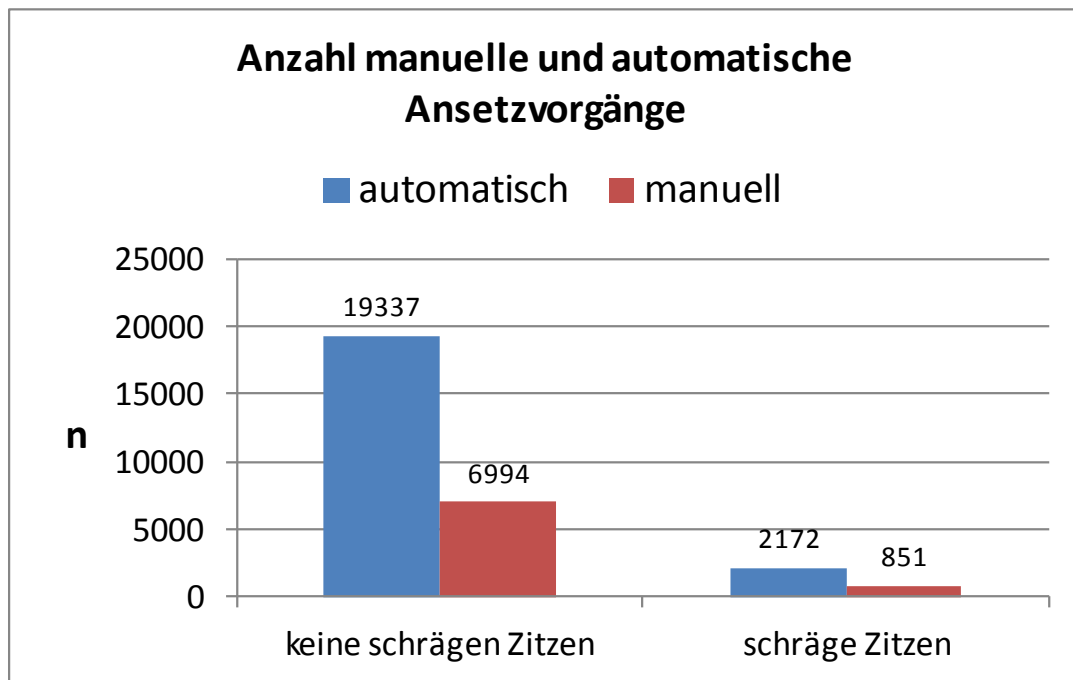


Abbildung 19: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit des Vorhandenseins von schrägen Zitzen

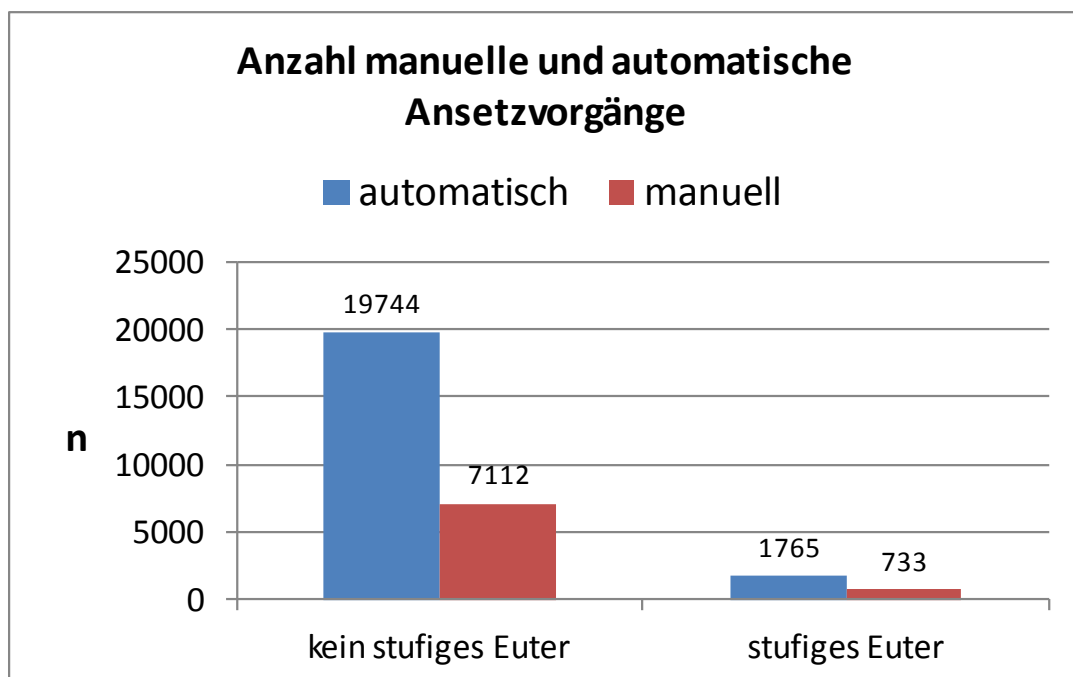


Abbildung 20: Manuelle und automatische Ansetzvorgänge in Abhängigkeit des Vorhandenseins von stufigen Eutern

Seitens GEA wurden folgende Vorgaben an die Euter- und Zitzenmaße gestellt (Tabelle 9).

Tabelle 9: Anforderungen an Eutergeometrie (Quelle: GEA)

<i>Abstand Zitzen</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
<i>VL-VR</i>	<i>60 mm</i>	<i>340 mm</i>
<i>HL-HR</i>	<i>60 mm</i>	<i>270 mm</i>
<i>V-H</i>	<i>60 mm</i>	<i>205 mm</i>
<i>Winkel Zitzen (zum Euterboden)</i>		<i>45°</i>
<i>Euterhöhe (höchste Zitze)</i>	<i>340 mm</i>	<i>750 mm</i>

Eine langfristige Selektion auf Eutergeometrie sichert hohen den Melkdurch beim Melken.

In den vorliegenden Untersuchungen zeigte sich, dass auch geringere Abstände zwischen den Zitzen melkbar sind. Euter mit Abständen von < 2 cm zwischen den Hinterzitzen bereiten der Automatik Schwierigkeiten. Diese geringen Zitzenabstände treten meist in kurzen Laktationsabschnitten oder in Niedrigleistungsphasen auf.

Bodenabstände <42 cm sind für die Automatik schwierig zu bewältigen. Bei der Auswahl von Tieren sollte auf dieses Merkmal Wert gelegt werden. Dabei ist zu beachten, dass sich der Bodenabstand mit zunehmendem Alter des Tieres weiter verringert (Abbildung 21). Beim Jungkuhzukauf sollten deshalb Bodenabstände von >55 cm, bei der Auswahl von Anpaarungsbullen >110 Punkte beim Zuchtwert Eutertiefe (Holstein- Friesian) bzw. Euterboden (Fleckvieh) als Auswahlkriterium festgesetzt werden. Bei letzterem muss berücksichtigt werden, dass hohe Zuchtwerte beim Merkmal Euterboden häufig bei großen Tieren zu finden sind (Lin et al. 1987: genetische Korrelation Widerristhöhe – Euterhöhe=0,26). Die Zuchtwerte für Eutertiefe (HF)/ Euterboden (FV) und Körpergröße (HF)/Kreuzhöhe (FV) sind demzufolge immer im Zusammenhang zu bewerten und die Bullenauswahl im Kontext mit den betrieblichen Haltungsbedingungen (Liegeplatzabmessungen, Melkplatzabmessungen) vorzunehmen.

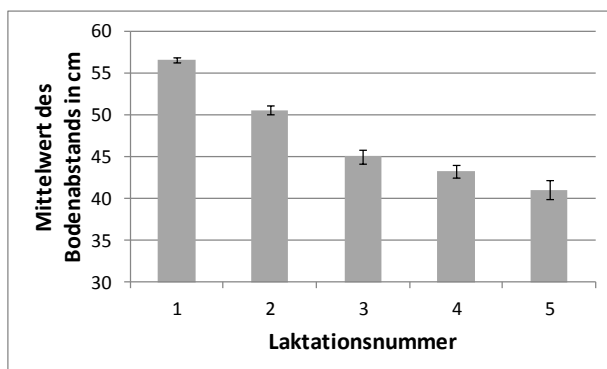


Abbildung 21: Entwicklung des Bodenabstands mit steigender Laktationsnummer

Anmerkung: Die Herde des Versuchsbetriebes ist jung. 62% der Tiere waren in der ersten, 19% in der zweiten Laktation. Die Variation der Eutermerkmale entspricht daher nicht den Verhältnissen in einer Herde mit einem größeren Anteil älterer Tiere. Extreme Euterformen, wie sie mit zunehmendem Alter der Tiere auftreten, konnten nicht beobachtet werden.

4.4 Funktionssicherheit der Dippautomatik

Sobald der Milchflusssensor erkannt hat, dass ein Viertel leer gemolken worden ist, wird der Milchweg von verkehrsfähiger Milch auf nicht verkehrsfähige Milch umgestellt und das Dippmittel unter Vakuum in den Zitzenbecher injiziert. Anschließend wird das Vakuum im Melkbecher abgeschaltet und der Melkbecher abgenommen.

Die Überprüfung der Funktionssicherheit der Dippautomatik erfolgte mehrfach während des Versuchszeitraumes. An dieser Stelle werden die Ergebnisse der ersten und letzten Erfassung wiedergegeben.

Zur Erfassung der Funktionssicherheit der Dippautomatik wurden die Zitzen nach dem Melken bonitiert. Die Bonitur erfolgte nach dem in Abbildung 22 dargestellten Schema.

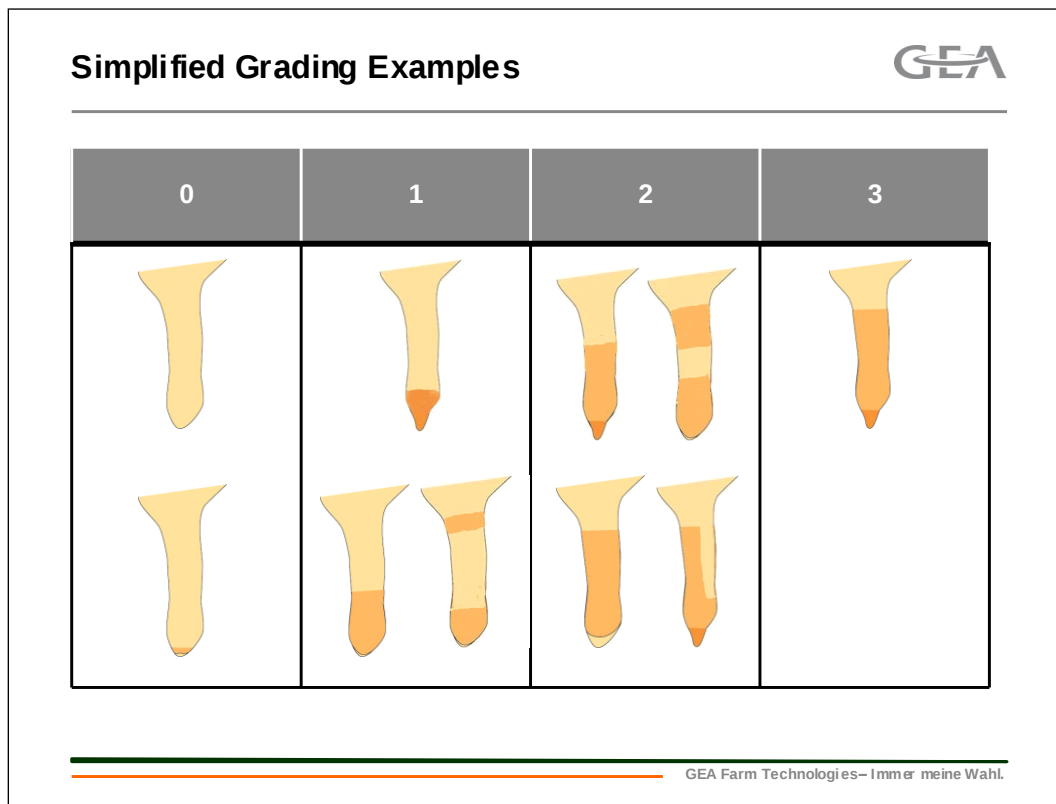


Abbildung 22: Boniturschema zur Erfassung des Dipperfolges (Quelle: GEA)

Es wurden zitzenspezifisch folgende Noten vergeben:

Benetzungsgrad der Zitzenhaut :

- Note 0 = nicht benetzt
- Note 1 = 1/3 der Haut benetzt
- Note 2 = 2/3 der Haut benetzt
- Note 3 = 3/3 der Haut benetzt

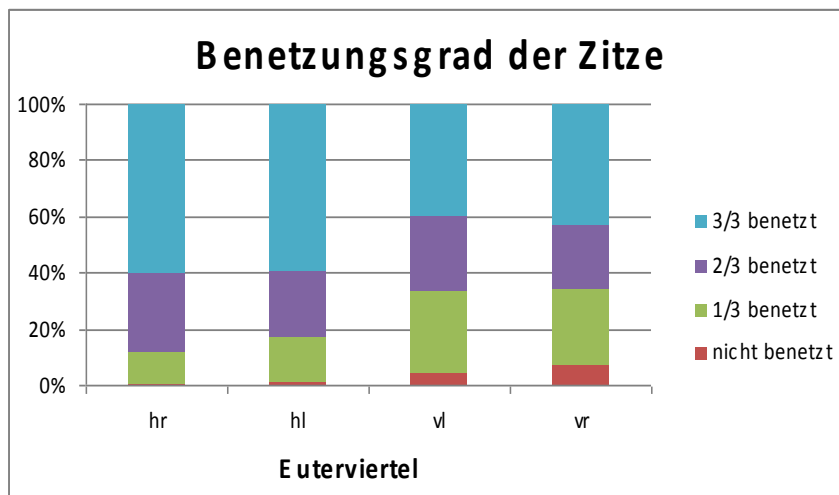
Tropfenbildung :

- Note 0 = kein Tropfen an der Zitzenspitze
- Note 1 = Tropfen an der Zitzenspitze

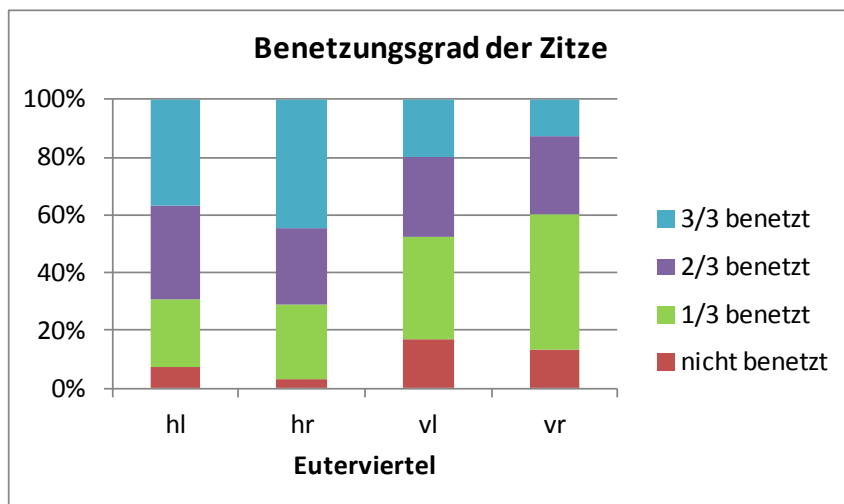
Die Bewertung der Zitzen eines Tieres erfolgte mit Hilfe einer Taschenlampe unmittelbar nach Abnahme des letzten Melkbechers, wenn das Dippmittel an den Zitzen noch feucht war. Tiere, bei denen das Dippmittel bereits eingetrocknet war, wurden nicht bewertet.

