



# Abschlussbericht

## EIP-Projekt der Operationellen Gruppe „InnoMelk“

im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP)

### Vorhabenbezeichnung: „Entwicklung eines innovativen technikbasierten Analysewerkzeuges zur Förderung des tiergerechten Melkens“

Projektlaufzeit: 01.09.2015 bis 31.08.2019

**C | A | U**  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät

**FACHHOCHSCHULE KIEL**  
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN

**Forschungs- und Entwicklungszentrum**  
Fachhochschule Kiel GmbH

**ALB**  
Arbeitsgemeinschaft Landtechnik- und Bauwesen e.V.  
Tel: 04331 - 708110  
Fax: 04331 - 708111  
E-Mail: info@alb-info.de  
Am Kamp 15-17  
24768 Rensburg  
Impressum

**THÜNEN**  
Landwirtschaftskammer  
Niedersachsen

**Landwirtschaftskammer**  
Nordrhein-Westfalen

**Gut Dummerstorf**  
GmbH

Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein

**Kontaktperson:**

Dr. Angelika Häußermann  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik

[ahaussermann@ilv.uni-kiel.de](mailto:ahaussermann@ilv.uni-kiel.de)

Kiel, Februar 2020

# Inhaltsverzeichnis

A Kurzdarstellung .....	2
<b>I. Ausgangssituation und Bedarf .....</b>	<b>2</b>
<b>II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung .....</b>	<b>2</b>
<b>III. Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG) .....</b>	<b>3</b>
<b>IV. Projektgebiet .....</b>	<b>4</b>
<b>V. Projektlaufzeit und -dauer .....</b>	<b>4</b>
<b>VI. Budget .....</b>	<b>4</b>
<b>VII. Ablauf des Vorhabens .....</b>	<b>4</b>
<b>VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse .....</b>	<b>5</b>
B Eingehende Darstellung .....	5
<b>I. Ausgangssituation zu Projektbeginn .....</b>	<b>6</b>
<b>II. Projektaufgabenstellung .....</b>	<b>8</b>
<b>III. Zeitlicher Ablauf der Datenerhebung .....</b>	<b>9</b>
<b>IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes .....</b>	<b>10</b>
IV.1 Bewertung der Messwerte und Kurventypen von Vakuumaufzeichnungen am Melkzeug während des Melkens .....	10
IV.2 Vergleich zweier Verfahren zur visuellen Beurteilung der Zitzensauberkeit .....	12
IV.3 Evaluierung der manuellen Applikation von Dippmitteln nach dem Melkvorgang ..	14
IV.4 Untersuchung einer Methode zur Beurteilung des Ausmelkgrades maschinell gemolkener Kühe .....	16
IV.5 Einfluss der Kennwerte der Milchflusskurve auf die Nachmelksmenge von Milchkühen .....	20
IV.6 Untersuchung zum Arbeitszeitbedarf für das Melken und zur Melkroutine in norddeutschen Milchviehbetrieben .....	22
IV.7 Zusammenhang zwischen dem Vakuumverlauf an der Zitze und dem Tierverhalten während des Melkens .....	24
IV.8 Auswirkung der Hinterbeinaktivität beim Melken auf die Bewegung des Sammelstücks .....	27
IV.9 Evaluierung verschiedener kultureller Schnelltests zur Mastitisiagnostik .....	29
IV.10 Entwicklung und Kalibrierung eines mobilen, künstlichen Euters zur Simulation des Melkvorgangs und Überprüfung der Abnahmeschwelle .....	31
<b>V. Ergebnisse der OG in Bezug auf Zusammenarbeit und Projektdurchführung .....</b>	<b>32</b>
<b>VI. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis .....</b>	<b>32</b>
<b>VII. Nutzung des Innovationsdienstleisters .....</b>	<b>33</b>
<b>VIII. Kommunikation und Dissemination .....</b>	<b>33</b>

## **A Kurzdarstellung**

### **I. Ausgangssituation und Bedarf**

Die Milcherzeugung in Schleswig-Holstein nimmt mit knapp 4000 Milcherzeugern und fast 400.000 Milchkühen wirtschaftlich einen hohen Stellenwert ein. Die Betriebe investieren zunehmend in modern ausgestattete Melkanlagen mit hohem Automatisierungsgrad. Gleichzeitig fehlt es jedoch häufig an fundierten, am aktuellen Wissensstand orientierten Kenntnisse zur optimalen Einstellung und Ausrüstung der Melkanlagen und der darauf abgestimmten Durchführung der Arbeitsroutinen. Die Folge sind betriebswirtschaftliche Einbußen, z.B. durch Fehlinvestitionen, verringerte Milchleistung und Eutererkrankungen. Neben der Tiergesundheit kann auch das Tierwohl eingeschränkt sein, wenn die Melkanlage funktionale Mängel aufweist. Die Nachfrage nach einer fundierten und praxisgerechte Spezialberatung, insbesondere mit Blick auf die Funktion, Einstellung, Ausrüstung und Überprüfung von Melkanlagen und die Weiterbildung von Landwirten und Melkpersonal nimmt daher nicht nur in Schleswig-Holstein, sondern auch bundesweit und international wieder zu.

Diese Nachfrage kann nur bedient werden, wenn die Zusammenhänge zuvor fundiert erforscht und die am aktuellen Wissensstand orientierten Kenntnisse an Landwirte und Spezialberater vermittelt werden. Für die Wissensvermittlung und Beratung kommen vermehrt elektronische Analysewerkzeuge zum Einsatz, wie sie in der Vergangenheit für die Bewertung von Haltungssystemen (CowsAndMore - Was die Kühe uns sagen! Haus Düsse, Landwirtschaftskammer NRW) und die Fütterungsberatung entwickelt wurden. Landwirte und Spezialberater bekommen hierdurch ein wichtiges Werkzeug für die Schwachstellenanalyse im eigenen Betrieb bzw. die Beratung an die Hand. Neben der standardisierten Erfassung relevanter tier- und anlagenbezogener Merkmale unterstützen Analysewerkzeuge den Anwender bei der Auswertung und Bewertung der Daten und der Ableitung sinnvoller Handlungsempfehlungen. Obwohl es für die Überprüfung des Melkvorgangs durchaus bereits separate Insellösungen, wie die elektronische Aufzeichnung der Milchflusskurve, die DIN ISO Überprüfung oder die Erfassung von Merkmalen der Zitzenkondition und Eutergesundheit gibt, werden die daraus gewonnenen Informationen bisher nur wenig verknüpft. Eine wichtige Frage im Projekt war es daher, weitergehende Kenntnisse zu Bewertung von Informationen und Indikatoren im Bereich Melken zu gewinnen und zu bewerten, inwieweit diese für ein elektronisches Analysewerkzeug relevant sind, d.h. sinnvolle Bewertungs- und Handlungsempfehlungen liefern können.

### **II. Projektziel und konkrete Aufgabenstellung**

Ziel der Operationellen Gruppe war es, aussagekräftige Indikatoren für die Beurteilung von Melkanlagen und Förderung des tiergerechten Melkens zu erfassen und zu bewerten. Die erzielten Ergebnisse sollen als Orientierungswerte in die Beratung einfließen, der Schwachstellenanalyse im Melkprozess und Herleitung praktikabler Handlungsempfehlungen dienen. Die Einbindung der Daten in elektronische Analysewerkzeuge soll die Melkberatung zukünftig insgesamt verbessern, einen effizienten Melkvorgang ermöglichen und das Tierwohl im Bereich Melken stärken.

Die geplanten Projektaktivitäten untergliedern sich wie folgt:

- Erstellen eines Konzeptentwurfs für ein Analysewerkzeug: welche Bereiche rund um den Melkvorgang sollen einbezogen, welche Indikatoren erfasst und näher untersucht werden
- Datenerhebung in Praxis- und Versuchsbetrieben, Auswertung und Interpretation der erhobenen Daten
- Schwachstellenanalyse auf Basis der erhobenen Daten, Ableitung von Handlungsanweisungen für die Betriebe
- Weiterentwicklung des Konzeptentwurfs für das Analysewerkzeug, Optimierung und Evaluierung.

### **III. Mitglieder der Operationellen Gruppe (OG)**

#### *Hauptverantwortliche Projektpartner*

Björn Lehmann-Matthaei

Forschungs- und Entwicklungszentrum Fachhochschule Kiel GmbH

Schwentinestr. 24

24149 Kiel

#### *Projektbearbeiterin, Ansprechpartnerin*

M.Sc. Daniela Meyer, Dr. Angelika Häußermann

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik

24098 Kiel

#### *Landwirtschaftliche und gartenbauliche Unternehmen der Urproduktion*

- Johannes Brandt, Milchviehbetrieb Brandt, Dammfleth (*bis Nov 2016*)
- Frederik Robert Lutze, Landwirtschaftlicher Betrieb Lutze, Hohenwestedt
- Mathias Melfsen, Melfsen & Partner GbR, Langenhorn
- Christian Pahl, Milchviehbetrieb Pahl, Breiholz
- Gut Dummerstorf GmbH, Dummerstorf, Dr. Thomas Pitschmann

#### *Forschungs- und Versuchseinrichtungen*

- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Prof. Dr. Eberhard Hartung
- Fachhochschule Kiel, Fachbereich Agrarwirtschaft, Prof. Dr. Urban Hellmuth
- Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst, Dr. Kerstin Barth (*ab Dez 2016*)

#### *Beratungs- und Dienstleistungseinrichtungen*

- Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK-NS), Dr. Michael Hubal
- Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen - Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse (LWK-NRW), Andreas Pelzer
- Landeskontrollverband Schleswig-Holstein e.V. (LKV S.-H.), Kiel, Dr. Monika Brandt (*ab Feb 2017*)

#### *Verbände, Vereine, landwirtschaftliche Organisationen und Körperschaften des öffentlichen Rechts*

- Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V. (WGM), vertreten durch Dr. Kerstin Barth
- Arbeitsgemeinschaft Landtechnik und Bauwesen Schleswig-Holstein e.V. (ALB-SH e.V.), vertreten durch Prof. Dr. Urban Hellmuth

#### **IV. Projektgebiet**

Sowohl die in der Operationellen Gruppe vertretenen Betriebe der OG-Mitglieder als auch die darüber hinaus in die Untersuchungen einbezogenen Milchviehbetriebe waren im Wesentlichen in Schleswig-Holstein angesiedelt. Somit konzentrierte sich die Datenaufnahme auf Betriebe, die in Schleswig-Holstein möglichst weiträumig verteilt waren. Eine Ausnahme stellte die Gut Dummerstorf GmbH mit Sitz in Mecklenburg-Vorpommern dar, die ebenfalls regelmäßig in die Untersuchungen eingebunden war und somit das Projektgebiet in Richtung Osten erweiterte. Die Datenaufnahme zu den Melkroutinen und zur Arbeitszeiterfassung beim Melken wurde sowohl in Milchviehbetrieben in Schleswig-Holstein als auch im Landkreis Friesland in Niedersachsen durchgeführt.

Über die in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Mecklenburg-Vorpommern angesiedelten OG-Mitglieder und die bundesweit agierende Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V. erfolgte zudem ein regelmäßiger Wissenstransfer und Kennntnisaustausch über das eigentlich Projektgebiet hinaus.

#### **V. Projektlaufzeit und -dauer**

Laufzeit des Vorhabens: 1.09.2015 bis 31.08.2019

Projektdauer: 48 Monate

#### **VI. Budget**

Gesamtvolumen: 300.490,59 € (270.346,74 € ausgezahlt)

#### **VII. Ablauf des Vorhabens**

Das Projekt wurde am 14.09.2015 bewilligt. Für die Projektbearbeitung, also Durchführung der geplanten Untersuchungen inklusive der Erstellung eines fundierten Konzepts zur Entwicklung des Analysewerkzeugs konnte zum 01.04.2016 Frau Daniela Meyer gewonnen werden. Um sich effizient und zügig in die Materie einzuarbeiten, nahm Frau Meyer zunächst am Weiterbildungslehrgang zum „Spezialberater für Milchqualität und Melktechnik“ der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V. in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Niedersachsen teil. Der Weiterbildungslehrgang umfasste folgende Module:

- Modul I „Milchqualität“, 18.04.-29.04.2016, Versuchs- und Bildungszentrum Haus Düsse der LWK Nordrhein-Westfalen;
- Modul II „Melktechnik“, 20.06.-01.07.2016, LBZ Echem der LWK Niedersachsen.

Die im Lehrgang vermittelten Inhalte und praktischen Übungen gewährleisteten eine intensive Einarbeitung in die Thematik. Die Konzeption und Durchführung der im weiteren Projektverlauf geplanten Datenerhebung erfolgte durch Frau Meyer in regelmäßigem fachlichem Austausch mit den Mitgliedern der Operationellen Gruppe.

Wie im Arbeitsplan vorgesehen, wurde nachfolgend zunächst der Konzeptentwurf für ein Analysewerkzeug erstellt und im Anschluss daran die Datenerhebung in den Betrieben der OG-Mitglieder sowie in weiteren Milchviehbetrieben durchgeführt und Methoden und Ergebnisse mit Blick auf die Beurteilung des Melkprozesses und Einbindung in die Melkanalyse hin evaluiert.

Am 22.11.2017 wurde ein Antrag auf kostenneutrale Laufzeitverlängerung um ein Jahr gestellt, um trotz des gegenüber der ursprünglichen Planung späteren Beginns der Datenerhebung die Ziele und Meilensteine des Projektes auf der Basis valider und fundierter Erkenntnisse realisieren zu können. Der Antrag wurde am 05.12.2017 bewilligt.

