

ABSCHLUSSBERICHT

Optimierung der Produktionsabläufe in der Milch- und Jungrinderproduktion durch Arbeitszeitanalysen und Einführung von Standardroutinen



IMPRESSUM

Titel

Optimierung der Produktionsabläufe in der Milch- und Jungrinderproduktion durch Arbeitszeitanalysen und Einführung von Standardroutinen

Berichtszeitraum

01.01.2019 – 30.11.2020

Herausgeber

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern

Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft

Sachgebiet Agrarökonomie

Dorfplatz 1/OT Gülzow • 18276 Gülzow-Prüzen

Telefon: 03843/789-0

Fax: 03843/789-111

poststelle@lfa.mvnet.de

www.lfamv.de

Autoren

Jana Harms • Telefon: 03843 / 789-253

Titelfoto

Jana Harms

Gülzow, 30.11.2020

Inhaltsverzeichnis

Seite

1	Zielstellung	1
2	Material und Methoden	1
3	Deskriptive Statistik der Betriebe	4
3.1	Arbeitsverfahren Melken	4
3.1.1	Melken im Melkstand	4
3.1.2	Melken mit Automatischen Melksystemen	6
3.2	Arbeitsverfahren Fütterung	7
3.3	Arbeitsverfahren Kälberbetreuung	9
3.4	Arbeitsverfahren Liegeboxenpflege	11
4	Ergebnisse	12
4.1	Das Arbeitsverfahren Melken.....	12
4.1.1	Melken im Melkstand	12
4.1.2	Melken mit Automatischen Melksystemen	16
4.2	Das Arbeitsverfahren Fütterung	21
4.3	Arbeitsverfahren Kälberbetreuung	21
4.4	Liegeboxenreinigung	25
4.5	Herdenmanagement.....	26
5	Diskussion	28
5.1	Verfahren Melken	28
5.1.1	Melken im Melkstand	28
5.1.2	Melken mit Automatischen Melksystemen	29
5.2	Verfahren Fütterung.....	30
5.3	Verfahren Kälberbetreuung.....	31
5.4	Methodik und statistische Ergebnisse der Arbeitszeitmessungen	31
6	Schlussfolgerungen	33
7	Zusammenfassung	34
8	Literaturverzeichnis.....	36
9	Überleitung	38

Tabellenverzeichnis	Seite
Tabelle 1: Anzahl durchgeführter Arbeitszeitstudien sortiert nach Arbeitsverfahren.....	1
Tabelle 2: Übersicht über im Melkstand-Betriebe.....	4
Tabelle 3: Technikausstattung und Arbeitsbeschreibung für das Melkkarussell	4
Tabelle 4: Technikausstattung und Arbeitsbeschreibung für 2x12er Fischgrätenmelkstand..	5
Tabelle 5: Technikausstattung und Arbeitsbeschreibung für 2x20er Fischgrätenmelkstand..	5
Tabelle 6: Überblick über Betriebe mit Automatischen Melksystemen mit erfolgten Arbeitszeitstudien.....	7
Tabelle 7: Überblick über Anzahl der Arbeitszeitstudien in der Kälberbetreuung	11
Tabelle 8: Überblick über Haltungs- und Fütterungsverfahren der Kälberhaltung	11
Tabelle 9: Übersicht über Liegeboxenart, Reinigungsintervalle und Einstreumaterial	12
Tabelle 10: Arbeitszeitbedarf einzelner Arbeitselemente im Verfahren Melken im Melkstand (Mittelwert)	16
Tabelle 11: Epsilon (relativer Vertrauensbereich in %) einzelner Arbeitselemente des Melkens in Abhängigkeit vom Melkstand.....	16
Tabelle 12: Epsilon (relativer Vertrauensbereich in %) einzelner Arbeitselemente des Melkens im AMS	20
Tabelle 13: Variationskoeffizient (%) einzelner Arbeitselemente des Melkens im AMS	20
Tabelle 14: Ergebnisse der Arbeitszeitmessungen der Vorlageverfahren Selbstfahrer vs. gezogenes System (Futtermischwagen FMW)	21
Tabelle 15: Arbeitszeitbedarf einzelner Verfahren der Kälberbetreuung in AKmin/Kalb des Bestandes, Tag.....	22
Tabelle 16: Epsilon (relativer Vertrauensbereich in %) einzelner Arbeitselemente der Kälberbetreuung.....	25
Tabelle 17: Variationskoeffizient einzelner Arbeitselemente der Kälberbetreuung	25
Tabelle 18: Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenreinigung.....	26
Tabelle 19: Statistische Kennzahlen für die Liegeboxenreinigung	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: REFA-Standardprogramm für statistische Auswertungen von Zeitaufnahmen nach dem Variationszahlverfahren (REFA, 1997).....	3
Abbildung 2: Einstreuroboter (links), transportable Melkmaschine zum Anmelken abgekalbter Kühe (rechts)	6
Abbildung 3: Selbstfahrender Futtermischwagen	8
Abbildung 4: Gezogener Futtermischwagen mit 110 PS Schlepper (links); Befüllen des Futtermischwagens mit Hilfe eines 130 PS Radladers (rechts)	8
Abbildung 5: Haltung der Tränkkälber in Betrieb A.....	9
Abbildung 6: Gruppentränke in Betrieb B	9
Abbildung 7: Winter- (links) und Sommerstandort (rechts) in Betrieb C.....	10
Abbildung 8: Einzelboxenhaltung in Betrieb D	10
Abbildung 9: Prozentualer Anteil der Arbeitsvorgänge in Bezug zur gesamten Arbeitszeit.....	12
Abbildung 10: Prozentualer Anteil der Arbeitsvorgänge in Bezug zur gesamten Arbeitszeit.....	13
Abbildung 11: Arbeitszeitbedarf für Arbeiten der Melker (AKmin je Melkung).....	13
Abbildung 12: Arbeitszeitbedarf für Arbeiten der Melker (AKh je laktierende Kuh und Jahr)	14
Abbildung 13: Prozentuale Verteilung des Zeitbedarfs vom Treiber des IM-Karussells.....	14
Abbildung 14: Arbeitszeitbedarf für das Treiben der Kühe zum 2x12er FGM (AKmin/zugetriebene Kuh)	15
Abbildung 15: Arbeitszeitbedarf für die AMS-Betreuung in AKh je Kuh und Jahr	17

Abbildung 16: Arbeitszeitbedarf in 1/100 Minute (HM) je Melkung für Arbeiten des Verfahrens Melken.....	17
Abbildung 17: Arbeitszeitbedarf für die Arbeitselemente des Melkens im AMS (1/100 Minute je nachzutreibende Kuh).....	20
Abbildung 18: Einfluss der Mechanisierung auf den Arbeitszeitbedarf für das Tränken der Kälber in Einzelhaltung	23
Abbildung 19: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs von Arbeitselementen für die Fütterung der Kälber in Einzelhaltung (K0) (AKmin je Kalb des Bestandes und Tag), Betrieb D in Abhängigkeit von der Jahreszeit	23
Abbildung 20: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs der Arbeitselemente für die Fütterung der Einzelboxenkälber der Betriebe C und D	24
Abbildung 21: Prozentuale Verteilung des Arbeitszeitbedarfes der durchgeführten Arbeiten am Gesamtarbeitszeitbedarf einer HerdenmanagerIn	27

Tabellenanhang

Tabelle A1: Arbeitselemente des Arbeitsverfahren Melken im Melkstand.....	40
Tabelle A2: Einzelzeiten der Arbeitselemente als Mittelwert der vier beobachteten Melker (in hundertstel Minute je gemolkene Kuh) im Betrieb 2x12er Fischgrätenmelkstand.....	41
Tabelle A3: Statistische Ergebnisse des Melkers 1 2x12er FGM.....	42
Tabelle A4: Statistische Ergebnisse des Melkers 2 2x12er FGM.....	43
Tabelle A5: Statistische Ergebnisse des Melkers 3 2x12er FGM.....	44
Tabelle A6: Statistische Ergebnisse des Melkers 4 des 2x12er FGM.....	45
Tabelle A7: Statistische Ergebnisse des Melkers 1 des 2x20er FGM.....	46
Tabelle A8: Statistische Ergebnisse des Melkers 2 des 2x20er FGM.....	47
Tabelle A9: Statistische Ergebnisse der Reinigungskraft des 2x20er FGM	48
Tabelle A10: Statistische Ergebnisse des Melkers 4 des 2x20er FGM	48
Tabelle A11: Statistische Ergebnisse des Melkers 5 des 2x20er FGM	49
Tabelle A12: Statistische Ergebnisse des Melkers 1 des 32er Innenmelker Karussell	50
Tabelle A13: Statistische Ergebnisse des Melkers 2 des 32er Innenmelker Karussell	51
Tabelle A14: Statistische Ergebnisse des Melkers 3 des 32er Innenmelker Karussell	52
Tabelle A15: Statistische Ergebnisse des Melkers 3 des 32er Innenmelker Karussell	53
Tabelle A16: Statistische Ergebnisse des Treibers des 32er Innenmelker Karussell.....	54
Tabelle A17: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb G	55
Tabelle A18: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 2 im Betrieb G	56
Tabelle A19: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 3 im Betrieb G	57
Tabelle A20: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb H	58
Tabelle A21: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb H mit Ortung	59
Tabelle A22: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 2 im Betrieb H	60
Tabelle A23: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb T	61
Tabelle A24: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 2 im Betrieb T	62
Tabelle A25: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb S.....	63

Tabelle A26: Statistische Ergebnisse des Fütterers in Betrieb H.....	64
Tabelle A27: Statistische Ergebnisse des Fütterers in Betrieb T.....	65
Tabelle A28: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung 1 in Betrieb T.....	66
Tabelle A29: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung 2 in Betrieb T.....	67
Tabelle A30: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung in Betrieb H	68
Tabelle A31: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung in Betrieb C	69
Tabelle A32: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung in Betrieb D	70
Tabelle A33: Statistische Ergebnisse des Herdenmanagers in Betrieb G	72

Abkürzungsverzeichnis

AKh	Arbeitskraftstunde
AKmin	Arbeitskraftminute
AMS	Automatisches Melksystem
BZM	Bezugsmaß
ϵ	Epsilon – statistische Kennzahl
FGM	Fischgrätenmelkstand
FMW	Futtermisch- und verteilwagen
GIS	Geoinformationssystem
HM	hundertstel Minute – Zeiteinheit für Arbeitszeitmessungen
IM-K	Innenmelker-Karussell
JR	Jungrinder
K0	Tränkkälber in Einzelhaltung
K1	Tränkkälber in Gruppenhaltung
n	Anzahl Messwerte
REFA	Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e.V.
TMR	Totale Mischration
VK	Variationskoeffizient – statistische Kennzahl
VB/2	halber Vertrauensbereich – statistische Kennzahl

Danksagung

Die Mitarbeiter des Institutes für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei in Mecklenburg-Vorpommern danken den Betriebsleitern und Mitarbeitern der Landwirtschaftsbetriebe für die Bereitstellung der Betriebsdaten und für ihre konstruktive Mitarbeit, ohne die die vorliegende Auswertung nicht möglich gewesen wäre.

1 Zielstellung

Die Milchproduktion bindet durch die Komplexität des Verfahrens viel Arbeitszeit. Dabei müssen vor allem den hochleistenden und sensibel reagierenden Milchkühen große Beachtung geschenkt werden, denn nach wie vor sind die Verlustraten nicht zufriedenstellend und die Zwangsmerzungsraten insbesondere erstlaktierender Kühe hoch (HARMS, 2019). Diese dürften nicht allein durch Fehler im Management der laktierenden und vorzubereitenden Tiere, sondern auch in der Kälber- und Jungrinderaufzucht begründet sein. Insbesondere wirkt sich der Fachkräftemangel gravierend auf die Betreuungsqualität aus. Überlastungen durch Überstunden, Wochenend- und Schichtarbeit führen zur sogenannten Betriebsblindheit. In nur wenigen Betrieben wird an der Optimierung von Arbeitsprozessen gearbeitet, die wiederum Voraussetzungen für eine effektivere Teamarbeit schafft, zugleich aber auch Individualisten Raum für eigene Betätigung bietet, um Mehrarbeit in kürzerer Zeit zu leisten.

Um Erkrankungen, Brunsten und auch Kalbungen so früh wie möglich zu erkennen, sollte die Tierbeobachtung als wichtigstes Arbeitselement in der Tierproduktion anerkannt sein. Tatsache ist jedoch, dass diese in vielen Betrieben nebenbei durchgeführt wird. Der Einsatz teurer Technik (Heatime®, Messung der Wiederkauaktivität, Leitfähigkeit etc.) führt ebenfalls nur dann zum Erfolg, wenn bei Meldung auch sofort gehandelt wird. Wenn die Tierbeobachtung oberste Priorität bei allen Mitarbeitern erlangen soll, müssen alle anderen Arbeiten routinemäßig, in einer standardisierten Qualität erledigt werden. Voraussetzung dafür ist das Wissen um den Arbeitszeitbedarf einzelner Arbeitselemente und das Erkennen der Interaktionen der Mitarbeiter untereinander.

Ziele dieser Arbeit sind

1. die Feststellung des Arbeitszeitbedarfs einzelner Arbeitsverfahren,
2. die Erarbeitung von Potentialen zum effektiveren Einsatz der Arbeitskräfte,
3. und Beginn des Datenbankaufbaus mit Planzeitbausteinen.

Planzeitbausteine bilden die Grundlage für die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs sowohl in bereits bestehenden als auch neu aufzubauenden Produktionsprozessen. In weiterführenden Arbeiten sollen diese dazu genutzt werden, kommende Arbeitsspitzen besser planen zu können, was zum Beispiel bei ungewöhnlich hoher Anzahl Kalbungen eintritt. Ziel ist es, dass Arbeitsteam auf diese Arbeitsspitzen vorzubereiten, so dass alle Arbeiten in gleichbleibender Qualität durchgeführt werden, allen voran die Tierbeobachtung. Andererseits sind Arbeitstaler produktiver zu nutzen, um Arbeiten zu erledigen, die selten oder nie erledigt werden (Bsp. Lampen putzen).

2 Material und Methoden

Für die Bearbeitung des Themas war die enge Zusammenarbeit mit Praxisbetrieben erforderlich. Diese wurden nach bestimmten Fragestellungen ausgewählt, woraufhin meist mehrere Arbeitszeitstudien mit einer bis vier Arbeitskräften durchgeführt wurden. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über Anzahl der Betriebe und der durchgeführten Arbeitszeitstudien in den jeweiligen Arbeitsverfahren. Diese Studien entstanden im Zeitraum vom September 2016 bis Oktober 2019.

Tabelle 1: Anzahl durchgeführter Arbeitszeitstudien sortiert nach Arbeitsverfahren

Verfahren	Melken im Melkstand	Melken mit dem AMS	Fütterung	Kälberbetreuung	Herdenmanagement
Anzahl Betriebe	3	4	2	3	1
Anzahl Studien	19	25	2	10	1

Grundsätzlich wurde vor Beginn der Arbeitszeitstudien mit allen teilnehmenden Kollegen über Vorgehensweise und Ziele gesprochen. In keinem Fall wurden die Studien abgelehnt, weder aus fachlichen, noch aus persönlichen Gründen.

In Anlehnung an HAMMER (1997) basieren die durchgeführten Arbeitszeitstudien auf die Zerlegung der Arbeitsverfahren in Arbeitselemente. Diese Vorgehensweise sichert die Erarbeitung von Planzeitbausteinen ab, mit deren Hilfe Arbeitspläne betriebsindividuell und situationsbezogen er-

stellt werden können. Alle Studien wurden als Fortschrittszeitmessung durchgeführt, um alle Arbeiten des jeweiligen Verfahrens erfassen zu können. Die Studien wurden mit dem Programm *MEZA* der Firma *Drigus GmbH* (2008) durchgeführt. Der Export der gewonnenen Daten sicherte die weitere Bearbeitung und Auswertung in Excel ab. Zur Erfassung der Einflussgröße „Wege“ bekam der zu beobachtende Mitarbeiter einen Schrittzähler. Um die Schrittlänge zu ermitteln, wurde eine vorgegebene Strecke mittels Laufrad ausgemessen (Schrittlänge x Anzahl Schritte = zurückgelegter Weg). Der Weg als Einflussgröße auf die erforderliche Zeit, um diesen Weg zurückzulegen, konnte erst nach absolvierter Messung in *MEZA* korrigiert werden. Fehler, die während der Zeitstudie auftraten, z.B. Wahl eines falschen Messpunktes wurden während der Studie ins Handy (Notizen) gesprochen und im Anschluss in *MEZA* korrigiert.

Um letztendlich Planzeiten für die Betriebsplanung zu erhalten, müssen zahlreiche statistische Verrechnungen der durchgeführten Zeitstudien vorgenommen werden. Denn Ziel von Arbeitszeitstudien ist die Erlangung allgemeingültiger Aussagen zum Arbeitszeitbedarf. Bedingung dafür ist, dass die Messwerte zufällig, ohne Ausreißer und normalverteilt sind. Erste statistische Auswertungen liefert die Software *MEZA* bereits während der Messung. Es handelt sich hierbei um den sogenannten Epsilon-Test, welcher von SCHICK (2006) als problemorientiertes Testverfahren bezeichnet wurde. Er soll aufzeigen, in welchem Verhältnis der Stichprobenmittelwert $\bar{x}$ vom Mittelwert μ der Grundgesamtheit abweicht (SCHICK, 2006). Folgende Kennzahlen werden ausgewiesen:

n	Anzahl der Einzelzeiten eines Ablaufabschnittes oder der Zyklen.
Varianz $v=s^2$	Die Varianz beschreibt die mittlere quadratische Abweichung aller Einzelwerte vom arithmetischen Mittelwert (RASCH, 1983).
Standardabweichung s	Die Standardabweichung ist ein Maß für die Streubreite der Werte eines Merkmals rund um dessen Mittelwert (arithmetisches Mittel). Vereinfacht gesagt, ist die Standardabweichung die durchschnittliche Entfernung aller gemessenen Ausprägungen eines Merkmals vom Durchschnitt (Anonym [1], 2019). Sie errechnet sich als Quadratwurzel der Varianz: $s = \sqrt{v}$
Variationskoeffizient	Der Variationskoeffizient ist der Quotient aus Standardabweichung und (arithmetischem) Mittelwert. Der Variationskoeffizient wird üblicherweise in Prozent angegeben (deshalb auch als relative Standardabweichung oder Standardfehler bezeichnet), er ist von den zugrundeliegenden Maßeinheiten (z.B. €, Jahre, Gewicht in kg etc.) unabhängig. Dadurch ist der Variationskoeffizient v.a. geeignet, Daten, die in unterschiedlichen (länderspezifischen) Einheiten gemessen werden (z.B. € und US-Dollar oder km und Meilen), zu vergleichen (Anonym [2], 2019). Bei einem Variationskoeffizienten $\leq 33\%$ liegt eine Normalverteilung der Werte vor, bei $\geq 33\%$ wird ein Logarithmieren der Daten empfohlen (HENNEBERG et al, 1973).
$\frac{1}{2}$ Vertrauensbereich	Der Vertrauensbereich (VB) gibt den Bereich an, in dem der wahre Mittelwert mit einer Wahrscheinlichkeit von $1-\alpha$ enthalten ist. Im Bereich der Arbeitszeitstudien der industriellen Fertigung wird von einer Wahrscheinlichkeit von 95 % ausgegangen (DRIGUS GmbH, 2008). Das Programm <i>MEZA</i> weist den halben Vertrauensbereich aus.
Epsilon	Epsilon drückt aus, in welchem relativen Verhältnis der Stichprobenmittelwert $\bar{x}$ vom Mittelwert μ der Grundgesamtheit abweicht. Dieser wird auch als relativer Vertrauensbereich bezeichnet (SCHICK, 2006).
n`	Der Epsilon-Test kann und wird im Programm <i>MEZA</i> dazu verwendet, die erforderliche Anzahl Stichproben zur Sicherung des relativen Vertrauensbereiches von 5% zu berechnen.

Die Maßeinheit, in der Arbeitszeitstudien durchgeführt werden, ist die hundertstel Minute (HM). Nach REFA (1997) werden Arbeitsverfahren in einzelne Arbeitselemente zerlegt, wobei Einflussgrößen und Bezugsmaße beachtet werden müssen. Ein Beispiel zeigt die Tabelle A1 des Anhangs für das Verfahren Melken. Die statistischen Auswertungen von Arbeitszeitstudien erfolgen nach dem Variationszahlverfahren mit den oben genannten statistischen Kennzahlen (Abbildung 1). Diese Methode eignet sich insbesondere für die automatisierte Datenauswertung (REFA, 1992 in SCHICK, 2006).

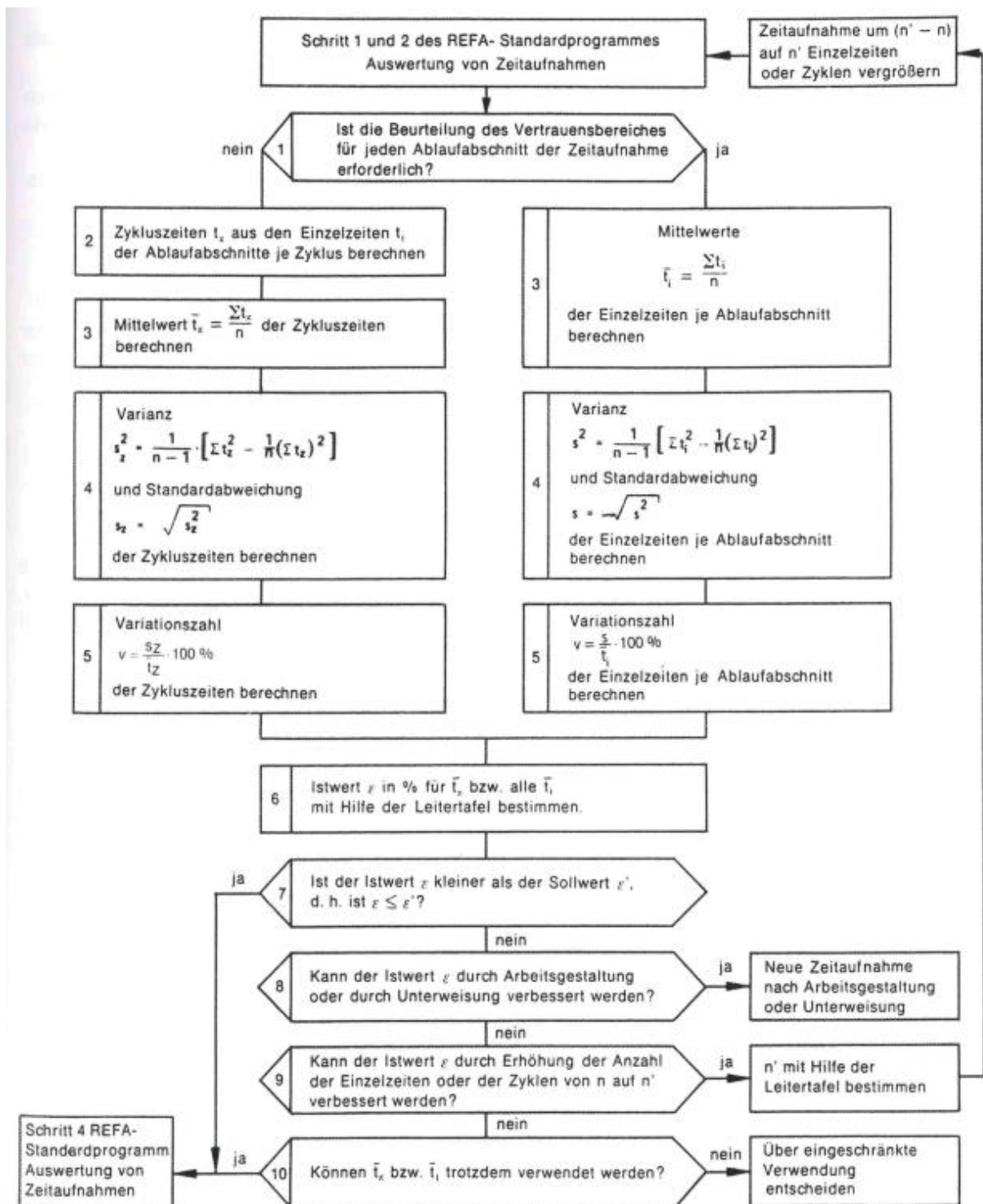


Abbildung 1: REFA-Standardprogramm für statistische Auswertungen von Zeitaufnahmen nach dem Variationszahlverfahren (REFA, 1997)

3 Deskriptive Statistik der Betriebe

3.1 Arbeitsverfahren Melken

3.1.1 Melken im Melkstand

Insgesamt 19 Studien wurden in drei Betrieben durchgeführt, die die Kühe mit einem Melkstand melken. Dabei ging es ausschließlich um das Verfahren Melken, wodurch die Melker als auch der Treiber in die Studien einbezogen wurden. Hohe Leistungen der Milchkühe waren kennzeichnend für die Betriebe (Tabelle 2). Der Tierbestand variierte zwischen 474 und 1.246 Kühe, die Melkfrequenz zwischen zwei und dreimal Melken je Tag.