Zusätzlich wurde der Melkplatz erfasst.

Insgesamt wurden zur ersten Erfassung 1.052 Zitzen (August 2014) und zur letzten Erfassung 858 Zitzen (März 2015) bewertet.



August 2014



März 2015

Abbildung 23: Dipperfolg - Benetzung der Zitzenhaut

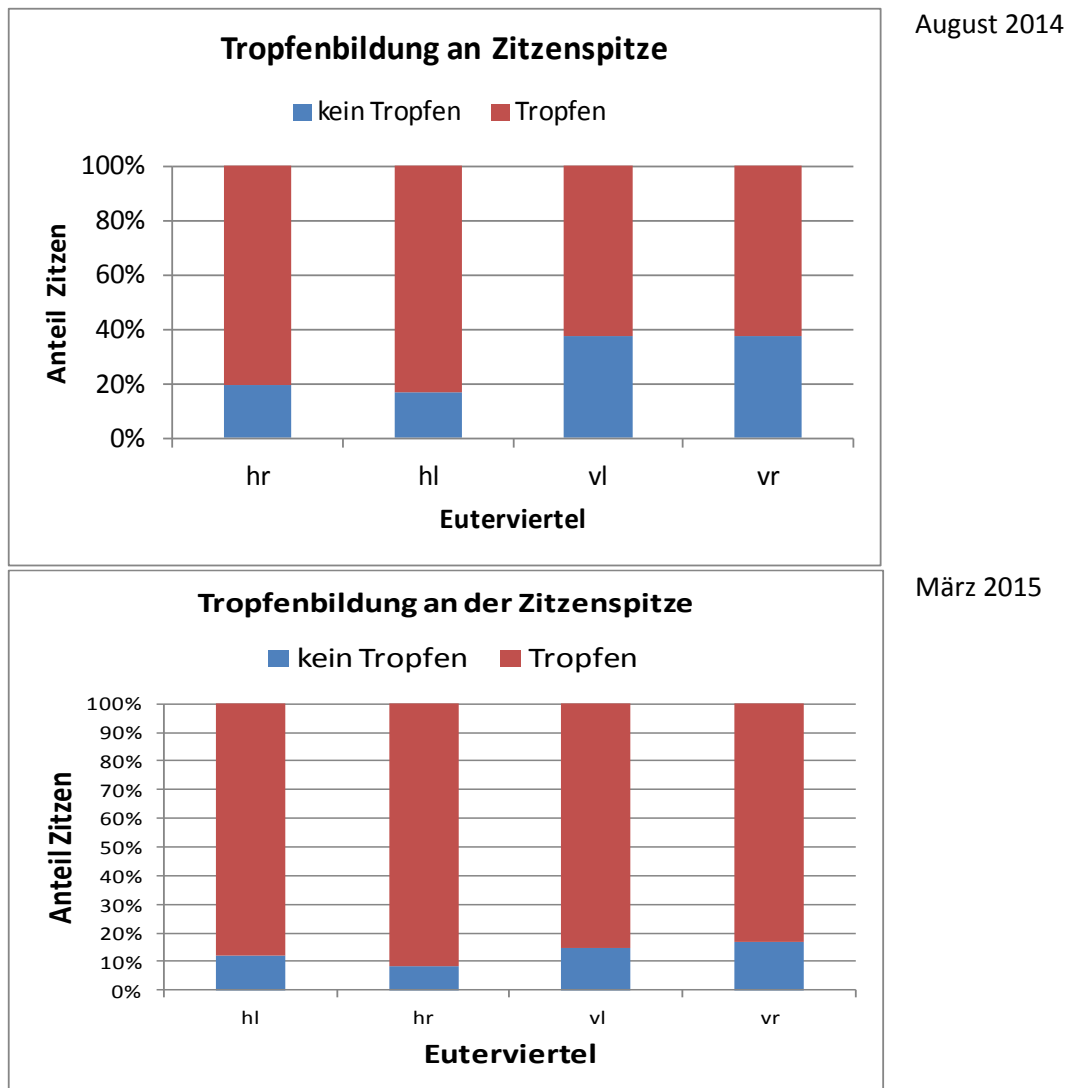


Abbildung 24: Dipperfolg – Tropfenbildung zur Erfassung im März 2015

Zur Erfassung im März 2015 war bei 43% der Zitzen die Zitzenhaut ungenügend mit Dippmittel benetzt (Note 0 und 1, Abbildung 23). Eine Tropfenbildung an der Zitzenspitze, Voraussetzung für einen ausreichenden Schutz des Zitzenkanals, wurde bei 748 Zitzen (87%) beobachtet (Abbildung 24). Anhand der Überprüfung im August 2015 ist ersichtlich, dass eine gute Benetzung mit dem System möglich ist. Im Verlauf des Projektes wurden verschiedene Parameter und Hardware getestet, um den Dippmittelverbrauch, die benötigte Zeit, die Einführung des Dippmittels in den Zitzengummi und die Hardware zu optimieren. Eine weitere Verbesserung wird von GEA angestrebt.

d

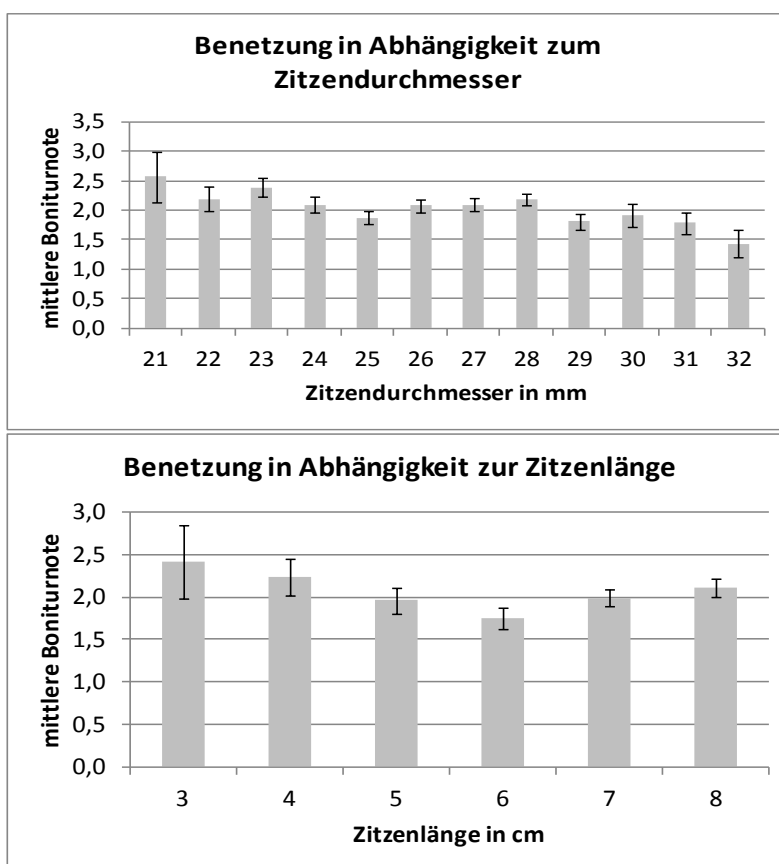
Es wurde untersucht, ob die Zitzengröße Einfluss auf den Dipperfolg hat. In diese Auswertung wurden alle bisher erhobenen Daten zum Dipperfolg einbezogen und mit den zum jeweiligen Boniturdatum aktuellen Zitzenmaßen in Zusammenhang gestellt. Die Datengrundlage ist in

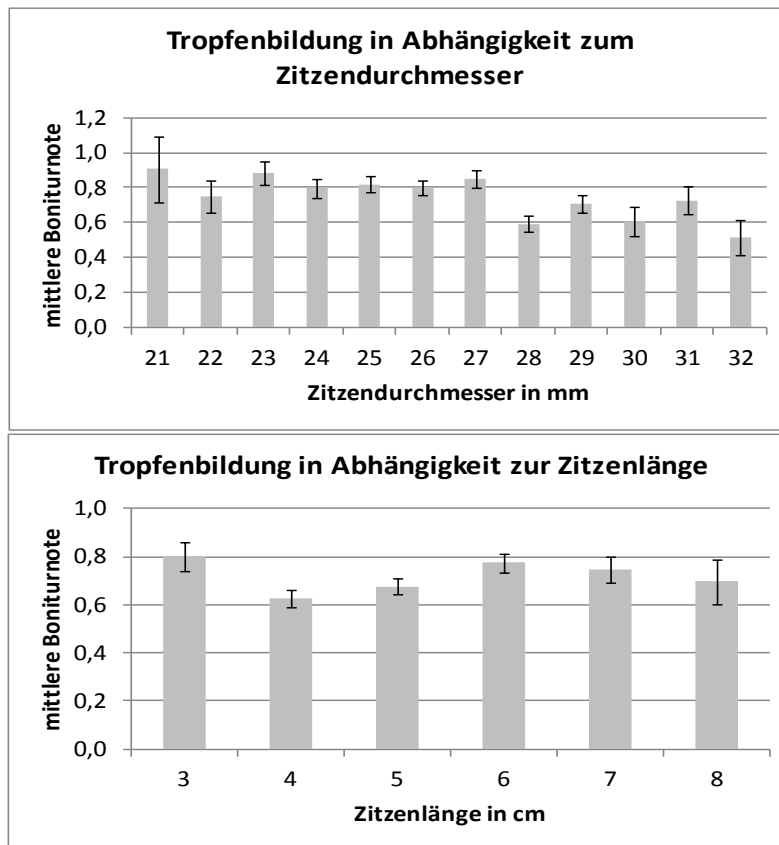
Tabelle 10 dargestellt.

Tabelle 10: Datengrundlage für die Auswertung des Zusammenhangs zwischen Zitzenmaßen und Dipperfolg

Zitzenlänge in cm	Anzahl bonitierte Zitzen	Zitzendurchmesser in cm	Anzahl bonitierte Zitzen
3	54	21	25
4	448	22	68
5	735	23	137
6	365	24	279
7	82	25	495
8	21	26	264
		27	202
		28	118
		29	33
		30	31
		31	19
		32	13
Summe	1705		1684

Abbildung 25 zeigt, dass sich sowohl die Benetzung der Zitzenhaut als auch die Tropfenbildung mit steigendem Zitzendurchmesser signifikant verschlechtert. Bei der Zitzenlänge können keine eindeutigen Zusammenhänge gefunden werden.





Univariate Varianzanalyse: zufällige Faktoren Melkplatz, Euterviertel, Zitzendurchmesser und Zitzenlänge

Abbildung 25: Mittlere Boniturnote (randomisiertes Mittel mit Standardfehler) des Dipperfolges in Abhängigkeit von den Zitzenmaßen

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Abschluss des Zitzenkanals nach der Melkzeit durch eintrocknendes Dippmittel in ausreichendem Maße gegeben ist. Zudem wird der Zitzenkanal noch vor Abnahme des Melkbechers versiegelt, so dass eine Kontamination unmöglich ist.

Die Pflegewirkung auf die Zitzenhaut ist momentan noch nicht optimal. Allerdings ist zu erwarten, dass nach Optimierung des Dippsystems eine bessere Benetzung der Zitzen erreicht wird.

4.5 Funktionssicherheit der Melkzeugzwischendesinfektion

Bei der Melkzeugzwischendesinfektion wird der Melkbecher von innen mit Peressigsäuregemisch gespült, um die Becher von Dippmittel- und Milchresten zu reinigen und zu desinfizieren. Zusätzlich erfolgt eine äußerliche Reinigung der Melkbecher mit klarem Wasser.

Die Überprüfung der Wirksamkeit der Melkzeugzwischendesinfektion erfolgte dreimal während der Versuchslaufzeit. Nach der Behebung anfänglicher technischer Mängel bei der Zuleitung der Desinfektionslösung waren die Ergebnisse immer zufriedenstellend. Ausgewertet wird an dieser Stelle die letzte Überprüfung vom März 2015, da sie den aktuellen technischen Stand repräsentiert. Dazu wurde zur Abendmelkzeit des 04.03.2015 und zur Morgenmelkzeit des 05.03.2015 aus jedem Melkbecher nach erfolgter Zwischendesinfektion eine Tupferprobe entnommen. Die Analyse führte das mikrobiologische Labor der LKS GmbH Lichtenwalde durch.

Insgesamt sind 55 von 320 Proben (17%) kontaminiert (Tabelle 11). Bei 37 der kontaminierten Proben konnte jedoch nur ein geringes Keimwachstum (*) nachgewiesen werden. 18 Proben (6%) sind stärker kontaminiert (ab **). Laut Richtlinie der WGM (2014) zur Überprüfung der Melkzeugzwischendesinfektion gilt die Desinfektionswirkung als ausreichend, wenn max. 10% der Proben verstärktes Keimwachstum (ab **) aufweisen.

Demzufolge kann der Zwischendesinfektion in Teichröda eine gute Desinfektionswirkung bescheinigt werden.