## VIII. Zusammenfassung der Ergebnisse

Für die Beurteilung des Melkprozesses wurden die vier Kernbereiche *>Melktechnik<*, *>Melkroutine<*, *>Präsenzzeit<* und *>bauliche Gestaltung<* definiert. Um die Funktion, Einstellung und Ausrüstung der Melktechnik zu überprüfen lohnt es sich, sogenannte Milking-Time-Tests (Vakuummessungen beim Melken) mit weiteren Informationen, wie Zitzenkondition, Tierverhalten, insbesondere Hinterbeinaktivität, und verbliebener Restmilchmenge je Euterviertel zu verknüpfen, um so Handlungsempfehlungen, zum Beispiel für Einstellung der Melkzeugabnahme oder die Auswahl von Zitzengummis, zu verbessern. Durch die routinemäßige Überprüfung der Melkanlage nach DIN/ISO, gegebenenfalls ergänzt durch Nassmessungen (mobiles Euter), sollten bereits im Vorfeld Fehler in der Melkanlageneinstellung oder -funktion aufgedeckt und behoben werden. Sollen die Melkroutinen und Präsenzzeit von Tier und Mensch im Melkstand optimiert werden, sind Beobachtung zur Durchführung der Arbeitsroutinen und die exakte Erfassung von Arbeitszeiten für einzelne Melkroutinen hilfreich. Für Betriebsleiter oder externe Berater enthalten diese Messungen und Beobachtungen wichtige Informationen, welche Routinearbeiten mit dem eingeplanten Personal sinnvoll und in welcher Abfolge real erledigt werden können. Für die Überprüfung der Durchführung der Melkroutinen wurden exemplarisch die Zitzenreinigung mittels „Tuch Scores“ und die visuelle Bonitierung der Benetzung der Zitze nach dem Dippen evaluiert. Die bauliche Gestaltung des Vorwartebereichs und Melkstands sollte so konzipiert sein, dass die Tiere stressfrei, ruhig und zügig den Melkstand betreten und verlassen und das Melken ebenso stressfrei, ruhig und zügig abläuft. Auch hier eignen sich die Messung der Arbeitszeit (z.B. für Ein- und Austrieb), in Kombination mit der Beobachtung des Tierverhaltens, als Kriterien für eine erste Beurteilung.

## **B Eingehende Darstellung**

### **I. Ausgangssituation zu Projektbeginn**

Die Beratung durch Landwirtschaftskammern und Officialberatung im Bereich Melken und Melktechnik, also der Funktion, Einstellung, Ausrüstung und Überprüfung von Melkanlagen und der Weiterbildung von Landwirten und Melkpersonal, wurde in der Vergangenheit deutschlandweit stark reduziert. In Schleswig-Holstein besteht weder ein staatliches Angebot, noch ist die Privatberatung in diesem Bereich gut aufgestellt. Die Neuabnahme von Melkanlagen und jährliche Überprüfung nach DIN/ISO wird mitunter durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen durchgeführt, die jedoch nur in begrenztem Umfang eine darüber hinaus gehende Melktechnikberatung für Betriebe in Schleswig-Holstein anbieten kann. Dem fehlenden Beratungsangebot und dem fehlenden Angebot an Aus- und Fortbildung im Bereich Melken und Melktechnik steht somit ein umfangreicher Beratungsbedarf der Milchviehbetriebe in Schleswig-Holstein gegenüber, die sich für zukünftige Herausforderungen wappnen müssen.

Um die Ausgangssituation der Melkberatung bundesweit genauer abbilden zu können, wurde im Zeitraum vom 30.01.2017 bis 12.04.2017 eine online-Umfrage zu aktuellen Schwerpunkten in der Melkberatung und zur Vorgehensweise der Berater in Deutschland und in benachbarten Ländern durchgeführt. Die Bekanntmachung der Befragung erfolgte über den Newsletter und die Website der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V. ([www.wgmev.de](http://www.wgmev.de)) und im Rahmen von Melktechniktagungen. Die Befragung erfolgte online über die Plattform „Unipark“. Der Fragebogen wurde insgesamt 176-mal aufgerufen; 42 Personen hatten ihn vollständig abgeschlossen.

Die Befragungsteilnehmer sind überwiegend in Beratungsorganisationen, wie dem Landeskontrollverband, dem Tiergesundheitsdienst und der Landwirtschaftskammer, oder in Firmen tätig, weiterhin als freie Berater, Tierarzt, Rinderspezialberater oder allgemein landwirtschaftlicher Berater oder es wurden sonstige Tätigkeiten angegeben. Hauptberatungsgebiete der Befragungsteilnehmer sind die Bereiche Melken und Eutergesundheit; weiterhin Tiergesundheit und Tierhaltung sowie vereinzelt Fütterung. In den Bereichen rund um das Melken am häufigsten tätig waren 34 der 42 Befragungsteilnehmer. Zellzahl- und Eutergesundheitsprobleme zählten zu den von allen 42 Teilnehmern genannten Gründen, weshalb sie von den Betrieben angefordert werden. Weitere Anforderungsgründe waren Keimzahlprobleme, Probleme mit der Melkanlage bzw. Melktechnik, die routinemäßige Überprüfung der Melkanlage nach DIN/ISO-Vorgaben sowie allgemein Melkroutine, Melkarbeit und Melkhygiene.

Die Befragungsteilnehmern wurden unter anderem nach Checklisten, Leitfäden oder Normen gefragt, die im Rahmen der Beratung von ihnen verwendet werden. Genannt wurden:

- überwiegend „eigene, selbst erstellte Checklisten (32 Ng.) und/oder
- Protokoll zur DIN/ISO-Überprüfung (26 Ng.),
- Firmenserviceprotokoll (8 Ng.),
- QM-Leitfaden (7 Ng.),
- Sonstige: z.B. milchQplus-Checklisten, Offizielles Protokoll zur Prüfung der Einhaltung der Verordnung 853/2004, Checklisten zur komplexen Herdenmanagementberatung des LKV Sachsen-Anhalt

Darüber hinaus nutzen die Befragungsteilnehmer häufig folgende, durch Dritte erhobene Daten:

- Zellzahl- und Keimzahl-Berichte
- MLP-Auswertung (Eutergesundheit, Milchleistung, Fütterung)
- Milchleistung, Milchfluss, Melkdauer (Herdenmanagementprogramm u.a.)
- Informationen zur Herdenstruktur
- Prüfprotokolle der Melkanlage

Zu den Messungen, die ein Großteil der Befragten regelmäßig bis gelegentlich selbst durchführen, zählen:

- Überprüfung Melkhygiene (Durchführung Melkroutinen),
- Überprüfung Melkanlage (Pulsatoren, Ansetz-/Abfallprüfung, Regelkennlinie)
- Überprüfung Anlagenhygiene (Reinigung und Desinfektion)
- Erfassung Ausmelkgrad
- Vakuummessung beim Melken (Milking-Time-Test)
- Erfassung Milchflusskurve (LactoCorder, Herdenmanagementsoftware, u.a.)
- Vollständige DIN/ISO-Überprüfung
- Kalibrierung Milchmengenmessgerät

Weitere Informationen, die ein Großteil der Befragten regelmäßig oder bei Bedarf erheben:

- Arbeitsabläufe beim Melken
- Zitzenbonitierung,
- Erfassung Euter- und Zitzenmaße



Die Ursachen für Probleme in den Betrieben sehen die Befragungsteilnehmer häufig bis sehr häufig beim Menschen. Die Einstellung der Technik wurde an zweiter Stelle genannt. Bauliche Gegebenheiten, die technische Ausstattung oder die Herde selbst stellen nur gelegentlich bis selten Ursachen für Probleme dar. Neben Eutergesundheit und Melkhygiene ist für die Befragungsteilnehmer ein gut geschultes Melkpersonal wichtig. Schulungsbedarf wird insbesondere in der Tier- und Eutergesundheit, bei Melkroutinen und Melkhygiene, aber auch im Umgang mit Technik und Tieren sowie in der Anlagenhygiene gesehen.

Am häufigsten werden von den Befragungsteilnehmern Veränderungen im Bereich Melkhygiene (Eutervorbereitung u.a.) empfohlen; seltener im Bereich Anlagenhygiene und technische Ausstattung der Melkanlage. Veränderungen bei der Einstellung der Melktechnik und im Bereich Melkroutine werden entweder selbst durchgeführt oder empfohlen. Die Berater unterstützen die Betriebe dabei in der Umsetzung durch z.B. Arbeitsroutine- und Dokumentationspläne und die Demonstration der korrekten Durchführung der Arbeitsroutinen.

An der Befragung nahmen Berater aus allen 16 Bundesländern in Deutschland teil. Die Ergebnisse spiegeln somit eher die bundesweite Beratung wider und weniger die Beratungssituation in Schleswig-Holstein.

*Weitere Informationen: Gehrdau-Schröder, K. (2017): Befragung zur Vorgehensweise bei der Beratung und Lösung von Problemen rund um den Melkvorgang. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

## **II. Projektaufgabenstellung**

Aufgrund der Vielzahl an Vielzahl an Information, die rund um die Analyse des Melkprozesses eine Rolle spielen können, setzte sich die Operationellen Gruppe zunächst das Ziel, aussagekräftige Indikatoren für die Beurteilung von Melkanlagen und Förderung des tiergerechten Melkens zu erfassen und zu bewerten.

In diesem Zusammenhang wurden Protokolle und Softwareprogramme für die Datenaufnahme und Verknüpfung der Daten entwickelt, geeignete Messinstrumente für die elektronische Datenerhebung ausgewählt und soweit erforderlich angepasst, die Datenerhebung in den vier Kernbereichen >Melktechnik<, >Melkroutine<, >Präsenzzeit< und >bauliche Gestaltung< konzipiert, in mehreren Milchviehbetrieben exemplarisch durchgeführt und die Ergebnisse ausgewertet und bewertet. Die erzielten Ergebnisse sollen zukünftig als Orientierungswerte in die Melkberatung einfließen, der Schwachstellenanalyse im Melkprozess und letztendlich der Herleitung praktikabler Handlungsempfehlungen dienen. Die Einbindung der Daten in elektronische Analysewerkzeuge soll die Melkberatung langfristig verbessern, einen effizienten Melkvorgang ermöglichen und das Tierwohl im Bereich Melken stärken.

### III. Zeitlicher Ablauf der Datenerhebung

Die Datenerhebung im Projekt wurde praxisnah in verschiedenen Milchviehbetrieben durchgeführt. Für die Datenerhebung wurden zum Teil eigene Softwarelösungen entwickelt, die die vereinfachten, elektronische Datenaufnahme und Verknüpfung der Daten ermöglichte. Weiterhin wurden im Markt erhältliche Messinstrumente und zugehörige bestehende Softwarelösungen eingesetzt. Ziel war es, relevante Indikatoren auszuwählen, Protokolle für die Datenaufnahme zu erarbeiten und den Informationsgehalt der jeweiligen Indikatoren für die Beratung bzw. Einbindung in ein Analysetool zu überprüfen. Die erhobenen Informationen, der zeitliche Ablauf und die Anzahl der untersuchten Betriebe je Fragestellung sind in **Tabelle 1** aufgeführt.

**Tabelle 1: Fragestellungen im Projekt und zeitlicher Ablauf**

<b>Zeitraum Datenaufnahme</b>	<b>Teilfragestellung</b>	<b>Anzahl Betriebe</b>
04/2017 - 10/2017	Wie sind die Messwerte und Kurventypen von Vakuumaufzeichnungen am Melkzeug während des Melkens zu bewerten?	12
05/2017 - 06/2017	Wie gut ist die visuelle Beurteilung der Zitzen-sauberkeit im Vergleich zu einem Scoring der Zitzenkuppe mit Hilfe eines Feuchttuches?	5
06/2017 - 10/2017	Wie treffsicher ist die manuelle Applikation von Dippmitteln nach dem Melkvorgang?	6
07/2017 - 08/2017	Hand oder visuell: Welche Methode eignet sich am besten zur Beurteilung des Ausmelkgrades maschinell gemolkener Kühe?	6
10/2017 - 12/2017	Haben Kennwerte der Milchflusskurve Einfluss auf die Nachgemelksmenge von Milchkühen?	4
09/2017 - 12/2017	Wie ist der Arbeitszeitbedarf für das Melken und welchen Melkroutine werden in norddeutschen Milchviehbetrieben durchgeführt?	30
12/2017 - 02/2018	Hat der Vakuumverlauf an der Zitze Einfluss auf das Tierverhalten während des Melkens?	10
12/2017 - 02/2018	Kann die Hinterbeinaktivität beim Melken auch mit Hilfe von Sensoren erfasst werden?	10
04/2018 - 08/2018	Wie hilfreich sind kulturelle Schnelltests zur Mastitisdiagnostik?	19

Für die Simulation des Melkvorgangs wurde parallel zu den in Tabelle 1 genannten Untersuchungen zudem ein „mobiles, künstliches Euter“ entwickelt. Mit Hilfe des mobilen Euters wurde anschließend in einem Betrieb exemplarisch der eingestellten Abnahmeschwellenwert an den einzelnen Melkplätzen überprüft.

Die wichtigsten Ergebnisse aus den genannten Teilstudien sind nachfolgend in den **Kapiteln IV.1 bis IV.10** dargestellt.