Tabelle 2: Übersicht über im Melkstand-Betriebe

Kennzahl	Einheit	32er IM-Karussell	2x12 er FGM	2x20 FGM
Baujahr		1997	2000	2005
Melkfrequenz	n/Kuh, Tag	3	3	2
Milchkuhbestand	Tiere/Jahr	628	474	1.246
Milchproduktion	kg/Kuh, Jahr	10.710	12.317	10.939

Das 32er Innenmelker-Karussell

Zwei Melker und ein Treiber melkten die Kühe im Schichtsystem. Dabei war die Tagschicht geteilt in Früh- und Mittelschicht für jeweils ein Team. Ein anderes Team erledigte die Arbeiten in der Nachtschicht. Das Karussell wurde 1997 installiert, war aber in einem sehr guten Zustand. Die heute übliche Ausstattung war vorhanden (Tabelle 3).

Tabelle 3: Technikausstattung und Arbeitsbeschreibung für das Melkkarussell

Bezeichnung	32er Innenmelkerkarussell
Auszuführende Arbeiten	
Treiben	Treiber
Melken inkl. Dippen	2 Melker
Euterbehandlungen	Melker
Liegeflächen reinigen	Treiber
Reinigung	Melkstand mit Hochdruckreiniger nach jeder Schicht; Vorwarte Hof Spalten keine Reinigung; Treibegänge werden abgeschoben und mit Wasserschlauch nach jeder Schicht gereinigt
Filterwechsel	Melker
Abkalbekontrolle, Versorgung von Kalb und Kuh	nur nachts
Technische Ausrüstung	
Automatische Abnahme	vorhanden
Schnellaustrieb	
Tiererkennung	vorhanden
Milchmengenmessung	vorhanden
Melkzwischeninfektion	Melkzeug wird automatisch durch eine Wanne gezogen



Der 2x12er Fischgrätenmelkstand

Pro Schicht war ein Melker für das Zutreiben der Kühe zum Melkstand, das Melken und die Reinigung der Tiefliegeboxen zuständig. Letzteres wurde während des Zutriebs erledigt. Die Ausstattung und die zu erledigenden Arbeiten sind der Tabelle 4 zu entnehmen.

Tabelle 4: Technikausstattung und Arbeitsbeschreibung für 2x12er Fischgrätenmelkstand

Bezeichnung	2x12er Fischgrätenmelkstand	
Auszuführende Arbeiten		
Treiben	Melker	
Melken inkl. Dippen	Melker	
Euterbehandlungen	selten der Melker	
Liegeflächen reinigen	Melker	
Reinigung	Vorreinigung der Melkstades mit Wasserschlauch anschl. mit Hochdruckreiniger nach jeder Schicht, Vorwarte Hof und Treibegänge 2x je Tag abschieben, 1x mit Wasserschlauch gereinigt	
Filterwechsel	Melker	
Abkalbekontrolle, Versorgung von Kalb und Kuh	nur nachts	
Technische Ausrüstung		
Automatische Abnahme	vorhanden	
Schnellaustrieb	vorhanden	
Tiererkennung	vorhanden	
Milchmengenmessung	vorhanden	
Melkzwischendesinfektion	mit Sprühpistole	

2x20er Fischgrätenmelkstand

Der 2005 installierte Melkstand hatte im Vergleich zum 2x12 FGM eine automatische Zwischenendesinfektion und einen Servicearm, an dem das Melkgeschirr angebracht war. Zwei Teams, jeweils ein Melker und ein weiterer Mitarbeiter, der neben dem Melken auch die Kühe zutrieb, arbeiteten im Zweischichtsystem (Tabelle 5). Nach jeder Melkschicht reinigte eine dritte Arbeitskraft den Melkstand, Vorwarte Hof sowie den Zutrieb und die Fläche des Schnellaustriebs.

Tabelle 5: Technikausstattung und Arbeitsbeschreibung für 2x20er Fischgrätenmelkstand

Bezeichnung	2x20er Fischgrätenmelkstand	
Auszuführende Arbeiten		
Treiben	Melker	
Melken inkl. Dippen	2 Melker	
Euterbehandlungen	Melker	
Liegeflächen reinigen	Melker	
Reinigung	Zwischenreinigung der Standflächen mit automatischer Sprühvorrichtung, Endreinigung von anderer AK	
Filterwechsel	Melker	
Abkalbekontrolle, Versorgung von Kalb und Kuh	andere AK	
Technische Ausrüstung		
Automatische Abnahme	vorhanden	
Schnellaustrieb	vorhanden	
Tiererkennung	vorhanden	
Milchmengenmessung	vorhanden	
Melkzwischendesinfektion	automatisch	

3.1.2 Melken mit Automatischen Melksystemen

Im Allgemeinen sind die Arbeiten der Roboterbetreuer in den untersuchten Betrieben nicht unterschiedlich. Die MitarbeiterInnen hatten die Aufgabe, Kühe, die innerhalb des festgelegten Melkintervalls nicht zum Melken erschienen sind, zu suchen und dem Automatischen Melksystem (AMS) zuzuführen (im Folgenden auch Stundenkühe genannt). Ferner waren sie für die Pflege der Liegeboxen, Lauf- und Übergänge, Tränken und der AMS zuständig.

Betrieb G

Betrieb G melkte 462 Kühe in 8 Melkrobotern im freien Kuhverkehr (Tabelle 6). Die AMS waren jeweils zu zweit an jeder Liegeboxenreihe angeordnet. Nachzutreibende Kühe schrieben die MitarbeiterInnen direkt am Display des AMS ab und gingen dann in den Bestand, um die Kühe zu suchen und dem AMS zuzuführen. Um die Tiere am Flüchten zu hindern, konnte eine Art Vorwarte Hof mittels schwenkbaren Gittern gebaut werden. Zu den Aufgaben der AMS-Betreuung gehörte weiterhin das Reinigen der AMS, der AMS-Räume, der Liegeboxen und Übergänge. Auch das Separieren von Kühen, das Entfernen der Euterbehaarung und Rasieren der Schwanzquaste wurde von den AMS-Betreuern routinemäßig durchgeführt. Tägliche Einstreu der mit Sand gefüllten Tiefliegeboxen übernahm ein oberflurig angebrachter Einstreuroboter (Abbildung 2). Das Anmelken der frisch abgekalbten Kühe fand jeweils in den Strohbuchten am Ende des 109 m langen Stalles mit einer transportablen Melkmaschine statt (Abbildung 2). Betrieb G arbeitete im Zweischichtsystem, wobei die Tagesschicht von einer ausgebildeten Fachkraft und einem Auszubildenden besetzt waren, die Spätschicht von nur einer Fachkraft.



Abbildung 2: Einstreuroboter (links), transportable Melkmaschine zum Anmelken abgekalbter Kühe (rechts)

Betrieb H

Sechs AMS unterschiedlichen Alters melkten 338 Kühe in Betrieb H (Tabelle 6). Diese waren jeweils zu zweit am Anfang, in der Mitte und am Ende des Stalles installiert. Die Kühe bewegten sich im freien Kuhverkehr, wobei auch in diesem Betrieb ein Vorwarte Hof mittels Hubtore eingerichtet werden konnte. Frischlaktierende Kühe wurden von der Mitarbeiterin, die für die Kälberbetreuung zuständig war, mit einer transportablen Melkmaschine angemolken. Hochliegeboxen mit Kuhkomfortmatten standen den Kühen zum Wiederkauen und Ausruhen zur Verfügung. Die Mitarbeiter analysierten in den ersten Studien am Computer, welche Kühe nachgetrieben werden mussten, schrieben diese Tiere auf einen Zettel und suchten sie anschließend im Bestand. Ein Jahr später wurde eine Kuhortung installiert, wodurch es möglich war, im Stall per Smartphone die Analyse der Stundenkühe durchzuführen (HARMS, 2019). Zur Betreuung der melkenden Kühe war eine Arbeitskraft zuständig, die im geteilten Tagschichtsystem arbeitete.

Betrieb S

Im größten der vier analysierten Betriebe konnten 1.257 Kühe zu 26 AMS-Stationen im freien Kuhverkehr zum Melken gehen (Tabelle 6). Automatisierte, per Fernsteuerung zu bedienende Hubtore erleichterten den Zutrieb der Stundenkühe. Die ersten drei Gemelke der Frischlaktierenden entzog der Mitarbeiter des Reprobereiches mit einer Kannenmelkanlage. Ab dem dritten Gemelk wurden die Kühe vom Reprobereich an die AMS getrieben. Wenn die frisch laktierenden Kühe ohne erkennbare Erkrankungen blieben, wurden sie in die Kuhgruppen integriert und am AMS gemolken. Auch in diesem Betrieb unterschieden sich die von den AMS-Betreuern durchgeführten Tätigkeiten nicht von den vorher beschriebenen Betrieben. Der Abruf der Stundentiere fand im Sozialtrakt an dem dort zur Verfügung stehenden Computer statt, wobei auch hier die fünfstelligen Kuhnummern auf einen kleinen Zettel notiert wurden. Tiefliegeboxen mit Gärresteeinstreu, die täglich gereinigt wurden, standen den Kühen zum Liegen und Verdauen zur Verfügung.

Betrieb T

In 4 AMS wurden 249 Kühe im freien Kuhverkehr gemolken (Tabelle 6). Die Aufgaben der MitarbeiterInnen waren die gleichen wie in den vorhergehend beschriebenen Betrieben, wobei diese nach der AMS-Betreuung auch die Kälbersversorgung übernahmen. Das Anmelken der frisch abgekalbten Kühe geschah im AMS, wobei das Kolostrum in speziell vorgerichtete Eimer abgeleitet werden konnte. Für die Ruhephasen standen den Kühen Hochliegeboxen mit einer minimalen Einstreumenge eines Stroh-Kalk-Gemisches zur Verfügung. Für den Transport der Einstreu nutzten die Mitarbeiter eine Schubkarre und per Hand und Schaufel gelangte die Einstreu dann auf die Hochliegeboxen. Der Stall hatte einen T-förmigen Grundriss, wobei die AMS hintereinander in einem Teil des Stalles angeordnet waren. Vor den AMS sorgten mit mechanischen Hubtoren ausgerüstete Vorwartehefe für ein entspanntes Herantreiben der Stundenkühe. Zentral, zwischen den AMS gelegen, befand sich der PC-Raum. Über das Robotermanagementprogramm erhielten die MitarbeiterInnen Informationen über die Stunden-, Besamungs- und Behandlungskühe, wobei sie die fünfstelligen Kuhnummern auf einen Zettel notierten. In diesem Betrieb arbeitete der AMS-Betreuer in geteilter Tagesschicht, bei Arbeiten wie z.B. dem Zutreiben von Erstlaktierenden in das AMS kam ein Kollege hinzu, um die Arbeitssicherheit zu gewährleisten.

Tabelle 6: Überblick über Betriebe mit Automatischen Melksystemen mit erfolgten Arbeitszeitstudien

Kennzahl	Einheit	Betrieb G	Betrieb H	Betrieb S	Betrieb T
Baujahr		2013	4x2011 1x2015 1x2016	2017	2014
Anzahl Studien	n	5	13	4	4
Melkplätze	n	8	6	26	4
Melkfrequenz	Anzahl	2,8	2,9	3,3	2,4
Melkungen	n/Tag, AMS	164	166	162	152
Michkuhbestand	n Melkende	462	338	1.257	249
Milchproduktion	kg/Kuh, Jahr	10.647	10.531	12.182	9.962
	kg/Melkung	11,8	11,1	11,5	11,6

3.2 Arbeitsverfahren Fütterung

Für das Verfahren „Fütterung“ konnten zwei Betriebe mit unterschiedlicher Technologie für die Durchführung von Arbeitszeitmessungen gewonnen werden. Es entstand ein Vergleich des Arbeitszeitbedarfes für die Fütterung mit dem selbstfahrenden Futtermischmischwagen vs. der gezogenen Variante.

Der Selbstfahrer

Der Futterfahrer dieses Verfahrens war Mitte zwanzig und zeichnete sich durch seinen sehr umsichtigen Umgang mit der Maschine aus. Dennoch erledigte er die einzelnen Arbeitsschritte zügig. Der Selbstfahrer verfügt über ein Fassungsvermögen von 16 m³, ein beidseitiges Austragband und ist mit einem 175 PS starken Motor ausgerüstet (Abbildung 3). Er versorgte 542 Großvieheinheiten. Die Ration der Milchkühe bestand aus Gras- und Maissilage, Zuckerrübenpressschnitzel, Getreide, Mineralstoffen und einem Premix aus Stroh, Rapsextraktionsschrot sowie einer auf die Inhaltsstoffe des Grundfutters ausgerichteten Kraftfuttermischung.



Zur Anfertigung des Premixes wurde vorrangig der Futtermischwagen genutzt, wobei für das Zusammenschieben der Mischung sowie das Holen und Wegbringen flüssiger Futtermittel und Mineralstoffe ein Hoflader erforderlich war. Das Premix wird für mehrere Tage angefertigt und ging in die folgenden Arbeitszeitberechnungen anteilig mit der Tagesfuttermenge ein.

Abbildung 3: Selbstfahrender Futtermischwagen

Im Mittel der Messungen wurden fast 16 t Futter je Tag geladen und verteilt. Dabei legte der Futtermischwagen eine Strecke von rund 6 km im Sommer und 10 km im Winter zurück. Grund der relativ großen Differenz war die Lage der Silos.

Der gezogene Futtermischwagen

Ein routinierter Fütterer, Mitte dreißig mit präzise ausgeführten Arbeitsabläufen bediente sowohl den Schlepper vor einem 22m³ fassenden, gezogenen Futtermischwagen als auch einen 130 PS Radlader mit Schaufel und Silozange (Abbildung 4).



Abbildung 4: Gezogener Futtermischwagen mit 110 PS Schlepper (links); Befüllen des Futtermischwagens mit Hilfe eines 130 PS Radladers (rechts)

Im Durchschnitt der Messungen wurden je Tag knapp 14 t Futter geladen und gemischt, wobei Gras- und Maissilage die Hauptbestandteile waren. Diese lagerten in stallnahen Silos, so dass die Fahrtwege sowohl des Radladers als auch des Futtermischwagens kurz waren. Die Kraftfutterkomponenten Soja-, Rapsextraktionsschrot sowie Maisschrot wurden aus Kraftfuttersilos direkt in den Futtermischwagen eingefüllt. Zuckerrübenrockenschnitzel lagerten unter Dach, genauso wie das Mineralfutter. Beides wurde per Hand in die Schaufel des Radladers gefüllt und anschließend in den Futtermischwagen geschüttet.

3.3 Arbeitsverfahren Kälberbetreuung

Das Verfahren Kälberbetreuung konnte in vier Betrieben mit teilweise unterschiedlichen Technologien, in verschiedenen Jahreszeiten und mit unterschiedlichen Mitarbeitern gemessen werden (Tabelle 7). Grundsätzlich erfolgte im Aufbau der Arbeitszeitstudien eine Trennung des Arbeitszeitbedarfes für die Betreuung der Kälber in Einzelhaltung (i.d.R. bis zum 14. Lebenstag) und der Tränkkälber in Gruppenhaltung (Tabelle 8).

Betrieb A

In Betrieb A wurden die Kälber bis zum 15. Lebenstag in Iglus untergebracht. Eine Überdachung war nicht vorhanden. Das tägliche Nachstreuen schützte die Kälber vor zu starkem Kälteverlust, einfache Sonnenschirme vor starker Sonneneinstrahlung. Die notwendige Milchmenge zur Fütterung der kleinen Kälber wurde per Hand angerührt, mit einem Handwagen zum Iglu-Standort transportiert und per Hand in die Nuckeleimer verteilt. Die größeren Tränkkälber waren in mit Stroh eingestreuten Gruppenbuchten im Stall untergebracht, wobei einfache Wanddurchbrüche den Kälbern die Gelegenheit boten, sich auch im Freien aufzuhalten. Jeweils zwei Gruppen, mit einer Besatzstärke von rund 15 Tieren, hatten freie Milchaufnahme am Tränkautomaten (Abbildung 5).



Abbildung 5: Haltung der Tränkkälber in Betrieb A

Betrieb B



In Betrieb B waren die kleinen Kälber teilweise in Einzelbuchten im Stall und im Außenbereich in Iglus untergebracht. Ein Nachstreuen fand nach Bedarf statt. Teilweise überdachte Gruppenbuchten mit Einstreu standen den älteren Kälbern zur Verfügung. Die Verabreichung der angesäuerten Milch fand bei allen Tränkkälbern über das Milchtaxi statt, wobei die größeren Tiere über Gruppentränken ihre Milch erhielten (Abbildung 6).

Abbildung 6: Gruppentränke in Betrieb B

Betrieb C

Alle Arbeitszeitmessungen in Betrieb C führte Frau Jana Richard (2018) im Rahmen ihrer Bachelorarbeit durch. Sie fanden an vier Tagen im Frühjahr mit zwei Mitarbeiterinnen statt. Ungewöhnlich lange Wege für Mensch und Technik waren zurückzulegen, weil die Tränkkälber an zwei ca. 300 m voneinander entfernten Standorten gehalten wurden. Auf dem Standort A (Winterhaltung) waren alle Kälber unter Dach (Abbildung 7). In der Mitte des Gebäudes befindet sich die Milchküche, links und rechts davon die Einzelboxen der kleinen Kälber. Wieder links und rechts von diesem Einzelhaltungsbereich sind je zwei Gruppenbuchten mit 10 bis 12 Tieren angeordnet. Diese Kälber wurden über Tränkautomaten versorgt, die kleineren Kälber über Nuckeleimer, wobei die Befüllung der Eimer mit dem Milchtaxi erfolgte. Der Sommerstandort verfügt sowohl über Einzel- als auch Doppelglus für die kleineren Kälber bis zum 14. Lebenstag und Großraumglus sowie mobile Kälberställe für die Gruppenhaltung. In beiden Haltungsabschnitten wurden die Tiere mit Milch aus dem Milchtaxi versorgt. Kälberkraftfutter bekamen die jüngsten Kälber als Beifutter, die älteren erhielten zusätzlich Maissilage. Zum Zeitpunkt der Messungen versorgten die Mitarbeiterinnen an beiden Standorten die Kälber.



Abbildung 7: Winter- (links) und Sommerstandort (rechts) in Betrieb C

Betrieb D



Die Arbeitszeitmessungen in Betrieb D fanden im Spätherbst mit einer Mitarbeiterin (Studie Dw) und einem männlichen Mitarbeiter (Studie Dm) statt. Während in der Messung der Mitarbeiterin alle Kälber bis zum 14. Lebenstag in Einzelboxen unter Dach gehalten wurden (Abbildung 8), befanden sich bei dem Mitarbeiter rund 60% der Kälber in Einzelglus im Außenbereich.

Abbildung 8: Einzelboxenhaltung in Betrieb D

Die Versorgung der kleinen Kälber mit Milch erfolgte über ein Milchtaxi, welches gleichzeitig als Transportmittel für die mit Elektrolyttränke gefüllten Milchkannen diente. Diese erhielten die Kälber nach erfolgter Milchaufnahme und blieb auch, wenn die Kälber sie nicht aufnahmen, bis zur

nächsten Tränke im Nuckeleimer. Beifutter wurde nicht gereicht. Das Nachstreuen der Buchten/Iglus fand an beiden Messterminen statt. Die Gruppenkälber waren in mit Stroh eingestreuten Gruppenbuchten untergebracht. Zur Milchversorgung stand für jeweils zwei Gruppen ein Tränkeautomat zur Verfügung. Kuh-TMR, Heu und Kälberkraftfutter wurden täglich gereicht.

Tabelle 7: Überblick über Anzahl der Arbeitszeitstudien in der Kälberbetreuung

Betrieb	A	B	C	D
Anzahl Studien	2	4	4	2
Anzahl AK	1	2	2	2
Art der Studie	Fortschrittszeitmessungen			
Jahreszeiten	Sommer/Winter	Sommer/Winter	Frühjahr	Herbst/Winter

Tabelle 8: Überblick über Haltungs- und Fütterungsverfahren der Kälberhaltung

Arbeitsverfahren Kälberbetreuung/Betrieb	A	B	C	D
Tierbestand				
Kälber Einzelhaltung	18	14	12	33
Gruppenhaltung (Tränkeperiode)	59	23	26	75
Fütterungssystem				
Kälber Einzelhaltung	Nuckeleimer, Handwagen	Nuckeleimer, Milchtaxi	Nuckeleimer, Milchtaxi	Nuckeleimer, Milchtaxi
Gruppenhaltung (Tränkeperiode)	Tränkeautomat	transportable Gruppen-tränke, Milchtaxi	Tränkeautomat/ Milchtaxi	Tränkeautomat
Haltungssystem				
Kälber Einzelhaltung	Iglu Außenbereich	Iglu Stall / Außenbereich	Iglu Stall / Außenbereich	Iglu Stall / Außenbereich
Gruppenhaltung (Tränkeperiode)	Gruppenbox; Stall	Gruppenbox; überdachter Außenbereich	Gruppenbox; Stall/Außenbereich	Gruppenbox; Stall
Tierverluste				
Totgeburten (%)	2...9%	7...8 %	10%	6%
Aufzuchtverluste (%)	2...3%	4...8%	2%	4%

3.4 Arbeitsverfahren Liegeboxenpflege

Der Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenpflege konnte in fünf Betrieben während der Arbeitszeitmessungen der Melker bzw. AMS-Betreuer ermittelt werden, da sie diese Tätigkeit während des Treibens der Kühe zum Melken ausübten. Tabelle 9 gibt einen Überblick über die Liegeboxenart, das Einstreumaterial und die Reinigungsintervalle der einzelnen Betriebe. Grundsätzlich werden die Boxen von Kot befreit und die Einstreu gleichmäßig verteilt, so dass die Tiere sauber liegen und ihre Gelenke vor Technopathien geschützt sind. Das Befüllen der Boxen mit Einstreumaterial konnte nur wenigen Betrieben gemessen werden und bleiben daher bei den Ergebnisbetrachtungen außen vor.

Tabelle 9: Übersicht über Liegeboxenart, Reinigungsintervalle und Einstreumaterial

Betrieb	2x12er FGM	32er IM-Karussell	Betrieb G	Betrieb H	Betrieb T	Betrieb S
Boxensystem	Tiefliegeboxen	Hochliegeboxen mit Komfortmatte	Tiefliegeboxen	Hochliegeboxen mit Komfortmatte	Hochliegeboxen mit Komfortmatte	Tiefliegeboxen
Einstreu	Kalk-Stroh-Gemisch	Häckselstroh/Hygienemittel	Sand	Häckselstroh	Kalk-Sägespäne-gemisch	Separationsgülle
Anzahl Reinigungen	3	3	2	2	2,4	3,3
Anzahl Laktierende	409	565	462	249	338	1257

4 Ergebnisse

4.1 Das Arbeitsverfahren Melken

4.1.1 Melken im Melkstand

Die Anzahl der gemolkenen Kühe je Stunde war mit rund 120 Kühen im Karussell am höchsten. Darauf folgt mit 118 Kühen je Stunde bereits der 2x20er FGM. Mit einem Durchsatz von 58 Kühen je Stunde ist der 2x12er FGM durch das dreimalige Melken fast den ganzen Tag im Betrieb. Bezogen auf die geleistete Arbeitskraftstunde ist dieser Melkstand jedoch der Effektivste, denn lediglich ein Mitarbeiter melkt rund 55 Kühe je Arbeitskraftstunde. Im 2x20er FGM melken zwei Mitarbeiter, wovon einer die Kühe zum Melkstand treibt, rund 48 Kühe je AKh. Das mit drei Arbeitskräften besetzte Innenmelker-Karussell schafft nur 40 Kühe je AKh.