Tabelle 11: Ergebnisse der Tupferproben zur Kontrolle der Melkzeugzwischeninfektion

Melkplatz	Viertelspezifische Ergebnisse							
	Vorn rechts		Vorn links		Hinten links		Hinten rechts	
	04.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	05.03.2015
1					Asp			KNS
2	KNS		Sc spp/KNS	Asp				
3					Asp	Sc spp/KNS		Sc spp/KNS
4								
5	KNS	KNS			Sc spp/KNS			
6								
7	KNS							
8								KNS/Asp
9			Sc spp					
10	Sc spp	KNS/Asp				Asp		Asp
11					KNS/Asp	Sc spp	KNS/Asp	
12					KNS			
13	Sta aur/KNS							
14			KNS/Asp					
15								
16								
17						KNS		
18				Sc spp/KNS/Asp				KNS
19					KNS			
20					Sc spp/KNS			Asp/Sc spp
21								
22		Sta aur/KNS	Asp		KNS			
23					Sc spp			
24								
25								
26	KNS		KNS					
27					KNS	Sc spp/KNS/Asp		Sc spp/Asp
28			KNS	Asp/Sc spp				
29						Sc spp		

Fortsetzung Tabelle 10: Ergebnisse der Tupferproben zur Kontrolle der Melkzeugzwischendesinfektion

Melkplatz	Viertelspezifische Ergebnisse							
	Vorn rechts		Vorn links		Hinten links		Hinten rechts	
	04.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	05.03.2015	04.03.2015	05.03.2015
30				Sc spp				
31						Sc spp/KNS		
32		Sc spp			KNS			
33		KNS			KNS			
34								
35					Asp			
36			Sc spp					Sc spp/KNS/St aur
37								
38								
39				Sc spp				KNS
40					Sc spp/KNS/Asp			KNS

* leere Felder = BU negativ

Sc spp = Streptococci ohne Gruppenzuordnung

Asp = Anaerobe Sporenbildner

KNS = Koagulase negative Staphylococci

Sta aur = Staphylococcus aureus

Normale Schriftstärke = einzelntes Auftreten, Fette Schriftstärke = vermehrtes Auftreten, Rote Schrift = massenhaftes Auftreten

4.6 Kontrolle des Euterentleerungsgrades am Melkende

Die Einstellungen der Abnahmeautomatik im Melksystem des Referenzbetriebes wurden während des Versuchszeitraumes häufig verändert. Ursachen dafür waren:

- Die ständige Weiterentwicklung der Software bewirkte, dass auch die zur Verfügung stehenden Einstellungsmöglichkeiten der Abnahmeautomatik erweitert wurden.
- Nach jeder technischen Veränderung mussten die Einstellungen neu an die Erfordernisse der Versuchsherde angepasst werden.

Es wurde deshalb über den gesamten Versuchszeitraum hinweg fast zu jedem Vor-Ort-Termin kontrolliert, ob die Euter ordnungsgemäß ausgemolken wurden. Prinzipiell kann der Melktechnik unabhängig von den zu den verschiedenen Erfassungsterminen vorliegenden Einstellungen eine gute Euterentleerung bescheinigt werden. Die Ergebnisse der letzten Kontrolle zur Morgenmelkzeit des 04.03.2015 sind an dieser Stelle beispielhaft dargestellt.

Zur Kontrolle des Ausmelkgrades wurden die Eutervierviertel nach der automatischen Abnahme des Melkzeuges palpiert (und in Ausnahmefällen manuell nachgemolken) und der Füllungsgrad eingeschätzt.

Von 253 kontrollierten Tieren waren 245 (97%) korrekt ausgemolken (Tabelle 12).

Tabelle 12: Nicht korrekt ausgemolkene Tiere

Tier	MP	Betroffenes Viertel	Ursache
207	5	hr	1 lange melkendes Viertel
360	20	vr	MF-Kurve bricht bei MF von 2 kg/min ab
17	21	alle	MF-Kurve bricht bei MF von 1,8 kg/min ab
106	30	hl, hr	?
45	33	alle	} Melkplatz defekt
143	33	hr	
362	33	alle	
107	39	vl	1 lange melkendes Viertel

Acht Tiere wiesen ein oder mehrere nicht ausgemolkene Eutervierviertel auf. Bei drei dieser Tiere war ein defekter Melkplatz die Ursache. Bei zwei Tieren ergab die Auswertung der Milchflusskurve ein langsam melkendes Eutervierviertel, das bei der zum Zeitpunkt der Messung vorliegenden Abschaltsschwelle von 400g/min vorzeitig abnahm. Bei den Tieren 360 und 17 ist unklar, wieso das Melkzeug bei vollem Milchfluss abgenommen wurde. Ein Abschlagen des Melkzeuges kann ausgeschlossen werden, da die Melkplatzkontrollleuchte keinen fehlerhaften Melkprozess signalisierte (kein rotes Alarmblinken). Für das unvollständige Ausmelken von Tier 106 kann ebenfalls keine Ursache gefunden werden.

Seitens des Herstellers wird aufgrund der bisherigen Erfahrungen im Referenzbetrieb zukünftig folgende Einstellung der Abnahmeautomatik empfohlen:

- Einstellungen bei zweimaligem Melken:

Die Abnahmeschwelle wird bei 400 g/min eingestellt und die verminderte Abnahmeschwelle bei 350 g/min. Des Weiteren wird betriebsspezifisch festgelegt, ob das Karussell am Ende der Runde anhält oder nicht. GEA empfiehlt, dass das Karussell nicht angehalten wird.

- Einstellungen bei dreimaligem Melken:

Die Abnahmeschwelle wird bei 500 g/min eingestellt und die verminderte Abnahmeschwelle bei 450 g/min. Sollte die Kuh am Ende der Karussellrunde noch melken, ist bei Erreichung von 80-100% der erwarteten Milchmenge (betriebsspezifisch einstellbar) das Melkzeug abzunehmen.

4.7 Kontrolle der Aussagefähigkeit und Praktikabilität der automatisierten Mastitisdetektion bei DairyProQ

Der Leitwert wird in DairyProQ zu jeder Melkzeit viertelspezifisch im Vorgemelk erfasst und kann in DP abgerufen werden. Die Aufbereitung in DP erfolgt in zwei Formen, die dem Herdenmanagement als Instrumente für die Mastitisdetektion zur Verfügung stehen:

1. Grafische Darstellung des Viertelleitwertes

Die Grafik „Auffälliger_Viertelleitwert.dpg“ zeigt für jedes Tier die viertelspezifischen Leitwerte in DP rückwirkend an. Anhand des Kurvenverlaufes kann visuell eingeschätzt werden, ob eine Mastitiskontrolle des betreffenden Tieres erforderlich ist (Abbildung 26 und Abbildung 27).



Abbildung 26: Grafik „Auffälliger_Viertelleitwert.dpg“ für ein Tier ohne auffälligen Verlauf der Leitwertkurve => keine Mastitiskontrolle nötig



Abbildung 27: Grafik „Auffälliger_Viertelleitwert.dpg“ für ein Tier mit auffälligem Verlauf der Leitwertkurve auf dem linken Vorderviertel => Mastitiskontrolle nötig

Wird ausschließlich die graphische Darstellung als Hilfsmittel zum Finden von Tieren mit Mastitisverdacht genutzt, sollten mindestens alle zwei Tage die Leitwertkurven aller laktierenden Tiere in DP visuell kontrolliert werden. Im Referenzbetrieb konnten auf diese Weise die in Tabelle 13 (Vierfeldertafel) dargestellten Ergebnisse erzielt werden. Eine Erklärung der Kennzahlen ist unter Erläuterung 1 zu finden.

Tabelle 13: Erfolg der Detektion von Mastitiden mittels visueller Beurteilung der graphischen Darstellung des Viertelleitwertes im Referenzbetrieb (Vierfeldertafel)

		Anzahl Tiere nach abnormem Kurvenverlauf				
		krank	gesund	Summe		
Anzahl Tiere nach ZZ/BH	krank	48	32	80	60%	Sensitivität
	gesund	40	693	733	95%	Spezifität
	Summe	88	725	813		
		55% positiver Vorhersagewert	96% negativer Vorhersagewert			

Datengrundlage: Leitwerte, MLP-Zellzahlen und Behandlungen im Zeitraum vom 02.11.2014 bis zum 02.02.2015, Krankheitsinzidenz 10%

Berechnung: Die MLP-Zellzahlen und die registrierten Mastitisbehandlungen dienen als Referenz zur Definition von kranken Tieren. Ein Tier wird als „krank“ definiert, wenn die MLP-Zellzahl > 250.000 n/ml beträgt und/oder eine Mastitisbehandlung erfolgt ist. Die Einordnung der Tiere in die Vierfeldertafel erfolgt für jeden MLP-Monat separat, um den zeitlichen Zusammenhang zwischen Referenzwerten und Leitwerten zu gewährleisten. Anschließend wurden die Tierzahlen der Vierfeldertafeln summiert und die Kennzahlen berechnet.

Erläuterung 1: Deutung der Vierfeldertafel am Beispiel von Tabelle 13

Aussagekraft der Methode:

Sensitivität = 60%

Umso höher die Sensitivität, desto besser, weil mehr tatsächlich kranke Tiere mit dieser Methode als „krank“ eingestuft werden.

- ⇒ 60% der erkrankten zeigen auffällige Leitwertkurven und können mit dieser Methode gefunden werden.
- ⇒ 40% der erkrankten Tiere zeigen keine auffälligen Leitwertkurven und können deshalb mit dieser Methode nicht gefunden werden.

Spezifität = 95%

Umso höher die Spezifität, desto besser, weil mehr tatsächlich gesunde Tiere von dieser Methode als „gesund“ eingestuft werden.

- ⇒ 95% der gesunden Tiere zeigen keine Leitwertveränderung (richtig als „gesund“ eingestuft)
- 5% der gesunden Tiere weisen Leitwertveränderungen auf (fälschlicherweise als „krank“ eingestuft)

Kontrollaufwand für den Herdenmanager:

Positiver Vorhersagewert = 55%

- ⇒ 55% der Tiere mit Leitwertveränderung haben tatsächlich eine Mastitis.
- ⇒ 45% der Tiere mit Leitwertveränderungen haben keine Mastitis, müssen aber dennoch kontrolliert werden (=Fehlerrate).
- ⇒ Es sind 88 Tiere zu selektieren und zu kontrollieren, um 48 kranke Tiere zu finden

Negativer Vorhersagewert = 96%

- ⇒ 96% der Tiere ohne Leitwertveränderung sind tatsächlich gesund
- ⇒ 4% der Tiere ohne Leitwertveränderung haben dennoch eine Mastitis, werden aber vom Herdenmanager nicht kontrolliert
- ⇒ 32 erkrankte Tiere werden nicht kontrolliert

2. Alarmliste

Die Liste „Ansteigender Leitwert_fuer CSV.rfa“ (Abbildung 28) basiert auf einem Rechenalgorithmus, der die Tiere herausfiltert, bei denen zur letzten Melkung auf mindestens einem Viertel ein Leitwertanstieg zu verzeichnen ist. Wie hoch der Anstieg sein muss, damit ein Tier auf der Alarmliste erscheint, kann betriebsindividuell festgelegt werden. Die Standardeinstellung liegt bei 10% Anstieg eines Viertelleitwertes zum Mittelwert der letzten sieben Tage. Das betroffene Viertel ist mit ++ gekennzeichnet. Viertel mit besonders großem Anstieg ($\geq 20\%$) werden gesondert gekennzeichnet (++++).

Abweichungen innerhalb des Viertels ++ = Anstieg 10- 19% ++++ = Anstieg über 20%									
Kuh	Milch- leist.	Viertel hr Alarm Fehler	Viertel hl Alarm Fehler	Viertel vl Alarm Fehler	Viertel vr Alarm Fehler				
8	35,0	++	ok	ok	ok				
61	36,6	ok	ok	++	ok				
68	31,5	ok	ok	++	ok				
90	25,7	++	ok	ok	ok				
99	12,8	ok	??	ok	??	ok	??	ok	??
187	46,3	ok	ok	++	ok				
262	26,5	++	ok	ok	ok				
285	26,8	ok	++	ok	ok				
352	31,8	++++	++	++	++				
355	30,2	++++	ok	ok	ok				
10	303,2	??	??	??	??				

Abbildung 28: Beispiel für die Liste „Ansteigender Leitwert_fuer CSV.rfa“

Im Referenzbetrieb wurden vom Herdenmanager nur die Tiere kontrolliert, für die auf der Alarmliste ein Anstieg $\geq 20\%$ (++++) ausgewiesen war. Dabei wurden die in Tabelle 14 dargestellten Ergebnisse erzielt.

Die Mastitisedektion mittels Alarmliste liefert im Vergleich zur Kontrolle der Leitwertkurven schlechtere Ergebnisse. Die Sensitivität ist auf 48,8% gesunken. Es werden also weniger als die Hälfte der kranken Tiere überhaupt auf der Alarmliste angezeigt. Nur noch 39 erkrankte Tiere werden vom Herdenmanager gefunden, obwohl 89 Tiere insgesamt kontrolliert werden müssen.

Tabelle 14: Erfolg der Detektion von Mastitiden mittels Alarmliste im Referenzbetrieb (Vierfeldertafel)

		Anzahl Tiere nach Leitwertalarm ++++				
		krank	gesund	Summe		
Anzahl Tiere nach ZZ/BH	krank	39	41	80	49	Sensitivität
	gesund	50	685	735	93	Spezifität
	Summe	89	724	813		
		44 positiver Vorhersage- wert	94 negativer Vorhersage- wert			

Datengrundlage: Alarmlisten (++++), MLP-Zellzahlen und Behandlungen im Zeitraum vom 02.11.2014 bis zum 02.02.2015, Krankheitsinzidenz 10%

Berechnung: Die MLP-Zellzahlen und die registrierten Mastitisbehandlungen dienen als Referenz zur Definition von kranken Tieren. Ein Tier wird als „krank“ definiert, wenn die MLP-Zellzahl > 250.000 n/ml beträgt und/oder eine Mastitisbehandlung erfolgt ist. Die Einordnung der Tiere in die Vierfeldertafel erfolgt für jeden MLP-Monat separat, um den zeitlichen Zusammenhang zwischen Referenzwerten und Leitwerten zu gewährleisten. Anschließend wurden die Tierzahlen der Vierfeldertafeln summiert und die Kennzahlen berechnet.