## IV. Ergebnisse des Innovationsprojektes

### IV.1 Bewertung der Messwerte und Kurventypen von Vakuumaufzeichnungen am Melkzeug während des Melkens

Die Aufzeichnung von Vakuumverlaufskurven beim Melken wurde in der ersten Versuchsreihe in zwölf Milchviehbetrieben durchgeführt. Für die Datenaufzeichnung waren vier Messinstrumente des Typs VaDia 2.0 und die dazugehörige Software VaDia Suite, Version 1.9.1.527 (Firma BioControl AS; Norwegen) im Einsatz (**Abb. 1**). Ziel der Datenerfassung war es, anhand der aufgezeichneten Werte Kriterien festzulegen, die die Interpretation von Vakuumverlaufskurven verbessern, d.h. mit Hilfe derer konkrete Aussagen zum Melkvorgang getroffen werden können. Für die Bewertung wurde zunächst geprüft ob fundierte Orientierungswerte existieren und ergänzend die Variation zwischen den Betrieben und in den Betrieben betrachtet.



**Abbildung 1: Messung der Vakuumhöhe beim Melken an vier Messpunkten im Melkzeug** (Messgerät: VaDia 2.0, BioControl AS; Norwegen) (Bilder: D. Meyer, F. Kalisch)

Als relevante Kriterien für die Analyse des Melkprozesses mit Hilfe mit sogenannter „Milking-Time-Tests“ wurden die Melkdauer, die Vakuumhöhe und der Vakuumverlauf im Melkzeug (unterhalb der Zitze und an der Zitzenbasis), die Dauer der Melkphasen, der Kurventyp, das Auftreten azyklischer Vakuumschwankungen sowie die Druckverhältnisse im Melkbecherinnenraum zum Zeitpunkt der Melkzeugabnahme definiert. Die Kriterien, Empfehlungen und mögliche Bewertungskriterien sind in **Tabelle 2** aufgelistet.

*Weitere Informationen: Lindhorst, A.C. (2018): Bewertung der Messwerte und Kurventypen von Vakuumaufzeichnungen am Melkzeug während des Melkens. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

**Tabelle 2: Kriterien für die Bewertung des Melkprozesses anhand der aufgezeichneten Vakuumverlaufskurven**

Kriterium	Definition	Empfehlungen	Bewertungskriterium
Melkdauer	Melkbeginn bis Abnahme	Milchmenge (kg) / Melkdauer (min)	Mittlere Melkdauer der untersuchten Betriebe: 4,5 min bis 7 min
Vakuumbreite unterhalb Zitze	Messpunkt kurzer Milchschauch	32-42 kPa <sup>1</sup> (optimal 35-38 kPa) in der Plateauphase	Anteil Kühe unter-/ oberhalb Empfehlung, Variation zw. Kühen
Vakuumbreite Zitzenbasis	Messpunkt Zitzengummikopf (Vorder- & Hinterviertel)	Optimal: 5-20 kPa, Hoch 20-30 kPa, Plateauphase & Blindmelkphase <sup>2</sup>	Anteil Kühe unter-/ oberhalb Empfehlung, Variation zw. Kühen
Dauer Melkphasen	Abgrenzung anhand Vakuumverlauf unterhalb Zitze und Zitzenbasis	Plateauphase >> Blindmelkphase; Blindmelken < 30 s <sup>3</sup> ; Dauer Melkzeug-abnahme: 0,5-5s <sup>3</sup>	Mittlere Werte der untersuchten Betriebe: Anstiegsphase 10%, Plateauphase 60%, Blindmelkphase <sup>2</sup> inkl. Abnahme 30%
Kurventyp Vakuumverlauf	<p><b>Normal:</b> Vakuum Zitzenbasis in der Plateauphase stabil; deutlicher Anstieg kennzeichnet Beginn der Blindmelkphase; Melkphasen gut abgrenzbar</p> <p><b>Kritisch:</b> Vakuum Zitzenbasis bleibt in der Plateauphase hoch und schwankt sehr stark (ähnlich Blindmelkphase); Melkphasen nicht/schwer abgrenzbar</p> <p><b>Bimodal:</b> abrupter Anstieg der Vakuumhöhe an der Zitzenbasis zum Melkbeginn oder anfangs verlängerte Phase mit hohem Vakuum an der Zitzenbasis</p>		<p>Beste Betriebe: &gt; 80% Normal</p> <p>Auffällige Betriebe: &lt; 60% Normal</p> <p>Beste Betriebe: &lt; 10% Bimodal</p> <p>Auffällige Betriebe: &gt; 40% Bimodal</p>
Luftinbrüche	<p><b>Azyklische Vakuumschwankungen:</b></p> <p>Typ 1: &gt; 100 kPa/s und &gt; 21 kPa<sup>4</sup></p> <p>Typ 2: &gt; 56 kPa/s und &gt; 14 kPa<sup>4</sup></p> <p>Insbesondere „Typ 1“ unerwünscht</p>		Auffällige Betriebe: ≥ 1mal Typ 1 und/oder > 30mal Typ 2 je Melkvorgang
Umkehr Druckgefälle	<p>„Negative Pressure Gradient“<sup>4</sup></p> <p>(Vakuum unterhalb Zitze &lt; Zitzenbasis)</p> <p>Vakuumdifferenz * Zeitdauer</p> <p>Empfehlung: &lt; 2 kPa oder &lt; 0,5 s<sup>3</sup></p>		Auffällige Betriebe: > 1 kPa*s

<sup>1</sup> DIN ISO 5707:2010

<sup>2</sup> Phase in der das Viertel, an dem die Vakuumhöhe gemessen wird (hier: Hinterviertel), gegen Ende des Melkvorgangs blind gemolken wird. In einer Milchflusskurve, die alle vier Viertel erfasst, beginnt diese in der Phase des abnehmenden Milchflusses und dauert bis zur Abnahme des Melkzeugs.

<sup>3</sup> Rasmussen, M.D. (2017): Vakuum-Messungen während des Melkens als Werkzeug zur Beurteilung der Interaktion zwischen Zitzengummi und Zitze. Vortrag 18. Jahrestagung WGM, Haus Riswick

<sup>4</sup> VaDia Suite User Manual. [www.biocontrol.no/vadia](http://www.biocontrol.no/vadia)

## IV.2 Vergleich zweier Verfahren zur visuellen Beurteilung der Zitzensauberkeit

Untersucht wurde die Zitzensauberkeit vor dem Melken in fünf Milchviehbetrieben. Die Zitzensauberkeit wurde vor und nach der Reinigung visuell bonitiert (Zitzenschaft, frontal, **Abb. 2**) und anschließend die Sauberkeit der Zitzenkuppe mit Hilfe eines „Tuch Scores“ überprüft. Die Zitzenkuppe wird hierfür im Anschluss an die, durch den Melker erfolgte Zitzenreinigung, mit einem feuchten Eutertuch definiert nachgereinigt und das Eutertuch dann visuell mit Blick auf Dippmittelreste oder Verschmutzung gescort.

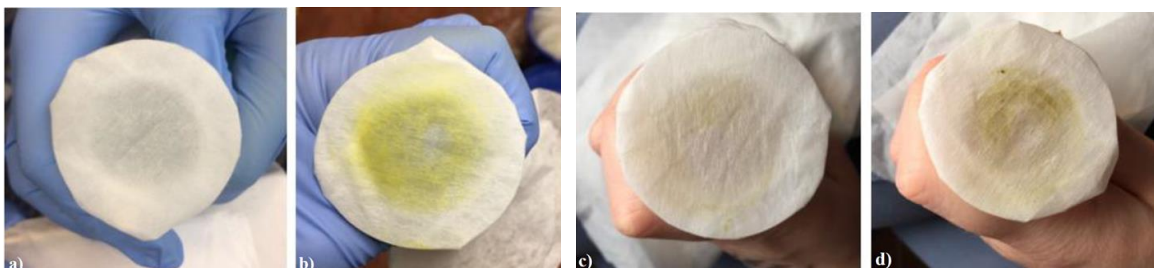


**Abbildung 2: Zitzensauberkeit visuell. Die Einteilung erfolgte nach dem Verschmutzungsgrad der Verschmutzung „Kot“** (Bilder: B. Ostendorf)

Beurteilungsschema in Anlehnung an DIN ISO 20966 Anhang B:

- a) Vollständig sauber (< 1% der Zitzenoberfläche ist sichtbar kontaminiert)
- b) Leicht verschmutzt (1-10% der Zitzenoberfläche sind sichtbar kontaminiert)
- c) Teilweise verschmutzt (11-25% d. Zitzenoberfläche sind sichtbar kontaminiert)
- d) Stark verschmutzt (> 25% der Zitzenoberfläche sind sichtbar kontaminiert)

Die für den „Tuch Score“ verwendeten Eutertücher waren alkoholfreie, bakterizid wirkende Tücher mit dem Wirkstoff Polyhexanid zur Desinfektion und Reinigung vor dem Melken (Desco-Vet, Dr. Schumacher GmbH). Das Eutertuch wurde über einen Standard-Zitzenbecherstopfen (genormt nach DIN ISO 6690:2010) gelegt, sodass immer eine gleichgroße Fläche von 3 cm Durchmesser für die Betrachtung gewährleistet war (**Abb. 3**)



**Abbildung 3: „Tuch Score“: a) sauber; b) Dippmittelrest; c) leicht verschmutzt; d) stark verschmutzt;** in Anlehnung an Teat Cleanliness Scorecard (Engel, K. 2005, WestfaliaSurge, IL, U.S.; Bilder: B. Ostendorf)

Die Ergebnisse zeigten, dass vor der Zitzenreinigung je nach Betrieb 10% bis 33% der Zitzen visuell sauber waren (**Tabelle 3**). Nach der Zitzenreinigung hatte sich der Anteil sauberer Zitzen auf 46% bis 91% erhöht. Insbesondere der Anteil mittelmäßig und stark verschmutzter Zitzen ging nach der Zitzenreinigung nahezu gegen Null. Die Zitzenreinigung vor dem Melken schien somit in allen Betrieben zufriedenstellend zu sein.

**Tabelle 3: Anteil Zitzen, die vor und nach der Zitzenreinigung visuell als sauber oder verschmutzt bewertet wurden, und „Tuch Score“ nach Zitzenreinigung**

<b>Visuell</b>	<b>Sauber</b>	<b>Leicht verschmutzt</b>	<b>Mittelmäßig verschmutzt</b>	<b>Stark verschmutzt</b>
Vor Zitzenreinigung	10-33%	46-62%	16-27%	5-12%
Nach Zitzenreinigung	46-91%	9-52%	0-2%	0%
<b>„Tuch Score“</b>	<b>Sauber</b>	<b>Dippmittelrest</b>	<b>Leicht verschmutzt</b>	<b>Stark verschmutzt</b>
Nach Zitzenreinigung	13-53%	0%, 19-35%	20-55%	3-15%

Im Gegensatz zur visuellen Beurteilung der Zitze wird mit dem „Tuch Score“ die Sauberkeit der Zitzenkuppe bewertet, also der Bereich um den Zitzenkanal herum, der für eine Erregerübertragung besonders relevant ist. Fand die Beurteilung mit dem „Tuch Score“ statt wurden je nach Betrieb noch bis zu 15% der Zitzen als stark verschmutzt bewertet. Nur in einem Betrieb waren keine Dippmittelreste an den Zitzen erkennbar, in den anderen vier Betrieben wiesen 19% bis 35% der Zitzen nach der Zitzenreinigung noch Dippmittelreste an der Zitzenkuppe auf. Um die Zitzenreinigung zuverlässig bewerten zu können ist der Methode „Tuch Score“ somit der Vorzug zu geben.

Die Kontrolle der Zitzenreinigung mittels „Tuch Score“ eignet sich sehr gut zur Überprüfung der Durchführung der Melkroutinen. Insbesondere die Viertelposition (rechts/links, vorne/hinten) hatte in zwei der fünf Betriebe einen Einfluss darauf, wie sauber die Zitzen gereinigt wurden. Die Melkstandseite hatte keinen Einfluss. Der Melkdurchgang nahm in zwei Betrieben Einfluss auf die visuelle Zitzensauberkeit nach dem Melken, nicht aber auf den „Tuch Score“. In einem Betrieb hatte die Leistungsgruppe einen Einfluss auf den „Tuch Score“.