Der Vergleich des prozentualen Anteils der Arbeitsvorgänge zeigt, dass der Melker im 2x12er FGM zu 64% seiner Arbeitszeit tatsächlich auch melkt. In den anderen beiden Melkständen sind es nur 49 bzw. 44% der Arbeitszeit. Viel Zeit nehmen in den letztgenannten Melkständen die Wege ein, die zur Verrichtung der eigentlichen Arbeit erforderlich sind. Rund 24% der gesamten Arbeitszeit beanspruchen diese im Karussell, 21% im 2x20er FGM und im 2x12er FGM wurde 15% der Arbeitszeit mit Gehen und Treiben zugebracht (Abbildung 9 und Abbildung 10).

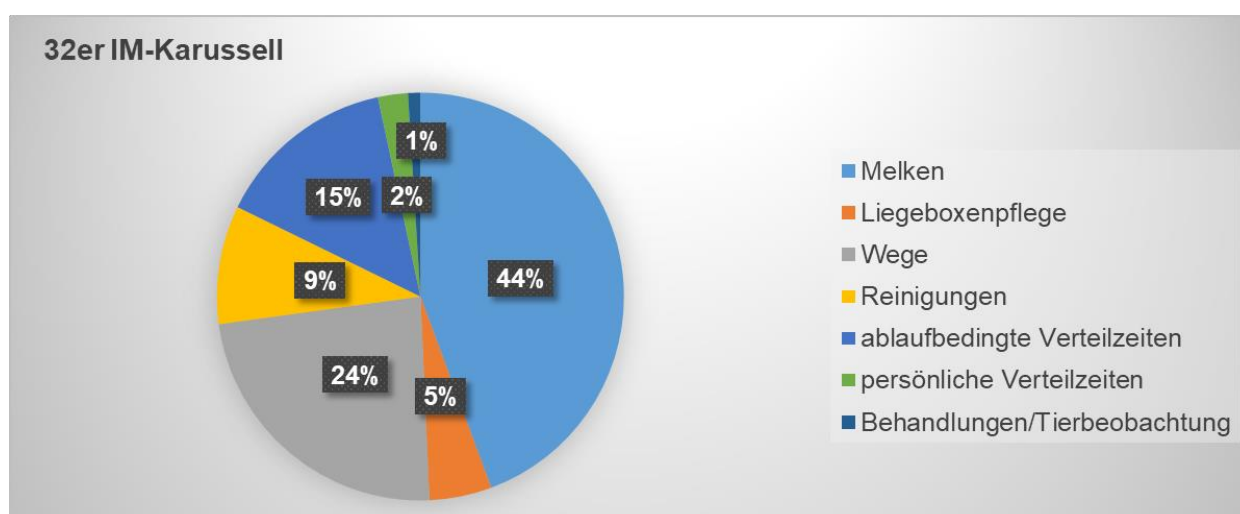


Abbildung 9: Prozentualer Anteil der Arbeitsvorgänge in Bezug zur gesamten Arbeitszeit

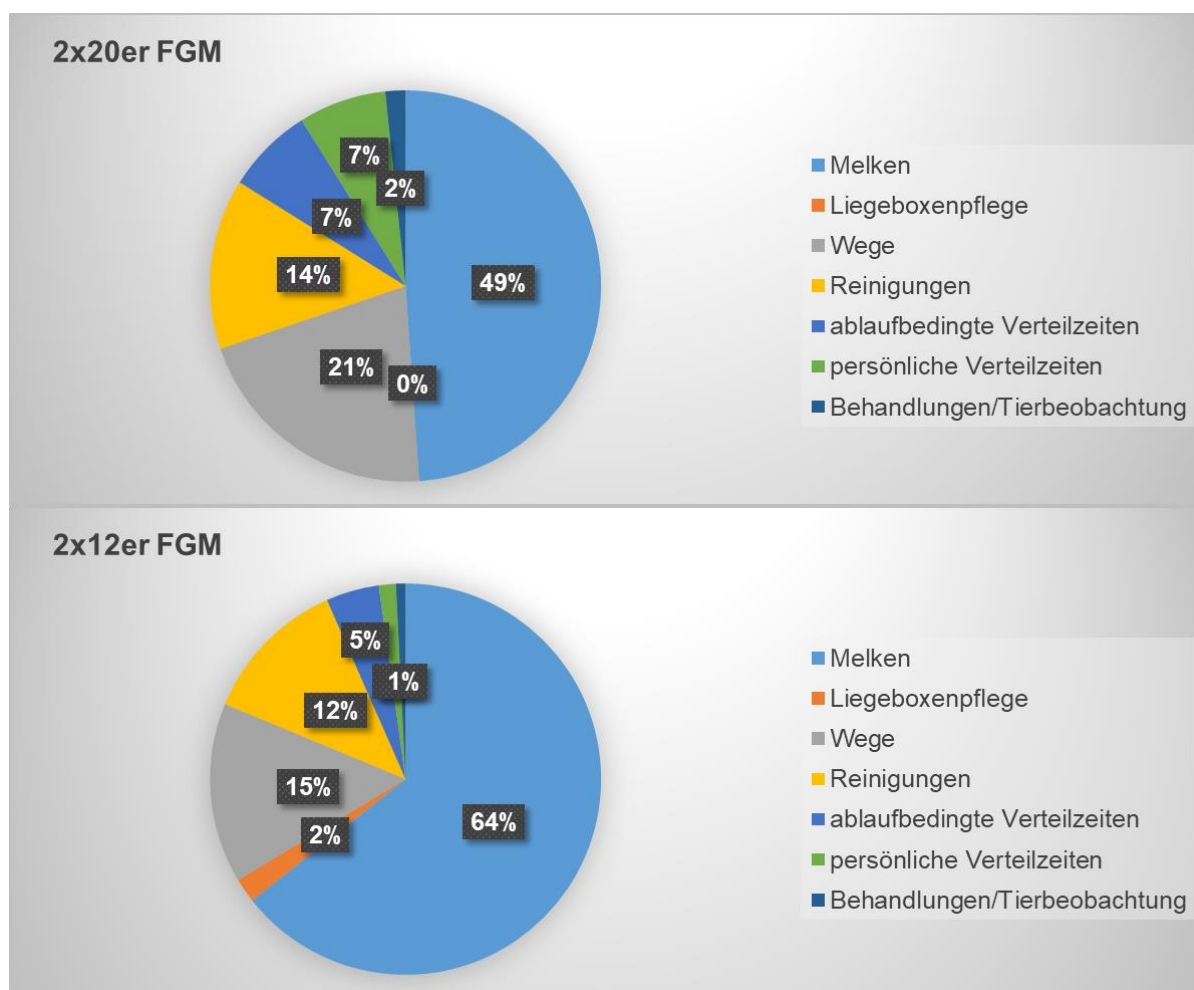


Abbildung 10: Prozentualer Anteil der Arbeitsvorgänge in Bezug zur gesamten Arbeitszeit

Ungewöhnlich hoch sind die ablaufbedingten Verteilzeiten, zum überwiegenden Teil Wartezeiten der Mitarbeiter des Karussells (15%). Diese kommen insbesondere durch längere Wartezeiten des Treibers vor dem nächsten Zutrieb der Kühe in das Karussell zustande. Aber auch die Melker des Karussells haben im Vergleich zu den anderen Melkständen hohe Wartezeiten. Im Vergleich dazu betragen diese im 2x20er FGM nur 7%, im 2x12er FGM 5% der Arbeitszeit. Auf die Melkung bezogen ist der Unterschied mit 0,05 bis 0,22 AKmin enorm (Abbildung 11).

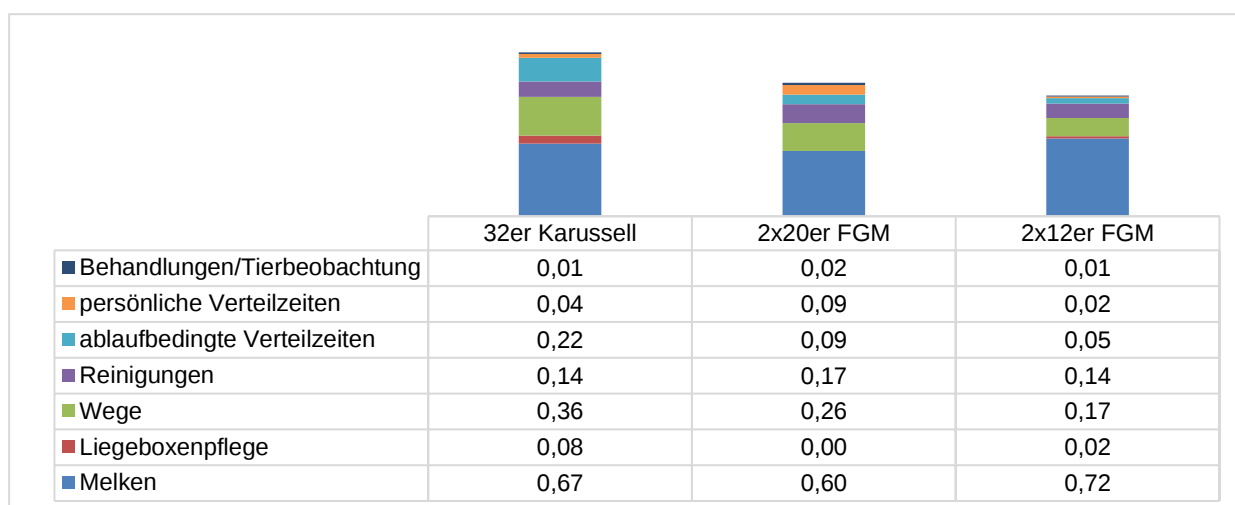


Abbildung 11: Arbeitszeitbedarf für Arbeiten der Melker (AKmin je Melkung)

Wartezeiten haben somit einen bedeutenden Einfluss auf die Arbeitsproduktivität von Melkständen, denn immerhin zeigen die untersuchten Betriebe eine Spanne von 0,90 bis 4,00 AKh je laktierende Kuh und Jahr (Abbildung 12).

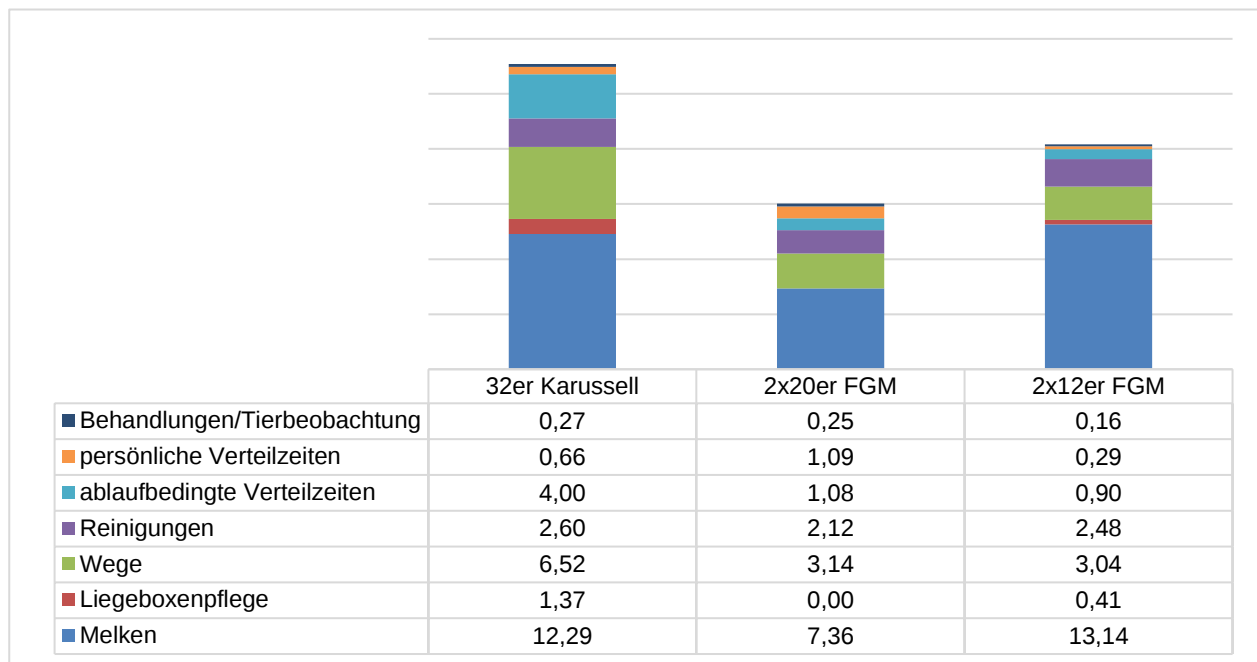


Abbildung 12: Arbeitszeitbedarf für Arbeiten der Melker (AKh je laktierende Kuh und Jahr)

Durch eine Optimierung der Arbeitsabläufe können solche unproduktiven Arbeitszeiten reduziert werden. Ein Beispiel zeigte sich beim Vergleich von zwei Messungen im Karussell. Während in der Frühschicht rund 14% der Arbeitszeit mit Warten zugebracht wurde, waren es in der Spätschicht desselben Mitarbeiters nur 7%. Der Unterschied zwischen den beiden Schichten bestand darin, dass in der Spätschicht die Liegeflächen mit einem Hygienemittel eingestreut wurden. Damit erhöhte sich die Zeit für die Pflege der Liegeboxen von 8 auf 23% (Abbildung 13). Das Treiben der Kühe zum Karussell nahm aber nur noch 1/3 der Arbeitszeit in Anspruch.

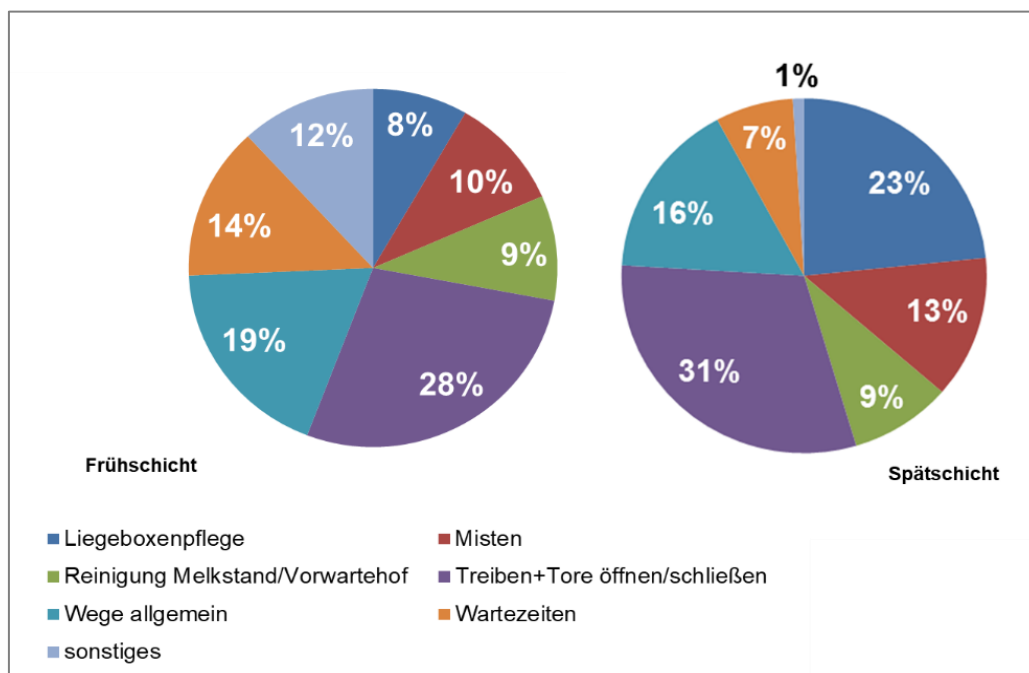


Abbildung 13: Prozentuale Verteilung des Zeitbedarfs vom Treiber des IM-Karussells

Lahme Kühe bewegen sich nicht gern und wenn, dann sehr langsam. Schwer lahme Kühe beeinflussen den Arbeitszeitbedarf für den Zutrieb der gesamten Kuhgruppe extrem. Der Betrieb mit dem 2x12er FGM hat neben mehreren anderen Sondergruppen auch eine für lahme Kühe in der Nähe des Melkstandes eingerichtet. Der Vergleich von zwei unterschiedlichen Arbeitsmessungen zeigt, dass das Treiben schwer lahmer Kühe rund 30% mehr Zeit in Anspruch nimmt, als das Treiben von nur gering bis mittelschwer erkrankten Kühen. Die Gruppe 5 stellt die Zeit für das Treiben vom Liegebereich zum Melkstand leicht am Bewegungsapparat erkrankter Kühe dar. Auf Grund einer schwer lahmen Kuh benötigte der Melker 0,18 AKmin je Kuh länger um die gesamte Gruppe in den Vorwartehof zu treiben (Abbildung 14).

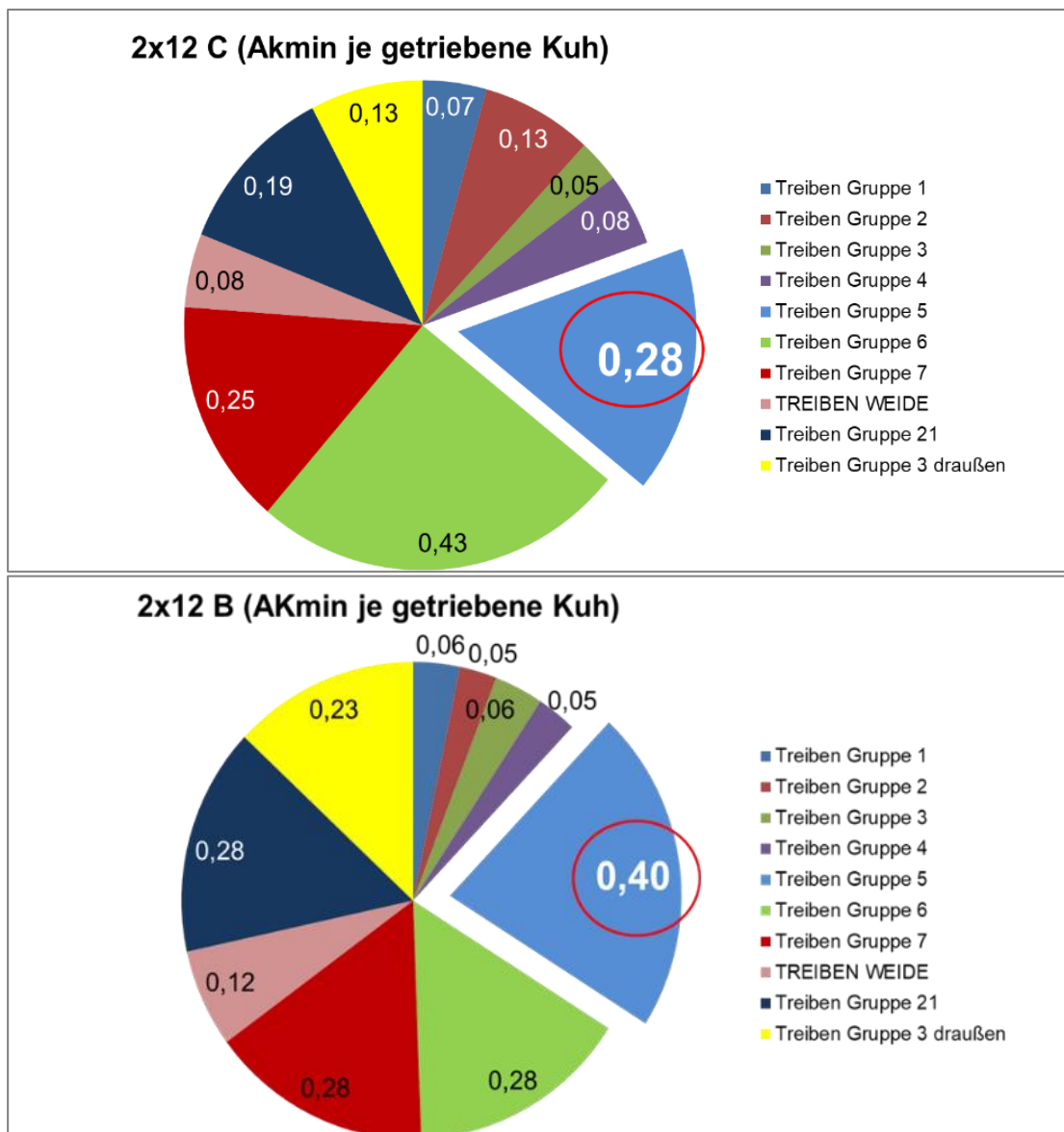


Abbildung 14: Arbeitszeitbedarf für das Treiben der Kühe zum 2x12er FGM (AKmin/zugetriebene Kuh)

Die auszuführenden Arbeitselemente des Verfahrens Melken nahmen mit 0,60 bis 0,72 AKmin je Melkung den größten Zeitbedarf in Anspruch (Abbildung 11). Bedingt durch die niedrigere Melkfrequenz ist der Arbeitszeitbedarf für die Tätigkeiten direkt im Melkstand mit 7,36 AKh je laktierende Kuh und Jahr im 2x20er FGM am geringsten (Abbildung 12). Dieser Kuhbestand wurde zweimal täglich gemolken. Für den dreimaligen Milchentzug wiesen die beiden anderen Betriebe für das Melken 12 bzw. 13 AKh je laktierende Kuh und Jahr auf. Dabei unterscheidet sich der Arbeitszeitbedarf einzelner Arbeitselemente für das Melken mitunter deutlich. Insbesondere für das Einlassen, Positionieren und Entlassen der Kühe in und aus dem Melkstand, das Vormelken, die Euterreinigung sowie die Aufnahme von Arbeitsmitteln (Tabelle 10).

Tabelle 10: Arbeitszeitbedarf einzelner Arbeitselemente im Verfahren Melken im Melkstand (Mittelwert)

Arbeitselement	BZM	hundertstel Minute je Bezugsmaß		
		32er Karussell	2x20er FGM	2x12er FGM
Einlassen/Positionieren/Entlassen	Kühe	6,32	10,61	6,89
Arbeitsmittel aufnehmen	Anzahl	6,83	4,02	7,75
Vormelken	Kühe	7,86	4,54	9,41
Euterreinigung	Kühe	8,41	7,81	6,64
Melkzeuge ansetzen	Kühe	15,37	15,24	15,88
Dippen	Kühe	7,11	6,89	7,40
Melkzeugzwischendesinfektion	Melkzeug	-	-	6,24

Getaktete Arbeiten wie das Vormelken, die Euterreinigung und das Ansetzen des Melkzeuges können mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit ($\varepsilon < 5\%$) zu den in Tabelle 10 ausgewiesenen Zeiten durchgeführt werden (Tabelle 11). Jedoch für die Arbeitselemente „Arbeitsmittel aufnehmen“ und „Einlassen/Positionieren/Entlassen“ der Kühe in und aus dem Melkstand ist es nicht sicher, ob dies immer in den ermittelten Zeiten ausgeführt werden kann. Dies trifft für alle anderen gemessenen Arbeitselemente wie „Gehen“, „Milchfilter wechseln“, „Reinigungsarbeiten“ etc. zu.