Beide Instrumente zur Mastitisdetektion weisen somit Vor- und Nachteile auf: Der Vorteil der Alarmliste ist, dass der Herdenmanager nicht mehr die Leitwerte aller Tiere in DP kontrollieren und selbst eine Selektionsliste erstellen muss. Dafür nimmt er eine geringere Findungsrate in Kauf. Bei Nutzung der Leitwertgraphik können mehr kranke Tiere gefunden werden, für die Anwendung wird aber etwas mehr Arbeitszeit benötigt.

Wichtig ist außerdem, dass die beiden Arten der Leitwertaufbereitung unterschiedliche kranke Tiere finden. Deshalb kann die kombinierte Anwendung der Alarmliste und der Leitwertgraphik sinnvoll sein.

3. Kombinierte Anwendung von graphischer Darstellung des Viertelleitwertes und Alarmliste

Bei kombinierter Anwendung kann die Kontrolle der Leitwertkurven in größeren Abständen erfolgen (z.B. 1x wöchentlich), um den Arbeitszeitaufwand für die Kontrolle der Leitwertkurven zu minimieren. Im Referenzbetrieb konnten durch die kombinierte Anwendung beider Hilfsmittel 51 der insgesamt 80 erkrankten Tiere gefunden werden (Tabelle 15), also mehr, als bei Nutzung nur eines Instruments. Allerdings war damit auch der höchste Kontrollaufwand verbunden: 125 Tiere mussten einer Mastitiskontrolle unterzogen werden.

Tabelle 15: Erfolg der Detektion von Mastitiden mittels kombinierter Anwendung von Alarmliste und visueller Beurteilung der graphischen Darstellung des Viertelleitwertes im Referenzbetrieb (Vierfeldertafel)

		Anzahl Tiere nach Leitwertalarm ++++ und/oder abnormem Kurvenverlauf				
		krank	gesund	Summe		
Anzahl Tiere nach ZZ/BH	krank	51	29	80	64	Sensitivität
	gesund	74	659	733	90	Spezifität
	Summe	125	688	813		
		41 positiver Vorhersage- wert	96 negativer Vorhersage- wert			

Datengrundlage: Alarmlisten (++++), Leitwertgraphiken, MLP-Zellzahlen und Behandlungen im Zeitraum vom 02.11.2014 bis zum 02.02.2015, Krankheitsinzidenz 10%

Berechnung: Die MLP-Zellzahlen und die registrierten Mastitisbehandlungen dienen als Referenz zur Definition von kranken Tieren. Ein Tier wird als „krank“ definiert, wenn die MLP-Zellzahl > 250.000 n/ml beträgt und/oder eine Mastitisbehandlung erfolgt ist. Die Einordnung der Tiere in die Vierfeldertafel erfolgt für jeden MLP-Monat separat, um den zeitlichen Zusammenhang zwischen Referenzwerten und Leitwerten zu gewährleisten. Anschließend wurden die Tierzahlen der Vierfeldertafeln summiert und die Kennzahlen berechnet.

Ein Vergleich der Ergebnisse mit Angaben aus der Literatur zeigt, dass sich die aktuell in Teichröda angewandten Methoden zur Mastitisdetektion bei Sensitivität und Spezifität im mittleren Bereich bewegen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Literaturübersicht Sensitivität/Spezifität Mastitisedektion mit Hilfe von Leitfähigkeit oder Leitwert

Quelle	Parameter	Referenz - Definition „krank“ anhand von	Sensitivität	Spezifität
Cavero	Leitfähigkeit	Zellzahl (wöchentlich) + Behandlungsdaten	40-55%*	90-93%*
Cavero et al. (2008)	Leitfähigkeit + Milchbildungsrate + Milchfluss + Laktationstag	visuell sichtbare Milchveränderungen oder SCC >100.000	51,1%	80%
		visuell sichtbare Milchveränderungen oder SCC > 400.000	74,9%	80%
Miekley (2013)	Leitfähigkeit + Milchmenge + Fressverhalten	Behandlungsdaten	70,9%	71,4%
			70,2%	78,9%
Steenefeld et al. (2010)	Leitfähigkeit + Milchfarbe	visuell sichtbare Milchveränderungen	70,0%	97,8%
Kamphuis et al. (2010)	Leitfähigkeit + Milchfarbe + Milchfluss + SCC	visuell sichtbare Milchveränderungen	66,7%	99,0%

* Bei Überschreitung des Erwartungswertes um 10% (Bewertung vergleichbar mit dem in Teichel praktizierten Rechengang)

Die positiven Vorhersagewerte liegen zwischen 41 und 55 %. Das bedeutet: um 1 krankes Tier zu finden, müssen 2 bis 2,5 Tiere selektiert und kontrolliert werden. Bei der in Teichröda vorliegenden niedrigen Krankheitsinzidenz von 10% im Untersuchungszeitraum (3 Monate) ist das unproblematisch. Insgesamt waren im Untersuchungszeitraum je nach angewandter Methode, 88 bis 125 Tiere zu kontrollieren, das sind 0,73 bis 1,25 Tiere pro Tag.

Die Herde von Teichröda weist eine sehr niedrige Krankheitsinzidenz bei Mastitis auf, was unter anderem aus dem hohen Jungkuhanteil resultiert. In Herden mit hohem Altkuhanteil ist mit höheren Inzidenzen und dadurch auch mit einem höheren Kontrollaufwand zu rechnen.

So wie auch bei jeder aktuell verfügbaren Methode zur automatischen Mastitisedektion können auch mit den hier beschriebenen Anwendungen des Leitwertes nicht alle kranken Tiere gefunden werden. Es ist daher sinnvoll, zusätzlich ein System flankierender Maßnahmen zur Kontrolle der Eutergesundheit zu installieren. Dazu bieten sich die Auswertung der MLP-Zellzahlen sowie die gezielte bakteriologische Untersuchung von Risikogruppen (z.B. BU nach Kolostrumzeitraum oder vor dem Trockenstellen) an. Praktikable Richtwerte sind in Tabelle 17 dargestellt.

Es wird empfohlen, mit dem Bestandstierarzt unter Einbeziehung aller zur Verfügung stehenden Informationen (DairyProQ, MLP, BU) ein betriebsindividuell angepasstes Mastitis-Überwachungssystem inkl. konkreter Handlungsanweisungen für das Personal auszuarbeiten.

Tabelle 17: Richtwerte zur Beurteilung der Eutergesundheitssituation in einer Herde (Thieme 2004)

Kriterien 1x monatlich kontrollieren!!!	eutergesund	euterkrank
Herden-ZZ (LKV)	< 200.000	> 200.000
Einzeltier-ZZ < 125.000 gesund	> 60%	< 60%
Einzeltier-ZZ > 400.000 sehr krank	< 20%	> 20 %
Klinisch kranke Tiere (sichtbar, fühlbar, Flocken!)	< 3%	> 5%
Hyperkeratosen	< 10%	> 10%

5 Ergebnisse zum Gesundheitszustand von Euter und Zitzen der Tiere

5.1 Entwicklung der Zellzahl und der Mastitissituation

Die Bestandszellzahl (MLP) hat sich seit Inbetriebnahme der neuen Milchviehanlage und des neuen Melksystems deutlich verbessert und liegt seit Beginn 2015 stabil bei ca. 120.000 Zellen/cm³. Die Ursachen hierfür sind multifaktoriell. Beigetragen haben mit großer Wahrscheinlichkeit:

- die neue Haltungsumgebung mit verbesserter Haltungshygiene und höherem Tierkomfort
- das neue Melksystem
- der erhöhte Anteil an Jungkühen (Bestandsaufbau, Abbildung 30)

Wie groß der Anteil des neuen Melksystems an der Verbesserung der Zellzahlsituation ist, kann an dieser Stelle nicht geklärt werden.

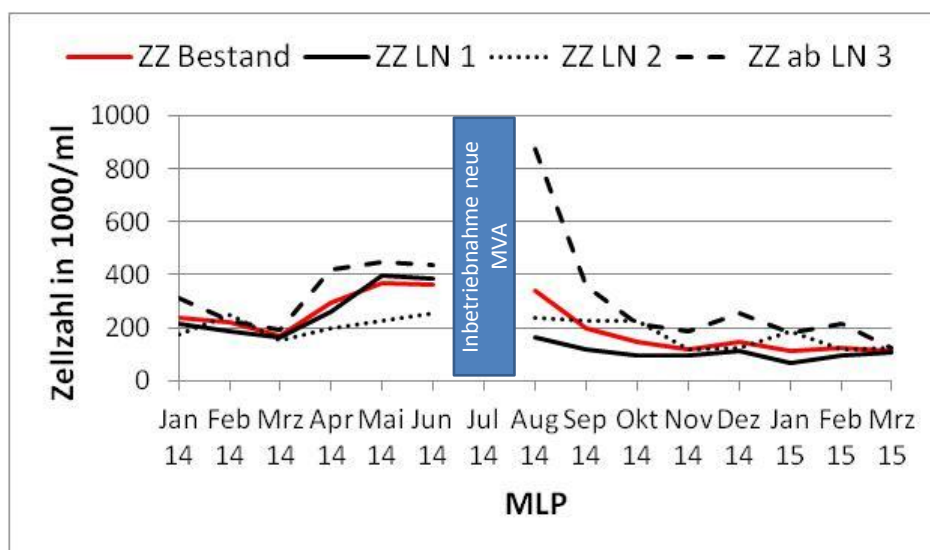


Abbildung 29: Entwicklung der MLP-Zellzahl im Versuchszeitraum (LN = Laktationsnummer)

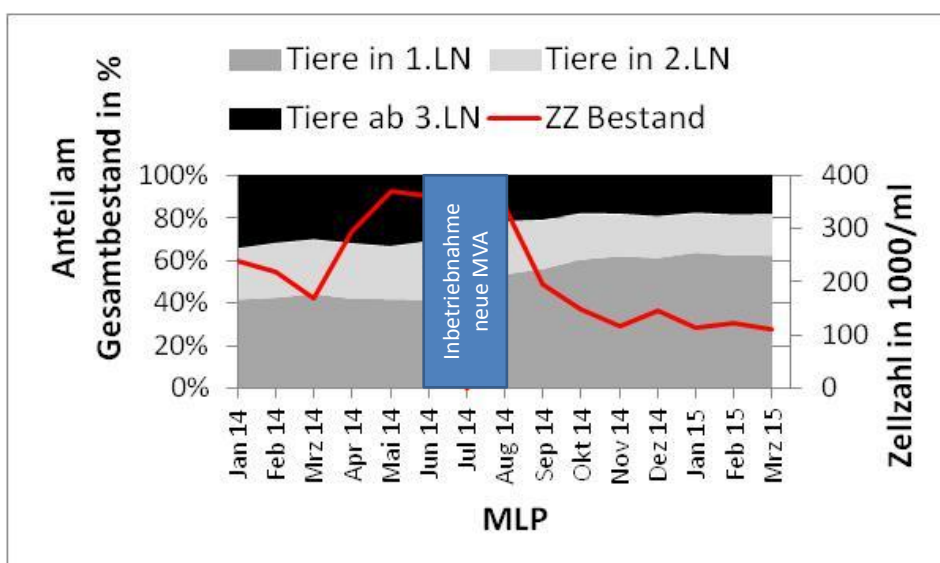


Abbildung 30: Veränderung der Alterstruktur der Herde im Versuchszeitraum (LN = Laktationsnummer)

5.2 Zitzenkondition

Die letzte Bonitur der Zitzenkondition der laktierenden Tiere erfolgte zur Abendmelkzeit des 02.03.2015. Es wurden folgende Merkmale bonitiert:

Zitzenfarbe

Als wichtigste Ursachen für Zitzenverfärbungen gelten hohes Melkvakuum, fehlerhafte Pulsation bzw. weites Phasenverhältnis, lange Blindmelkzeiten sowie suboptimal angepasste Zitzengummis. Weniger als 20 % der Kühe dürfen eine oder mehrere Zitzen haben, die rot oder blau verfärbt sind (ALBERS 2014, WGM).

Die Zitzenfarbe wurde in 4 Kategorien erfasst:

- normal, keine farblichen Veränderungen = Note 0
- rot = Note 1
- blau = Note 2
- schwarz = Note 3

Schwarze Zitzen wurden aus der Wertung ausgeschlossen, da eine Veränderung der Zitzenfarbe aufgrund von Durchblutungsstörungen wegen der Pigmentierung nicht sichtbar ist.

Ringbildung an der Zitzenbasis

Die Ringbildung bzw. Schwellung an der Zitzenbasis ist ein Anzeichen, dass beim Melken Gewebe „eingezogen“ und durch die Zitzengummilippe eingeschnürt wurde. Erfasst wurden Ringbildungen, die fühlbare Schwellungen/ Ödematisierungen aufwiesen. Erfassung erfolgt in den Kategorien

- keine fühlbare Ringbildung = Note 0
- fühlbare Ringbildung = Note 2

Ursache für Ringbildungen können das Ansetzen des Melkbechers an nasse Zitzen (Klettern in der Stimulationsphase), zu enge Zitzengummikopföffnungen und zu hohes Kopfvakuum sein. Zu hohes Kopfvakuum wiederum wird durch zu hohes Betriebsvakuum, Blindmelken oder zu weite oder schlecht formschlüssige Zitzengummischäfte verursacht.

Als akzeptabel wird die Merkmalsausprägung eingeschätzt, wenn weniger als 10 % der Kühe eine oder mehrere Zitzen mit fühlbarer Ringbildung an der Zitzenbasis aufweisen (ALBERS 2014, WGM).

Zitzenverhärtung

Verhärtungen der Zitzenkuppe oder des Zitzenschaftes entstehen durch Flüssigkeitsstauungen im Zitzengewebe und sind Anzeichen für eine suboptimale Massage oder fehlende Entlastung der Zitze während des Milchentzuges. Grundsätzlich sollten alle Zitzen vor und nach dem Melken weich sein. Wenn über 20 % der Kühe verhärtete Zitzen aufweisen, sind die Ursachen dafür zu ermitteln (ALBERS 2014, WGM).