*Weitere Informationen: Ostendorf, B. (2017): Vergleich zweier Verfahren zur visuellen Beurteilung der Zitzensauberkeit. Bachelorarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

### IV.3 Evaluierung der manuellen Applikation von Dippmitteln nach dem Melkvorgang

Untersucht wurde die Dippmittelapplikation nach dem Melken in sechs Betrieben während jeweils einer Nachmittagsmelkzeit. Fünf der Betriebe verwendeten einen Dippbecher, ein Betrieb applizierte im Sprühverfahren. Die Bewertung erfolgte zum einen nach dem Benetzungsgrad der Zitze und zum anderen nach vorhandenem Dippmitteltropfen an der Zitzenspitze. Atrophierte Viertel wurden nicht bewertet. Das Bewertungsschema für den Benetzungsgrad war wie folgt:

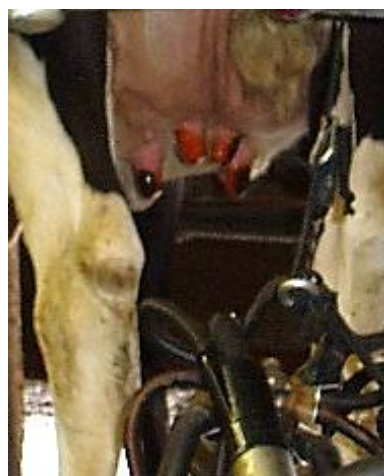
- Grad 4: Zitze wurde zu 100% gedippt (inkl. Zitzenspitze und Zitzenbasis)
- Grad 3: Benetzungsgrad Zitze > 75% (inkl. Zitzenspitze)
- Grad 2: Benetzungsgrad Zitze > 50% (inkl. Zitzenspitze)
- Grad 1: Benetzung nur Zitzenspitze
- Grad 0: Keine Benetzung der Zitze oder Zitzenspitze nicht gedippt

Zusätzlich wurde bewertet, ob an der Zitzenspitze ein Dippmitteltropfen vorhanden war:

- Score 1: Dippmitteltropfen vorhanden
- Score 0: kein Dippmitteltropfen erkennbar

Ein hoher Benetzungsgrad der Zitze ist unter anderem für die Pflege und somit Geschmeidigkeit der Zitzenhaut erwünscht. Ein Dippmitteltropfen im Bereich des Strichkanals ist erwünscht, um gezielt den nach dem Melken evtl. noch geöffneten Strichkanal vor dem Eindringen von Erregern zu schützen.

Als Randdaten wurden Positionsanomalien, wie sich kreuzende oder aneinander liegende Zitzen hinten oder sonstige Auffälligkeiten (unterschiedliche Zitzenlänge oder Zitzenhöhe rechts/links, Zitzen vorne über Kreuz etc.) notiert. Darüber hinaus wurden Informationen zum Betrieb und zur Melkstandbauart, zu den Melkern, zu deren Arbeitsvorgaben und zum Dippmittel festgehalten.



**Abbildung 4: Erwünscht sind ein hoher Benetzungsgrad der Zitze bis zur Zitzenbasis sowie ein Dippmitteltropfen an der Zitzenspitze**

Von den sechs untersuchten Betrieben erzielten jeweils zwei Betriebe bei **über 90%** der Zitzen, zwei Betriebe bei **82-85%** und zwei Betriebe bei **50-59%** der Zitzen den **Benetzungsgrad 4** (vollständig benetzt). Geringere Benetzungsgrade waren je nach Betrieb unterschiedlich häufig vorzufinden:

- Benetzungsgrad 3: 15% bis 2% der Zitzen
- Benetzungsgrad 2: 18% bis 1% der Zitzen
- Benetzungsgrad 1: 16% bis 0% der Zitzen
- Benetzungsgrad 0: 4% bis 0% der Zitzen

Ein **Dippmitteltröpfen** an der **Zitzenspitze** war je nach Betrieb bei **84%** bis **97%** der Zitzen zu finden. Zitzen mit dem Benetzungsgrad 4 wiesen in 88% bis 99% der Fälle auch einen Tropfen an der Zitzenspitze auf. Bei einem Benetzungsgrad 1 (weniger als die Hälfte der Zitze mit Dippmittel benetzt) lag der Anteil Zitzen mit Tropfen bei 29% bis 100%, variierte also je nach Zielsetzung des Betriebes und Sorgfalt der dippenden Person. So waren in Betrieb 3 zwar nur 59% der Zitzen vollständig bzw. 9% der Zitzen zu weniger als 50% oder gar nicht benetzt. Gleichzeitig wiesen in diesem Betrieb jedoch 97% der Zitzen einen Tropfen an der Zitzenspitze auf. Der Betrieb mit Sprühapplikation hatte mit 4% den höchsten Prozentanteil an Zitzen mit Benetzungsgrad 0; bei 85% der Zitzen in diesem Betrieb war ein Tropfen an der Zitzenspitze erkennbar. In Betrieben, die das Dippmittel über einen Dippbecher applizierten, waren 0% bis 2% der Zitzen nicht gedippt.

Einflüsse auf den Dipperfolg hatte die melkende Person (nur bei mehreren Melkern innerhalb eines Betriebes ausgewertet) und die Zitzenposition (vorne/hinten). In Melkständen mit Fischgrätenaufstellung waren die vorderen Zitzen vermehrt höher gedippt und wiesen häufiger einen Tropfen auf, in Side-by-Side-Aufstellung die hinteren Zitzen, also jeweils die Zitzen, die für den Melker leichter zu erreichen waren. Hintere Zitzen, die über Kreuz standen oder direkt aneinander lagen, wiesen häufig geringere Benetzungsgrade auf. Die Tropfenbildung an diesen Zitzen wurde dadurch zwar nicht beeinträchtigt, allerdings bilden sich die Tropfen mitunter nicht an der Strichkanalöffnung.

*Weitere Informationen: Drieling, T. (2018): Evaluierung der manuellen Applikation von Dippmitteln nach dem Melkvorgang. Bachelorarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*



#### IV.4 Untersuchung einer Methode zur Beurteilung des Ausmelkgrades maschinell gemolkener Kühe

Die Restmilchmenge ist definiert als die Milchmenge, die zu Melkbeginn zwar durch die Stimulation und anschließende Milchejektion aus den Alveolen in die Euterzisterne gelangt ist, während des Melkvorgangs von dort aber nicht ermolken wurde. Ursachen für eine hohe Restmilchmenge können die Einstellung des Schwellenwertes für die Melkzeugabnahme oder auch ein frühzeitig versiegender Milchfluss aufgrund eines Engpasses oder Verschluss zwischen Euter- und Zitzenzisterne sein. Die Beurteilung des Ausmelkgrades liefert wichtige Informationen um die korrekte Einstellung der Melkanlage und die korrekte Ausrichtung des Melkzeugs zu überprüfen.

Verglichen wurden drei Methoden zur Beurteilung des Ausmelkgrads:

- Visuelle Beurteilung des Füllgrades
  - ✓ Gut: Viertel ist nach dem Melken sichtbar faltig
  - Schlecht: Viertel ist nicht faltig, leicht rundlich, scheinbar gefüllt
- Anzahl satter Milchstrahlen
  - ✓ Gut:  $\leq 4$  satte Milchstrahlen
  - Schlecht:  $\geq 5$  satte Milchstrahlen
- Nachmelken von Hand
  - Grenzwerte je nach Methode (Fausten, Strippen, Sonstige) und Zeitdauer, Viertel möglichst gleichmäßig

Da die Durchführung des Nachmelkens von Hand in bisherigen Studien nur ungenau beschrieben ist (**Abbildung 5**), wurde für diese Methode zunächst ein klar definierter Standard entwickelt. Festgelegt wurde hierbei der verwendete Melkgriff (Fausten), die Melkfrequenz (1 Hz) und die Dauer (15 s, 60 s) des Handmelkens.



**Abbildung 5: Strippen oder Fausten? Nicht irrelevant, wenn es um den Vergleich und die Bewertung des in 15 s ermolkenen Restmilch geht**

Die neu definierte Methode wurde zunächst in einem Betrieb und durch eine nachmelkende Person näher untersucht. Bei 30 Kühen des Betriebs wurden im Anschluss an den Melkvorgang alle vier Viertel jeweils 15 s lang nachgemolken und anschließend die im Euter verbliebene Restmilchmenge durch vollständiges Ausmelken erfasst. Dies wurde an drei Melkzeiten je Tag und an drei aufeinander folgenden Tagen durchgeführt. Zu jeder dieser Melkzeiten wurde zudem, jeweils nach zehn nachgemolkenen Kühen, das Handmelken an einer zufällig ausgewählten, gut stimulierten Kuh bereits vor dem Melkvorgang durchgeföhrt. Folgende Fragestellungen wurden ausgewertet:

- Maximal von Hand ermelkbare Milchmenge in 15 s bei gutem Euterfüllgrad *(bei jeweils 2 Kühen je Melkzeit, vor dem Melken)*
- Eignung des Handmelkens über 15 s je Viertel für die Schätzung der im Euter verbliebenen Restmilchmenge *(nach dem Melken)*
- Einfluss u.a. der Viertelposition hinten/vorne, rechts/links

Der Vergleich der verschiedenen Methoden zur Schätzung der Restmilchmenge wurde anschließend in sechs Betrieben und durch drei Personen durchgeführt. Jede Person besuchte jeden Betrieb einmal und führte dabei sowohl eine visuelle Beurteilung als auch das Zählen der satten Milchstrahlen und die Handmelkmethode durch. Beurteilt wurde nur das rechte Hinterviertel. Je Betrieb wurden 20 bis 30 Kühe vorselektiert und markiert, so dass zu allen drei Terminen immer dieselben Kühe nachgemolken wurden. Als Referenz diente die durch Handmelken in 60 s gewonnene Milchmenge des beurteilten Viertels (**Abbildung 6**).

Folgende Fragestellungen wurden bearbeitet:

- Eignung der drei Methoden für die Schätzung der Restmilchmenge eines Viertels
- Einflüsse auf die Restmilchmenge (Betrieb, beurteilende Person, korrekte Melkzeugausrichtung u.a.)



**Abbildung 6: Die mittels Faustgriff ermolkene Restmilchmenge je 15 s wurde durch Wiegen dokumentiert (Bilder: D. Meyer)**

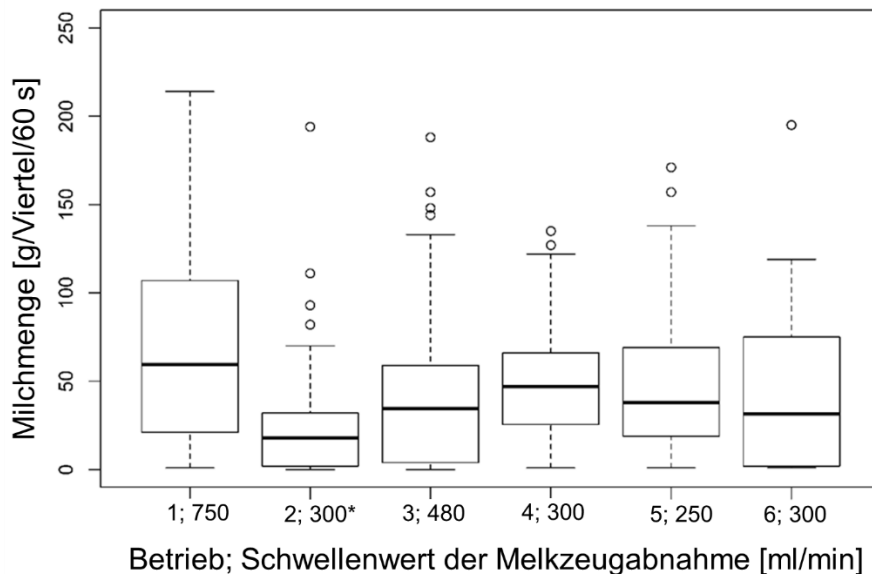
Die maximal ermelkbare Milchmenge in 15 s lag bei hohem Euterfüllgrad (gut angerüstetes Euter vor dem Melken) bei 56 g bis 75 g. Der niedrigste Werte wurde in der Morgenmelkzeit des ersten Versuchstages ermittelt, die höchsten Werte in der Abendmelkzeit der ersten beiden Tage. Im Mittel wurden 66 g von Hand ermolken. Der vor dem Melken ermittelte Wert wird als Referenzwert benötigt um das Nachgemelk in 15 s einordnen zu können. Er kann von der melkenden Person, der Tagesform und den Tieren (u.a. Zitzenform, Laktation, Euterfüllgrad) beeinflusst sein. Wichtig ist auch die Erkenntnis, dass übliche Grenzwerte, wie sie in der Literatur zu finden sind (100 g bis 500 g pro 15 s bzw. 60 s Nachmelken) mit dem Faustgriff in der vorgegebenen Zeit auch bei gut gefüllten Eutern nicht erreicht werden können.

Die nach dem Melkvorgang in 15 s von Hand ermolkene Milchmenge je Viertel lag im Mittel bei 14 g, die mittlere Restmilchmenge bei 127 g. Von den 270 erfassten Restgemelken überschritten 41 den Wert von 200 g/Kuh, davon 17 mit mehr 300 g/Kuh und vier mit über 500 g/Kuh. Da die Nachgemelke über 500 g/Kuh durch eine erneute Milchejektion bedingt waren, wurden sie in der weiteren Auswertung nicht berücksichtigt. Die Viertelposition hatte im hier untersuchten Betrieb keinen Einfluss auf das in 15 s erfasste Nachgemelk pro Viertel.

Zwischen der Nachgemelksmenge in 15 s und der Restmilchmenge im Euter ergab sich ein linearer Zusammenhang, bei gleichzeitig jedoch sehr großer Streuung der Daten. Vereinfacht konnten folgende Richtwerte abgeleitet werden:

- Wurden bei einem Viertel einer Kuh mindestens **28 g/Viertel** in 15 s ermolken, so lag die Restmilchmenge immer über 100 g/Kuh und in 50% der Fälle über **200 g/Kuh** (im Mittel bei 230 g/Kuh).
- Wurden mindestens **42 g/Viertel** in 15 s nachgemolken entsprach dies im Mittel einer Restmilchmenge von rund **300 g/Kuh** (50% der Restgemelke waren über 340 g/Kuh).
- Wurden mindestens **56 g/Viertel** in 15 s nachgemolken ging dies in allen Fällen mit Restmilchmengen von über **400 g/Kuh** einher.