Tabelle 11: Epsilon (relativer Vertrauensbereich in %) einzelner Arbeitselemente des Melkens in Abhängigkeit vom Melkstand

Arbeitselement	Epsilon (%)		
	32er Karussell	2x20er FGM	2x12er FGM
Einlassen/Positionieren/Entlassen	18...48	17...25	16...18
Arbeitsmittel aufnehmen	6...9	5...18	4...18
Vormelken	4...7	7...8	3...4
Euterreinigung	4...7	5...7	4...5
Melkzeuge ansetzen	3...11	1...2	7...10
Dippen	3...6	2...5	8...15
Melkzeugzwischendesinfektion	-	-	6...17

Allerdings liegen fast alle gemessenen Arbeitselemente außerhalb des von HENNEBERG et. al (1973) vorgeschlagenen Variationskoeffizienten von $\leq 33\%$. Somit liegt keine Normalverteilung der Messreihen vor und ein Logarithmieren zur Erarbeitung von Planzeitdaten wird im Anschluss erforderlich sein. Die Ergebnisse der Standardabweichung (s) zeigen zudem, dass innerhalb der einzelnen Arbeitselemente Extremwerte vorliegen müssen, denn sie sind oft größer als der Mittelwert selbst. Eine ausführliche Darstellung der statistischen Auswertungen zu den Arbeitszeitmessungen enthalten die Tabellen A1 bis A16 des Anhangs.

4.1.2 Melken mit Automatischen Melksystemen

Mit der Automatisierung des Melkens fällt die monotone Arbeit im Melkstand weg. Vielseitiger sind die Tätigkeiten im Automatischen Melkverfahren, zumindest in großen Tierbeständen, jedoch auch nicht, denn in der Regel sehen die Arbeitsschichten eines AMS-Betreuers wie folgt aus:

- Notierung von Kuhnummern derjenigen Kühe, die nicht im festgelegten Zeitintervall am AMS erschienen sind (Stundenkühe), bzw. Kühe mit misslungenen Melkungen; entweder am AMS-Display oder am PC
- Suchen der Stundenkühe im Bestand und Zutrieb zum AMS,
- Liegeflächen reinigen,
- Reinigung und Wartung des AMS und deren Einhausung.

Die Arbeitszeitmessungen zeigen, dass für die AMS-Betreuung 6,26 bis 8,55 AKh je Kuh und Jahr erforderlich sind (Abbildung 15). Besonderen Einfluss auf die erforderliche Arbeitszeit haben die Wege, die zwischen den einzelnen Tätigkeiten zurückgelegt werden müssen, die im Mittel der einzelnen Mitarbeiter zwischen 4,3 km im Betrieb H und 11,0 km im Betrieb G betragen.

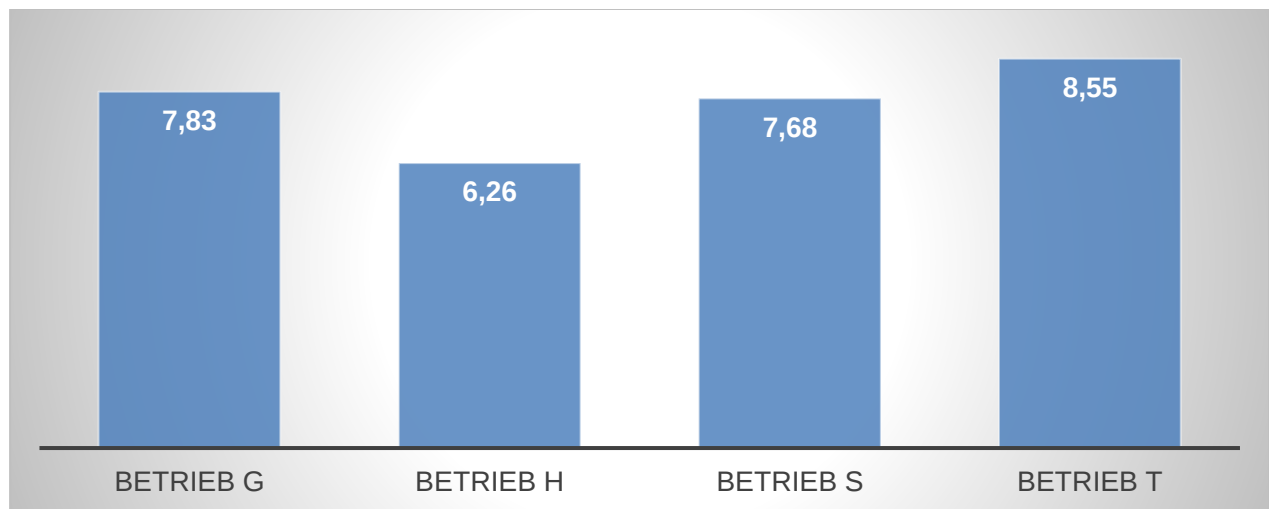


Abbildung 15: Arbeitszeitbedarf für die AMS-Betreuung in AKh je Kuh und Jahr

Je nach Stalllänge, Konstruktion und Arbeitsablauf wurde ein Arbeitszeitbedarf zwischen 5,15 und 8,66 HM je Melkung festgestellt (Abbildung 16). Betrieb G (Betrieb mit dem höchsten Arbeitszeitaufwand für Wege) hat einen neu gebauten Stall mit einer Länge von insgesamt 109 m. Aber nicht nur die Länge der Wege beeinflusst den Arbeitszeitbedarf, sondern auch die Arbeitsroutinen und das Management der AMS. In dem bereits genannten Betrieb lautete die Arbeitsanweisung, dass vor dem Zutrieb der Stundentiere der Abkalbebereich durch zwei Arbeitskräfte kontrolliert werden soll. Die Abkalbebuchten sind jeweils an den Stirnseiten des Stalles eingerichtet worden. In Betrieb T ist der Stall in T-Form aufgebaut. Ungeeignete Absperrungen erschwerten oft den Zutrieb der Stundentiere zu den AMS. Auch dass alle Kühe zu allen Maschinen Zugang hatten, beeinflusste den Arbeitszeitbedarf für das Zutreiben der Kühe.

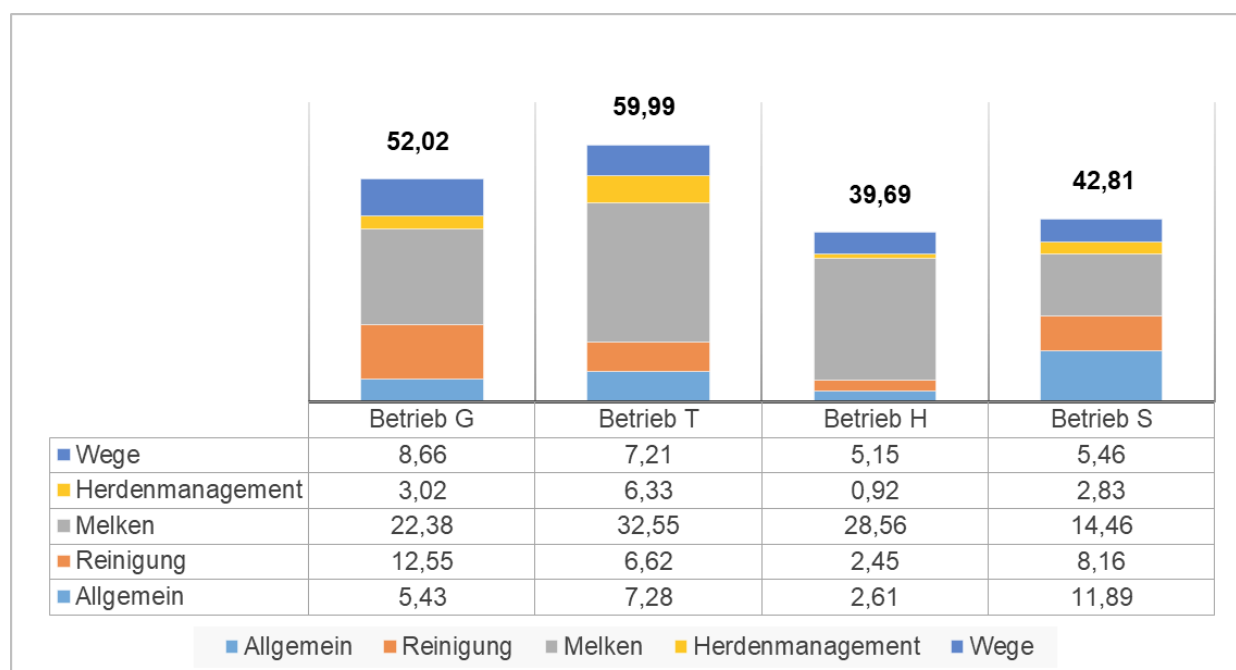


Abbildung 16: Arbeitszeitbedarf in 1/100 Minute (HM) je Melkung für Arbeiten des Verfahrens Melken

Im Arbeitsablauf Herdenmanagement sind Tätigkeiten enthalten, die von den Roboterbetreuern am PC oder am AMS für das Auffinden der Stundentiere erforderlich waren. Dabei sind die betrieblichen Festlegungen zur Erstellung dieser Liste sehr unterschiedlich. Die Mitarbeiter des Betriebes G schreiben die Kuhnummern direkt am AMS auf einen Zettel, gehen in den Bestand, suchen und Treiben die Tiere schließlich zum AMS. Danach werden die gefundenen Kühe von der Liste gestrichen. In Betrieb T gehen die Betreuer in den PC-Raum und schreiben die nachzutreibenden Tiere nach Aufruf des AMS-Managementprogramms auf einen Zettel. Dabei dauerte dieser Vorgang teilweise länger als nötig, weil für diesen Vorgang nicht relevante Kennzahlen geprüft wurden. Eine Trennung der Zeiten für notwendige und nicht relevante Kennzahlen während der Messung war für den Zeitnehmer nicht möglich. Im Betrieb H verkürzte sich die Arbeitszeit dieser Arbeitselemente von einer zur nächsten Messung durch die Nutzung einer App auf dem Smartphone. Diese ermöglichte es, Leistungsdaten des AMS bzw. der Kühe zu empfangen und an Ort und Stelle zu reagieren.

Das eigentliche Melken besteht aus den Elementen Suchen der Stundenkühe, Treiben vom Stall in den Vorwartebereich und von dort aus in das AMS. In der Summe dieser drei Elemente ergab sich eine Spanne zwischen den Betrieben von 14,46 HM bis 32,55 HM je Melkung (Abbildung 16).

Deutliche Qualitäts- und Quantitätsunterschiede wurden bei den Reinigungsarbeiten festgestellt, was sich auch im Arbeitszeitbedarf widerspiegelt. Dabei gab es während der Zeitmessung eine klare Abgrenzung der Arbeitselemente für jegliche Reinigungsarbeiten. Für das Verfahren „Melken“ wurden nur Reinigungsarbeiten am AMS und deren Behausung zugeordnet. In Betrieb G ist der Zutritt zu den Roboterräumen nur über den Laufgang möglich, dadurch mussten die Mitarbeiter bei jedem Betreten der Räume sowohl die Stiefel als auch den Roboterraum reinigen. Der überdurchschnittliche Arbeitszeitaufwand von 12,55 HM je Melkung kam ferner durch den manuellen Einsatz von Handwasserspritze und Bürsten zustande. Mit dem Einsatz von Hochdruckreinigungsgeräten und einem Zugang, der einen sauberen Eintritt gewährleistet, kann, wie in Betrieb H, der Zeitaufwand für das Reinigen der Anlagen deutlich reduziert werden. Die Reinigung und Wartung der Roboter ist nach dem Zutrieb der Stundentiere die wichtigste Aufgabe. Saubere Kameras sorgen u. a. dafür, dass die Anzahl misslungener Melkungen gering bleibt. Dies war in Betrieb S auch erkennbar, denn zwischen den kritischen Alarmen lagen zum Zeitpunkt der Messung mehr als 33 Tage.

Im Arbeitsablauf „Allgemein“ wurden mehrere Arbeitselemente summiert. Dazu gehörte „Euter enthaaren“, „Schwanzquaste rasieren“, „Verbrauchsmittelcontainer tauschen“, „Prozesskontrollen“, „ablaufbedingte Wartezeiten“ und „Reparaturen“. Die letzte Position ist im Betrieb S im Vergleich zu anderen Betrieben sehr hoch. Hier konnte über ein Protokoll des betriebseigenen Technikers die Beseitigung von Störungen der Melkroboter ausgewertet werden. Alarme, die während der Messungen in den anderen Betrieben auftraten, wurden auch gemessen, aber es lagen außer in Betrieb G und S keine Protokolle vor, aus denen der Arbeitszeitbedarf für das Zurücksetzen der Alarme und durchgeführte Reparaturen abgeschätzt werden konnte. In Betrieb T ist der erforderliche Arbeitszeitbedarf mit 7,28 HM für allgemeine Arbeiten unnötig hoch. Dieser wurde durch Prozesskontrollen durch die AMS-Betreuer stark beeinflusst, wobei unter Prozesskontrolle in der Regel die Beobachtung des Ansetzvorganges zu verstehen ist.

Die Hauptarbeit des AMS-Betreuers besteht darin, Kühe, die in einem bestimmten Melkintervall nicht zum Melken erschienen sind, dem AMS zuzuführen. Um zu quantifizieren, welchen Zeitaufwand diese Arbeiten einnehmen und welche Einflussfaktoren auf die Höhe des Zeitbedarfes wirken, wurden drei Arbeitselemente festgelegt, die in ihrer Ausführung sehr unterschiedlich sein können.

Beim **Suchen von Stundenkühen** und Kühen mit misslungener Melkungen im Bestand beginnt die Messung mit Betreten des Laufganges und endet nach Auffinden einer Kuh. Die Messungen ergaben, dass große Unterschiede zwischen den Betrieben bestehen: Betrieb S benötigt durchschnittlich 51 HM, um eine Kuh im Bestand aufzufinden, im Betrieb H sind es 158 HM je nachzutreibende Kuh (Abbildung 17). Einflussfaktoren sind:

- Ausleuchtung des Stalles,
- Gruppengröße,
- Überbelegung,

- Länge der Wege,
- Arbeitsroutinen,
- Fütterungsmanagement,
- Fähigkeiten der Mitarbeiter.

Letzteres konnte durch den Vergleich zweier Mitarbeiter im Betrieb H durch die Arbeitszeitstudie gut beschrieben werden. Die Differenz im Arbeitszeitbedarf für das Suchen betrug 55 HM je Stundekuh zwischen Mitarbeiter A und B. Der routiniertere Mitarbeiter kannte den Aufenthaltsort der Kühe ziemlich genau, da es oft dieselben Kühe waren, die nachgetrieben werden mussten.

Das Fütterungsmanagement hat insofern Einfluss, als dass frisch vorgelegtes Futter Kühe an den Futtertisch lockt und die Betreuer es schwer hatten, zwischen den oft eng aneinander stehenden Kühen die Stundentiere herauszusuchen. Tore sind auch beim freien Kuhverkehr unbedingt erforderlich. Zum einen trennen sie die Gruppen, zum anderen verhindern sie das Weglaufen der Kühe, wenn sie in bestimmte Richtungen getrieben werden sollen. Dabei sind die Art und die Bedienungsfreundlichkeit entscheidend. Bei automatischen Hubtoren mit Fernbedienung ist der Arbeitszeitbedarf mit 10,45 HM je Torbewegung deutlich geringer als für Tore, die gesteckt werden müssen, mit Seil oder Ketten zugebundene Tore oder manuell bewegte Hubtore. So beträgt die durchschnittliche Zeit bei den überwiegend manuell bewegten Toren 17,46 HM je Torbewegung.

Aber auch die Arbeitsroutine hat einen Einfluss. In Betrieb H wurde während des Suchens die Reinigung der Liegeflächen vorgenommen. Zwar sollten diese Arbeitselemente getrennt voneinander gemessen werden, jedoch ist nicht auszuschließen, dass der Messende während der laufenden Studien die einzelnen Messpunkte verzögert aufnahm.

Das **Treiben der Stundekühe** beginnt mit der Ankunft des Betreuers am Tier und dessen Versuchen, diese aus ihrer Position weg zum Vorwartebereich zu treiben. Die Summe der Zeitanteile für dieses Arbeitselement wurde in Bezug zur Anzahl der zu suchenden Tiere gelegt, denn die Anzahl der nachgetriebenen Kühe stimmt nicht mit der Anzahl der Stundekühe überein. Ursache ist, dass nicht immer die gefundene Stundekuh zum Vorwartebereich getrieben werden muss, einige gehen dann von allein. Andere Kühe wiederum, die nicht zum Melken müssen, gehen wegen des Herdentriebes ebenfalls zum Vorwartehof und müssen dann weggetrieben werden. Dies in einer laufenden Zeitmessung zu unterscheiden, ist nicht möglich. Die Differenzen von 46 bis 64 HM je Stundekuh sind nicht so groß, wie beim Suchen der Tiere. Die Unterschiede zwischen den Betrieben ergeben sich aus folgenden Einflussfaktoren:

- Überbelegung,
- Länge und Breite der Wege,
- Fußbodengestaltung,
- Liegeboxengestaltung,
- Häufigkeit und Schwere von Klauenerkrankungen,
- Fähigkeiten der Mitarbeiter.

Treiben der Stundekühe aus dem Vorwartebereich in das AMS. Wenn die Kühe erst einmal in dem abgesperrten Vorwartebereich sind, gehen viele von ihnen auch selbstständig in das AMS. Aus diesem Grund ist der Arbeitszeitananspruch dieses Arbeitselementes mit 11 bis 31 HM je Stundekuh nicht sehr hoch (Abbildung 17). Einflussfaktoren auf den Zeitbedarf sind:

- Überbelegung,
- Anordnung der Tränken (vor den AMS)
- Fußbodengestaltung,
- Häufigkeit und Schwere von Klauenerkrankungen,
- Fähigkeiten der Mitarbeiter.

Das größte Problem beim Reintreiben in das AMS besteht für Kühe, wenn sie bereits negative Erfahrungen direkt im AMS gemacht haben, etwa durch Schmerzen beim Melken, Kürzen der Schwanzquaste oder auch rutschige Laufflächen.

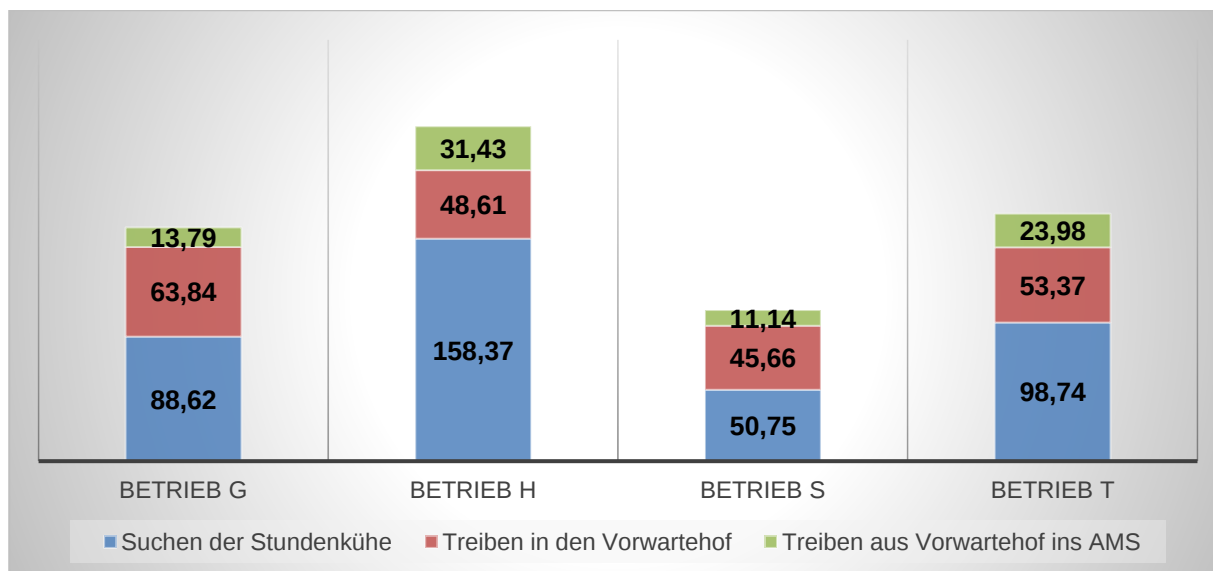


Abbildung 17: Arbeitszeitbedarf für die Arbeitselemente des Melkens im AMS (1/100 Minute je nachzutreibende Kuh)

Unrasierte Euter und mit Kot verklebte lange Schwanzquasten führten in einem der Betriebe zu einer deutlich erhöhten Anzahl von Nachkalibrierungen am AMS. Bis zu 40 Arbeitskraftminuten je Tag können diese Tätigkeit binden, die zusätzlich noch mit langen, sogenannten Prozesskontrollen (AK beobachtet den Ansetz- und Melkvorgang ohne einzugreifen) verbunden waren.

Das Arbeitselement Suchen erreichte durch die Anzahl der Messungen einen relativen Vertrauensbereich, der zwischen 4 und 20% (Tabelle 12) lag. Bei den beiden anderen Arbeitselementen der Haupttätigkeit Melken ist die Wahrscheinlichkeit geringer, dass diese Arbeiten in dieser Zeit erledigt werden. Für nur sehr wenige Arbeitselemente des Verfahrens konnten normalverteilte Daten ermittelt werden (Tabelle 13). Ursache sind auch in diesem Verfahren die sehr hohen Standardabweichungen der Einzelwerte von den Mittelwerten der gemessenen Arbeitselemente. Wiederholungen der Studien mit dem Ziel, über eine höhere Anzahl von Messungen eine Verbesserung des Vertrauensbereiches zu erzielen, ist für einige Arbeitselemente möglich. Für die meisten ist die erforderliche Anzahl n' jedoch zu hoch, um dies abzusichern. Zum Beispiel müsste in Betrieb G das Arbeitselement Treiben an 219 Tagen zusätzlich gemessen werden, um den relativen Vertrauensbereich von 5% zu erreichen. Die vollständige statistische Auswertung der Messungen ist den Tabellen A17 bis A24 des Anhangs zu entnehmen.

Tabelle 12: Epsilon (relativer Vertrauensbereich in %) einzelner Arbeitselemente des Melkens im AMS

Arbeitselement	Epsilon (%)			
	Betrieb G	Betrieb H	Betrieb S	Betrieb T
Suchen der Stundenkühe	9...20	4...14	14	6
Treiben in den Vorwarte Hof	16...25	11...24	15	11
Treiben aus Vorwarte Hof ins AMS	64...119	15...41	37	13...17

Tabelle 13: Variationskoeffizient (%) einzelner Arbeitselemente des Melkens im AMS

Arbeitselement	Variationskoeffizient (%)			
	Betrieb G	Betrieb H	Betrieb S	Betrieb T
Suchen der Stundenkühe	36...58	31...76	102	35...45
Treiben in den Vorwarte Hof	41...70	43...82	109	73...77
Treiben aus Vorwarte Hof ins AMS	125...142	43...61	133	55...64

4.2 Das Arbeitsverfahren Fütterung

In zwei Praxisbetrieben wurden die Verfahren der Futtervorlage einer Arbeitszeitmessung unterzogen, wobei die Studien jeweils einen ganzen Arbeitstag, einmal im Sommer und einmal im Winter, liefen. Die geladenen Futtermengen wurden während der Messung direkt am Futtermischwagen abgelesen.

Die Arbeitszeitstudien zeigen, dass vom Arbeitszeitbedarf je Tonne Futter, vom Einladen bis Austragen auf den Futtertisch, kaum Unterschiede zwischen den beiden Verfahren vorhanden sind. Der Selbstfahrer benötigte im Durchschnitt der beiden Messungen 9,7 AKmin je Tonne, das gezogene System 9,6 AKmin je Tonne Futter (Tabelle 14). Für das Ein-, Um- und Aussteigen von einer in die andere Maschine benötigte der Fahrer des gezogenen Systems 0,09 AKmin je Tonne mehr als der Selbstfahrer.