Das Vorhandensein von Zitzenverhärtungen wird mittels Palpation der Zitzen überprüft. Die Erfassung erfolgt in den Kategorien

- nicht verhärtet = Note 0
- verhärtet = Note 1

Quetschungen

Quetschungen sind Sonderformen der Zitzenverhärtung. Hierbei handelt es sich um Ödematisierungen entlang der Zitzenlängsachse, die sich im Bereich der Knickfalte des Zitzengummis bilden. Sie entstehen durch stark faltende und/oder stark verformte Zitzengummis mit ausgeprägter Knickfaltenbildung und sind somit abhängig von der Materialhärte und der Materialalterung. Die Erfassung erfolgt in den Kategorien

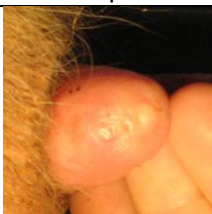
- nicht gequetscht = Note 0
- gequetscht = Note 1

Hyperkeratose

Hyperkeratosen sind Verhornungen der Zitzenhaut, die durch mechanische, klimatische und/oder chemische Einflüsse entstehen können. Hyperkeratosen sind selbst nicht krankhaft, können aber die Funktion des Schließmuskels beeinträchtigen, die Qualität des Keratins negativ verändern, zu Läsionen führen und prädisponierende Faktoren für Infektionen sein. Insbesondere die starken und fransigen Hyperkeratosen erhöhen das Risiko für eine Mastitisinfektion (Graff 2005).

Für die Bewertung des Herdenstatus „Hyperkeratose“ wird eine Auftretungshäufigkeit der starken bis sehr starken Hyperkeratosen bis 20 % der Kühe als noch akzeptabel angesehen. Die Erfassung erfolgte nach dem in Tabelle 18 dargestellten Schema.

Tabelle 18: Boniturschema für die Erfassung der Hyperkeratosen nach Graff (2005)

Note	Beschreibung	Beispiel	Note	Beschreibung	Beispiel
1	keine Verhornung der Zitzenspitze		2	leichte Verhornung der Zitzenspitze	
3	mittlere Verhornung der Zitzenspitze, Ausbildung eines glatten, flachen Keratinringes um die Kanalöffnung		4	starke Verhornung der Zitzenspitze mit glattem, wulstigem Keratinring (< 2mm) um die Kanalöffnung	
5	sehr starke, fransige Verhornung der Zitzenspitze mit ausfransender bzw. rissiger Keratinwulst (>2 mm) um die Kanalöffnung				

Die Zitzen wurden unmittelbar nach Abnahme des Melkzeuges beurteilt. Dabei wurde stets zuerst die Zitzenfarbe erfasst, bevor eine Palpation der Zitzen erfolgte. Tote Zitzen wurden nicht einbezogen.

Der Anteil an Tieren, die an mindestens einer Zitze Veränderungen aufwiesen, ist in Tabelle 19 dargestellt. Zitzenverfärbungen, Ringbildungen sowie Quetschungen und Verhärtungen treten in geringer bis moderater Häufigkeit auf, die als unproblematisch einzuschätzen ist.

Tabelle 19: Anteil an Tieren mit Veränderungen der Zitzenkondition

Merkmal		Hyperkeratosen		Zitzenfarbe	Ringbildung	Quetschungen	Verhärtungen
		März	Juli				
Anzahl bonitierte Tiere	n	250	280	250	250	250	250
Tiere mit mindestens einer Zitze mit beeinträchtigter Kondition	n	88 ^a	73 ^a	3 ^b	13 ^c	22 ^d	18 ^e
	%	35,2	26,1	1,2	5,2	8,8	7,2
Richtwert (WGM 2014)	%	≤20			<20	<10	≤20

a starke (Note 4) und sehr starke, ausgefranste (Note 5) Hyperkeratosen

b rot oder blau verfärbt

c fühlbare Ringbildung an der Zitzenbasis

d gequetschte Zitzenspitze

e verhärteter Zitzenschaft

Der Anteil an Tieren mit starken bis sehr starken Hyperkeratosen liegt mit 35,2% bzw. 26,1% weit über dem Richtwert (Tabelle 19). Dünne Zitzen sind stärker betroffen, als dicke Zitzen (Abbildung 31). Das hat zur Folge, dass an den im Mittel dünneren Vorderzitzen häufiger Hyperkeratosen auftreten, als an den im Mittel dickeren Hinterzitzen (Abbildung 32 und Abbildung 33).

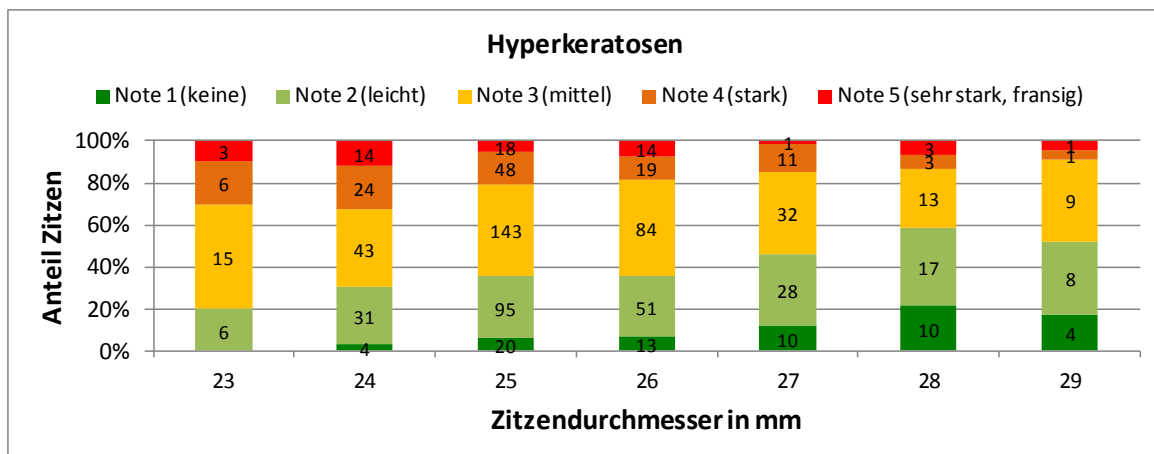


Abbildung 31: Auftreten von Hyperkeratosen in Abhängigkeit vom Zitendurchmesser (Daten März 2015)

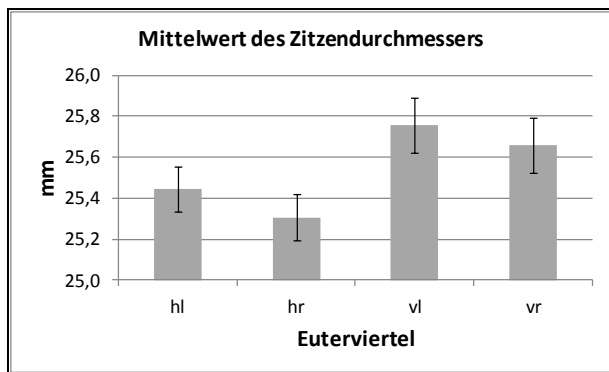


Abbildung 32: Mittelwerte des Zitzendurchmessers nach Euterviertel (Daten März 2015)

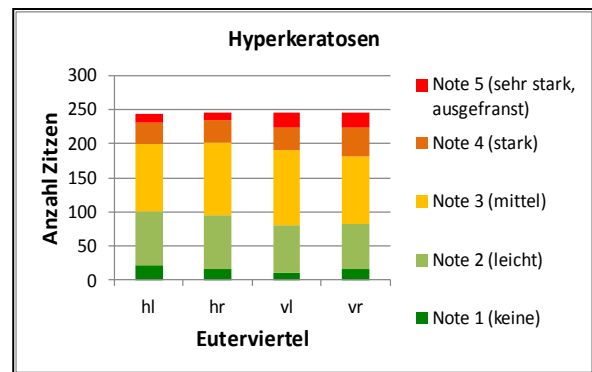


Abbildung 33: Auftreten von Hyperkeratosen nach Euterviertel (Daten März 2015)

Der Verlauf über die Laktation ist in Abbildung 34 dargestellt.

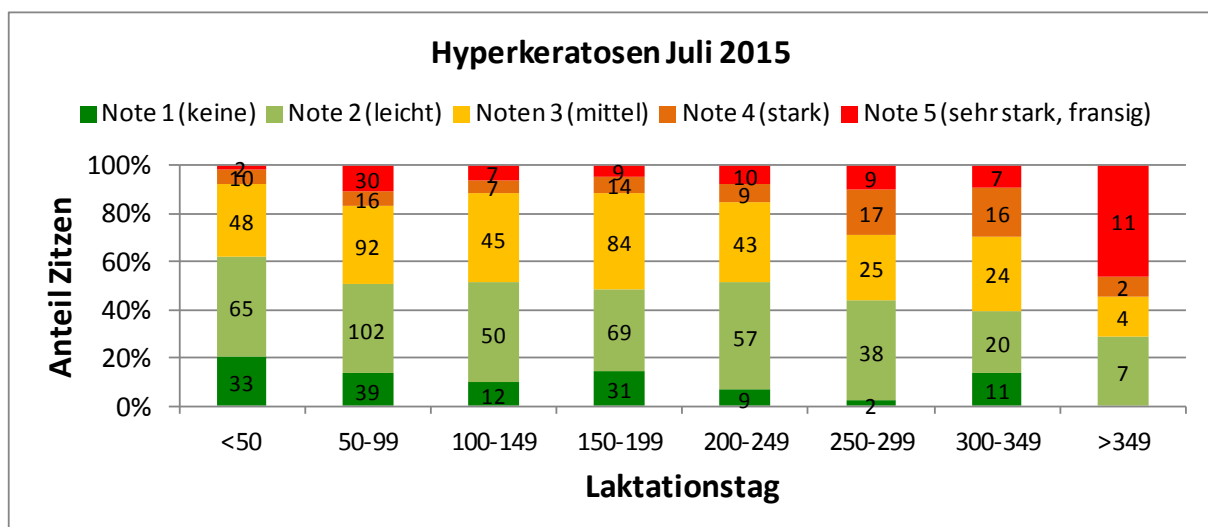
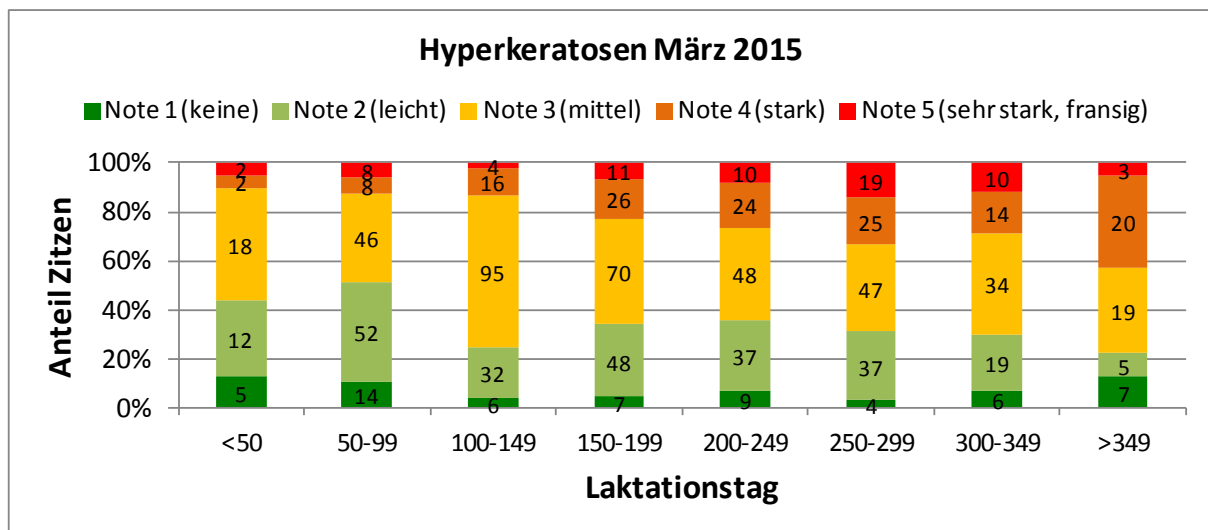


Abbildung 34: Auftreten von Hyperkeratosen in Abhängigkeit vom Laktationstag (März n=1050, Juli n=1068)

Eine Abhängigkeit der Hyperkeratosen von der Laktationsnummer ist nicht erkennbar (Abbildung 35).

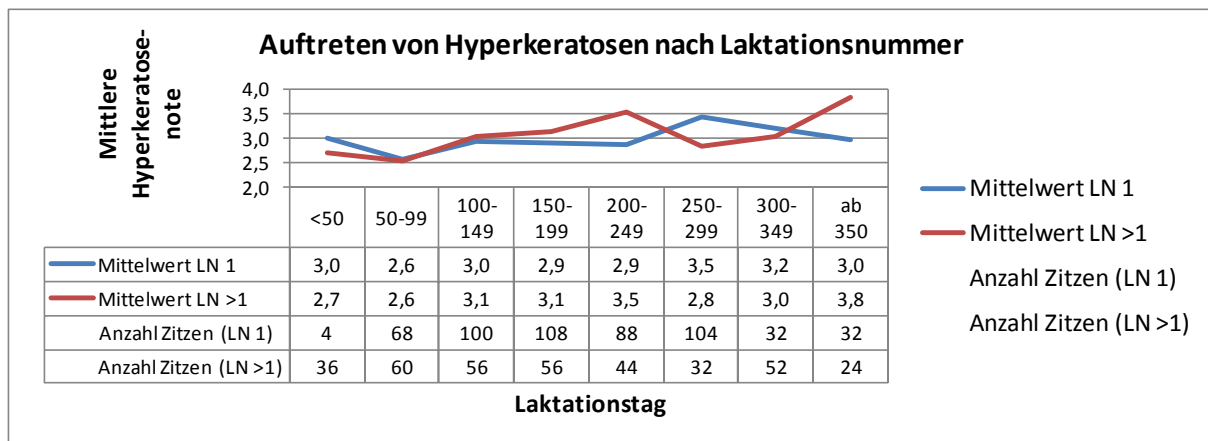


Abbildung 35: Auftreten von Hyperkeratosen im Laktationsverlauf in Abhängigkeit von der Laktationsnummer

6 Verfahrenstechnische Einordnung des Melksystems

6.1 Durchsatz und Systemgrenzen

Der mit einem Melksystem erzielbare Durchsatz hängt von den in Tabelle 20 aufgeführten Rahmenbedingungen ab. Jede Veränderung eines Parameters hat eine Veränderung des erzielten Durchsatzes zur Folge.