Eine exakte Schätzung der Restmilchmenge ist mit der hier beschriebenen Methode nicht möglich. Sie eignet sich jedoch für einen relativen Vergleich zwischen Betrieben oder innerhalb eines Betriebs, z.B. um das gleichmäßige Ausmelken der vier Viertel, die Einstellung des Schwellenwertes für die Melkzeugabnahme oder die korrekte Funktion technischer Vorrichtungen wie einer Nachmelkautomatik zu überprüfen. Dies wurde im zweiten Teil des Versuchs deutlich, bei dem die Nachgemelksmenge in 60 s des rechten Hinterviertels in sechs Betrieben erfasst wurde (**Abbildung 7**).



**Abbildung 7: Restmilchmenge des rechten Hinterviertels in den untersuchten Betrieben 1 bis 6** (n = 20-30 Kühe je Betrieb; Grafik: D. Meyer)

Deutlich erkennbar war bei diesem Versuch der Einfluss des höheren Schwellenwertes der Melkzeugabnahme in Betrieb 1 (Abnahme bei 750 ml/min) sowie der Einfluss der Nachmelkautomatik in Betrieb 2 (Schwellenwert Nachmelkautomat 800 ml/min, Abnahme bei 300 ml/min). Höhere tierindividuelle Werte innerhalb eines Betriebes wurden zudem bei nicht korrekter Ausrichtung des Melkzeugs festgestellt.

Die visuelle Beurteilung des Füllgrades eines Euterviertels lieferte keine zuverlässige Aussage für die Einordnung des Ausmelkgrades. Die Anzahl satter Milchstrahlen dagegen kann einen ersten Hinweis geben. Je mehr satte Milchstrahlen im Anschluss an den Melkvorgang noch ermolken wurden, desto wahrscheinlicher war es, ein höheres Nachgemelk in 15 s bzw. 60 s zu erhalten.

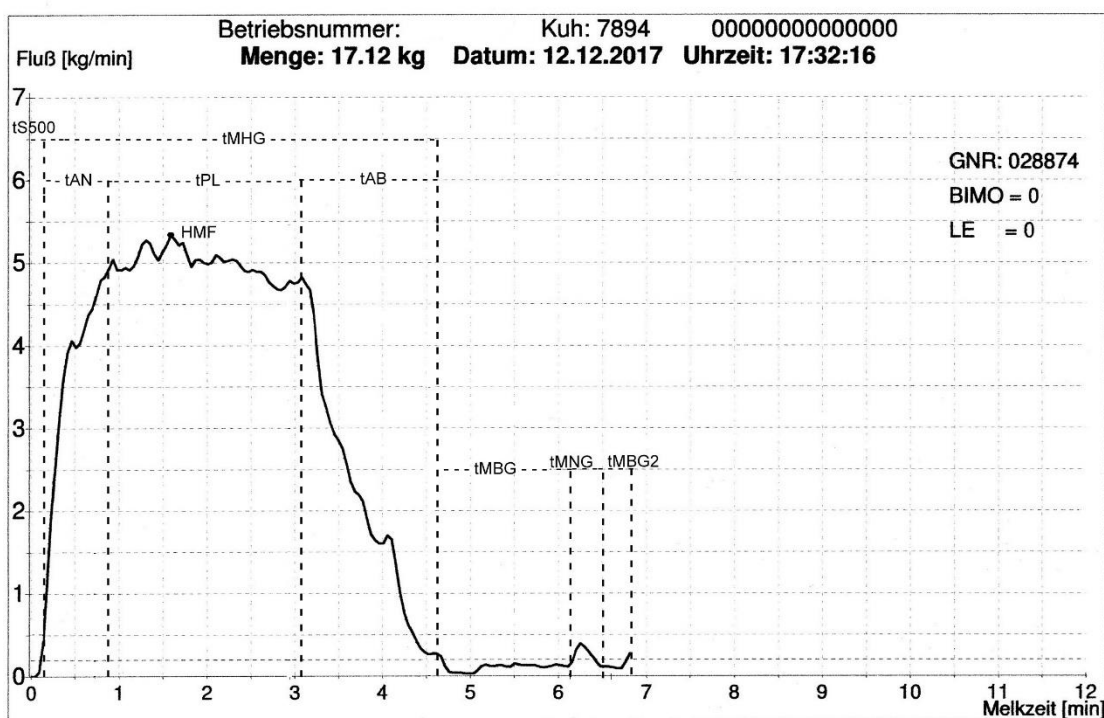
*Weitere Informationen:*

*Tedsen, G.M. (2018): Untersuchung einer Methode zur Beurteilung des Ausmelkgrades maschinell gemolkener Kühe. Bachelorarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

*Meyer, D.; Haeussermann, A.; Barth, K.; Lingner, S.; Hartung, E. (2020): Evaluation of three methods to assess the degree of milk-out in dairy cows. In: Animal: an international journal of animal bioscience 14 (1), S. 190–197*

## IV.5 Einfluss der Kennwerte der Milchflusskurve auf die Nachgemelksmenge von Milchkühen

Eine weitere Möglichkeit, die Restmilchmenge im Euter zu erfassen ist das maschinelle Nachmelken. Letzteres erfolgt entweder am Ende des Melkvorgangs mittels nach unten gerichteter Zugkraft am Melkzeugsammelstück und/oder erneutes Ansetzen des Melkzeugs. In vier der sechs in *Kapitel IV.4* untersuchten Betriebe wurde das sogenannte maschinelle Nachgemelk durch erneutes Ansetzen des Melkzeugs gewonnen und anschließend ausgewertet, ob ein Zusammenhang zu den mittels LactoCorder® (WMB AG, Schweiz) erfassten Merkmalen der Milchflusskurve erkennbar war (**Abbildung 8**).



### Abbildung 8: Exemplarische Milchflusskurve einer LactoCorder®-Messung

(tS500: Zeitdauer bis Überschreiten eines Milchflusses von 500 ml/min; tAN: Zeitdauer Anstiegsphase; tPL: Zeitdauer Plateauphase, tAB: Zeitdauer mit abnehmendem Milchfluss, tMBG: Zeitdauer Maschinenblindgemelk; tMNG: Zeitdauer Maschinennachgemelk; HMF: Höchster Milchfluss; BIMO: Bimodaler Verlauf; LE: Lufteinbrüche; Grafik: V. Vehrs)

Die nach dem Melken wieder angesetzten Kühe wurden randomisiert ausgewählt. Mit Hilfe der LactoCorder® wurde auch die „wahre“ Abnahmeschwelle gemessen, die in den untersuchten **Betrieben 1, 3, 4 und 5** bei 500-1200 g/min, 250 g/min, 200 g/min und < 200 g/min lag, also von den in **Abbildung 7** genannten Schwellenwerten abwich, was unter anderem durch Verzögerungszeiten bis zur tatsächlichen Abnahme und durch Messungenauigkeiten im Melkbetrieb bedingt sein kann.

In **Betrieb 1** hatten 50% der wieder angesetzten Kühe ein maschinelles Nachgemelk von über 340 g und 3 von 12 Kühen ein maschinelles Nachgemelk von über 500 g. In den **Betrieben 3, 4 und 5** hatten 6 von 82; 7 von 100 bzw. 5 von 55 wieder angesetzten Kühen ein Nachgemelk von über 500 g (7-11% der Kühe). Neben dem Schwellenwert für die Abnahme und der Verzögerungszeit bis zur tatsächlichen Abnahme wurde die Nachgemelkmenge vermutlich von weiteren Faktoren beeinflusst. Die Auswertung über die vier Betriebe ergab Zusammenhänge zur Dauer der Plateauphase, zum höchsten Milchfluss, zum Anteil bimodaler Kurven und zur Häufigkeit von Lufteinbrüchen. Aufgrund der geringen Anzahl untersuchter Betriebe und der somit begrenzten Variation der Einflussfaktoren sind für eine zuverlässige Auswertung des Zusammenhangs zur Nachgemelkmenge jedoch definitiv weitere Untersuchungen erforderlich. Die Messung mit dem LactoCorder® stellt hierfür grundsätzlich eine geeignete und zuverlässige Methode dar (**Abbildung 9**).



**Abbildung 9: LactoCorder®-Messungen: Informationen zur Milchflusskurve und zum maschinellen Nachgemelk**

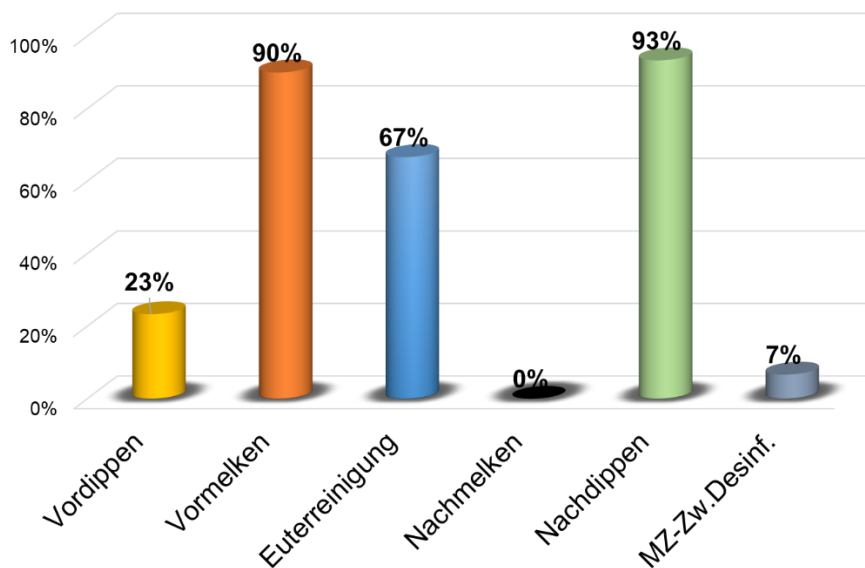
*Weitere Informationen:*

*Vehrs, V. (2018): Einfluss der Kennwerte der Milchflusskurve auf die Nachgemelkmenge von Milchkühen. Bachelorarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

#### IV.6 Untersuchung zum Arbeitszeitbedarf für das Melken und zur Melkroutine in norddeutschen Milchviehbetrieben

Die Aufzeichnung der Melkroutinen in Kombination mit Arbeitszeitmessungen beim Melken wurde in 30 Betrieben durchgeführt. Die Messung der Arbeitszeit erfolgte mit dem Servicegerät DeLaval Parlour Analysis and Simulation Service PASS (DeLaval, Schweden). Hierin sind die wichtigsten Arbeitsroutinen beim Melken übersichtlich hinterlegt wobei bis zu drei Melker gleichzeitig aufgezeichnet werden können. Die Datenerhebungen fand ausschließlich in Gruppenmelkständen statt, da hier zusätzlich die Informationen zur Melkplatzbelegung je Melkstandseite für die Auswertung genutzt werden können. Zeiten für Einzelroutinen, wie Kühe eintreiben, Melkzeug ansetzen, Nachdippen usw., wurden separat, inklusive zugehöriger Wegezeiten aufgezeichnet; die vorbereitenden Melkroutinen (Vordippen, Vormelken, Euterreinigung) als eine gemeinsame Arbeitsroutine.

Da nicht alle Betriebe alle Melkroutinen ausführten, wurden für die Berechnung der Arbeitszeit je Einzelroutine und Kuh jeweils nur die Betriebe berücksichtigt, bei denen diese Arbeitsroutine auch Teil der Melkroutine war. **Abbildung 10** stellt den Anteil der Betriebe je Einzelroutine dar. Die Einzelroutinen Kühe ein-/austreiben, Melkzeug ansetzen und ausrichten und ggf. wiederansetzen wurden in 100% der Betriebe durchgeführt. Maschinelles oder manuelles Nachmelken erfolgte in keinem der Betriebe. Positiv ist der hohe Anteil an Betrieben, die die Zitzen nach dem Melken dippen. Sieben Betriebe dippten zudem bereits vor dem Melken. Das Dippen vor dem Melken ging insgesamt mit einer zeitintensiveren Eutervorbereitung einher, was die Melkhygiene zusätzlich unterstützt. Die gesetzlich vorgeschriebenen Routinearbeiten Vormelken und Euterreinigung waren in 90% bzw. 67% der Betriebe Teil der Melkroutine. Ein Vormelkbecher wurde nur in einem der Betriebe genutzt.



**Abbildung 10: Prozentualer Anteil der untersuchten Betriebe, die die jeweiligen Melkroutinen ausführten** (n = 30 Betriebe in Norddeutschland)

Die Untersuchung bestätigte, dass bei Durchführung aller in **Tabelle 4** gelisteten vor- und nachbereitenden Melkroutinen 60 Kühe pro Stunde in Gruppenmelkständen eine valide Planzahl für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs darstellen (ohne Vordippen, ohne Nachmelken, Melkzeugabnahme automatisiert). In der Melkroutine enthalten ist eine „freie Zeit“ von 3 s bis 5 s je Kuh, die den Melkern für unvorhergesehene Ereignisse, technische Pannen etc. zur Verfügung steht.