Tabelle 14: Ergebnisse der Arbeitszeitmessungen der Vorlageverfahren Selbstfahrer vs. gezogenes System (Futtermischwagen FMW)

Arbeitselement	gezogener FMW	Selbstfahrer
Rüstzeiten	0,23	0,28
Ein-/ Aussteigen	0,27	0,18
Fahrt zwischen den Orten FMW	2,38	3,53
Fahrt zwischen den Orten RADLADER	1,41	
Mischen des Futters	0,12	1,00
Grobfutterentnahme aus dem Silo	0,54	
FMW mit Silage befüllen	0,72	1,15
FMW mit Kraftfutter beladen	0,42	0,24
FMW mit Mineralstoffen beladen	0,19	
FMW mit Nassfutter beladen	0,09	0,38
FMW mit Stroh/Heu beladen	0,26	
Futter verteilen	0,79	0,71
Prozesskontrolle	0,28	0,02
technische Kontrolle FMW	0,21	0,15
Fahrt leer Technik	0,50	
Wege ohne Technik	1,18	0,75
Prämix vorbereiten		1,28
Summe Arbeitszeit (AKmin/t Futter)	9,59	9,67

Alle Arbeitselemente zeigen in der statistischen Auswertung, dass für das Verfahren Fütterung keine Normalverteilung der gemessenen Werte vorliegt und kein Element den relativen Vertrauensbereich von 5% erreicht. Ursache sind die hohen Standardabweichungen der Messwerte. Ob eine Verbesserung der statistischen Sicherheit durch eine höhere Anzahl von Arbeitszeitmessungen gewährleistet werden kann, ist fraglich, denn es müssten zum Beispiel für das Arbeitselement Futtermisch- und verteilwagen mit Heu/Stroh befüllen 189 Messungen hinzukommen, dass entspräche dann 189 Messtage. Ob diese dann tatsächlich die Standardabweichungen so verringern, dass die Daten in dem festgelegten Vertrauensbereich liegen, ist offen.

4.3 Arbeitsverfahren Kälberbetreuung

Die Gestaltung und vor allem die Einhaltung von Arbeitsroutinen im Bereich Kälberbetreuung haben besonderen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf. Dieser schwankte beim Tränken der Kälber in Einzelhaltung zwischen 3,14 und 17,55 AKmin je Tier und Tag (Tabelle 15). Bei der Fütterung der Gruppenkälber sind diese Schwankungen nicht so groß. Hier variiert der Arbeitszeitbedarf zwischen 0,63 und 3,14 AKmin je Tier und Tag. In zwei Messungen fehlte das Ein- bzw. Nachstreuen der Einzelboxen, weil dies an diesen Tagen nicht erforderlich war. Bis auf das Einstreuen in Betrieb A im Sommer wurden zwischen 0,24 und 1,74 AKmin je Kalb und Tag festgestellt. Der

im Unterschied zu den anderen Betrieben relativ hohe Arbeitszeitbedarf in Betrieb A ist durch den Lagerort des Einstreustrohs zu begründen. Auch musste viel Zeit aufgewendet werden, um das Stroh aus dem Ballen zu lösen. In der Gruppenhaltung wurde nach Bedarf eingestreut. Aus diesem Grund fehlen in einigen Messungen die Ergebnisse für dieses Arbeiten. Sehr akribisch wird die Dokumentation erkrankter Kälber, deren Behandlungen und auch die aufgenommenen Tränkemengen in den Betrieben A, C und D durchgeführt. Für diese Arbeiten waren zwischen 0,09 und 1,32 AKmin je Kalb in der Einzelhaltung und Tag erforderlich.

Tabelle 15: Arbeitszeitbedarf einzelner Verfahren der Kälberbetreuung in AKmin/Kalb des Bestandes, Tag

Betrieb	A		B				C		D	
Arbeitskräfte	A1w		B1w		B2w		C1w	C2w	D1w	D2m
Jahreszeit	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Sommer	Winter	Frühjahr		Herbst	Winter
Fütterung										
Einzelhaltung	8,94	9,90	4,88	7,64	4,51	5,53	17,55	13,11	3,14	4,19
Gruppenhaltung	3,00	1,60	1,12	1,11	1,21	2,39	2,89	3,14	0,63	0,64
Einstreu										
Einzelhaltung	5,43	1,47	-	0,24	0,64	-	0,87	0,78	0,75	0,73
Gruppenhaltung	0,07	0,08	-	-	-	-	0,17	-	0,19	-
Dokumentation										
Einzelhaltung	0,12	0,53	-	-	-	0,09	0,10	1,32	0,36	0,18
Gruppenhaltung	0,04	0,01	-	-	-	-	0,26	0,48	0,01	-
Gesundheitskontrollen										
Einzelhaltung	0,26	0,13	-	-	-	0,10	1,61	3,03	0,13	0,04
Gruppenhaltung	0,28	0,01	-	-	-	0,08	0,01	1,08	0,04	0,01
Behandlungen										
Einzelhaltung	-	0,17	0,17	-	-	-	2,06	-	0,06	0,06
Gruppenhaltung	-	0,66	-	-	-	-	1,13	0,45	0,02	-
Kolostrumversorgung							24,94	23,40	12,64	11,27
Anzahl Tränken K0/Tag	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Erläuterungen zur Bezeichnung der Arbeitskräfte: A-D Betrieb, 1-2 unterschiedliche Mitarbeiter, w weiblich, m männlich
K0 – Bereich: Kälber in Einzelhaltung

Der Zeitbedarf für Gesundheitskontrollen schwankt zwischen 0 und 3,03 AKmin je Kalb in der Einzelhaltung. Diese Schwankung ist das Resultat aus „tatsächlich nicht hinschauen“ und „bei fast jedem Kalb Fieber messen“. Allerdings werden diese Kontrollen auch oft durchgeführt, während zum Beispiel die Nuckeleimer geleert werden, was dann während der laufenden Messung zwar beobachtet wird, jedoch nicht als Zeitbedarf auf das Element Gesundheitskontrolle, sondern auf „Nuckeleimer vorbereiten“ geschrieben wird. Bei der Behandlung erkrankter Kälber hat die Art und Weise der erforderlichen Behandlung, die Rüstzeiten und die Wege Einfluss auf die Dauer dieser Arbeiten.

In zwei Betrieben konnte die Erstversorgung der frisch geborenen Kälber gemessen werden. Es zeigte sich, dass der Arbeitszeitbedarf für die Kolostrumversorgung nahezu identisch war, wenn es sich um die Mitarbeiter eines Betriebes handelte. Der Grund, warum in *Betrieb C* die Kolostrumversorgung fast doppelt so lange dauerte wie in *Betrieb D*, liegt in der Kolostrummenge. In beiden Betrieben erhielten die Kälber das Kolostrum über die Flasche, jedoch waren es in *Betrieb D* 2 Liter, in *Betrieb C* 4 Liter je Kalb.

Rund eine Arbeitskraftminute je Kalb und Tag benötigte die Arbeitskraft in *Betrieb A* länger, um die Kälber in der Einzelhaltung mit Milch zu versorgen (Abbildung 18). Der Unterschied zu den anderen Betrieben war das Milchanrühren per Hand und der Transport der Kannen mit Handkarren, wohingegen die anderen Betriebe ein Milchtaxi zur Versorgung benutzten.

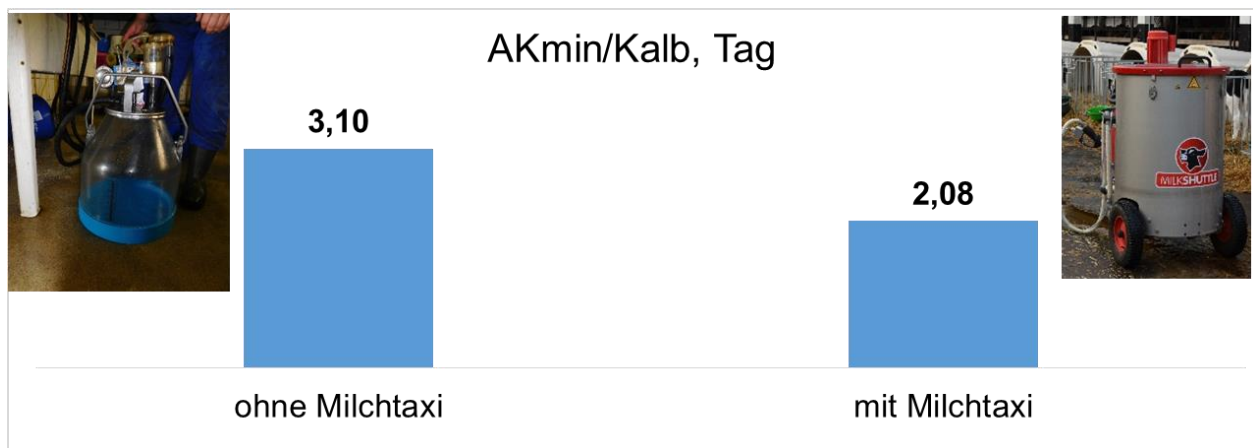


Abbildung 18: Einfluss der Mechanisierung auf den Arbeitszeitbedarf für das Tränken der Kälber in Einzelhaltung

Insbesondere Temperaturen unter dem Gefrierpunkt beeinflussen den Arbeitszeitbedarf enorm. Die Ergebnisse der Messungen in A1w Winter, B1w und B2w Winter und auch D2m Winter zeigen das sehr deutlich (Tabelle 15). Eingefrorenes Wasser in den Nuckeleimern verursachte zum Beispiel in *Betrieb D* einen um 0,21 AKmin je Tier und Tag höheren Aufwand im Vergleich zur wärmeren Jahreszeit (Arbeitselement „Nuckel ausdrücken“ in Abbildung 19). Sehr junge Kälber, die es noch lernen müssen, aus dem Nuckeleimer zu saufen und kranke Tiere, die zum Saufen gebracht werden müssen, beeinflussten am stärksten den Arbeitszeitbedarf für die Versorgung der kleinen Kälber.

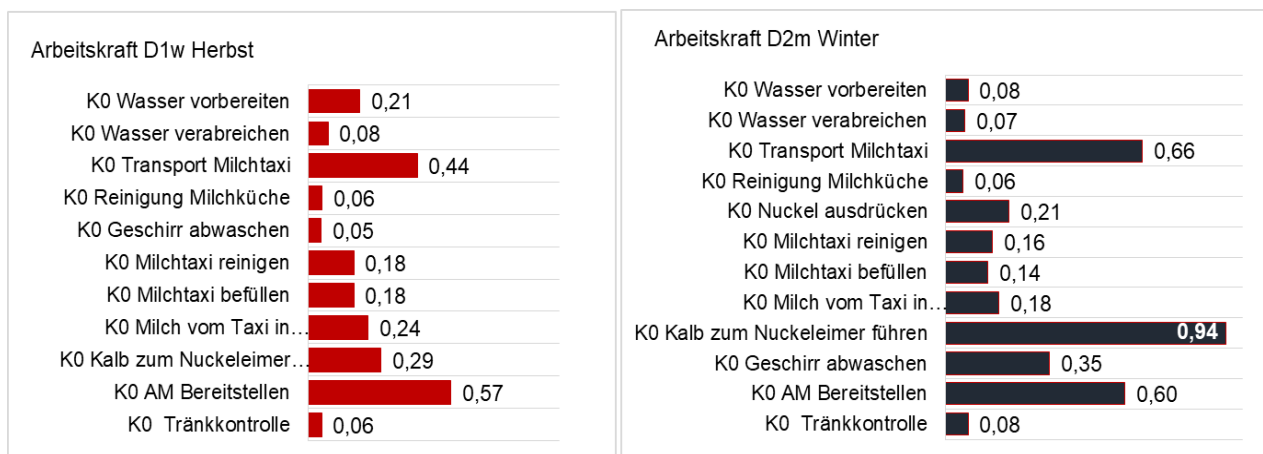


Abbildung 19: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs von Arbeitselementen für die Fütterung der Kälber in Einzelhaltung (K0) (AKmin je Kalb des Bestandes und Tag), Betrieb D in Abhängigkeit von der Jahreszeit

Während die Mitarbeiterin D1 lediglich 0,29 AKmin benötigte, um zu gewährleisten, dass diese Tiere genug Milch aufnehmen, waren es 0,94 AKmin je Tier des Bestandes bei dem Mitarbeiter D2m, weil der Anteil Kälber, die nicht von allein gesoffen haben, deutlich höher war (Abbildung 19).

Deutlichen Einfluss auf den gesamten Arbeitszeitbedarf hatten die Wege und die Reinigung der Nuckeleimer. In *Betrieb D* waren die Wege von der Milchküche zu den Standorten entsprechend der Gegebenheiten optimiert (0,77 AKmin je Kalb und Tag). Anders in *Betrieb C*: Dort führten die zwei rund 300 m auseinanderliegenden Kälberstandorte zu langen Wegen, die nicht nur Zeit kosteten, sondern auch die körperliche Belastung erhöhten (3,00 AKmin je Kalb und Tag). Während in *Betrieb D* die Nuckeleimer während des Haltungsabschnittes (ca. 15 Tage) nicht gereinigt wurden, gehörte die gründliche Reinigung dieser in *Betrieb C* zur Tagesroutine. Aus diesem Grund ergibt sich der deutlich höhere Arbeitszeitananspruch für das Arbeitselement Reinigung in *Betrieb*

C. Wesentliche Bedeutung haben auch die unterschiedlichsten Einflussgrößen. So zum Beispiel die Tränkemenge je Mahlzeit, die in *Betrieb D* 2,5 Liter je Mahlzeit, in *Betrieb C* jedoch im Mittel 4 Liter betragen. Durch die höhere Milchmenge ist der Arbeitszeitbedarf für das Arbeitselement „Milch vom Taxi in den Nuckeleimer füllen“ größer. Auffallend ist, dass in *Betrieb C* deutlich mehr Arbeitselemente gemessen wurden. Dazu zählen „Deckel auf Nuckeleimer setzen“, „Restmilch entsorgen“ und „Nachbefüllung der Nuckeleimer mit Milch“ für Kälber die einen höheren Bedarf haben (Abbildung 20). Diese Elemente sind betriebspezifisch gewollt und zeigen, dass bei aller Ähnlichkeit der Arbeitsabläufe die betriebsindividuellen Unterschiede einen sehr hohen Einfluss auf den Arbeitszeitaufwand in der Kälberbetreuung haben.

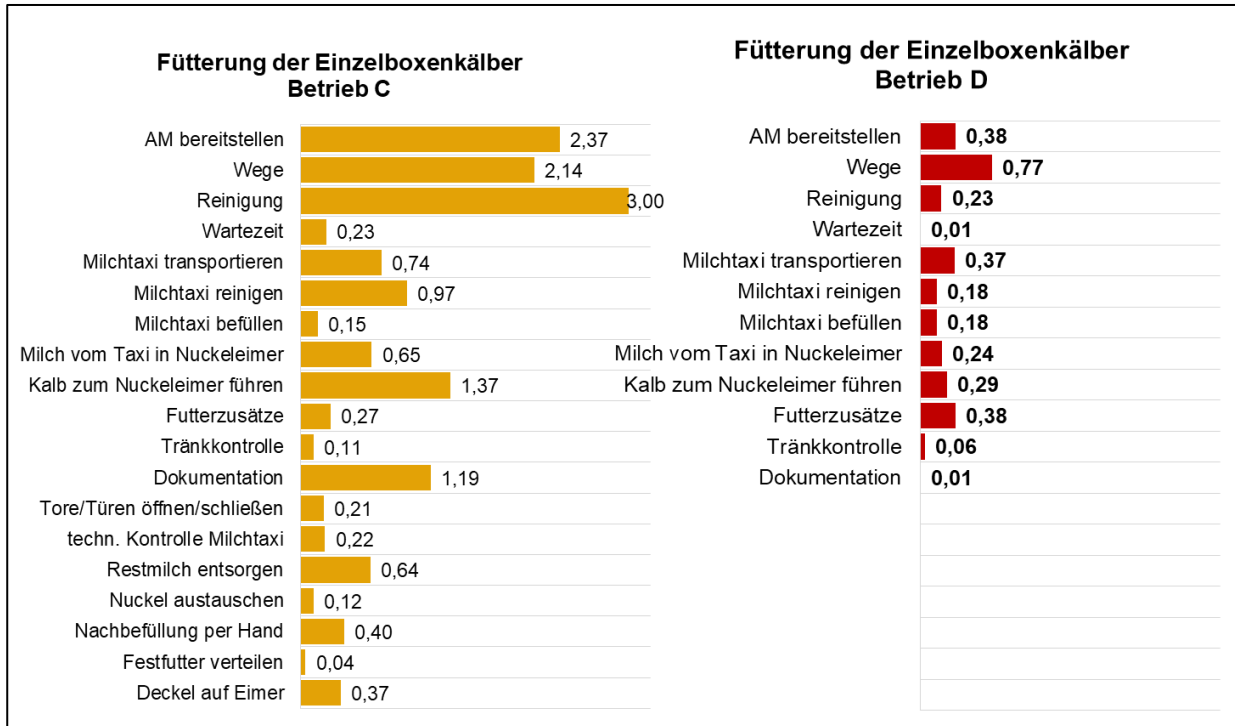


Abbildung 20: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs der Arbeitselemente für die Fütterung der Einzelboxenkälber der Betriebe C und D

Wie in den vorangegangenen Verfahren liegen auch die Arbeitselemente des Verfahrens Kälberbetreuung nicht normal verteilt vor und/oder haben eine zu geringe Anzahl Datensätze. Mit einem Epsilon von 9 bis 15% kann bei dem Arbeitselement „Gehen“ von einem guten relativen Vertrauensbereich gesprochen werden (Tabelle 16). Allerdings zeigt der Variationskoeffizient von >83% in allen Messungen, dass keine Normalverteilung der Daten vorliegt, was Voraussetzung für die Planzeitbildung ist (Tabelle 17). Die erforderliche Anzahl von Messungen, um die Arbeitselemente in einen relativen Vertrauensbereich von $\epsilon = 5\%$ zu bringen, ist sehr hoch. Im *Betrieb D* müssten zum Beispiel 218 Messungen erfolgen, in dem der Geburtshelfer zum Einsatz kommt und hinterher gereinigt wird.

Die vollständigen statistischen Ergebnisse der Arbeitselemente für das Verfahren Kälberbetreuung sind in den Tabellen A27 bis A32 des Anhangs dargestellt. Hinzugefügt werden muss noch, dass einige Ergebnisse der Tabelle A32 (*Betrieb D*) dem Herdenmanagement zuzuordnen sind. Diese Tätigkeiten wurden von den Kälberbetreuern während ihrer (Wochenend-)Schicht anstelle des Herdenmanagers durchgeführt.

Tabelle 16: Epsilon (relativer Vertrauensbereich in %) einzelner Arbeitselemente der Kälberbetreuung

Arbeitselement	Epsilon (%)			
	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Gehen ohne Last	9	9...11	6	15
Gesundheitskontrollen	9		25	94
Milchtaxi transportieren		20...21	32	35
Milch in Eimer aus dem Taxi		18...22	29	9
Milch in Eimer füllen per Hand	13			
Diättränke/Futterzusätze verteilen (K0)	70		48	12
Nachstreuen (K0)	7	62...134	61	21
Arbeitsmittel bereitstellen	75		18	24
Fieber messen	42		14	
Reinigung	22	25...62	28	26
Dokumentation	78		30	78
Behandlung (K0)			38	25

Tabelle 17: Variationskoeffizient einzelner Arbeitselemente der Kälberbetreuung

Arbeitselement	Variationskoeffizient (%)			
	Betrieb A	Betrieb B	Betrieb C	Betrieb D
Gehen ohne Last	88	87...108	83	144
Gesundheitskontrollen	39		92	131
Milchtaxi transportieren		82...102	119	169
Milch in Eimer aus dem Taxi		84...98	75	53
Milch in Eimer füllen per Hand	66			
Diättränke/Futterzusätze verteilen (K0)	91		66	69
Nachstreuen (K0)	36	93...127	126	82
Arbeitsmittel bereitstellen	96		214	136
Fieber messen	60		35	
Reinigung	64	42...93	146	82
Dokumentation	85		172	141
Behandlung			143	68

4.4 Liegeboxenreinigung

Der Arbeitszeitbedarf für die Reinigung der Hochliegeboxen liegt zwischen 4,15 und 8,77 HM je verschmutzte Liegebox (32er IM-Karussell, Betrieb H und T). In *Betrieb T* ist der Aufwand für die Reinigung der Liegeboxen genauso hoch wie bei den Tiefliegeboxen. Ursachen sind defekte Kuhkomfortmatten und die starke Verschmutzung durch Kot. In *Betrieb G* konnten die Liegeboxen am schnellsten gereinigt werden. Rund eine hundertstel Minute länger benötigten die Mitarbeiter im *Betrieb S*. Im Unterschied zu *Betrieb 2x12er FGM*, der ebenfalls Tiefliegeboxen hat, glätteten die Mitarbeiter von *S* und *G* die Einstreu. Das Reinigen der Tiefliegeboxen wurde in diesen beiden Betrieben nicht während des Treibens der Kühe zum Melkstand bzw. beim Suchen der Kühe erledigt. Anders in *Betrieb 2x12er FGM*. Dort wurden die Liegeboxen während des Zutriebs der Kühe zum Melkstand von Kot gereinigt. Die feste und stark verklumpte Strohmatte erschwerte es den Melkern, die Liegeboxen mit nur einer Bewegung zu reinigen. Resultierend daraus ist auch der Arbeitszeitaufwand mit 9,05 HM je Box am höchsten (Tabelle 18).

Tabelle 18: Arbeitszeitbedarf für die Liegeboxenreinigung

Betrieb	Einheit	2x12er FGM	32er IM-K	Betrieb G	Betrieb H	Betrieb T	Betrieb S
Arbeitszeitbedarf	HM/Box	9,05	5,72	7,46	4,15	8,77	8,46
Anzahl gereinigte Boxen	n/Tag, laktierende Kuh	0,75	0,78	0,71	0,43	0,26	0,98
Arbeitszeitbedarf	Akh/Kuh, Jahr	0,41	0,27	0,32	0,11	0,14	0,50

Teilweise hohe Standardabweichungen der Einzelwerte vom Mittelwert zeigte auch dieses Arbeitselement (Tabelle 19). Da es sich hier bei vielen Mitarbeitern um kontinuierlich fließende, fast getaktete Körperbewegungen handelte, konnte ein relativer Vertrauensbereich von 5% erreicht werden. In dem Zuge handelt es sich auch dann um zufällige, normalverteilte Ergebnisse.

Tabelle 19: Statistische Kennzahlen für die Liegeboxenreinigung

Betrieb	Einheit	2x12er FGM	32er IM-K	Betrieb G	Betrieb H	Betrieb T	Betrieb S
Standardabweichung	HM	5,93...17,94	3,83	4,37...13,65	3,87...4,52	2,70...5,96	5,74
Anzahl Messungen	n	49...107	252	90...253	89...187	110...146	614
Variationskoeffizient	%	31...79	64	61...135	28...78	32...74	68
Epsilon	%	6...23	8	13...17	6...11	6...12	5
erforderliche Anzahl Messungen für $\epsilon \leq 5\%$	n	150...963	624	570...2787	127...946	158...833	709

4.5 Herdenmanagement

Im *Betrieb G* bestand die Möglichkeit, den Arbeitszeitbedarf des Herdenmanagements für einen Tag zu messen. Die Aufgaben des Herdenmanagers beinhalteten die Kontrolle der Produktion, mit Gesundheitskontrollen, Brunstbeobachtung, Behandlungen und deren zahlreiche Dokumentationen. Da es sich hier um einen AMS-Betrieb handelt, stehen neben dem Herdenmanagementprogramm auch zahlreiche Informationen zum Brunst- und Gesundheitsgeschehen aus dem AMS-Programm zur Verfügung, insbesondere für die Brunstkontrolle und Besamung, welche rund ein Drittel der Arbeitszeit in Anspruch nahmen (Abbildung 21). Die Brunstkontrolle fand ausschließlich am PC statt, auch Hinweise und Notizen anderer Mitarbeiter über brünstige Kühe wurden genutzt. Eine Kontrolle direkt im Bestand fand nicht statt. Mit 24% der Arbeitszeit nimmt die Gesundheitskontrolle Platz 2 ein. Hier wurden vor allem die tägliche Milchleistung und Parameter, die das AMS-Programm liefert, genutzt. Die Arbeitselemente beim Verfahren Melken für den Herdenmanager waren folgende:

- Anweisungen – an Mitarbeiter
- Melkkontrolle – im AMS-Programm über Smartphone direkt im Tierbestand
- Separation – Kühe sperren im AMS-Programm
- Handnotiz – separierter Kühe
- Separation Kuh suchen

Diese Arbeitselemente nahmen 1/5 der Arbeitszeit in Anspruch. Für Arbeiten rund um die Behandlung erkrankter Kühe wurde ein Anteil von 17% festgestellt.

Unter sonstige Arbeiten fielen:

- Dienstfahrten zwischen den Stallungen
- Wartezeiten
- Persönliche Verteilzeiten.