Tabelle 20: Den Durchsatz beeinflussende Rahmenbedingungen

Parameter		Messwerte Teichröda Juli 2015	Messwerte Ottendorf Juli 2015	Übliche/ mögliche Spannweite	Basiswerte für Abbildung 37
Anzahl Melkplätze/Melksystem		40 Stk	28 Stk	28-80 Stk	
Anzahl ineffektive Melkplätze für Ein- und Austrieb		5 Stk	3 Stk	5-8 Stk	4 Stk
Melkplatzauslastung		94%	92%	70 – 95%	92%
Melkdauer/ Kuh – resultiert aus					
	Zeitbedarf für Ansetzvorgang (Time out-Limit)	120 s	120 s	40 – 240 s	120 s
	Milchleistung/Kuh und Tag	36 kg	30 kg	20-40 kg	30 kg
	Melkfrequenz	3x täglich	3x täglich	2-4x täglich	
	Milchflussgeschwindigkeit	2,3 kg/min		1,0-7,0 kg/min	2,3 kg/min
	Zusatzzeiten für überdurchschnittlich lange melkende Tiere (keine Schwermelker) ^a	100 s		60 – 180 s	100 s
	Anteil Schwermelker (Milchfluss <1,5 kg/min)	6 %		0 – 15 %	5 %
	Durchschnittliche Stoppzeit des Karussells pro wirksamem Schwermelker ^{a b}	0 s	120 s	0-15 min	30 s
Leistungsgruppenbildung ^c		3x Hochleistung 1x Altmelker	3x Hochleistung 1x Altmelker	0 - x	ja
Anteil Handkühe		8 %	10 %		5 %
Anzahl Sondergruppen ^d		1 Gruppe für Kranke und K0-Kühe	keine	0 - 3	2

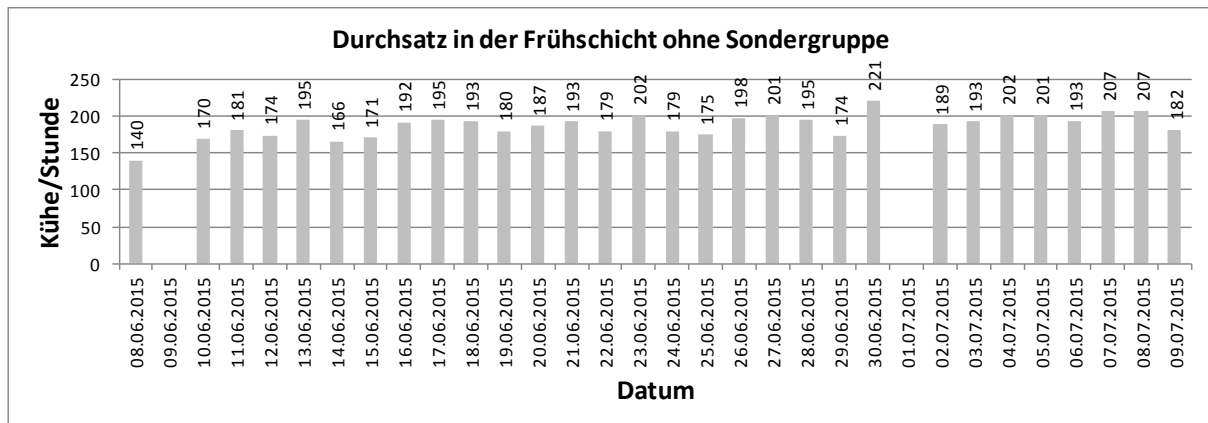
^a Diese Zusatzzeiten ergeben sich, weil die langsamste Kuh pro Umdrehung die Umdrehungsgeschwindigkeit bestimmt. Wenn die Herde nicht nach Leistungsgruppen sortiert ist, steigt die benötigte Zusatzzeit an.

^b Wirksame Schwermelker:

Nicht jeder Schwermelker führt zu einem Stoppen des Karussells. Sobald das Karussell wegen eines schwermelkenden Tieres stoppt, steht auch allen anderen bereits auf dem Karussell befindlichen Schwermelkern mehr Zeit zur Verfügung. Infolgedessen sind diese Tiere bei Erreichen der Abnahmeposition ausgemolken und verursachen keine weiteren Stoppzeiten. Es ist somit immer nur der erste Schwermelker pro Anzahl effektiver Melkplätze wirksam.

c Beeinflusst die Varianz der Melkdauer innerhalb einer Karussellumdrehung und dadurch die durch überdurchschnittlich lange melkende Tiere verursachten Zusatzzeiten
d Senken den Durchsatz unmittelbar (notwendiges Leerfahren des Melkstandes, Behandlungen am Melkstand usw.)

Unter den in Teichröda vorliegenden Rahmenbedingungen wurden die in Abbildung 36 dargestellten Durchsätze realisiert.



(Ohne Zeit für das Vollfahren des Karussells)

Abbildung 36: Durchsatz pro Melkzeit

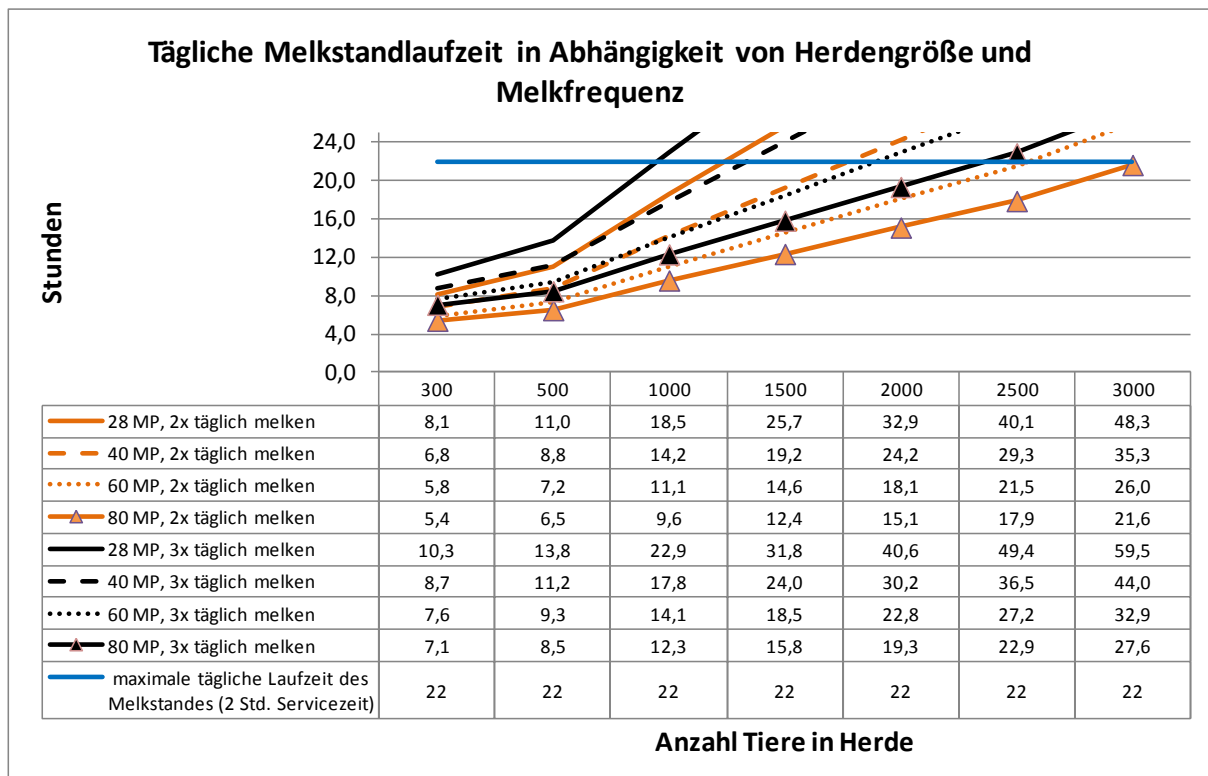
In der Produktionsherde wurde im Mittelwert ein Durchsatz von 188 Tieren/Stunde erreicht (Abbildung 36). Wird die Sondergruppe einbezogen (durchschnittlich 12 Tiere), so liegt der mittlere Durchsatz bei 168 Tieren/Stunde. Die Schwankungsbreite ist hoch. Der Durchsatz der Produktionsherde variiert zwischen 140 und 221 Kühen/Stunde. Ursachen hierfür sind Unterschiede in der Arbeitsweise der verschiedenen Operatoren („Melker“), Beeinträchtigungen durch technische Arbeiten oder Störungen am Melkstand.

Der Durchsatz kann durch eine Veränderung einzelner Rahmenbedingungen gezielt beeinflusst werden. Wie groß diese Effekte sind, wird beispielhaft in Tabelle 21 dargestellt.

Tabelle 21: Effekt von Veränderungen der Rahmenbedingungen auf den mit DairyProQ möglichen Durchsatz

Betrieb		A			B		
Optimierungsgrad		gut			schlecht		
Mittlere Gemelksgröße	kg/Gemelk	10			10		
Durchschnittlicher Milchfluss (Herde)	kg/min	2,3			2,0		
Leistungsgruppen	n	ja			nein		
Melkzeitverlängerung durch Tiere mit überdurchschnittlicher Melkdauer	s/Umdrehung (effektive MP)	100			150		
Mittlere Dauer des Ansetzvorganges	s	100			120		
Melkplatzauslastung	%	92			80		
Anteil Schwermelker	% der Herde	3			10		
Stopzeit pro wirksamen Schwermelker	s	0			120		
Anzahl uneffektive Melkplätze	n	3			6		
Anzahl Melkplätze	n	28	40	60	28	40	60
Durchsatz	Kühe/Stunde	140	207	319	75	117	185

In Anlehnung an die im Referenzbetrieb vorliegenden Rahmenbedingungen ergeben sich die in Abbildung 37 dargestellten Systemgrenzen für verschieden große automatische Melksysteme mit DairyProQ.



Rahmenbedingungen siehe Tabelle 20

Der Zeitbedarf umfasst das Melken aller laktierenden Tiere (Produktionsgruppen, Kolostralmilchgruppe und Krankengruppe) sowie die Melkstandrüstzeiten (Spülung, Reinigung, Modellierung des Zeitbedarfs basierend auf Messungen im Versuchsbetrieb).

Abbildung 37: Systemgrenzen von DairyProQ

6.2 Arbeitswirtschaftliche Einordnung

DairyProQ bietet grundsätzlich zwei Möglichkeiten der Bewirtschaftung des Melksystems (Tabelle 22):

Tabelle 22: Grundlegende Bewirtschaftungsweisen des automatischen Melksystems mit DairyProQ

	Vollautomatisierte konventionelle Bewirtschaftung (VKB)	Vollautomatische Bewirtschaftung (VAB)
Beschreibung	Während des Melkprozesses ist ständig eine Arbeitskraft (Operator) am Melkstand anwesend, beaufsichtigt den Melkprozess und greift bei Störungen ein.	Der Melkprozess wird nicht mehr beaufsichtigt. Tiere mit unvollständigen Melkungen werden mit Hilfe von automatisierten Selektionsroutinen in Selektionsboxen geleitet. Von dort werden sie von der für die Treibearbeiten zuständigen Arbeitskraft vor dem Gruppenwechsel zurück auf den Melkstand gebracht und unter Aufsicht gemolken. Bei der Durchführung von Arbeiten und Kontrollen am Tier wird ebenso verfahren.
Vorteile	- Operator garantiert, notfalls durch manuelles Eingreifen, dass jede Kuh ordnungsgemäß angesetzt und gemolken wird - keine zusätzlichen automatischen Selektionsroutinen und bauliche Einrichtungen (Selektionsboxen, Selektionstore) für den Umgang mit unvollständig gemolkenen Tieren nötig - Durchführung von Kontrollen und Arbeiten am Tier (z.B. Mastitiskontrolle, Milchprobennahme, Trockenstellen) ohne zusätzlichen Selektionsaufwand während der Melkzeit möglich ⇒ Geringere Investitionskosten	- Der Arbeitszeitbedarf für den Melkprozess ist von der Dauer des Melkvorganges und vom erzielten Durchsatz weitgehend unabhängig. - Es wird lediglich eine Arbeitskraft benötigt, die die Treibearbeiten und die Beaufsichtigung des Melkprozesses der Selektionstiere übernimmt. ⇒ Geringerer Arbeitszeitbedarf
Nachteil	- Es wird während des Melkprozesses 1 Operator und 1 Arbeitskraft für Treibearbeiten benötigt ⇒ Reduzierung des Arbeitskräftebesatzes erst bei einer Melkstandgröße ab 60 Melkplätzen Einsparung des 2. und 3. Melkers eines konventionellen Melksystems) ⇒ Höherer Arbeitszeitbedarf	- Es wird ein dem konkreten betriebsindividuellen Bewirtschaftungskonzept angepasster Selektionsbereich benötigt. - Die Software muss über betriebsindividuell anpassbare Selektionsroutinen verfügen. - Der Melkstand muss in der Lage sein, bei Störungen den Treiber zu informieren. ⇒ Höhere Investitionskosten
Empfehlung	Diese Bewirtschaftungsweise ist für große Melkstände und für zweimal tägliches Melken geeignet.	Diese Bewirtschaftungsweise ist vor allem für kleinere Herden und Melkstände sowie für hohe Melkfrequenzen (3x täglich) geeignet.

Die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs bei verschiedenen Bewirtschaftungsweisen, Herden- und Melkstandgrößen beruht auf den in Tabelle 23 dargestellten Basisdaten, die aus Messungen im Versuchsbetrieb abgeleitet wurden.