**Tabelle 4: mittlerer Arbeitszeitaufwand je Kuh und Arbeitsteilvorgang**  
(s/Kuh, Datenerhebung 2017 und Vergleichswerte aus dem Jahr 1997)

Arbeitszeitaufwand je Teilvorgang	s/Kuh*	(Ordolff, 1997)
Eintrieb	6,0	4,0...7,0
Vormelken + Euter reinigen	11,5	15
Melkzeug ansetzen	10,6	10
Melkzeug neu ausrichten/wiederansetzen	1,3	
Melkzeugabnahme	0,1	0,5
Masch. Nachmelken	-	1,3
Nachdippen	5,6	Euterkontrolle
Melkzeugzwischeninfektion	5,3	6,0
Austrieb	3,8	1,5 (Frontastr.)...7,5
Sonstiges** (1. Quartil)	10,5	5,5 + 6,0 (Wegezeiten)
freie Zeit Melker (1. Quartil)	3,0	5,0
<b>Gesamt</b>	<b>57,7</b>	<b>55...61</b>
Kühe/Akh	62	

\* inkl. Wegezeiten; in die Berechnung gehen nur die Betriebe ein, die die jeweilige Routinearbeit durchgeführt haben, n = 30 Betriebe in Norddeutschland

\*\* Sonstiges: Reinigen Melkzeug, Hände, Kleidung, Oberflächen, Medikamentengabe; Melken von Kannenkühen; Auffüllen der Dippbecher etc.

Tatsächlich gemolken wurden, je nach Betrieb, im Mittel 36 bis 127 Kühe pro Stunde. Etwa zwei Drittel der Betriebe lagen bei 50 bis 90 gemolkenen Kühe in der Stunde. Den größten Einfluss auf die Melkleistung hatte die Anzahl und Art der durchgeführten Routinearbeiten. Die Melkstandgröße oder -form hatte demgegenüber keinen Einfluss. Zeitliche Einspareffekte können am sinnvollsten durch die optimale Planung der Arbeitsvorgänge oder durch Automatisierung einzelner Arbeitsroutinen erzielt werden. In der Hälfte der Betriebe stand den Melkern mehr als 5 s/Kuh „freie Zeit“ zur Verfügung obwohl auch hier nicht immer alle Arbeitsroutinen durchgeführt wurden. Durch eine bessere Arbeitszeitplanung könnte der Routineablauf hier insgesamt verbessert werden. Betriebe, bei denen den Melkern weniger als 3 s/Kuh an „freier Zeit“ zur Verfügung stehen (25% der Betriebe), sind dagegen eher dahingehend gefährdet, dass entweder die Durchsatzraten im Melkstand verringert sind oder zu wenig Zeit für eine sorgfältige Durchführung der Routinearbeiten zur Verfügung steht.

*Weitere Informationen: Kluge, T. (2018): Untersuchung zum Arbeitszeitbedarf für das Melken und zur Melkroutine in norddeutschen Milchviehbetrieben. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

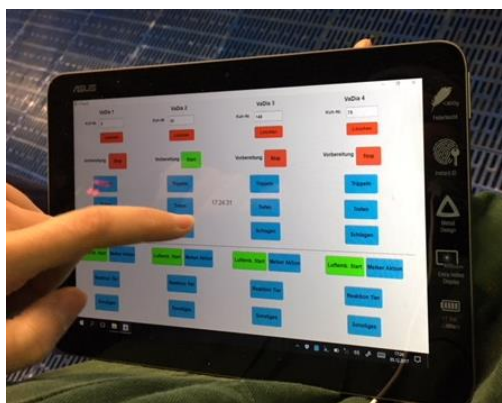


#### IV.7 Zusammenhang zwischen dem Vakuumverlauf an der Zitze und dem Tierverhalten während des Melkens

Das Tierverhalten im Melkstand ist ein wichtiger Indikator um den Melkvorgang aus Sicht des Tieres zu beurteilen. Insbesondere die Hinterbeinaktivität der Kühe beim Melken stellt eine unmittelbare Reaktion des Tieres dar und erlaubt unter anderem Rückschlüsse darauf, wie die Durchführung der Melkroutinen oder die Einstellung und Ausstattung der Melkanlage auf das Tier wirken.

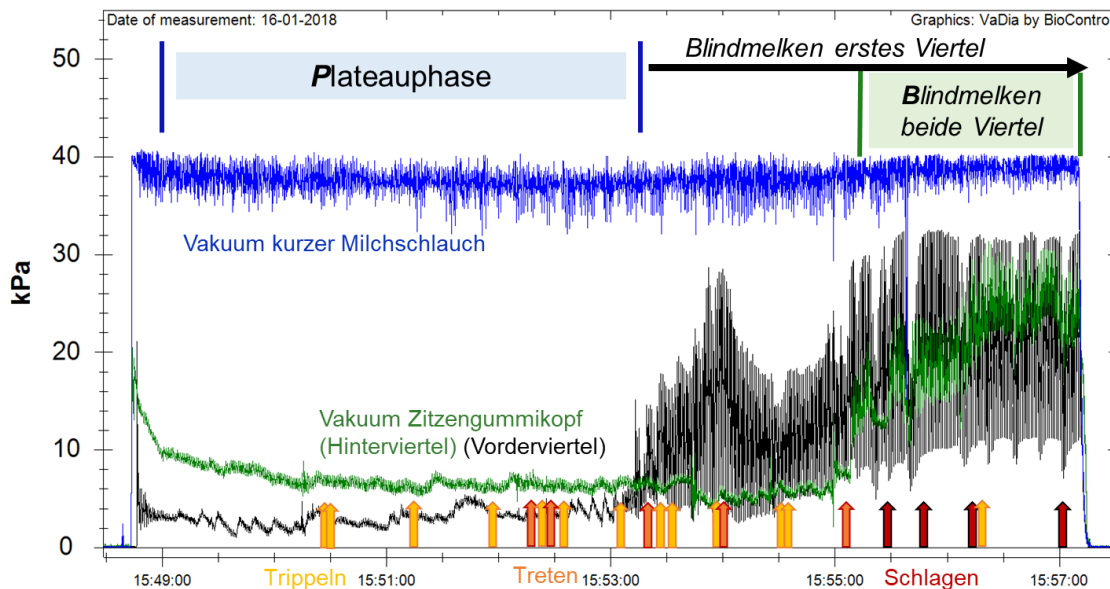
Unterschieden wird in Trippeln, Treten und Schlagen. Trippeln, das Anheben eines oder beider Hinterbeine nacheinander um bis zu 15 cm über die Standfläche, deutet auf ein generelles Unwohlfinden von Seiten des Tieres hin. Treten oder Schlagen, also das Anheben eines Hinterbeins um mehr als 15 cm, evtl. gezielt in Richtung Melkzeug oder Melker, wird demgegenüber häufig als Reaktion auf Schmerzen beschrieben. Die Häufigkeit, mit der eine Hinterbeinaktivität beim Melken beobachtet werden kann, wird auch vom Betrieb beeinflusst. Treten und Schlagen tritt vermehrt bei jüngeren und hochleistenden Tieren auf und ist abhängig von der Mensch-Tier-Beziehung, dem Melkstandtyp und der Eutergesundheit.

Die Art und Häufigkeit der Hinterbeinaktivität, der beim Melken beobachteten Kühe, wurde in zehn Milchviehbetrieben erfasst, jeweils zu einer Morgen- und zu einer Abendmelkzeit. Beobachtet wurden jeweils vier Melkplätze; die Beobachterin stand, je nach Melkstandtyp, entweder hinter der letzten Kuh (Fischgrätenaufstellung) oder mittig zwischen den beobachteten Kühen (Side-by-Side-Aufstellung). Aufgezeichnet wurden die Art und Häufigkeit und der exakte Zeitpunkt des Auftretens (**Abbildung 11**). Die im Projekt entwickelte Softwarelösung erlaubte weiterhin die Abspeicherung von Randinformationen, wie Aktionen des Melkers oder sonstigen Reaktionen der Kühe. An den beobachteten vier Melkplätzen zeichneten vier Vakuummessgeräte (VaDia 2.0, BioControl AS; Norwegen, **Abbildung 1**) die Vakuumhöhe im kurzen Puls- und Milchschauch eines Hinterviertels und im Zitzengummikopf eines Vorder- und eines Hinterviertels auf. Aus den Messwerten wurden Beginn und Ende der Melkphasen (Plateauphase und Blindmelkphase des gemessenen Vorder- bzw. Hinterviertels) berechnet.



**Abbildung 11: Jeweils vier Melkplätze waren mit Vakuummessgeräten ausgestattet und wurden von einer Person zeitgleich beobachtet (links); zeitgenaue Aufzeichnung der Hinterbeinaktivität beim Melken (rechts)**

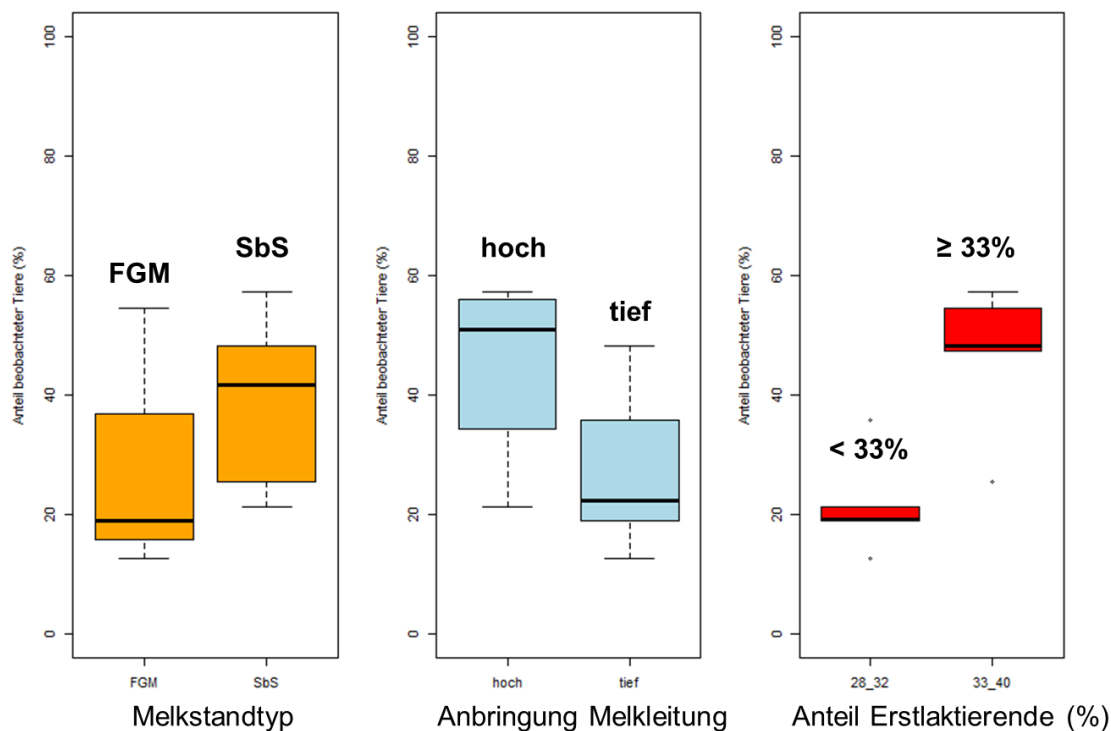
Ziel der Untersuchung war es, Einflüsse der Vakuumbreite und des Melkverlaufs auf die Hinterbeinaktivität der Kühe zu untersuchen und somit auch die Interpretation der Vakuummessungen beim Melken zu verbessern. Für die zeitliche Zuordnung der Hinterbeinaktivität zur Vakuumhöhe wurden Zeitfenster über 3 s gebildet. Die exemplarische Zuordnung ist in **Abbildung 12** am Beispiel einer beobachteten Kuh dargestellt.



**Abbildung 12: Zuordnung der Hinterbeinaktivitäten Trippeln, Treten, Schlagen zum Vakuumverlauf und zu den Melkphasen**

Ausgewertet wurde zunächst, wie viele der beobachteten Kühe je Betrieb eine Hinterbeinaktivität zeigten und welche Besonderheiten die jeweiligen Betriebe auszeichneten. Trippeln wurde je nach Betrieb bei 73%-92% der beobachteten Kühe mindestens einmal beobachtet, Treten bei 13%-57% und Schlagen bei 0%-14% der beobachteten Kühe. Die Morgen- und Abendmelkzeit eines Betriebes unterschieden sich diesbezüglich nicht.

Den größten Einfluss hatte insgesamt der Betrieb. Der Anteil Tiere, die mindestens ein Tret- oder Schlagereignis zeigten, war höher in Melkständen mit hochverlegter Melkleitung, ebenso in Melkständen mit Side-by-Side-Aufstellung (SbS) im Vergleich zu Fischgrätenmelkständen (FGM) und er wurde insbesondere auch vom Anteil erstlaktierender Tiere in der Herde beeinflusst (**Abbildung 13**). Hierbei ist jedoch zu berücksichtigen, dass Betriebe, bei denen Treten und Schlagen bei sehr vielen Tieren beobachtet wurden, zumeist zwei bis drei dieser Risikofaktoren vereinten, also eine separate Betrachtung der Einflussfaktoren aufgrund der limitierten Zahl der Betriebe nicht erfolgen konnte.