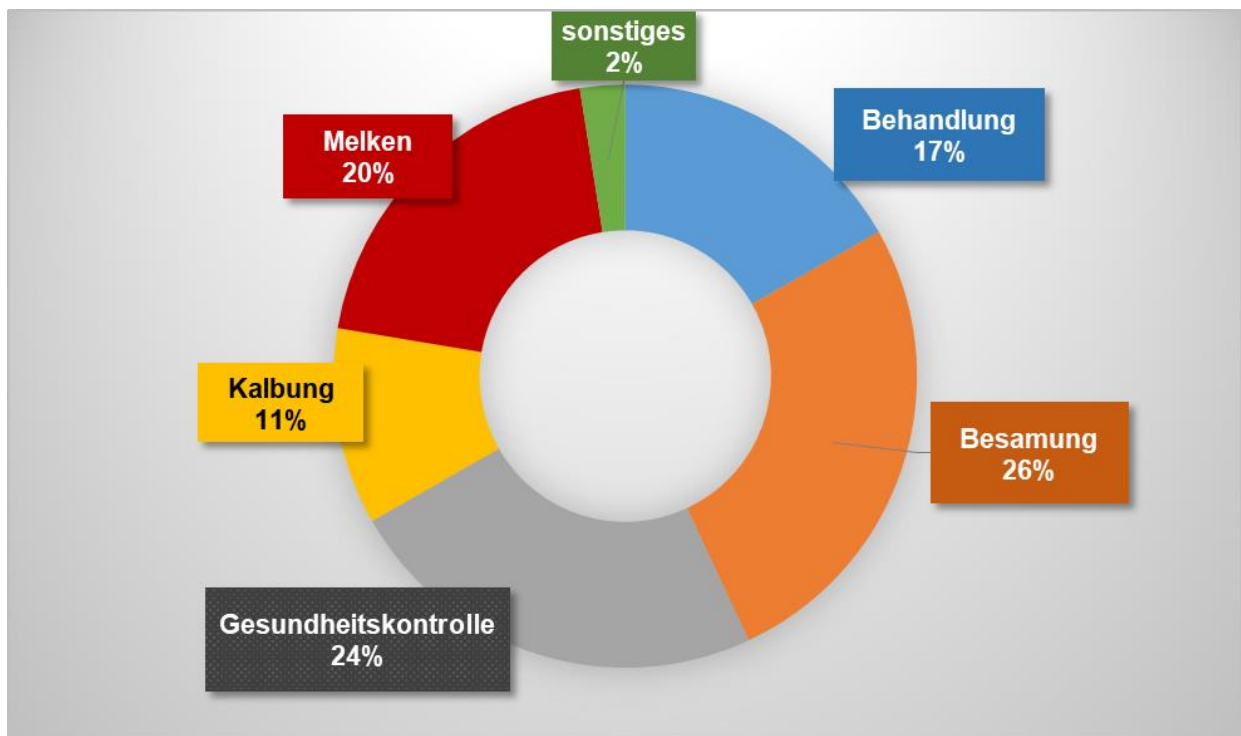


Abbildung 21: Prozentuale Verteilung des Arbeitszeitbedarfes der durchgeführten Arbeiten am Gesamtarbeitszeitbedarf einer HerdenmanagerIn

Folgender Arbeitszeitbedarf ergab sich für die einzelnen Verfahrensbereiche:

- Behandlung: 22,3 HM je behandelte Kuh (Anteil Dokumentation: 58%)
- Vor- und Nacharbeiten, Hilfestellung Besamung: 61,34 HM je besamtes Tier (Anteil Dokumentation: 27%)
- Gesundheitskontrolle: 21,24 HM je Tier des Bestandes (Anteil Dokumentation: 21%)
- Kalbung: 1730,67 HM je Kalbung (Anteil Dokumentation: 75%)
- Melken: 20,5 HM je laktierende Kuh (Anteil Dokumentation: 20%).

5 Diskussion

5.1 Verfahren Melken

5.1.1 Melken im Melkstand

Das Melken nimmt laut KÜMMEL, et.al (2005) 52 bis 63% des gesamten Arbeitszeitbedarfes in der Milchviehhaltung (ohne Nachzucht) in Anspruch. SCHLEITZER (2008) wies in seiner Arbeit Orientierungswerte von 16,7 AKh im 2x10er FGM und 11,6 AKh im 36er Melkkarussell aus. In den vorliegenden Studien konnte für das Verfahren Melken ein Arbeitszeitbedarf von 7,36 im 2x20er FGM und 13,14 AKh im 2x12er FGM festgestellt werden. Grundsätzlich unterscheiden sich die beobachteten Betriebe durch die Höhe der Melkfrequenz, wodurch die Gegenüberstellung der Betriebe in dieser Kennzahl nicht möglich ist. Um arbeitsorganisatorisch Vergleiche durchführen zu können, ist die Gliederung der Verfahren in Arbeitselemente und deren Erfassung in hundertstel Minuten je Melkung von Vorteil. Die Arbeitselemente des Melkens können in 49 HM (2x20er FGM) bzw. 60 HM je Melkung (2x12er FGM) ausgeführt werden.

HESELBACH (1963) wies für das Arbeitselement „Ansetzen des Melkzeuges“ in seinen Studien einen Arbeitszeitbedarf von 30 HM aus, BUSILOW (1966) und SCHLEITZER (1969) 25 HM je Vorgang. SCHICK (2010) stellte für einen mit hoher Automatisierung ausgelegten 2x12er FGM bereits einen deutlich geringeren Arbeitszeitbedarf von 18 HM je Melkung fest. In den vorliegenden Studien konnte dieses Arbeitselement mit einem relativen Vertrauensbereich von 5% in einer Zeit von 15,24 bis 15,88 HM je Melkung durchgeführt werden. Die technische Ausführung des modernen Melkzeuges könnte zum schnelleren Ansetzen geführt haben. Jedoch zeigte sich, dass die Melker des 2x20er FGM, der mit einem Servicearm ausgerüstet war, die meiste Zeit benötigten, um das Melkzeug anzusetzen. RITTERSHAUS (2007) formuliert, dass dieser bei großen Sammelstücken unbedingt erforderlich ist, weil Dreh und Hebelkräfte auf das Euter vermieden werden und durch das gleichmäßige Ausmelken kürzere Melkzeiten zugelassen werden. Das konnte in der vorliegenden Zeitmessung nicht nachgewiesen werden, war aber auch nicht Ziel dieser Arbeit. Von dem Servicearm waren alle Melker überzeugt, da dieser eine deutliche Arbeitserleichterung darstellte. Auch das in diesem Betrieb angewendete, sogenannte *Halbmexikanische Verfahren* (Ansetzen von zwei Melkbechern gleichzeitig) ergab eher noch einen kleinen Nachteil gegenüber dem einzelnen Ansetzen. Jedoch beim Arbeitselement „Arbeitsmittel aufnehmen“ waren die Mitarbeiter dieses Betriebes deutlich schneller. Der Grund war, dass für das Vormelken jeder Kuh ein separates Baumwolltuch genutzt wurde. Da beim Vormelken immer gleich zwei Zitzen abgemolken wurden, verringerte sich auch dieser Aufwand. Der Vorteil dieser Vorgehensweise ist nur marginal und nicht auf alle Melkstände übertragbar und entspricht auch nicht den gesetzlichen Vorgaben.

Die Länge des Melkstandes, Ruhe im Umgang mit den Tieren und Funktionsfähigkeit des Melkstandes beeinflussen hingegen den Arbeitszeitbedarf. Das zeigen die Ergebnisse für das Ein- und Rauslassen sowie die Positionierung der Kühe im Melkstand des 2x20er FGM. Fällt die Tiererkennung aus, ist es möglich, dass sich die erforderliche Zeit zum Ausrichten der Kühe und dem Melkbeginn verdreifacht.

Der Zeitbedarf für das Treiben der Kühe zum Melkstand wird insbesondere beeinflusst durch:

- die Liegeboxengestaltung. Liegen die Kühe unbequem und haben nicht genug Platz, um ihr natürliches Aufstehverhalten auszuleben, dauert es länger, sie in Richtung des Treibweges zu bringen.
- Rutschige, aber auch übermäßig raue Treibwege verunsicherten die Kühe. Das Aufdrängen der Kühe, wenn sie nicht weitergehen wollen, führte regelmäßig zum Ausweichen einzelner Tiere, was Zeit kostet und oftmals auch zur Verärgerung der Mitarbeiter führte. Die Folge war Unruhe des Tierbestandes durch das übermäßig schnelle Laufen des Melkers.
- Das Reinigen der Liegeboxen von Kot verlangsamt das Treiben nur scheinbar. Diese Arbeit gewährleistet, dass die Kühe auf den Treiber aufmerksam werden und genug Zeit haben, um Aufzustehen.

- Ablaufbedingte Wartezeiten beim Treiben sind unproduktive Zeiten. Dies führt zu Langleweiligkeit und Unlust bei den Mitarbeitern. Beobachtet wurde oft eine übermäßige Handynutzung, was mitunter die Unfallgefahr durch Unaufmerksamkeit erhöhte.

5.1.2 Melken mit Automatischen Melksystemen

Das Automatische Melksystem soll die Flexibilität der Tagesarbeitszeit des Landwirts verbessern, die monotone Melkarbeit eliminieren und Arbeitszeit einsparen. Die im Jahr 2003 zusammengefassten Studien mehrerer Autoren ergaben einen Arbeitszeitbedarf für das Melken mit dem AMS von 8,42 AKh je Kuh und Jahr (OMELKO et al., 2003). Dabei wurden die Arbeiten unterteilt in Bildschirmkontrolle, Tier und Maschinen gebundene Überwachungen, Hygiene, Arbeiten mit Kühen (Anlernen und Treiben) sowie Wartezeiten. Bemerkenswert ist, dass die Wartezeiten 16% der ausgewiesenen Arbeitszeit in Anspruch nahmen. KÜMMEL (2005) stellte in einem arbeitswirtschaftlichen Monitoring von 4 Betrieben einen Arbeitszeitbedarf für das Melken von durchschnittlich 5,4 Arbeitskraftstunden je Kuh und Jahr fest. Aus welchen Tätigkeiten bzw. Arbeitselementen sich dieser Bedarf zusammensetzt, wird nicht beschrieben. ZUBE et al. (2006) ermittelte 8,2 AKh je Kuh und Jahr für das Melken mit dem AMS. Darin enthalten sind Reinigungsarbeiten (14%), Wartung (15%), PC-Management (13%), Beobachtung und Kontrolle (28%) und der Zutrieb (29%). Den Gesamtarbeitszeitbedarf einer Einboxenanlage beschreibt SCHICK (2010) mit den Teilarbeiten Melken (14%), Kontrollarbeiten (40%), Reinigungen (23%) und nicht oder nur bedingt planbare Arbeiten (23%). Insgesamt nimmt das Melken in diesen Studien einen Umfang von 13,2 AKh je Kuh und Jahr ein. Eine weitere Arbeit aus 2010 in zwei Betrieben mit Kuhbeständen von 284 und 364 Kühen weist einen Arbeitszeitbedarf von 5,96 bzw. 6,19 AKh je Kuh und Jahr aus (SCHLEITZER, 2010). Dieser beinhaltet die Melkkontrolle am PC, den Zutrieb der Kühe zum AMS, Hilfe beim Melkvorgang, das Anmelken der Kühe nach der Kalbung, Trockenstellen und Euterbehandlung sowie die Reinigung des AMS. Ungewöhnlich ist dabei der Arbeitszeitbedarf für das Trockenstellen. Immerhin nimmt diese maximal einmal jährlich stattfindende Arbeit 4% der Arbeitszeit pro Kuh und Jahr ein.

Mit acht bis über neun Prozent zugetriebene Tiere je Tag war dieser Anteil relativ hoch, wobei sich der Arbeitszeitbedarf je Zutrieb in den beiden Anlagen mit 2,10 bis 3,60 AKmin je Tier deutlich unterschied. OVER (2009) ermittelte im Durchschnitt von 10 Betrieben einen Arbeitszeitbedarf von 7,2 AKh in einer Spannbreite von 4,8 bis 15,7 AKh je Kuh und Jahr. Dabei wird dieses Verfahren unterteilt in „Tierbetreuung am AMS“, „EDV-Arbeiten am AMS“, „Anlagen bezogene Arbeiten am AMS“ (Reinigung, Wartung, Fehlerbeseitigung) und „sonstige Arbeiten“ (Reparaturen, Einbau neuer Technik). In dieser Untersuchung wurden die höchsten Schwankungsbreiten bei der EDV-Arbeit am AMS festgestellt. Im Mittel betrugen diese 2,1 AKh, im Minimum 0,8 AKh, im Maximum 6,3 AKh je Kuh und Jahr. Eine von POMMER et al. (2013) veröffentlichte Studie weist einen Arbeitszeitbedarf in einer Schwankungsbreite von 4,4 bis 8,3 AKh je Kuh und Jahr für AMS-Betriebe mit freiem Kuhverkehr aus. Das Mehrboxensystem mit Vorselektion benötigte 6,4 AKh, wohingegen die Einzelbox mit Vorselektion 5,0 AKh je Kuh und Jahr aufwies. Je Melkung ergab das einen Arbeitszeitbedarf der zwischen 0,32 AKmin und 0,58 AKmin lag. Nach POMMER et al. (2013) lagen diesen Ergebnissen Arbeitszeitmessungen zugrunde, welche jedoch nicht näher beschrieben wurden. GEIDEL (2016) stellte für einen Betrieb mit 1000 Milchkühen einen Arbeitszeitbedarf von insgesamt 25,25 AKh je Kuh und Jahr fest, wobei in dieser Kennzahl sowohl die Fütterung als auch die Kälberbetreuung enthalten ist. Unterschieden werden „AMS bezogene Arbeiten“, „Tiergesundheitsbezogene Arbeiten“, „Treibe- und sonstige Reinigungsarbeiten“, „Liegeboxenpflege“, „Herdenmanagement“, „Besamung“ und „Wegezeiten“. Mit 7 AKh je Kuh und Jahr nimmt das „Herdenmanagement“ Platz 1 ein, „Tiergesundheitsbezogene Arbeiten“ folgen mit knapp 6 AKh und auf Platz 3 rangiert die „Liegeboxenpflege“ mit 2,5 AKh je Kuh und Jahr. Mit dieser Einteilung ist es nicht möglich zu sagen, wie hoch der Zeitaufwand für das Verfahren Melken ist. In unseren Untersuchungen hatte die Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit denen des konventionellen Melkens oberste Priorität. Letztendlich unterscheidet sich das Ergebnis der neueren Studien jedoch nicht von den älteren, denn es wurde in den hier berichteten Zeitmessungen ein Arbeitszeitbedarf für das Melken in einer Schwankungsbreite von 6,26 bis 8,55 AKh je Kuh und Jahr festgestellt. Diesem Verfahren zugeordnet waren die Arbeitselemente:

- Suchen nachzutreibender Kühe,

- Treiben vom Stall in den Vorwartebereich,
- Treiben vom Stall in das AMS,
- Reinigung und tägliche Wartung des AMS,
- Reinigung des AMS-Raumes,
- Listenerstellung per Hand vom PC oder AMS,
- sonstige Arbeiten wie Trockenstellen, Schwanzquaste rasieren, Euterbehaarung entfernen, Prozesskontrollen und persönliche wie auch ablaufbedingte Wartezeiten und
- Wege.

Festzustellen war, dass es zwischen den Betrieben in allen Arbeitselementen große Schwankungen im Arbeitszeitbedarf gab. Auch wenn Optimierungspotential in jedem Betrieb besteht, so sind die Länge und der Aufbau eines Stalles die Haupteinflussfaktoren für die Summe der Wege. Pflege und Wartung der AMS sind wichtig für deren sichere Funktionsfähigkeit. Der Arbeitszeitaufwand für diese Arbeitselemente hängt jedoch auch unmittelbar mit der persönlichen Empfindung des Leiters/Managers nach Sauberkeit zusammen. Schwierig zu werten, sind die weit auseinandergehenden Ergebnisse beim Suchen der nachzutreibenden Kühe. Wie bereits geschildert, hat der Stall, insbesondere die Gestaltung der Laufgänge und Überbelegungen erheblichen Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf. Das haben auch die Fähigkeiten der Betreuer, die nach REFA vor Beginn einer Arbeitszeitmessung in einem Leistungsgrad festgelegt werden sollen. Dies stellt zwar eine gute Methode dar, die Fähigkeiten der einzelnen Arbeitskräfte in die Messung einfließen zu lassen, damit diese in der folgenden Planzeiterstellung Berücksichtigung finden kann. Jedoch sind zu Beginn der Arbeitszeitmessungen sowohl der Arbeitsablauf in den einzelnen Betrieben als auch die zu begleitenden Mitarbeiter dem Zeitnehmer fast unbekannt und nicht einschätzbar.

5.2 Verfahren Fütterung

Bei den durchgeführten Arbeitszeitmessungen für das Füttern der Tiere war nicht die Fragestellung des Arbeitszeitbedarfes je Kuh oder je GV vordergründig, sondern der Vergleich zwischen dem gezogenen und dem selbstfahrenden System auf Basis der Kosten je kg Milch.

Die Vorteile des Selbstfahrers bestehen vor allem darin, dass die vielen Komponenten in unterschiedlichen Mengen sehr genau und schnell eingefräst werden können. Dabei muss die Arbeitskraft selten den Arbeitsplatz wechseln. Dies spart Zeit, die Unfallgefahr durch das Wechseln auf die andere Maschine sinkt und die Gelenke des Fütterers werden geschont. Ein weiterer Vorteil des Selbstfahrers ist, dass mit relativ hoher Geschwindigkeit weite Wege mit nur einer Maschine und einer Arbeitskraft bewältigt werden. Feste und saubere Anschnittflächen durch das gleichmäßige Abfräsen des Silostockes minimieren die Gefahr der Nacherwärmung. Allerdings erzielen gute Siloschneidzangen ähnliche Ergebnisse. Durch die Möglichkeit der präzisen Entnahmemenge ist das Risiko einer suboptimalen Rationszusammensetzung sehr gering. Das gezogene Verfahren ist in diesem Punkt deutlich im Nachteil. Jedoch sind versierte Futterfahrer in der Lage, die erforderlichen Futtermengen abzuschätzen, so dass auch beim gezogenen Verfahren sehr genau gearbeitet werden kann.

Die größten Nachteile des Selbstfahrers sind seine hohen Investitionskosten und der schnelle Verschleiß. In der Regel müssen, wenn nicht eine teure Generalüberholung vorangegangen ist, diese Maschinen nach 10.000 bis 12.000 Betriebsstunden ersetzt werden. Da das Verfahren nur auf dieser einen Maschine beruht, ist es wichtig, einen guten Service vor Ort zu haben, der bei Ausfall relativ schnell eine Ersatzmaschine zur Verfügung stellen kann. Zu beachten ist, dass die Silohöhen der maximalen Einstellung des Fräsarmes angepasst werden. In Bezug auf die Entnahmehöhen ist das gezogene Verfahren vorteilhafter, da die Teelader über variablere Hublängen verfügen. Eingeschränkt wird dies jedoch, wenn die Mais- und Grassilageentnahme mit dem Radlader vorgenommen wird, dessen Hubarm starr ist. Vorteil des gezogenen Systems ist, dass die Maschine zum Befüllen des Futtermischwagens, also Teelader, Teleradlader oder auch ein Radlader zu anderen Arbeiten herangezogen werden kann. Der Arbeitszeitbedarf der betrachteten Vorlageverfahren unterschied sich nicht wesentlich. Jedoch hat der Selbstfahrer längere Wege zurücklegen müssen, was ein wesentlicher Vorteil dieses Verfahrens ist. Zu beachten sind immer die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Arbeitskräfte im Umgang mit den Maschinen und die Gestaltung und Länge der Wege.

Beide Verfahren benötigten im Winter mehr Zeit für das Beladen der Futtermischwagen. Zur Zeit der Wintermessungen war es mit -10 bis -15 Grad Celsius sehr kalt und die Wege oft vereist, was nicht für jeden Wintertag typisch ist.

Aus Gründen der Unfallverhütung und Schonung der (älteren) Arbeitskräfte ist einem selbstfahrenden Futtermischwagen der Vorzug zu geben, da das ständige Umsteigen von einer auf die andere Maschine mit Risiken und körperlicher Beanspruchung verbunden ist.

Für das selbstfahrende System entscheiden sich oft Betriebe mit einer Kraftfutterlagerung unter Dach. In der Regel sind diese Futtermittelhallen in mehrere Kammern unterteilt und so angeordnet, dass der Futtermischwagen mit wenigen Zügen das Futter einziehen kann. Für Betriebe mit funktionstüchtigen Kraftfutterhochsilos ist eher das gezogene System passender.

Welches Verfahren Anwendung findet, hängt davon ab, ob der jeweilige Betrieb die Investition in einen anfänglich teuren Futtermischwagen tragen kann oder will, ob der Service für diesen vor Ort ist und bei Ausfall eine Ersatzmaschine stellen kann.

Beide Verfahren sind, wenn sie optimal gestaltet sind, zu vergleichbaren Aufwendungen, die in einem Bereich zwischen 1,10 bis 1,60 Ct je Kilogramm Milch liegen, empfehlenswert.

5.3 Verfahren Kälberbetreuung

Ein Vergleich der in diesem Bericht aufgezeigten Ergebnisse mit anderen Studien ist sehr schwierig, da die jeweiligen Haltungszeiträume unterschiedlich lang sind. SACHER et al. (2005) trennen den K0-Bereich in zwei Abschnitte: 0 bis 7. Lebenstag und 0. bis 14. Lebenstag. Vergleichbar mit unseren Ergebnissen wäre der Haltungszeitraum 0.-14 Lebenstag. Im Mittel der Betriebe stellen SACHER et al. einen Arbeitszeitbedarf von 6,3 bzw. 6,4 AKmin je Kalb und Tag dar. Der Unterschied liegt in der Haltung im Iglu vs. Kälberbox. Der Schwankungsbereich der Arbeitszeitmessungen in den vier hier beschriebenen Betrieben liegt zwischen 5,05 und 22,18 AKmin je Kalb und Tag. Allerdings fehlen in diesen Messungen das Räumen, Reinigen und Desinfizieren der Iglus und Gruppenbuchten.

Einfluss auf den Arbeitszeitbedarf für das Tränken der Kälber in Einzelhaltung haben:

- die Mechanisierung (Milchtaxi),
- die Jahreszeiten insbesondere bei Temperaturen unter 0 Grad Celsius,
- die Anzahl erkrankter Kälber,
- die Anzahl Kalbungen,
- die Arbeitsroutinen,
- die Wege und
- Art, Methode und Anzahl von Dokumentationen.

5.4 Methodik und statistische Ergebnisse der Arbeitszeitmessungen

Für die vorliegenden Arbeitszeitmessungen wurde die Zeitelementmethodik angewendet. Dabei werden die Arbeitsverfahren in Arbeitsvorgänge, Arbeitsteilvorgänge und letztendlich in einzelne Arbeitselemente zerlegt. Sie stellen die kleinste Einheit dar und werden, um eine hohe Genauigkeit der Messungen zu gewährleisten, als Messpunkte beschrieben. Zudem wird nach REFA jedem Arbeitselement eine Zeit-Art (Hauptzeit beeinflussbar, Nebenzeit nicht beeinflussbar etc.) zugeordnet.