Tabelle 23 – Teil 1: Basisdaten für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs

Parameter	Berechnung / Beschreibung	Berücksichtigt bei
Rüstzeiten		
Vorbereiten Melkstand	15 Minuten pro Melkzeit für Filterwechsel, Spülung, Melkstand anfeuchten	bei VKB und VAB
Nachbereiten Melkstand	30 Minuten pro Melkzeit für Filterwechsel, Spülung, Melkplätze grob reinigen	bei VKB und VAB
Grundreinigung Melkstand	20 Minuten zu 2 Melkzeiten/Tag für Reinigung des Melkstandes mit Hochdruckreiniger	bei VKB und VAB
Treibearbeiten		
Holen der PG	0,24 AKmin/Kuh und Melkzeit	bei VKB und VAB
Zurückbringen der PG	3 AKmin/Gruppe	bei VKB und VAB
Holen der SG	5 AKmin/Gruppe	bei VKB und VAB
Zurückbringen der SG	5 AKmin/Gruppe	
	- Anzahl der Produktionsgruppen = Anzahl laktierende Tiere / maximale Tierzahl, die innerhalb von 60 Minuten gemolken werden kann (inkl. Zutreiben, entspricht annähernd dem Durchsatz)	bei VKB und VAB
Zeitbedarf für das Melken der Produktionsgruppen (PG)		
Melkdauer PG	= Anzahl zu melkende Tiere in PG / Durchsatz - Durchsatz berechnet in Abhängigkeit der Melkstandgröße und auf Basis der in Tabelle 20 definierten Rahmenbedingungen - Anzahl zu melkende Tiere = Bestandsgröße – Anzahl trockenstehende Tiere - Anzahl trockenstehende Tiere berechnet auf Basis einer Zwischenkalbezeit = 395 Tagen und einer Trockenstehzeit von 60 Tagen	bei VKB und VAB
Zusätzliche Melkdauer PG	= Anzahl der aufgrund unkorrekter Melkung selektierten Tiere / Durchsatz + Treibezeit Selektionstiere - Durchsatz berechnet in Abhängigkeit der Melkstandgröße und auf Basis der in Tabelle 20 definierten Rahmenbedingungen - Anzahl der aufgrund unkorrekter Melkung selektierten Tiere: Bei zweimal täglich Melken: = (22% fehlgeschlagene Ansetzvorgänge * Anzahl zu melkende Tiere in PG) / 100 Bei dreimal täglich Melken: = (8% Tiere mit fehlgeschlagenen Ansetzvorgängen in aktueller und voriger Melkzeit * Anzahl zu melkende Tiere in PG) / 100 - Treibezeit Selektionstiere: 5 Minuten/Gruppe	nur bei VAB

PG = Produktionsgruppe, SG = Sondergruppe, VKB = Vollautomatisierte konventionelle Bewirtschaftung, VAB= Vollautomatische Bewirtschaftung

Tabelle 21 – Teil 2: Basisdaten für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs

Parameter	Berechnung / Beschreibung	Berücksichtigt bei
Zeitbedarf für das Melken pro Sondergruppe (SG)		
Dauer des Melkens	= Anzahl Tiere in SG * Taktzeit + durchschnittliche Dauer des Milchentzuges pro Kuh + wirksame Behandlungszeit - Taktzeit = Wenn (Durchsatz in PG > Dauer des manuellen Ansetzvorganges), dann Taktzeit SG = Taktzeit PG; andernfalls Taktzeit = Dauer des manuellen Ansetzvorganges - Dauer des manuellen Ansetzvorganges (in SG wird das Melkzeug überwiegend manuell angesetzt) = 25 s pro Tier in SG - Durchschnittliche Dauer des Milchentzuges = mittlere Milchmenge pro Gemelk / mittlere Milchflussgeschwindigkeit - Wirksame Behandlungszeit: Der Melker beginnt bereits mit den Behandlungen, sobald er das letzte Tier der Gruppe angesetzt und das erste Tier die Melkung beendet hat. => nur die Behandlungen, die nach dem Ende der Melkung der letzten Kuh durchgeführt werden müssen, werden zeitwirksam, weil der Melkstand angehalten werden muss => wirksame Behandlungszeit = (Behandlungszeit/Tier * Anzahl zu behandelnde Tiere) - (freie Zeit während der Melkung) - Behandlungszeit = 1 Minute/behandeltes Tier in SG - Anteil der zu behandelnden Tiere in SG = 50% der Tiere in SG	bei VKB und VAB
Zeit für das Leerfahren des Karussells	= Dauer einer Umdrehung, berechnet anhand des Durchsatzes der PG	bei VKB und VAB
Zeitbedarf Gruppenwechsel	Je 10 Minuten Zeitbedarf für das Entleeren der Milchleitung und das Umstellen der Ventile zwischen PG und SG sowie zwischen SG und SG	bei VKB und VAB

PG = Produktionsgruppe, SG = Sondergruppe, VKB = Vollautomatisierte konventionelle Bewirtschaftung, VAB = Vollautomatische Bewirtschaftung

Die Zusammenhänge zwischen Bewirtschaftungsweise des Melkstandes und dem Arbeitszeitbedarf für Melken und Treiben sowie die mögliche Herdengröße soll beispielhaft an einem Melksystem mit 40 Melkplätzen erklärt werden (Abbildung 38):

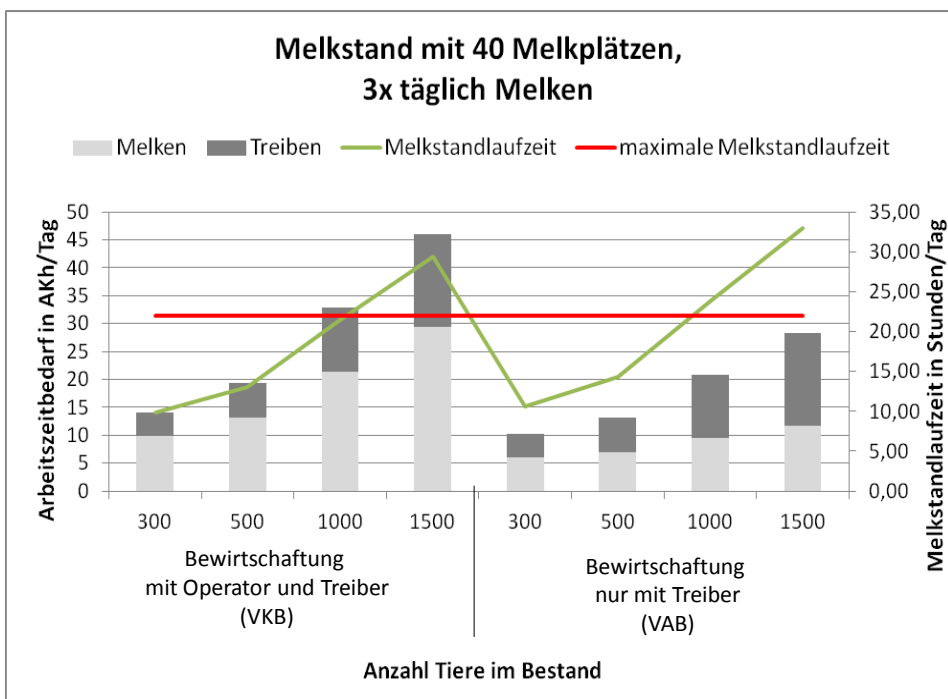
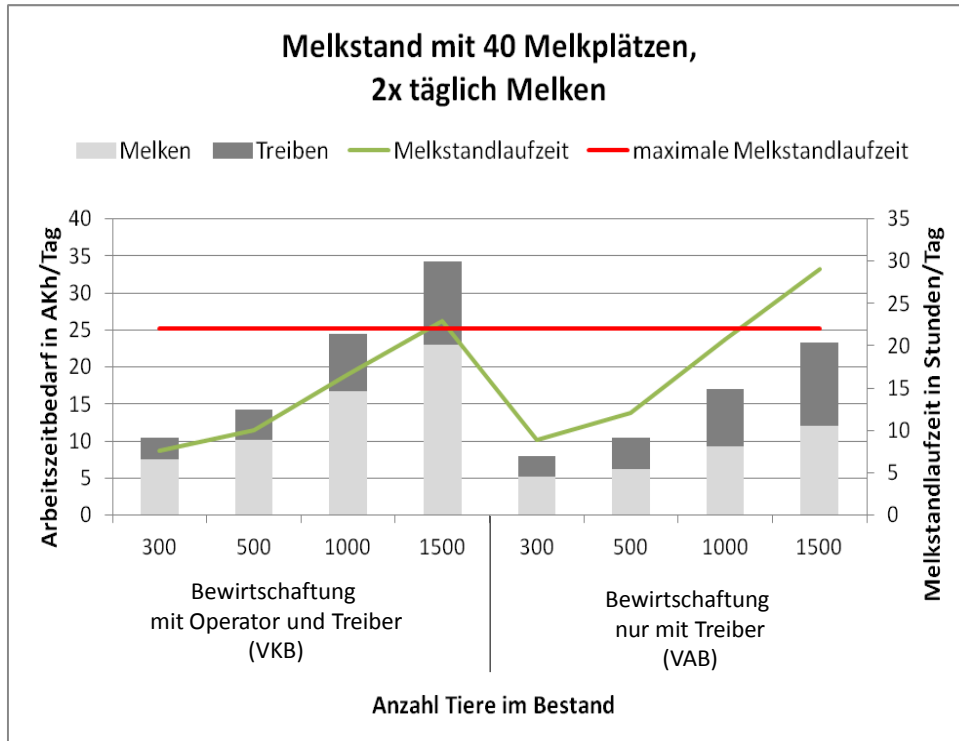


Abbildung 38: Täglicher Arbeitszeitbedarf für Melken und Treiben und die Systemgrenze des Melkstandes in Abhängigkeit der Bewirtschaftungsweise

Bei beiden Bewirtschaftungsweisen steigt der tägliche Arbeitszeitbedarf mit steigender Herdengröße an.

Bei der Bewirtschaftung des Melkstandes mit einem ständig anwesenden Operator und einem Treiber (VKB) ist der Arbeitszeitbedarf höher, als beim Vollautomatischen Betrieb des Melksystems ohne Operator (VAB).

Der Operator (VKB) ist vor allem bei 2x täglichem Melken und den dabei auftretenden niedrigen Durchsätzen die meiste Zeit untätig. Im Versuchsbetrieb (2x täglich Melken) war er nur 30% der Zeit während des Melkens der Herde mit manuellen Eingriffen und Kontrollen beschäftigt. 70% der Zeit war Wartezeit. Allerdings ist es dem Operator dennoch nicht möglich, den Melkstand zu verlassen. Es konnten im Versuchsbetrieb keinerlei andere Tätigkeiten sinnvoll in die Melkzeit eingeordnet werden. Somit muss in diesem Betrieb die Wartezeit dem Melkprozess vollständig als Arbeitszeitbedarf angerechnet werden.

Die Nutzung der Wartezeit ist jedoch betriebsspezifisch planbar. Eine Senkung des Arbeitszeitaufwandes für das Melken durch z.B. durch das Erledigen von Dokumentationsarbeiten ist daher möglich.

Bei der Bewirtschaftung des Melkstandes ohne Operator (VAB) müssen Tiere, die von der Automatik nicht korrekt angesetzt worden sind, erneut auf den Melkstand getrieben und manuell angesetzt werden. Ziel ist, jedes Tier mindestens zweimal am Tag ordnungsgemäß zu melken, um negative Auswirkungen auf Leistungsentwicklung und Eutergesundheit zu vermeiden. Wie hoch der Anteil der noch einmal zu melkenden Tiere ist, hängt deshalb entscheidend von der Melkfrequenz ab.

- ⇒ Wird nur zweimal täglich gemolken, muss jedes Tier sofort nach einer fehlgeschlagenen Melkung noch einmal auf den Melkstand. Davon sind im Versuchsbetrieb 22% der Tiere betroffen, die pro Melkzeit noch einmal manuell angesetzt werden müssen.
- ⇒ Bei dreimal täglichem Melken kann eine unkorrekte Melkung toleriert werden. Erst wenn ein Tier zweimal in Folge nicht korrekt gemolken wurde, muss es unmittelbar nach der zweiten unkorrekten Melkung selektiert und noch einmal manuell angesetzt werden. Im Versuchsbetrieb traten zwei unkorrekte Melkungen in Folge nur bei 8% der Tiere auf. Dadurch reduziert sich die für das nochmalige Ansetzen benötigte Arbeitszeit so stark, dass trotz einer zusätzlichen Melkzeit insgesamt nicht mehr Arbeitszeit für das Melken aufzuwenden ist, als beim zweimaligen Melken.

Das erneute Melken unkorrekt angesetzter Tiere in den Varianten ohne Operator (VAB) hat zur Folge, dass bei gleicher Bestandsgröße mehr Melkungen pro Melkzeit anfallen, als bei den Varianten mit Operator (VKB). Demzufolge ist das Melksystem eher an seiner Leistungsgrenze: Mit Operator (VKB) können somit mit einem Melkstand mit 40 Melkplätzen etwa 1500 laktierende Tiere zweimal täglich gemolken werden (siehe Abbildung 37). Ohne Operator (VAB) reduziert sich die Anzahl machbarer Tiere auf ca. 1.200, weil pro Tag zusätzlich ca. 500 zusätzliche Melkungen (20%) aufgrund fehlgeschlagener Ansetzvorgänge anfallen.

Der Gesamtarbeitszeitbedarf aller Melkstandvarianten ist in Abbildung 39 dargestellt.