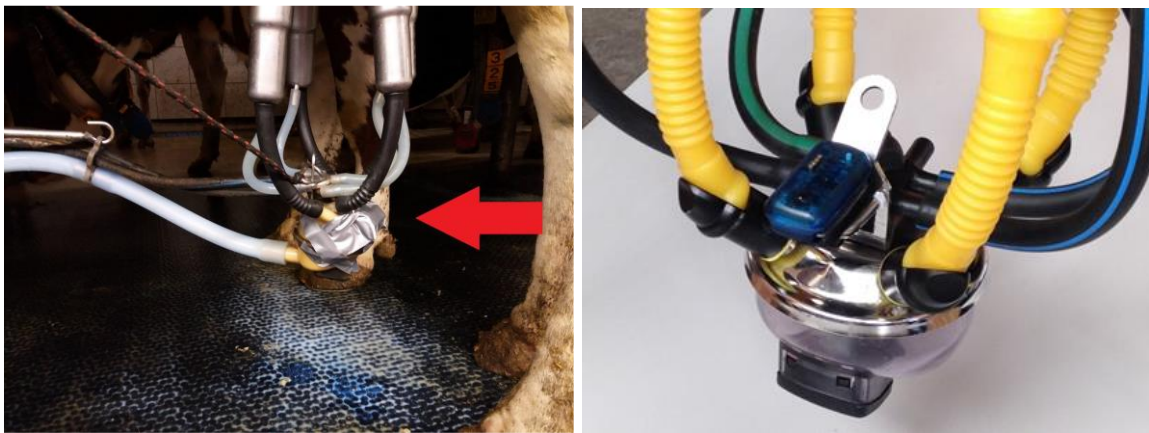
**Abbildung 13: Anteil beobachteter Tiere je Betrieb mit mindestens einem Tret- oder Schlagereignis (n = 10 Betriebe)**

Tiere, die mindestens ein Tret- oder Schlagereignis zeigten, taten dies im Schnitt 0,45-mal pro Minute in der Plateauphase und 0,75-mal pro Minute in der Blindmelkphase (Blindmelken beide Viertel, vgl. **Abbildung 12**). Der Melkvorgang ist dann bei mindestens einem Vorder- und einem Hinterviertel beendet, was mit einem abrupten Anstieg der Vakuumhöhe an der Zitzenbasis an diesen Viertel einhergeht. Die statistische Auswertung der Daten ergab, dass Treten oder Schlagen im Mittel bei höheren Vakuumwerten an der Zitzenbasis auftritt als Trippeln. Auch hatten Tiere, die Treten oder Schlagen zeigten, häufiger raue Hyperkeratosen an den Zitzen. Für weitergehende Rückschlüsse auf eine Optimierung des Melkprozesses sind langfristig ergänzende Untersuchungen erforderlich, da Betriebseffekte, zum Beispiel durch die Mensch-Tier-Beziehung und die Vorerfahrung der Kühe die Häufigkeit des gezeigten Verhaltens zusätzlich beeinflussen dürften.

*Weitere Informationen: Kalisch, F. (2018): Zusammenhang zwischen dem Vakuumverlauf an der Zitze und dem Tierverhalten während des Melkens. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

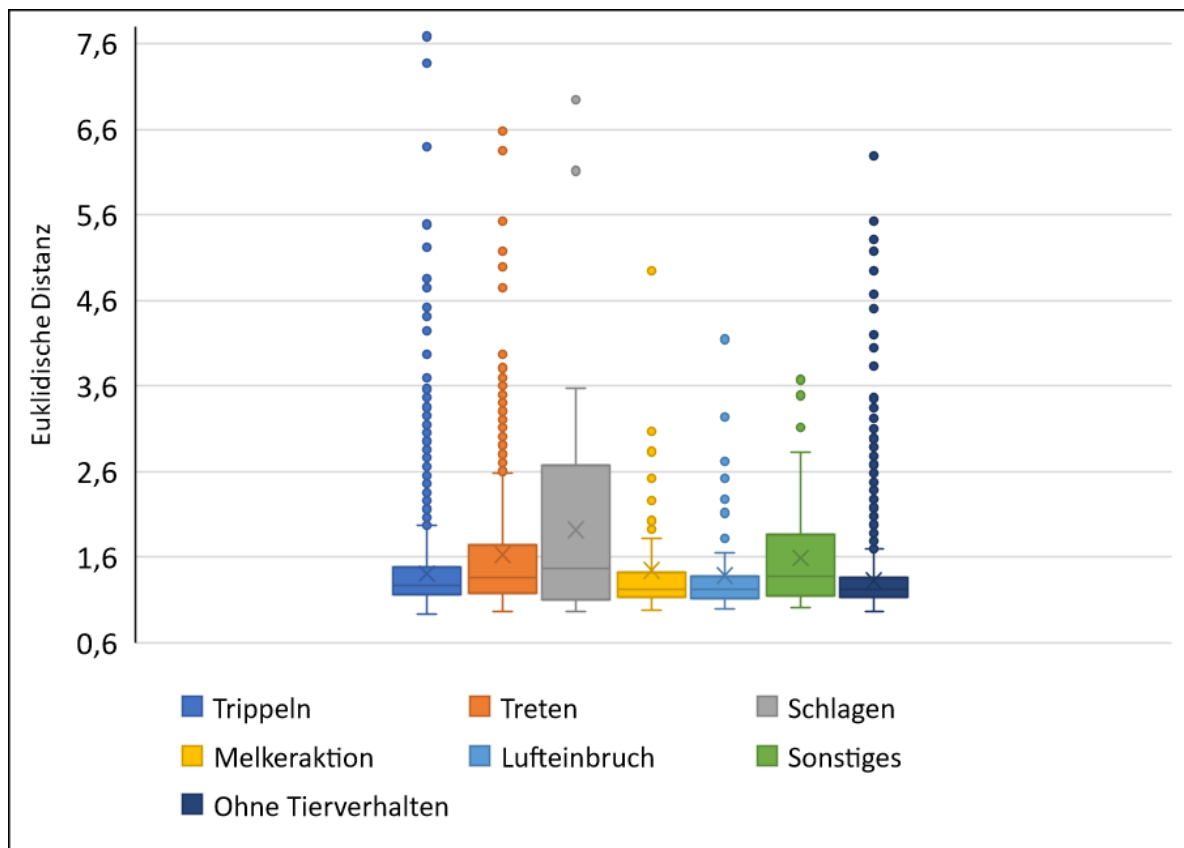
#### IV.8 Auswirkung der Hinterbeinaktivität beim Melken auf die Bewegung des Sammelstücks

Untersucht wurde, ob sich die Hinterbeinaktivität der Kühe auch automatisiert erfassen lässt. Hierfür wurden jeweils acht Melkplätze je Betrieb mit einem Beschleunigungssensor des Typs MSR 145 (MSR Electronics GmbH, Schweiz) am Melkzeug-sammelstück ausgestattet (**Abbildung 14**) und die Hinterbeinaktivität, der an diesen Melkplätzen gemolkenen Kühe, durch zwei Beobachterinnen aufgezeichnet. Die Aufzeichnung wurde mit Hilfe zeitlich synchronisierten Notebooks und der in IV.7 ebenfalls genutzten, im Projekt entwickelten Software durchgeführt. Die Beobachtung und Einteilung der Hinterbeinaktivität erfolgte wie in Kapitel IV.7 beschrieben. Jede Beobachterin zeichnete zeitgleich die Hinterbeinaktivität an vier Melkplätzen auf.



**Abbildung 14: Messung der Beschleunigung am Melkzeugsammelstück**  
(Bilder: L. Grübel, A. Häußermann)

Die maximale Beschleunigung am Sammelstück innerhalb eines Zeitfensters von 7 s um den jeweiligen Vorgang herum ist in **Abbildung 15** dargestellt. Errechnet wurde die Euklidische Distanz der drei Beschleunigungsachsen  $x$ ,  $y$  und  $z$ . Wie erwartet wurden im Mittel bei der Hinterbeinaktivität Schlägen höhere Beschleunigungen am Sammelstück ermittelt als bei Treten oder Trippeln. Ähnlich hohe Werte wurden jedoch auch bei sonstigen Reaktionen der Kuh (z.B. Husten) und vereinzelt bei Aktionen des Melkers, wie der Korrektur der Melkzeugposition, bei Lufteinbruch ins Melkzeug oder ohne Aktionen/Reaktionen von Tier oder Melker gemessen. Die automatisierte Erfassung der Hinterbeinaktivität beim Melken am Sammelstück scheint daher bisher noch mit einer hohen Fehlerrate verbunden. Ob und inwieweit sich die Vorhersage verbessern lässt, sollen zukünftige Untersuchungen zeigen.



**Abbildung 15: Beschleunigung am Sammelstück bei verschiedenen Aktionen/Reaktionen von Tier und Melker** (n = 10 Betriebe, Messung jeweils an acht Melkplätzen je Betrieb während einer Morgen- und einer Abendmelkzeit; Grafik: L. Grübel)

Weitere Informationen: Grübel, L. (2018): Auswirkung der Hinterbeinaktivität beim Melken auf die Bewegung des Sammelstücks. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Die Untersuchung erfolgte in Kooperation mit Dr. Pascal Savary, Agroscope, Schweiz

#### IV.9 Evaluierung verschiedener kultureller Schnelltests zur Mastitisdiagnostik

Im Zeitraum zwischen April und August 2018 wurden in insgesamt 19 Milchviehbetrieben Milchproben gewonnen und per Express zum Labor des Max-Rubner-Instituts in Kiel gesendet. Dort wurden die Proben mittels Referenzmethode nach den DVG-Leitlinien zur Mastitisdiagnostik bakteriologisch untersucht. Alle Proben wurden zudem zeitgleich auf den drei folgend genannten kommerziellen Schnelltestsystemen jeweils nach Herstelleranweisung angesetzt und bei 35°C bebrütet:

- mastDecide (Quldee GmbH, Homberg): Beimpfung mit je 0,1 ml, Ablesen nach 12 h, bei negativem Testergebnis weitere Bebrütung für 2 h
- VetoRapid (Vetoquinol GmbH, Ismaning): Beimpfung jedes Testfeldes mit einer sterilen Impföse mit je 10 µl, Bebrütung 18 h bis 24 h
- Petrifilm™ Aerobic Count AC und Coliform Count CC (3M Deutschland GmbH, Neuss): Verdünnung der Probe 1:10, Beimpfung mit je 1 ml verdünnter Probe, Bebrütung 24 h (CC) bzw. 48 h (AC).

Untersucht wurden 187 Proben von Vierteln mit klinischer Mastitis sowie 66 Proben von Vierteln mit einer subklinischen Mastitis und einem Zellgehalt von über 1 Mio/ml. Bestimmt wurden die Sensitivität und Spezifität im Hinblick auf die Erkennung von bakteriologisch negativen Proben, grampositiven und gramnegativen Erregern. Proben mit sonstigen Erregern, Mischkulturen und kontaminierte Proben wurden von der Auswertung ausgeschlossen, da diese Ergebnisse von den Schnelltests nicht bzw. nur eingeschränkt angezeigt werden können.

**Tabelle 5** zeigt die Ergebnisse der Schnelltests im Hinblick auf die erzielte Sensitivität und Spezifität für die korrekte Erkennung grampositiver oder gramnegativer Erreger bzw. korrekte Klassifizierung von Proben, bei denen kein Erreger nachweisbar war. Die korrekte Erkennung wird durch die Sensitivität ausgedrückt, die mit deutlich unter 70% beim Schnelltests mastDecide für grampositive und gramnegative Erreger sowie beim Petrifilm™ in Bezug auf bakteriologisch negative Proben sehr niedrig war.

**Tabelle 5: Vergleich der Sensitivität (SE) und Spezifität (SP) der untersuchten Schnelltests zur Erkennung von Mastitiserregern**

	N	mastDecide		VetoRapid		Petrifilm™	
		SE	SP	SE	SP	SE	SP
Kein Erreger	34	88%	77%	71%	87%	50%	90%
Grampositiv	114	59%	89%	84%	68%	83%	65%
Gramnegativ	41	49%	83%	85%	93%	71%	96%

N: Anzahl der Proben

Da für den Praxiseinsatz der Schnelltests auch die Handhabung von großer Bedeutung ist, wurden sie anhand verschiedener Kriterien verglichen (**Tabelle 6**).

**Tabelle 6 Praktische Handhabung der drei Schnelltests**

	mastDecide	VetoRapid	Petriefilm
Lieferung von Zubehör	++	--	--
Kontaminationsgefahr beim Beimpfen	-	+	--
Erkennung von kontaminierten Proben	--	+	-
Zeitaufwand für Beimpfen	+	++	--
Testdauer	++	+	-
Nachweis seltener Erreger	--	+	--

++ = sehr gut, + = gut, - = schlecht, -- = sehr schlecht

Die Ergebnisse der Schnelltests sind zwar leicht abzulesen, allerdings sind sie auf Grund der teilweise sehr eingeschränkten Diagnosemöglichkeiten vorsichtig zu bewerten. Von den drei untersuchten Testsystemen erschien der VetoRapid auf Grund der Sensitivität und Spezifität sowie der einfachen Handhabung und relativ sicheren Ablesbarkeit als Alternative zur Referenzmethode am besten geeignet, um schnell eine Behandlungsentscheidung abzusichern. Die rechtlichen Voraussetzungen für die Anwendung der Schnelltests sind im Einzelfall zu klären.

Für alle Tests einschließlich der Referenzmethode ist grundsätzlich eine sehr gute Probenqualität erforderlich, um die korrekte Interpretation der Ergebnisse und der darauf basierenden Entscheidungen zur Antibiotika-Anwendung zu ermöglichen.