Ziel der Arbeit war es, den Arbeitszeitbedarf von Arbeitsverfahren mit unterschiedlicher Technologie zu ermitteln, wie zum Beispiel das Melken im Melkstand vs. AMS. Grundlage für eine Optimierung von Arbeitsverfahren ist, dass alle Tätigkeiten die während der Schicht vorkommen, erfasst werden. Aus diesem Grund wurden alle Messungen als Fortschrittszeitmessung durchgeführt. Voraussetzung zur Durchführung der Zeitmessung sind vorangegangene Arbeitsbeobachtungen, um die Arbeitselemente und deren Messzeitpunkte sowie Einflussgrößen festzulegen. Grundsätzlich wurden die Arbeitszeitmessungen mit einem Tablet-PC durchgeführt, auf welches das Arbeitszeitmessprogramm MEZA installiert wurde. Nach SCHLOSSER et al. (2016) können

die Fehler durch den Zeitmessenden gegenüber der Stoppuhr deutlich verringert werden. Die Erfahrungswerte zeigen jedoch, dass die Arbeiten von den Mitarbeitern so schnell durchgeführt werden, dass eine Verschleppung einzelner Arbeitselemente selbst mit der Software nicht zu verhindern ist. Teilweise gelang es, Fehler im Nachhinein zu korrigieren, oft scheiterte es aber daran, dass innerhalb einer Fortschrittszeitmessung viele Arbeiten sehr schnell hintereinander erledigt wurden und dem Zeitmessenden keine Zeit blieb, um Notizen zu hinterlegen. Dies wurde erst in schriftlicher Form im Nachhinein vorgenommen, in späteren Messungen aber als Sprachnachricht im Smartphone hinterlegt. Wie hoch diese Fehlerquote war, ist schwer einschätzbar.

KALL (2016) stellte fest, dass die wenigsten Arbeitselemente der ebenfalls mit MEZA durchgeführten Zeitmessungen statistisch gesichert werden konnten. Diese ist jedoch nach SCHICK (2006) Voraussetzung, um Planzeitwerte zu bilden. Selbst das Logarithmieren einzelner Datenreihen reichte nicht aus, einen Variationskoeffizienten $\leq 33\%$ zu erreichen. Dieselbe Feststellung trifft auch auf dem Bericht zugrundeliegenden Messungen zu. Eine Erhöhung der Anzahl von Messdaten ist eine Möglichkeit, um die Genauigkeit zu verbessern, jedoch sind die Anzahl der erforderlichen Tage an denen Wiederholungen durchgeführt werden müssten, so hoch, dass dies aus arbeitswirtschaftlichen Gründen nicht leistbar ist. Mitunter müssten manche Arbeitselemente mehr als 365 Tage wiederholt werden. Dies ist auch für die Kollegen in den Praxisbetrieben unzumutbar. Wenn keine Normalverteilung der Werte vorliegt, ist wahrscheinlich die Varianz der Einzelmessung sehr hoch. Die Extreme nach oben und unten dürften jedoch charakteristisch für die Tätigkeiten in der Milchproduktion sein.

6 Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Arbeitszeitmessungen zeigen eine Variabilität der Arbeitszeit in den einzelnen Arbeitselementen. Diese werden unter anderem von den Wegen, der Anzahl erkrankter Tiere und Abkalbungen, von den Fähigkeiten der Mitarbeiter, von der Witterung und vom Grad der Technologie bestimmt. So konnte festgestellt werden, dass der Arbeitszeitbedarf beim Ansetzen des Melkzeuges in den letzten Jahrzehnten um die Hälfte reduziert wurde. Bessere Technologien auch bei der Reinigung und Vorbereitung der Euter auf das Melken werden weitere Arbeitszeiteinsparungen bringen, die dazu führen müssen, dass auch die Melker in kurzen aber routinierten Abständen Gesundheitskontrollen durchführen können. Schwere Erkrankungen der Tiere kosten enorm viel Arbeitszeit, was es im Vorfeld zu verhindern gilt. Jedoch ist in vielen Betrieben das Arbeitspensum sehr hoch. Innerhalb der Arbeitsroutinen kommt die Tierbeobachtung oft zu kurz. Diese hat aber neben der Abkalbekontrolle oberste Priorität. Um das zu gewährleisten, sind die bestehenden Routinen zu prüfen. Eine Optimierung dieser ist oft möglich. Teils kann dies dadurch gelingen, dass die besten Mitarbeiter bei der Abarbeitung einzelner Tätigkeiten Beispiel gebend sein können und durch Trainieren und Festigen der Abläufe die Tätigkeiten von allen Mitarbeitern in gleicher Abfolge und gleicher Zeiteinheit stattfinden. Das bringt auch noch mehr Ruhe in den Stall. Oft ist es jedoch die einfache Verlagerung von Arbeiten zu einem späteren Zeitpunkt oder die Abgabe der Verantwortlichkeit an andere Mitarbeiter, in deren Routine diese Arbeiten besser passen. Allerdings verhindern Zeitprobleme der Teamleiter die Überprüfung dieser Routinen. Voraussetzung für Veränderungen ist das Wissen, wo der Betrieb, die Mitarbeiter im Arbeitszeitbedarf für die einzelnen Tätigkeiten liegen. Hier können SOLL-IST-Vergleiche helfen. Für den SOLL-Vergleich stehen bislang nur Daten aus kleineren Tierbeständen zur Verfügung (www.arbeitsvoranschlag.ch; DÖRFLER et al. (2016)). Grundlage dieser Arbeitszeitberechnungen bilden Planzeitbausteine, die in einem Modellkalkulationssystem unter Einbeziehung bestehender Einflussgrößen, wie zum Beispiel Wege, kalkuliert werden. Diese Modellkalkulationen müssen auch für Betriebe mit größeren Tierbeständen möglich sein. Die vorliegenden Arbeitszeitmessungen bilden eine Grundlage dafür. Jedoch sollte in weiterführenden Arbeiten jedes Verfahren, zum Beispiel das Füttern der Tränkkälber, für sich betrachtet werden, um mehr Messungen zu ermöglichen. Aber auch über die Art und Weise der Durchführung sollte nachgedacht werden, denn der Einfluss der verzögerten Zeitaufnahme des Messenden ist auch mit IT-Unterstützung hoch. Denkbar ist der Einsatz von Videokameras (Go pro), vorausgesetzt, Betriebsleiter und Mitarbeiter stimmen dieser Vorgehensweise (Wahrung von Persönlichkeitsrechten) zu. Vorteile der Messung per Video sind die ständige Wiederholbarkeit der Messpunkte am PC. Der Aufnehmende kann Einflussgrößen während der Messung feststellen und protokollieren. Dabei stellen die Wege ein besonderes Problem dar. In den beschriebenen Messungen wurden ein bzw. zwei Schrittzähler eingesetzt. In der anschließenden Auswertung wurde dann die Summe der Wege auf die Arbeitselemente, in denen das Arbeitselement Weg vorkam, umgelegt, zum Beispiel beim Suchen und Treiben von Stundenkühen. Eine Spezifizierung zwischen Weg mit und ohne Last bzw. Weg im Stroh fand zwar statt, aber es ist schon ein zeitlicher Unterschied zwischen dem Gehen während der Abkalbekontrolle und dem einfachen Weg zwischen zwei Tätigkeiten. Der Einsatz eines GIS-gestützten Systems wäre hier sinnvoll und könnte während der Arbeitszeitmessung mit Videokamera mitlaufen. Die Durchführung der IST-Analyse ist auf zwei Wegen denkbar. Einer davon ist das Hinzuziehen von Spezialberatern, die sich auf dem Gebiet der Arbeitswissenschaften auskennen. Dies ist die teuerste Variante, mitunter auch zeitraubend und der Erfolg nur eingeschränkt, wenn festgestellte Optimierungsmöglichkeiten nicht fest im Arbeitsablauf der Mitarbeiter implementiert und durch den Leiter kontrolliert werden. Eine andere Methode ist die Selbstkontrolle. Apps für das Smartphone gibt es auch für die Offline-Erfassung von Arbeitszeiten. Motivierend wäre, wenn der Mitarbeiter selbst misst, Verzögerungen beim Messen dürfen dabei durchaus hingenommen werden. Aber dies im Stall durchzuführen mit meistens nassen oder verschmutzten Händen, ist nicht Ziel führend. Herden- bzw. aus dieser Perspektive Personalmanager, also leitende Mitarbeiter, sollten diese Arbeitszeitmessungen nicht vornehmen. Denkbar wäre noch die gegenseitige Messung von Mitarbeitern. Wenn jedoch die Arbeitszeit ohnehin schon knapp ist, wird das durch die Messung vorerst nicht besser. Eine gründliche Vorbereitung mit Teamdiskussionen und Festlegung von Zielstellungen (Erhöhung der Krankenerkennungsrate) helfen, die Akzeptanz dieser Vorgehensweise zu erreichen. Zeigt der SOLL-IST-Vergleich Optimierungspotential, muss dieser in die täglichen Routinen eingearbeitet werden. Mit dieser

Vorgehensweise wird der Einfluss der Betriebsspezifität berücksichtigt und die Motivation, die optimierten Routinen einzuhalten, dürfte höher sein, als Vorschläge zu befolgen, die durch einen Berater von außen eingebracht werden.

Für die wissenschaftliche Begleitung ist zu empfehlen, dass auf der Grundlage videobasierter und GIS-gestützter Arbeitszeitmessungen Planzeitwerte erarbeitet werden. Diese sollten Grundlage für Modellkalkulationen sein, die es jedem Landwirt ermöglichen, seine IST-Daten mit den SOLL-Daten zu vergleichen, um Arbeitsroutinen zu verbessern. Diese sollten sich in betriebspezifischen Standard-Arbeitsroutinen (SOP) und Arbeitsablaufplänen letztendlich wiederfinden.

Im weiteren Verlauf soll eine statistisch gesicherte Grundgesamtheit von Arbeitselementen der einzelnen Verfahren erarbeitet werden. Ziel ist die internetfähige Version einer Modellkalkulationsdatenbank und die Begleitung der Einführung von SOP's sowie die Planung der Tages-, Wochen- und Monatsablaufpläne unter Berücksichtigung der Anzahl Kalbungen und Erkrankungen. Oberste Zielstellung ist die Optimierung der Arbeitsabläufe, um Arbeitszeit für routinemäßige Gesundheits- und Abkalbekontrollen freizusetzen.

7 Zusammenfassung

In insgesamt 57 Arbeitszeitmessungen, durchgeführt in den Bereichen Melken in Melkständen, im AMS, Kälberbetreuung, Fütterung, Herdenmanagement und Liegeboxenpflege, konnten Ergebnisse zum Arbeitszeitbedarf der einzelnen Verfahren zusammengetragen werden. Zahlreiche vorangegangene Studien zeigen ähnliche Ergebnisse im Arbeitszeitbedarf der einzelnen Verfahren. Unterschiede bestehen jedoch insbesondere beim Melken mit dem AMS hinsichtlich der Zuordnung von Arbeitsteilvorgängen.

In jedem Betrieb wurden mehrere Messungen der einzelnen Verfahren entweder mit derselben Arbeitskraft oder aber auch mit mehreren Mitarbeitern durchgeführt. Entsprechend der Aufgabenstellung kam die Fortschrittszeitmessung zur Anwendung, denn neben der Feststellung der Höhe des Arbeitszeitbedarfes einzelner Verfahren sollten auch die dazugehörigen Arbeitsroutinen erfasst werden. Im Ergebnis beider konnten für jeden einzelnen Betrieb Optimierungspotentiale im Ablauf der einzelnen Tätigkeiten, weniger bei der Abarbeitung einzelner Arbeitselemente aufgezeigt werden.

Der Arbeitszeitmessung voraus ging in allen Betrieben eine eintägige Arbeitsbeobachtung zur Feststellung und Beschreibung der Messpunkte und Bezugsgrößen. Die Messungen fanden auf der Arbeitselementebene statt und wurden mit der IT-gestützten Software MEZA der Firma Drigus GmbH durchgeführt. Diese lieferte während der laufenden Messung die erforderliche statistische Prüfung der Datenreihen, die zeigte, dass der relative Vertrauensbereich ($\epsilon = 5\%$) in den seltensten Fällen erreichbar war. Grund sind die hohen Varianzen der Messreihen, was lediglich durch eine nicht praktikable Anzahl von Messungen reduzierbar wäre. Zufällig und normal verteilte Messwerte sind nur dann zu erwarten, wenn es sich um getaktete Arbeiten, wie die beim Melken im Melkstand, handelte.

Für den Aufbau einer Planzeitdatenbank sind weitere Messungen erforderlich. Diese sollten sich auf Arbeitsgänge mit der Zerlegung in Arbeitselemente konzentrieren. Mit Hilfe dieser Planzeitwerte können betriebspezifische Modellkalkulationen durchgeführt werden, die dann zur Erstellung von Tages- und Wochenplänen genutzt werden. Arbeitsbeobachtungen ohne Zeitmessungen können als Grundlage dienen, die Arbeitsroutine zu optimieren. Stichpunktartige Arbeitszeitmessungen sind auch hier als Diskussionsgrundlage wertvoll.

Summary

In total 57 working time measurements carried out in the areas of milking in milking parlour and AMS respectively, calf care, cow feeding, herd management and recumbent boxing care, results on the working time requirements of the individual processes were collected. Numerous previous studies show similar results in the working time requirements of individual procedures. However, there are differences, especially when milking with the AMS in terms of the assignment of work suboperations.

The time measurement was always preceded by a one-day work observation to determine and describe the measuring points and reference values. The measurements were carried out at the work element level using the IT-supported software MEZA from Drigus GmbH. This provided the necessary statistical analysis of the data series during the ongoing measurement, which showed that the relative range of trust ($\epsilon = 5\%$) was reached in the rarest of cases. This is due to the high variances of the measurement series, which could only be influenced by an impractical number of measurements. Random and normally dispersed readings were only to be expected if they involved clocked works, such as those when milking in the milking parlour.

Further measurements are required to set up a plan time database. These should focus on operations with disassembly into work elements. With the help of these plan time values, company-specific model calculations can be carried out, which can then be used to create daily and weekly working plans. Work observations without time measurements are the basis for optimizing the work routine. Key point-based time measurements are also valuable here as a basis for discussion.

8 Literaturverzeichnis

- ANONYM [1] (2019): Definition Standardabweichung. <https://de.statista.com/statistik/lexikon/definition/126/standardabweichung>. 16.12.2019
- ANONYM [2] 2019: Definition Variationskoeffizient. <https://welt-der-bwl.de/Variationskoeffizient>. 16.12.2019
- BUSILOW (1966): in ORDOLFF, Dieter (1972): Der Arbeitszeitbedarf beim Melken in Melkständen und die wichtigsten Einflussfaktoren. Dissertation. Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der TU München. <https://mediatum.ub.tum.de/doc/820153/820153.pdf>
- DRIGUS GmbH (2008): Grundlagen der Statistik. Dortmund. 1. Auflage, 36-47
- DÖRLER, Renate; HACKSPACHER, Sara; SCHICK, Matthias; BERNHARDT, Heinz (2016): Arbeitszeitbedarf für die Betreuung von Milchkühen in unterschiedlich gestalteten Special Needs Bereichen. Bornimer Agrartechnische Berichte. Heft 83. Leibnitz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB). ISSN 0947-7314. 104-115
- GEIDEL, Steffi (2016): Automatisches Melksystem. Ein moderner Arbeitsplatz für Mensch und Kuh. Vortrag. Tiergesundheitstag der Universität Leipzig und VetMed. Online verfügbar unter http://www.tll.de/www/daten/veranstaltungen/materialien/melksysteme/300517_geidel.pdf, zuletzt aktualisiert am 16.01.2020.
- HAMMER, Wilfried (1997): Wörterbuch der Arbeitswirtschaft. REFA-Fachbuchreihe Betriebsorganisation. Carl Hanser Verlag, München, 25
- HARMS, Jana (2019): Ökonomische und produktionstechnische Analyse der Milcherzeugung und Färsenaufzucht. Jahresbericht BZA Milch 2019 der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. www.lfamv.de. Zuletzt aktualisiert 20.01.2020
- HARMS, Jana (2019): Mit Navi durch den Kuhstall. top agrar Spezialprogramm Rinderhaltung. Landwirtschaftsverlag Münster. 48. Jahrgang.R2-3
- HENNEBERG, B.; PEN, C.; AUERNHAMMER, H. (1973): Untersuchungen einiger Arbeitselemente in der Innenwirtschaft. Die Landarbeit, Bad Kreuznach. Heft 2, 112-126. In SCHICK (2006)
- HESSELBACH, J. (1963): Arbeitstechnik und Arbeitsverfahren der Milchgewinnung im landwirtschaftlichen Betrieb. Landarbeit und Technik, 30/1963, Parey Verlag, Hamburg und Berlin
- KALL, Marina (2016): Erarbeitung einer standardisierten Vorgehensweise bei der statistischen Aufbereitung von Arbeitszeitmessungen zur Erstellung von Planzeitwerten am Beispiel Entmistung und Fütterung in der Pferdehaltung. Masterarbeit. Universität Hohenheim.
- KÜMMEL, Albrecht; DIETERICH, Wilfried; OVER, Ralf; HEIM, Bernhard, SCHOLZ, Andrea (2005): Arbeitszeitbedarf in der Rinderhaltung – Erhebungen in Praxisbetrieben. <https://landwirtschaft-bw.info/.../Arbeitszeitbedarf%20der%20Rind>. zuletzt aktualisiert 23.08.2017
- OMELKO, Michael; RÖMER, Andrea; SCHNEEBERGER, Walter (2003): Einsatz eines automatischen Melksystems unter österreichischen Rahmenbedingungen. Endbericht Teil 2: Einfluss eines automatischen Melksystems auf betriebs- und arbeitswirtschaftliche Kennzahlen. Forschungsbericht der Universität für Bodenkultur Wien. Institut für Agrarökonomik. 8-9

- Over, Ralf (2009): Melksysteme im Vergleich. Ökonomie und Arbeitswirtschaft. Online verfügbar unter <https://alb-bw.uni-hohenheim.de/fileadmin/einrichtungen/alb-bw/Archiv/2009/Tagung/Over.pdf>, zuletzt geprüft am 23.01.2020
- POMMER, Rene; PACHE, Steffen; HEBER, Ingo; RINDFLEISCH, Annett (2013): Automatische Melksysteme in Sachsen. Schriftenreihe, Heft 10/2013. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie. Dresden. ISSN 1867-2868. 18-19
- RASCH, Dieter; BOCK, J.; DÖRFEL, Hannelore; HERRENDÖRFER, G.; THOMAS, E.; WIL-
LER, Heidtraut (1983): Biometrie, Einführung in die Biostatistik. VEB Deutscher Landwirt-
schaftsverlag Berlin. 50
- REFA Verband für Arbeitsgestaltung, Betriebsorganisation und Unternehmensentwicklung e.V.
(1997): Methodenlehre der Betriebsorganisation – Datenermittlung, Carl Hanser Verlag,
München, Carl Hanser Verlag, München,
- RICHARD, Jana (2018): Ermittlung des Arbeitszeitbedarfes für die Versorgung der Tränkkälber
in einem Praxisbetrieb. Bachelorarbeit. Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät der
Universität Rostock. Professur Agrartechnologie und Verfahrenstechnik.
- RITTERSHAUS, Christiane (2007): Arbeitszeit im Milchviehbestand effektiv nutzen. 59. Land-
wirtschaftliche Woche Nordhessen. Vortrag. Online verfügbar unter <https://llh.hessen.de> zu-
letzt aktualisiert 15.9.2008
- SACHER, Martin; DIENER, Katrin; LÄTZSCH, Dieter (2005): Kälberaufzucht effektiv organi-
sieren. Schriftenreihe der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft. Dresden. Heft 2.
10. Jahrgang. 18
- SCHICK, Matthias (2006): Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonde-
rer Berücksichtigung der Arbeitsplanung. Habilitationsschrift. Universität Hohenheim, Insti-
tut für Agrartechnik, 30-36
- SCHLOSSER, Katharina, THEUVSEN, Ludwig (2016): Arbeitszeitbedarfsermittlung am Beispiel
der Ferkelerzeugung – IT-basierte Erfassungsmethoden und ihre Verwendungsmöglichkei-
ten. Intelligente Systeme – Stand der Technik und neue Möglichkeiten, Lecture Notes in In-
formatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn. 181-184
- SCHICK, Matthias (2010): Arbeitswirtschaft in der Milchviehhaltung. Potentiale zur Arbeitszeit-
einsparung. Vortrag zum 3. Rinderforum "Arbeitseffizienz in der Milchviehhaltung". Online
verfügbar unter [https://docplayer.org/25396900-Arbeitswirtschaft-in-der-milchviehhal-
tung.html](https://docplayer.org/25396900-Arbeitswirtschaft-in-der-milchviehhaltung.html), zuletzt geprüft am 23.01.2020
- SCHLEITZER, Gerhard (1969): Der Einsatz des Karussellmelkstandes in großen Milchviehanla-
gen. Deutsche Agrartechnik 19, 7/1969, 304, Berlin
- SCHLEITZER, Gerhard (2008): Moderne Melkverfahren im landwirtschaftlichen Großbetrieb.
Melktechniktag des Sächsischen Landeskontrollverbandes e.V., 4.3.2008
- SCHLEITZER, Gerhard (2010): Eine Frage der Organisation. Neue Landwirtschaft 11/2010.
Landwirtschaftsverlag Berlin. 58-60
- ZUBE, P.; TRILK, J. (2006): Bewertung des Arbeitsaufwandes bei der Nutzung Automatischer
Melksysteme (AMS). Bewertung der Anwendung Automatischer Melksysteme. Schriften-
reihe des Landesamtes für Verbraucherschutz, Landwirtschaft und Flurneuordnung. Reihe
Landwirtschaft, Band 7, Heft V. 49-54

9 Überleitung

Die Überleitung der im Rahmen dieses Forschungsthemas gewonnenen Ergebnisse erfolgte in Form nachfolgender Veranstaltungen, Vorträge und Publikationen:

Veranstaltungen

HARMS, J. (2019): Seminar Agrarökonomie Milchproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V. Dummerstorf 22.2.2018

Vorträge

HARMS, Jana (2016): Das Arbeitszeitmessprogramm MEZA. Vortrag zum Lely-Workshop. 08.06.2016. Tessin

HARMS, Jana (2017): Erste Ergebnisse aus Arbeitszeitmessungen in Milchviehbetrieben. Vortrag zum Referenzbetriebstag. 02.05.2017. Plauerhagen

HARMS, Jana (2017): Minimierung der Produktionskosten mit Automatischen Melksystemen durch den Vergleich von Verfahrenskosten nach dem Lean Management Prinzip. Vortrag zur Übergabe der Ergebnisse aus dem DM-Projekt mit Lely Deutschland. 23.05.2017. Dummerstorf

HARMS, Jana; RUSZIG, Lisa (2018): Mit Arbeitszeitanalysen und Standardroutinen der Arbeitsfalle entgehen? Seminar Agrarökonomie Milchproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei M-V. Dummerstorf 22.2.2018

HARMS, Jana (2018): Ziele und Methoden von Arbeitszeitanalysen und Standardroutinen. Vortrag zum Workshop mit hessischen Landwirten. 14.03.2018. Dummerstorf

HARMS, Jana (2018): Ergebnisse von Arbeitszeitmessungen in der Milchproduktion. Beratung der Arbeitsgruppe KG Tierproduktion – Automatisierung in der Tierproduktion. 23./24.05.2018. Kassel

HARMS, Jana, UMSTÄTTER, Christina (2018): Was können arbeitswissenschaftliche Tools in der Beratung leisten? WGM Tagung 17. Oktober 2018. Dummerstorf

HARMS, Jana (2018): Roboter oder Melkstand – Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Systeme. Fachtagung der Lely GmbH. 28.11.2018. Radebeul

HARMS, Jana (2018): Arbeitsorganisation in Roboterbetrieben. Fachtagung der Lely GmbH. 28.11.2018. Radebeul

HARMS, Jana (2018): Was bringt die Ortung? Fachtagung der Lely GmbH. 28.11.2018. Radebeul

HARMS, Jana (2018): Ergebnisse aus Arbeitszeitmessungen in Milchviehbetrieben. Kolloquium des IFT der LFA M-V. 15.01.2018. Dummerstorf

HARMS, Jana (2018): Arbeitszeitpotentiale – Methode der Arbeitszeitmessung am Beispiel Melken. Workshop 100 Plus. 07.12.2018. Dummerstorf

HARMS, Jana (2019): Ergebnisse aus Arbeitszeitstudien in Betrieben mit Automatischen Melksystemen. 1. Brandenburger Robotertag der Lely GmbH. 03.04.2019. Neu Lübbenau

HARMS, Jana (2019): Zeit gewinnen durch optimierte Arbeitsroutinen in der Kälberaufzucht. Dummerstorfer Kälber- und Jungrinderseminar. 13.11.2019. Dummerstorf

Publikationen

HARMS, Jana (2017): Profitabel auftischen. Bauernzeitung. Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin. 37. Woche 2017. ISSN 2194-2579. 38-39