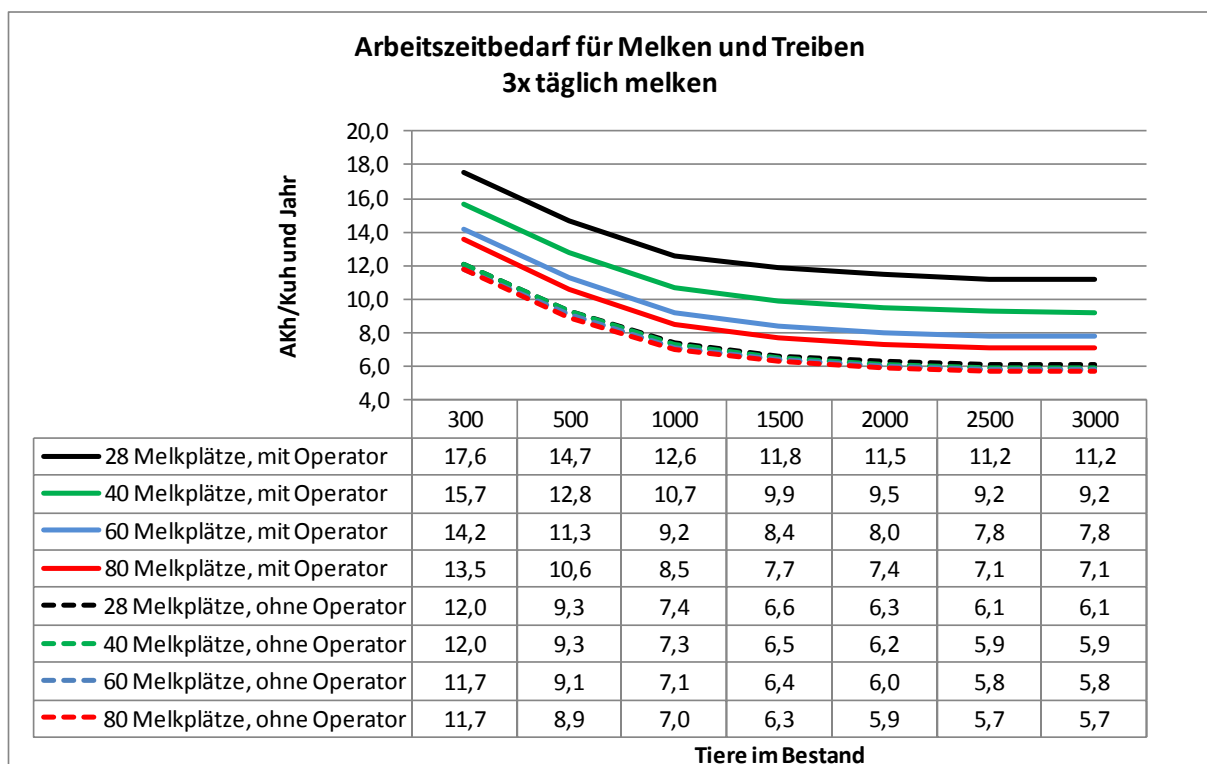
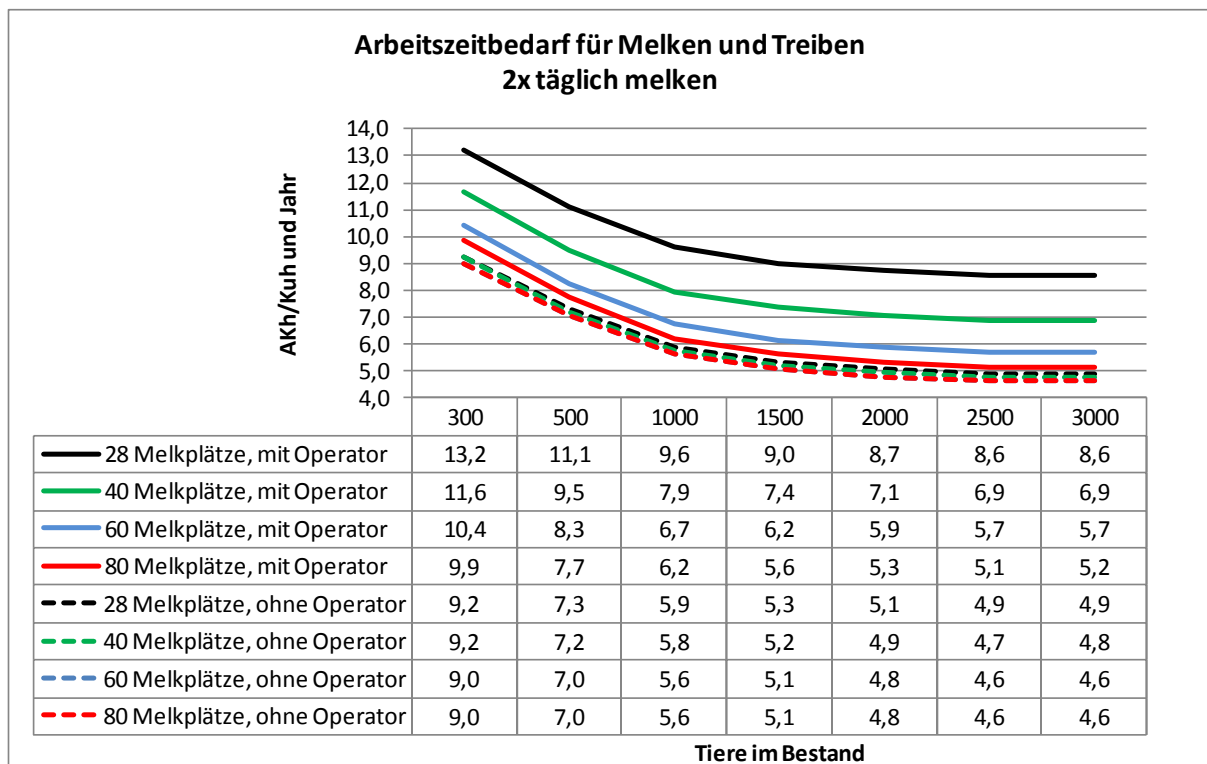


Abbildung 39: Arbeitszeitbedarf der verschiedenen Melkstand- und Bewirtschaftungsvarianten

Abbildung 39 zeigt deutlich, dass erst ab einer Melkstandgröße von 60 Melkplätzen die Varianten mit Operator (VKB) aus arbeitswirtschaftlicher Sicht sinnvoll sind, weil hier kaum noch Wartezeiten für den Operator anfallen. Dadurch sinkt mit steigender Melkstandgröße der Arbeitszeitbedarf für das Melken pro gemolkener Kuh und gleicht sich dem Arbeitszeitbedarf der Varianten VAB (ohne

Operator, aber mit zusätzlichem Zeitbedarf für selektierte Tiere mit unkorrekter Melkung) an.

Moderne konventionelle Melksysteme (Karussell mit Anrüstautomatik, Abnahmeautomatik und Dipproboter) liegen beim Arbeitszeitbedarf für Melken und Treiben bei ca. 15 AKh/Kuh und Jahr. Somit sind aus Sicht des Arbeitszeitbedarfs alle Varianten ohne Operator (VAB) und Melkstände ab 40 Melkplätzen mit Operator (VKB) zu modernen konventionellen Melksystemen konkurrenzfähig.

6.3 Arbeitsorganisatorische Einordnung

Im Sommer/Herbst 2014 wurden im Referenzbetrieb Arbeitszeitmessungen in allen Produktionsbereichen der MVA durchgeführt. Ausgehend von den zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Bedingungen, einer Herdengröße von 350 Tieren und unter Berücksichtigung möglicher und z.T. inzwischen auch umgesetzter Optimierungsmaßnahmen wurden für den Referenzbetrieb beispielhaft Vorschläge zur Arbeitsorganisation entwickelt. Es sind 3 Varianten dargestellt. In Variante 1 und 2 wird das Melksystem mit Operator bewirtschaftet (VKB), in der Variante 3 ohne (VAB). Eine kurze Bewertung der Varianten befindet sich in Tabelle 24.

Tabelle 24: Bewertung der Schichtvarianten

	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Melkfrequenz	Hochleistungsgruppen 3x täglich, Spätlaktierende und Sondergruppen 2x täglich		
Melken und Treiben pro Melkzeit	2 AK	1 AK	1AK
nie einer allein im Stall	+	-	-
Arbeiten geblockt	+	+	+
uneffektive Wartezeiten	-	+	+
Überlappung (gut für Abdeckung personalintensiver Sonderarbeiten)	0	+	-
Zwischenmelkzeit optimal (12 bzw. 8 Std.)	0	+	0
Pufferzeiten vorhanden	+	+	+
Arbeitszeitbedarf			
Akh/Tag Stallbewirtschaftung	39,5	38,3	30,5
Akh/Kuh und Jahr	41,2	39,9	31,8
Akh/Tag für Melkprozess	12,0	14,0	9,8
Akh/Kuh und Jahr für Melkprozess	12,5	14,6	10,2
Benötigte Personen/Tag	5	5	4

Tagesstunde	AK Melken	AK Treiben	AK Melken	AK Treiben	Herdenmanager
Akh/Tag	10	10	5,5	5,5	8,5
04:00	Kontrolle Kalbungen	Futter nachschieben			
	MS vorbereiten	Treiben Gr1			
05:00	melken	LB-Pflege			
	Hochleistung	Treiben Gr2			
	(3x täglich)	LB-Pflege			
		Treiben Gr3			
06:00		LB-Pflege			
		Treiben Gr4			
	Spätlaktierend	LB-Pflege			
	(2x täglich)	Treiben KO/KG			
07:00	Sondergruppen	LB-Pflege			
	MS nachbereiten	Treiben			
		Futter nachschieben			
08:00					
	Kälber	Füttern			
		Laktierende + Repro			
09:00					
10:00					
	Sonstiges	Füttern JR			
11:00					
	Entmisten				
12:00					
	Kontrolle Kalbungen	Futter nachschieben			
13:00					
	MS vorbereiten	Treiben Gr1			
	melken	LB-Pflege			
	Hochleistung	Treiben Gr2			
14:00	(3x täglich)	LB-Pflege			
		Treiben Gr3			
		LB-Pflege			
	MS nachbereiten	Treiben			
15:00		Futter nachschieben			
16:00					
17:00			Kontrolle Kalbungen	Futter nachschieben	
			Kälber	Entmistung	
18:00					
			MS vorbereiten	Treiben Gr4	
19:00			Spätlaktierend	LB-Pflege	
			(2x täglich)	Treiben SG	
			Sondergruppen	Treiben	
			MS nachbereiten	Futter nachschieben	
20:00					
			Sonstiges		
21:00			MS vorbereiten	Treiben Gr1	
			melken	LB-Pflege	
			Hochleistung	Treiben Gr2	
			(3x täglich)	LB-Pflege	
22:00				Treiben Gr3	
				LB-Pflege	
			MS nachbereiten	Treiben	
			Kontrolle Kalbungen	Futter nachschieben	

Variante 1:
(für 350 laktierende
Kühe, 3x täglich melken
der Hochleistungs-
gruppen)

Bewirtschaftung des
Melksystems mit
Operator (VKB)

Entspricht
weitestgehend der
aktuell in Teichröda
praktizierten Lösung

Arbeitszeitbedarf für
Melken + Treiben:
12,5 AKh/Kuh*Jahr
Gesamtarbeitszeitbedarf:
41,2 AKh/Kuh*Jahr

Akh/Tag	AK Melken	AK Melken	AK Melken	AK Füttern	Herdenmanager
Tagesstunde	8,5	4,5	8,25	8,5	8,5
	Kontrolle Kalbungen				
	MS vorbereiten				
05:00	Treiben Gr1			Futter nachschieben	
	LB-Pflege			Füttern	
	Melken			Laktierende + Repro	
	Hochleistung				
06:00	Treiben Gr2				
	LB-Pflege				
	melken				
	Hochleistung				
07:00	Treiben Gr3				
	LB-Pflege				
	melken				
	Hochleistung				
08:00	Treiben Gr4			Füttern JR	
	LB-Pflege			Kälber	
	Spätlaktierend (2x täglich)				
09:00	Treiben K0/KG				
	LB-Pflege				
	Sondergruppen				
	Treiben				
10:00	MS nachbereiten				
11:00	Entmisten				
12:00					
	Kontrolle Kalbungen			Futter nachschieben sonstiges	
		MS vorbereiten			
13:00		Treiben Gr1			
		LB-Pflege			
		melken			
		Hochleistung			
14:00		Treiben Gr2			
		LB-Pflege			
		melken			
		Hochleistung			
15:00		Treiben Gr3			
		LB-Pflege			
		melken			
		Hochleistung			
16:00		Treiben			
		MS nachbereiten			
		Futter nachschieben			
17:00		Kontrolle Kalbungen	Kälber		
18:00			Kontrolle Kalbungen		
			Futter nachschieben		
19:00			MS vorbereiten		
			Treiben Gr4		
			LB-Pflege		
			Spätlaktierend (2x täglich)		
20:00			Treiben 5		
			Sondergruppen		
			Treiben		
21:00					
			Treiben Gr1		
			LB-Pflege		
22:00			melken		
			Hochleistung		
			Treiben Gr2		
			LB-Pflege		
23:00			melken		
			Hochleistung		
			Treiben Gr3		
			LB-Pflege		
00:00			melken		
			Hochleistung		
			Treiben		
			MS nachbereiten		
01:00			Futter nachschieben		
			Kontrolle Kalbungen		

Variante 2:

(für 350 laktierende Kühe, 3x täglich
Melken der Hochleistungsgruppen)

Bewirtschaftung des Melksystems mit
Operator (VKB)

Organisation des Melkens entspricht
der aktuell in Ottendorf angestrebten
Lösung

Arbeitszeitbedarf für Melken +
Treiben:

14,6 AKh/Kuh*Jahr

Gesamtarbeitszeitbedarf: 39,9

AKh/Kuh*Jahr

Tagesstunde	AK Melken	AK Füttern	AK Melken	Herdenmanager
Akh/Tag	8,5	8	5,5	8,5
04:00	Kontrolle Kalbungen			
	MS vorbereiten			
05:00	Treiben Gr1			
	LB-Pflege			
	Melken Unvollständige			
	Treiben Gr2			
06:00	LB-Pflege	Füttern		
	Melken Unvollständige	Laktierende + Repro		
	Treiben Gr3			
	LB-Pflege			
07:00	Melken Unvollständige			
	Treiben Gr4			
	LB-Pflege			
	Melken Unvollständige			
08:00	Treiben KO/KG			
	Melken KO/KG			
	MS nachbereiten	Füttern JR		
09:00				
	Kälber			
10:00				
11:00				
12:00	Kontrolle Kalbungen	sonstiges		
	sonstiges			
		MS vorbereiten		
13:00		Treiben Gr1		
		LB-Pflege		
		Melken Unvollständige		
		Treiben Gr2		
14:00		LB-Pflege		
		Melken Unvollständige		
		Treiben Gr3		
		LB-Pflege		
15:00		Melken Unvollständige		
		Treiben Gr3		
		MS nachbereiten		
16:00				
17:00			sonstiges	
			Kontrolle Kalbungen	
18:00			Kälber	
19:00			MS vorbereiten	
			Treiben Gr 4	
			LB-Pflege	
20:00			Melken Unvollständige	
			Treiben S	
			Sondergruppen	
			Treiben	
21:00			Treiben Gr1	
			LB-Pflege	
22:00			Melken Unvollständige	
			Treiben Gr2	
			LB-Pflege	
			Melken Unvollständige	
23:00			Treiben Gr3	
			LB-Pflege	
			Melken Unvollständige	
			MS nachbereiten	
00:00			Sonstiges	
			Futter nachschieben	
			Kontrolle Kalbungen	

Variante 3:

(für 350 laktierende Kühe, 3x täglich Melken der Hochleistungsgruppen)

Bewirtschaftung des Melksystems ohne Operator (VAB)

Arbeitszeitbedarf für Melken + Treiben:

10,2 AKh/Kuh*Jahr

Gesamtarbeitszeitbedarf: 31,8 AKh/Kuh*Jahr