*Weitere Informationen: Braker, N. (2018): Evaluierung verschiedener kultureller Schnelltests zur Mastitisdiagnostik. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*

*Knappstein, K., Braker, N., Häußermann, A., Hartung, E. (2019): Praxistauglichkeit von kulturellen Mastitis-Schnelltests. Tagungsband 20. Jahrestagung WGM, Wissenschaftliche Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V. 30.09. – 02.10. 2019, HU Berlin*

*Die Untersuchung erfolgte in Kooperation mit Dr. Karin Knappstein, Max-Rubner-Institut, Institut für Sicherheit und Qualität bei Milch und Fisch, Kiel*

#### **IV.10 Entwicklung und Kalibrierung eines mobilen, künstlichen Euters zur Simulation des Melkvorgangs und Überprüfung der Abnahmeschwelle**

Die vor-Ort Simulation des Melkvorgangs durch eine Nassmessung liefert wichtige Informationen zur Einstellung und Überprüfung der Melkanlage und deren Wirkung auf den Melkvorgang. Überprüft werden kann grundsätzlich wie sich im jeweiligen Melksystem eine definierte Durchflussmenge auf die Vakuumhöhe und Vakuum-schwankungen an der Zitze auswirken, ob die Umschaltung von der automatischen Stimulation zum Melken sowie die Abnahme des Melkzeugs an allen Melkplätzen gleich und zum richtigen Zeitpunkt erfolgt und ob Veränderung an der Melkanlage diesbezüglich positive oder negative Auswirkungen haben.

Für die vor-Ort-Simulation des Melkvorgangs wurde ein „mobiles, künstliches Euter“ entwickelt, welches eine definierte Durchflussmenge, entweder über vier künstliche Zitzen oder über einen langen Milchschauch, ermöglicht (**Abbildung 16**).



**Abbildung 16: Kalibrierung der Durchflussmenge des mobiles künstlichen Euters an der Versuchsmelkanlage des Instituts für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, CAU Kiel** (Bild: J. von der Heyde)

Die beispielhafte Überprüfung der Schwellenwertes für die Melkzeugabnahme an den Melkplätzen des Versuchsbetriebs Karkendamm zeigte sehr deutlich, dass eine unabhängige Überprüfung Fehler bei der Melkzeugabnahme aufdecken kann. Diese können zum Beispiel durch fehlerhafte Einstellungen des Schwellenwertes, durch Fehlfunktion des installierten Milchmengenmessgerätes oder beim Melken auch durch die Schlauchführung entstehen. Für die Beurteilung des Melkprozesses in Praxisbetrieben kann mit Hilfe des mobilen Euters eine von der Melkzeit unabhängige Überprüfung der Einstellung der Melkanlage erfolgen.

*Weitere Informationen: Heyde, von der J. (2020): Kalibrierung des Durchfluss-Messsystems einer Versuchsmelvorrichtung und eines mobilen Gerätes zur Überprüfung der Abnahmeschwelle in Melkständen. Masterarbeit, Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*



## **V. Zusammenarbeit der Operationellen Gruppe (OG)**

Der Austausch zwischen den OG-Mitgliedern fand sowohl bei gemeinsamen Treffen, vor Ort in den Betrieben und im Rahmen von Tagungen und Workshops statt. Eingeführt wurde jeweils mit einem Impulsreferat, gefolgt von einer aktiven Diskussion. Das Auftakttreffen am Institut für Landwirtschaftliche Verfahrenstechnik der Uni Kiel wurde genutzt um erste Ideen für einen Konzeptentwurf für das Analysewerkzeug zu entwickeln. Die OG-Mitglieder waren sich schnell einig, dass die Aussagekraft der Informationen, die in das Konzept mit eingebunden werden, und ihre Erhebung und Wiederholbarkeit validiert sein müssen. Als wichtige Zielsetzung des Projekts wurden daher die Erstellung von Protokollen für die Datenerhebung und die Überprüfung der Aussagekraft der erhobenen Daten definiert. Welche Daten relevant sind und somit in den Betrieben mit welchen Methoden erfasst werden sollen, wurde ebenfalls bei diesem und nachfolgenden Treffen der OG-Mitglieder intensiv besprochen. Im weiteren Verlauf des Projektes trafen sich die OG-Mitglieder jeweils vor Ort in den Milchviehbetrieben in Dummerstorf, Trenthorst und Großbarkau und nutzten diese Treffen für Feedback sowie die Besprechung der Datenerhebung und der Ergebnisse. Insgesamt wurde die Zusammenarbeit sehr frei gestaltet, d.h. jedes Mitglied konnte selbst und variabel entscheiden, ob und wieviel er/sie sich jeweils in die OG-Treffen, die Datenaufnahme im eigenen Betrieb, die Bewertung der Daten und/oder im kleineren Kreis in Gespräche, z.B. im Rahmen von Workshops oder Tagungen einbringen wollte. Die Pilotbetriebe, also die Betriebe der OG-Mitglieder, hatten eine zentrale Rolle für die konzeptionelle Entwicklung und erste Überprüfung der Datenerhebung vor Ort, die dann in weiteren Betrieben wiederholt und validiert wurde.

Der besondere Mehrwert der OG für das hier durchgeführte Projekt war der sehr konkrete Kennnisaustausch zwischen landwirtschaftlicher Praxis, Beratung und Wissenschaft sowohl regional als auch deutschlandweit. Da die OG neben Mitgliedern aus Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern auch Vertreter der Landwirtschaftskammern Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen und der WGM (Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V.) umfasste, wurde die Perspektive überregional erweitert. Der hierbei generierte Wissenszuwachs floss direkt in die Konzeptentwicklung und Evaluierung mit ein und ermöglichte so die Vielfältigkeit der Projektergebnisse.

## **VI. Nutzen der Ergebnisse für die Praxis**

Die Ergebnisse unterstützen Landwirte und Berater bei der Datenerhebung rund um den Melkvorgang und stellen so eine Grundlage für die Bewertung des Melkprozesses dar. Im Rahmen des Projektes wurden einerseits standardisierte Methoden für die Erhebung und die Interpretation der untersuchten Indikatoren entwickelt und andererseits eine wichtige Vergleichsdatenbasis geschaffen, die die Einordnung zukünftig erhobener Daten in der Melkprozessanalyse verbessern kann. Die Ergebnisse stellen somit insgesamt eine wichtige Basis für die weitere Entwicklung von Analysewerkzeugen für die Beurteilung des Melkprozesses und Förderung des tiergerechten Melkens dar.

## **VII. Nutzung des Innovationsdienstleisters**

Das Innovationsbüro EIP Agrar Schleswig-Holstein unterstützte das Projekt durch kompetente Beratung von der Antragsstellung über die finanzielle Abrechnung, die Öffentlichkeitsarbeit, allgemein regionale und überregionale Vernetzung bis zur Berichterstellung. Die Website des Innovationsbüros, die jährliche Organisation der gemeinsamen EIP-Veranstaltungen zur Landwirtschafts- und Verbrauchermesse NORLA in Rendsburg und die Konzeption einer Berichtsserie im Bauernblatt Schleswig-Holstein stellten wichtige Plattformen dar, um Ergebnisse aus den EIP-Projekten in festem Rahmen und regelmäßigen Intervallen an die breite Öffentlichkeit zu kommunizieren. Positiv begrüßt wurde auch die Teilnahme des Innovationsbüros an den OG-Treffen, insbesondere in der Anfangsphase der Projekte, mit wichtigen Impulsen zur Zusammenarbeit innerhalb einer Operationellen Gruppe und zur Vernetzung mit weiteren OGs.

## **VIII. Kommunikation und Dissemination**

Die Kommunikation und Dissemination des Projektfortschritts der Ergebnisse erfolgte durch die regelmäßige Teilnahme an Veranstaltungen und über Artikel

### **Aktive Teilnahme an Veranstaltungen des Innovationsbüros und des EIP-Netzwerkes**

02.09.2016	3. EIP-Agrar Forum im Rahmen der NORLA in Rendsburg (Poster)
22./23.11.2016	„Viele Themen, viele Fragen“, Bundesweiter EIP-Workshop für Operationelle Gruppen und IDL, Bonn (Poster)
09.01.2017	Zukunft Milchproduktion: Melktechnik, Fütterung und Stallbau – was gibt es Neues? Impulsreferat zum Thema „Euter-gesundheitsrisiken beim maschinellen Milchentzug“ durch Frau Dr. Reinecke und Projektvorstellung EIP-Projekt InnoMelk im Rahmen der Gemeinsamen EIP-Veranstaltung mit der OG Milch und der OG InnoBau, Rendsburg
26.09.2017	„EIP-Agri und Horizon 2020 – wie den Brückenschlag gestalten“: Projektvorstellung EIP-Projekt InnoMelk. Versuchsgut Lindhof
31.08.2018	4. EIP-Agrar-Forums im Rahmen der NORLA in Rendsburg (Poster)

### **Projektposter zu Jahrestagungen und Messen**

18.-20.10.2016	17. Jahrestagung der WGM, Triesdorf (Poster)
15.-18.11.2016	Messe EuroTier, Hannover (Poster)
30.9.-2.10.2019	20. Jahrestagung der WGM, Berlin (Poster)

## **Fachvorträge zu den Projektergebnissen**

- Meyer, D.: Entwicklung eines innovativen technikbasierten Analysewerkzeuges zur Förderung des tiergerechten Melkens - Vorstellung des ersten Konzeptentwurfes, 4. Düsser Milchviehforum, Bad Sassendorf, 26.01.2017
- Häußermann, A.: Kriterien für die Bewertung des Melkvorgangs und der Melkanlage, 6. Tänniker Melktechniktagung, Tännikon, Schweiz, 16.03.2017
- Häußermann, A.: Befragung zur Vorgehensweise bei der Beratung und Lösung von Problemen rund um den Melkvorgang. Mitgliederversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Riswick, Kleve, 10.10.2017
- Häußermann, A.: Melkroutine und Arbeitszeitbedarf – wenn Wissenschaft auf Praxis trifft. Ergebnisse einer norddeutschen Studie. Preisrichterschulung für den DLG-Bundeswettbewerb Melken 2018, Landwirtschaftliches Bildungszentrum Echem, 15.12.2017
- Häußermann, A.: Melkroutine und Arbeitszeitbedarf – Ergebnisse einer norddeutschen Studie. Beiratssitzung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Bad Hersfeld, 21.02.2018
- Meyer, D.: Methodenvergleich zur Bestimmung des Ausmelkgrades und Einflussfaktoren auf den Ausmelkgrad von Milchkühen. Beiratssitzung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft Haus Düsse, Ostinghausen, Bad Sassendorf, 22.01.2019
- Meyer, D.: Treten und Schlagen Kühe vermehrt bei hohen Vakuumwerten im Zitzengummikopf während des Melkens? Poster und Kurzvortrag innerhalb der Poster-Slam-Session „Wissenschaft kurzgefasst“, 69. Öffentliche Hochschultagung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel „Wer entscheidet über die Agrarsysteme von morgen?“, Kiel, 31.01.2019
- Meyer, D.: Einführung und Evaluierung einer neuen Methode zur Erfassung des Ausmelkgrades bei Milchkühen. Mitgliederversammlung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Berlin, 01.10.2019
- Knapstein, K.: Praxistauglichkeit von kulturellen Mastitis-Schnelltests, 20. Jahrestagung der Wissenschaftlichen Gesellschaft der Milcherzeugerberater e.V., Berlin, 01.10.2019
- Häußermann, A.: Tierverhalten im Melkstand – ein Indikator zur Beurteilung des Milchentzugs? 70. Öffentliche Hochschultagung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel „Welternährung oder Gemeinwohlleistungen? Unsere Land- und Ernährungswirtschaft nach 2020“, Kiel, 30.01.2020

### **Artikel im Rahmen der EIP-Serie im Bauernblatt Schleswig-Holstein**

Häußermann, A. (2016): Innovation für tiergerechtes Melken. Bauernblatt, 23.01.2016, S. 36.

Häußermann, A. (2017): Praxisgerechte Beurteilung des Melkprozesses. Bauernblatt, 07.01.2017, S. 28.

Häußermann, A., Schnipkoweit, N., Donicht, S., Ketelhodt, C. (2017): Innovationsprojekte der EIP boten Einblick in ihre Arbeit Bauernblatt: „Zukunft Milchproduktion“ stellte relevante Entwicklungen dar. Bauernblatt, 28.01.2017, S. 39 - 42.

### **Publikationen in Fachzeitschriften und Tagungsbänden**

Haeussermann, A., Meyer, D., Hartung, E. (2017): Kriterien für die Bewertung des Melkvorgangs und der Melkanlage“, Agroscope Science 45, S. 71-76

Braker, N.; Haeussermann, A.; Hartung, E.; Knappstein, K. (2019): Evaluation of three cultural diagnostic tests for the fast identification of mastitis pathogens. Abstracts IDF Mastitis Conference 2019, 14-16 May, Copenhagen, Denmark

Knappstein, K., Braker, N. Häußermann, A., Hartung, E. (2019): Praxistauglichkeit von kulturellen Mastitis-Schnelltests. Tagungsband 20. Jahrestagung der WGM, S. 29-32

Meyer, D., Häußermann, A., Hartung, E. (2019): Einführung und Evaluierung einer neuen Methode zur Erfassung des Ausmelkgrades bei Milchkühen. Tagungsband 20. Jahrestagung der WGM, S. 9-12

Meyer, D.; Haeussermann, A.; Barth, K.; Lingner, S.; Hartung, E. (2020): Evaluation of three methods to assess the degree of milk-out in dairy cows. Animal: an international journal of animal bioscience, S. 190-197

*Weitere Publikationen werden derzeit erstellt*