HARMS, Jana (2017): Wer gewinnt das Futterrennen? Top agrar. Rinderspezialheft 11/2017. Landwirtschaftsverlag Münster. 46. Jahrgang R2-R4

- HARMS, Jana (2017): Verfahrensvergleich gezogener versus selbstfahrender Futtermischwagen. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern. Heft 59. www.lfamv.de
- HARMS, Jana (2018): Roboter oder Melkstand – wer melkt günstiger? Bauernzeitung. Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin. 8. Woche 2018. ISSN 2194-2579. 34-35
- HARMS, Jana, BRUHS, Birgit (2018): Auf Augenhöhe. Agrarheute Rind. Deutscher Landwirtschaftsverlag. München. 171. Jahrgang. 01.05.2018. 16-19
- HARMS, Jana (2018): Genau dosiert und gut gemischt in die Krippe. Bauernzeitung. Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin. 20. Woche 2018. 59. Jahrgang. ISSN 2194-2579.
- HARMS, Jana (2018): Welches System melkt günstiger? Land und Forst. 171. Jahrgang Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH; Hannover, Nr. 30. 31.05.2018. 38-39
- HARMS, Jana, BRUHS, Birgit (2018): Neuer Melkkostenvergleich. Welches System melkt günstiger? Bauernblatt Schleswig-Holstein. Bauernblatt GmbH. Rendsburg. 44-45
- HARMS, Jana (2018): Verfahren der Futtervorlage. Bauernblatt Schleswig-Holstein. GmbH. Rendsburg. 22.09.2018. 11-14
- HARMS, Jana (2018): Die Arbeitsabläufe laufend optimieren. Land und Forst. 171. Jahrgang Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH; Hannover, Nr. 30. 31.05.2018. 38-39
- HARMS, Jana, HEITKÄMPER, Katja, UMSTÄTTER, Christina (2018): Was können arbeitswissenschaftliche Tools in der Beratung leisten? Tagungsband WGM Tagung 2018. 16.-18. 10.2018. Dummerstorf. 28-31
- HARMS, Jana (2018): Was melkt am günstigsten? DLG-Mitteilungen. Max-Eyth-Verlagsgesellschaft mbH. Frankfurt/Main. ISSN 0341-0412. 11.2018. 38-39
- HARMS, Jana (2019): Schwachstellen aufdecken und beseitigen. Bauernzeitung. Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin. 20. Woche 2018. 60. Jahrgang. ISSN 2194-2579. 42-43
- HARMS, Jana (2019): Futtermischwagen unter der Lupe. Allgäuer Bauernblatt. AVA Agrar-Verlag Allgäu GmbH. Kempten. 87. Jhg. Heft 3. 22-24
- HARMS, Jana (2019): Roboter versus Melkstand. Allgäuer Bauernblatt. AVA Agrar-Verlag Allgäu GmbH. Kempten. 87. Jhg. Heft 13. 20-23
- HARMS, Jana (2019) Wege aus der Betriebsblindheit bei der Milchproduktion? Bauernblatt Schleswig-Holstein. GmbH. Rendsburg. 13. April 2019. 20-22
- HARMS, Jana (2019): Was kann die Kuhortung? HERDENManager. Fachjournal der Lely GmbH. 3
- HARMS, Jana (2019): Mit Navi durch den Kuhstall. top agrar Spezialprogramm Rinderhaltung. Landwirtschaftsverlag Münster. 48. Jahrgang. R2-3
- HARMS, Jana (2019): Unter der Lupe. Milchpur. AVA-Agrar-Verlag Allgäu GmbH, 17. Jahrgang. 56-58
- HARMS, Jana (2019): Milchviehhaltung: Wie kann man Kühe im Stall schneller finden? Bauernzeitung. Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin. 49. Woche 2019. 60. Jahrgang. ISSN 2194-2579. 12
- HARMS, Jana (2020): Kälberaufzucht: Optimierte Arbeitsabläufe gut für die Tiergesundheit? Bauernzeitung. Deutscher Bauernverlag GmbH, Berlin. 3. Woche 2020. 61. Jahrgang. ISSN 2194-2579. 12

Anhang

Tabelle A1: Arbeitselemente des Arbeitsverfahren Melken im Melkstand

If Nr.	Arbeitselement	Beschreibung
1	Melkzeug ansetzen	umknicken Melkbecher wenn erforderlich Knopf drücken Arm in Position bringen Melkzeug nehmen ansetzen manchmal Mit Hilfe eines Kanisters die Melkzeugposition unterstützen
2	Vormelken	Milchprobe zur Feststellung der Milchbeschaffenheit in den Vormelkbecher
3	Euterrreinigung	Tuch schütteln und Zitzen einzeln abwischen anschließend Tuch in eine dafür vorgesehene Tonne werfen Früh- und Mittelschicht mit "Balsam"DM, Spätschicht und Trockensteller mit Jod, Kanister mit Mittel stehen im Melkstand, Einpumpen der Flüssigkeit in einen Eimer und bei Bedarf wird aus diesem Eimer in die Dippbecher nachgefüllt
5	Dippmittel nachfüllen	
6	Einlassen/Positionieren	ist Aufgabe des Treibers i.d.R. ohne zeitl. Verzögerungen manchmal drängeln die hinten stehenden Kühe so, dass mit der Wasserpistole die ersten zum Rückwärtsgehen gezwungen werden muss
7	Abschlagen Melkzeuge	Melkzeug aufgehoben und verankert also melken beendet Euter kontrolliert ob ausgemolken oder Melkzeug aufgenommen und neu angesetzt
8	ZD vor- und nachbereiten	Zwischendesinfektionswannen mit Wasser und Chemikalien befüllen und nach dem Melken säubern
9	Reinigung	3 Möglichkeiten 1. Kärcher - zum Ende der Schicht Fußboden, Wände, Melkstand und Geschirr 2. kleine Sprühpistole im Melkstand 3. Schlauch mit spitzer Düse 4. Schieber
10	Kontrolle Technik	Kühltemperatur anschauen Kühlung einschalten Vakuumpumpe einschalten Kärcher anschalten Alles was unmittelbar im Maschinenraum passiert
11	Gehen OHNE Last	einfaches gehen ohne Zuordnung (en auch zu den Kuhabteilen ... späteres Treiben)
12	Treiben	sol bald der Melker Kühe treibt, ist es treiben und nicht mehr gehen
13	Liegebox reinigen, per Hand	Misten und Treiben fallen zusammen, mit der Harke bei Bedarf Misthaufen rausnehmen
14	Übergänge abschieben	Übergänge sind mit Gummi ausgelegt, werden mit Mistschieber abgeschoben
15	Stroh verteilen	Stroh liegt in der Regel am Kopfende und wird mit dem Schieber nach dem Misten etwas verteilt
16	Milchfilter wechseln	einmal am Tank, einmal im Melkstand (vor Spülung entfernen)
17	AM Wechsel	Melkbecher, aber nicht die Eutertücher, Kreide zur Kennzeichnung
18	Müll entsorgen	
19	AM Aufnahme	aufnehmen Dippmittel, Eutertücher, Vormelkbecher, Blauspray, Spritzen, Blindstopfen
20	Dippen	mit Dippmittelbecher
21	DM Sprühen	darf in der Nachtschicht mit Jod gemacht werden (soll schneller gehen)
22	Treiben Auslauf	alle Tiere die im Auslauf sind und in den Stall getrieben werden müssen
23	Störungen	alles was technisch bedingt ist und zu Störungen im Ablauf führen
24	Wartezeiten	auf Grund von Schwermelkern etc. hervorgerufen wurden
25	Behandlungen	Behandlungen während des Melkprozesses (Injektoren und Euter, Blauspray bei Klauenerkrankungen, intramuskuläre Injektion ins Hinterbein vom Treiber durchgeführt)
26	Milchseparation	Milch wird in das Milchtaxi hochgepumpt (kaum erkennbar!) danach Schläche umgesteckt
27	Spülung	vor dem Melken Spültakt umschalten, Spülaufsätze mit Melkgeschirr verbinden und lösen
28	Milchtank vor-/nachbereiten	Tank reinigen innen/außen-Milchschlauch um hängen-Tuch nehmen/wischen/weg werfen
29	Reparatur Melkzeug	defekte Schläuche, ZIGus, Melkbecher, Seile während Melken reparieren/wechseln
30	Tore	öffnen/schließen alle auf den Wegen u. in den Gruppenbuchten
31	Gehen STROH	gehen NICHT Treiben in Buchten mit Stroheinstreu
32	Gehen mit LAST	
33	persönl. Bedürfnis	Toilettenbesuch, Essen, Trinken, Telefongespräch
34	Melkzeug vorbereiten	Melkzeuge von Spülaufsätzen nehmen-Knopf pro Melkplatz drücken-Spülaufsätze pro Melkplatz ranklappen-
35	Bügel an-/ablegen	Tretbügel von Melkplatz nehmen/ablegen-der Kuh anlegen/abnehmen
36	gehen MIT Last	gehen NICHT Treiben - mit Last z.B. Kanne, Mistschieber tragen
37	Dienstgespräch	dienstl. Gespräche (Infoaustausch)-auch im Melkstand
38	Milch/Blutentnahme	Milchprobe für Schalmtest
39	Trockenstellen	Kühe ausmelken, mit Desinfektionstuch Zitzen abwischen, Injektor in jedes Euter, Jod haltiges Dippmittel, Kennzeichnung als TS und sofortige Selektion in die TS-Gruppe durch umstellen der Tore (letzteres ist Aufgabe des Treibers)
40	Displayeinstellungen	alles was an Einstellungen über das Display gemacht wird inkl. Reißleine ziehen zum Rückwärtsantrieb des Karussells (Einklemmen der Kuh beim Eintrieb wird verhindert)
41	Kanne mit Milch füllen	Separation und Biestmilch
42	Entlassen	i. d. R. gehen die Kühe allein und ohne Zeitverzug
43	Ein/Ausschalten der Technik	Vakuumpumpe, Kompressor etc.
44	Be- und Entladen der Waschmaschine	Eutertücher und Oberbekleidung werden bei 60 Grad Celsius gewaschen
45	Tierkennzeichnung	Spray (TS), Band (Klaue) oder Stift (sonstiges); Lappen auf diverse Stellen legen zur Kennzeichnung letzte Kuh der Gruppe etc., Halsband anlegen
46	Dokumentation	mit Kreide an die gefeierte Wand oder per Zettelnotiz, Eingaben in das Herdeprogramm zum Ende der Schicht
47	Betreten/Verlassen Melkzentrum	auch während des Melkens und gerade da mit akrobatischen Meisterleistungen
48	Klauenbad	nur Vor- und Nachbereitung und wenn das Treiben nur dem Klauenbad zugeordnet werden kann

Tabelle A2: Einzelzeiten der Arbeitselemente als Mittelwert der vier beobachteten Melker (in hundertstel Minute je gemolkene Kuh) im Betrieb 2x12er Fischgräten-melkstand

ARBEITSELEMENTE	EZ/Melkung [HM]
Abschlagen Melkzeug	1,24
AM Aufnahme	6,46
AM Wechsel	0,71
Behandlungen	0,40
Bügel an/ablegen	1,37
Dienstgespräch	0,19
Dippen	7,40
Dippmittel nachfüllen	0,60
Ein/Ausschalten der Technik	0,28
Einlassen/Positionieren	7,04
Entlassen	1,45
Euterreinigung	6,64
gehen MIT Last	0,68
gehen OHNE Last	7,22
Gehen STROH	0,42
Handgerät aufnehmen /ablegen	0,23
Kontrolle Technik	0,15
Liegebox reinigen, per Hand	2,26
Melkzeug ansetzen	15,88
Melkzeuge vorbereiten	0,37
Milchfilter wechseln	0,73
Milchseparation	0,48
Milchtank vor-/ nachbereiten	0,92
Nicht zuordenbare Arbeiten	0,55
persönl. Bedürfnis	1,56
Prozesskontrolle	0,97
Reinigungsarbeiten	13,58
Reparatur Melkzeug	0,14
Schalmtest, Blutabnahme, Fieber messen	0,10
Schutzkleidung anlegen	0,14
Schutzkleidung reinigen	0,10
Spülung	1,25
Störungen	0,14
Tierbeobachtung	0,38
Tore	1,88
Treiben	8,34
Vormelken	9,42
Wartezeit	3,66
Weide/Auslauf Abtrieb	0,27
ZD Melkbecher	6,24
Σ HM Melken	106,89
Σ HM Misten	2,49
Σ HM sonstiges	2,50

Tabelle A3: Statistische Ergebnisse des Melkers 1 2x12er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Schutzkleidung	21	8	72	3	0	40	0	0
Ein-/ Ausschalten	56	66	4372	4	0	116	0	0
gehen ohne Last	20	20	435	152	1610	102	3	16
Milchfilter wechseln	115	146	21427	3	0	127	0	0
Melkzeuge vorbereiten	47	15	242	3	0	32	0	0
Dippmittel nachfüllen	15	7	60	16	412	51	4	27
Wartezeit	69	75	5742	38	1850	109	24	36
Tore	20	23	545	47	2090	116	6	34
Treiben	35	32	1036	69	1255	90	7	21
Liegebox reinigen	19	18	339	46	1450	97	5	28
Einlassen/ Positionieren	71	37	1416	40	430	52	12	16
AM Aufnahme	6	2	8	411	0	46	0,27	4
Vormelken	8	2	7	406	0	35	0,27	3
Euterreinigung	6	3	11	402	434	53	0,33	5
Melkzeug ansetzen	66	33	1091	96	388	50	6	10
Prozesskontrolle	37	32	1067	13	1172	87	19	52
Dippen	30	22	517	93	361	74	4	15
ZD Melkbecher	33	27	766	83	1038	82	6	17
Entlassen	15	8	79	37	524	58	3	19
Melkzeug neu ansetzen	23	9	91	17	267	41	4	21
Reinigungsarbeit	146	274	75292	36	5394	187	92	63
persönl. Bedürfnis	375	287	82550	5	903	76	358	95
Handgerät aufnehmen/ ablegen	11	9	98	4	0	90	0	0
Bügel an-/ ablegen	22	16	256	24	796	71	6	30
AM Wechsel	52	53	2873	5	1611	102	66	127
Tierbeobachtung	54	11	128	2	0	20	0	0
Schutzkleidung reinigen	21	4	24	2	0	23	0	0
Weide/ Auslauf Abtrieb	156	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeugreparatur	18	4	24	2	0	26	0	0
gehen mit Last	41	34	1166	10	1044	82	24	58
Treiben	73	57	3355	16	949	78	30	41
Milchseparation	60	6	46	3	0	11	0	0
Spülung	85	76	5809	8	1217	88	63	74

Tabelle A4: Statistische Ergebnisse des Melkers 2 2x12er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	120	182	33391	4	0	151	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	29	13	190	6	344	47	14	49
gehen OHNE Last	21	26	726	143	2319	122	4	20
Milchfilter wechseln	219	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeuge vorbereiten	75	2	8	2	0	3	0	0
Dippmittel nachfüllen	19	5	26	6	116	27	5	28
Wartezeit	66	52	2726	8	958	78	43	65
Tore	16	15	242	41	1332	92	4	29
Treiben	46	53	2863	81	2060	115	11	25
Liegebox reinigen	22	17	321	49	963	79	5	22
Einlassen/ Positionieren	63	39	1523	47	587	61	11	18
AM Aufnahme	11	12	150	135	1802	108	2	18
Vormelken	12	6	38	405	0	49	0,61	4
Euterreinigung	7	4	19	398	494	56	0,44	5
Melkzeug ansetzen	89	28	816	76	161	32	6	7
Prozesskontrolle	47	44	1954	8	1348	93	37	78
Dippen	49	30	956	63	596	62	7	15
ZD Melkbecher	49	27	752	51	484	55	7	15
Entlassen	20	13	173	36	639	64	4	21
Melkzeug neu ansetzen	24	10	119	29	312	44	4	17
Reinigungsarbeit	129	220	48643	43	4483	170	67	52
persönliche Verteilzeit	45	11	137	7	104	25	10	23
Handgerät aufnehmen/ ablegen	25	44	2018	10	4773	176	32	126
Bügel an-/ ablegen	29	23	541	28	985	79	9	31
AM Wechsel	36	20	411	6	478	55	21	58
Tierbeobachtung	32	0	0	1	0	0	0	0
Weide/ Auslauf Abtrieb	142	91	8320	2	0	64	0	0
gehen MIT Last	43	38	1482	7	1195	88	35	81
Milchseparation	63	37	1395	4	0	58	0	0
Spülung	68	26	716	6	241	39	28	41
Gehen STROH	67	57	3274	7	1119	85	53	78
Dienstgespräch	25	17	316	3	0	70	0	0
Behandlungen	150	230	52915	4	0	152	0	0
Verteilzeit	232	253	64027	3	0	109	0	0

Tabelle A5: Statistische Ergebnisse des Melkers 3 2x12er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	70	22	526	5	166	32	28	40
Schutzkleidung anlegen	22	0	0	1	0	0	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	19	0	0	1	0	0	0	0
gehen OHNE Last	24	32	1044	130	2714	132	5	23
Milchfilter wechseln	83	57	3301	5	739	69	71	86
Melkzeuge vorbereiten	37	22	484	3	0	59	0	0
Dippmittel nachfüllen	20	12	155	14	585	61	7	35
Wartezeit	40	27	749	15	708	67	15	37
Tore	10	3	14	75	227	38	0,89	8
Treiben	47	51	2633	76	1822	108	11	24
Liegebox reinigen (per Hand)	5	1	2	107	150	30	0,31	5
Einlassen/ Positionieren	35	31	1023	72	1249	90	7	21
Vormelken	8	3	13	410	0	42	0,36	4
Euterreinigung	6	2	7	390	0	44	0,27	4
Melkzeug ansetzen	77	36	1332	83	345	47	7	10
Dippen	45	35	1254	70	930	77	8	18
ZD Melkbecher	35	26	700	71	854	74	6	17
Entlassen	12	7	59	42	603	62	2	19
Abschlagen Melkzeug	19	9	83	27	330	46	3	18
Reinigungsarbeiten	141	224	50212	35	3879	158	76	54
persönl. Bedürfnis	29	20	403	9	707	67	15	52
Handgerät aufnehmen/ ablegen	6	4	17	8	734	68	3	57
Bügel an-/ ablegen	25	22	513	27	1232	89	8	35
AM Wechsel	65	40	1651	8	590	61	34	51
Tierbeobachtung	66	51	2615	5	926	77	63	96
Reperatur Melkzeug	46	38	1460	4	0	83	0	0
gehen MIT Last	48	34	1159	6	766	70	35	74
Milchseperation	23	7	61	4	0	33	0	0
Spülung	45	44	2010	9	1529	99	34	76
Gehen STROH	28	10	114	5	216	37	13	46
Kontrolle Technik	105	84	7200	2	0	80	0	0
Dienstgespräch	48	51	2664	5	1766	107	64	133
Behandlungen	28	8	72	2	0	30	0	0
Nicht zuordenbare Arbeiten	51	57	3275	4	0	111	0	0

Tabelle A6: Statistische Ergebnisse des Melkers 4 des 2x12er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM2)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Schutzkleidung anlegen	43	0	0	1	0	0	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	16	9	98	2	0	61	0	0
gehen OHNE Last	20	21	472	121	1781	107	3	19
Milchfilter wechseln	221	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeuge vorbereiten	41	22	507	4	0	54	0	0
Dippmittel nachfüllen	38	17	322	9	342	47	13	36
Wartezeit	62	55	3056	35	1206	88	19	30
Tore	25	22	500	27	1166	87	8	34
Treiben	42	35	1234	63	1032	81	8	20
Liegebox reinigen (per Hand)	27	17	311	42	647	64	5	20
Einlassen/ Positionieren	66	40	1674	47	593	61	12	18
AM Aufnahme	7	8	66	414	1857	109	0,79	10
Vormelken	8	4	16	412	0	48	0,4	4
Euterreinigung	6	3	10	409	0	46	0,31	4
Melkzeug ansetzen	79	29	872	80	213	36	6	8
Prozesskontrolle	80	78	6197	9	1483	98	60	75
Dippen	41	25	651	71	591	61	6	14
Melkbecherzwischeninfektion	54	27	743	43	384	49	8	15
Entlassen	16	9	91	33	495	56	3	20
Abschlagen Melkzeug	20	9	96	19	348	47	4	22
Reinigungsarbeiten	112	278	77515	57	9410	247	73	65
persönl. Bedürfnis	44	34	1200	2	0	77	0	0
Handgerät aufnehmen/ ablegen	8	2	4	4	0	24	0	0
Bügel an-/ ablegen	15	11	137	12	872	75	7	47
AM Wechsel	22	13	186	7	573	60	12	56
Tierbeobachtung	51	18	352	3	0	36	0	0
Schutzkleidung reinigen	13	3	10	8	95	24	2	20
gehen MIT Last	101	0	0	1	0	0	0	0
Milchseparation	64	29	872	4	0	45	0	0
Spülung	270	334	111864	2	0	123	0	0
Gehen STROH	21	0	0	1	0	0	0	0
Kontrolle Technik	21	0	0	0	0	0	0	0
Verteilzeit ablaufbedingt (Störungen)	226	0	0	1	0	0	0	0
Schalmtest, Blutabnahme, Fieber messen	53	16	262	3	0	30	0	0

Tabelle A7: Statistische Ergebnisse des Melkers 1 des 2x20er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	254	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung anlegen	32	33	1106	3	0	102	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	42	31	1012	2	0	74	0	0
gehen OHNE Last	25	21	458	195	1079	83	3	11
Milchfilter wechseln	344	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeuge vorbereiten	22	7	54	34	174	33	2	11
Dippmittel nachfüllen	33	21	467	26	652	65	8	26
Wartezeit	40	41	1709	66	1582	101	10	24
Tore	6	4	24	8	863	74	4	62
Treiben	48	32	1069	5	710	67	40	84
Einlassen/ Positionieren	90	62	3952	63	748	69	15	17
AM Aufnahme	5	2	6	228	352	47	0,33	6
Vormelken	3	2	5	224	596	62	0,31	8
Euterreinigung	4	2	4	206	381	49	0,28	6
Melkzeug ansetzen	14	4	17	898	0	29	0,28	1
Dippen	8	2	7	577	0	32	0,22	2
ZD Melkbecher (manuell)	9	3	10	3	0	34	0	0
Entlassen	33	29	892	38	1258	90	9	29
Abschlagen Melkzeug	19	9	83	43	347	47	2	14
Reinigungsarbeiten	41	29	874	13	782	71	17	43
persönl. Bedürfnis	270	204	41707	15	877	75	113	41
Handgerät aufnehmen/ ablegen	15	0	0	1	0	0	0	0
Bügel an-/ ablegen	29	24	610	29	1057	82	9	31
AM Wechsel	37	15	233	20	255	40	7	18
Schutzkleidung reinigen	31	7	61	4	0	24	0	0
Reperatur Melkzeug	40	29	849	3	0	72	0	0
gehen MIT Last	32	8	76	5	115	27	10	33
Spülung	26	25	641	38	1421	96	8	31
Kontrolle Technik	52	79	6389	4	0	152	0	0
Dienstgespräch	60	42	1848	25	789	71	17	29
Hände waschen	23	13	180	2	0	57	0	0
Doc Sortierlisten Zettel	25	0	0	1	0	0	0	0
Geräte/ Medikamente bereitstellen	47	61	3779	9	2571	129	47	99
Behandlung	34	40	1670	11	2223	120	27	80
Waschmaschine be- und endladen	67	25	632	3	0	37	0	0
Eincremen/ Einspülen	53	0	0	1	0	0	0	0
Krankenselektion	49	0	0	1	0	0	0	0
Kennzeichnung Melken	30	0	0	1	0	0	0	0
Müll entsorgen	141	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle A8: Statistische Ergebnisse des Melkers 2 des 2x20er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Schutzkleidung anlegen	19	0	0	1	0	0	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	40	17	312	2	0	43	0	0
gehen OHNE Last	21	23	539	420	1776	107	2	10
Melkzeuge vorbereiten	21	6	39	41	133	29	2	9
Wartezeit	39	58	3409	55	3368	147	15	40
Tore	7	5	28	175	771	70	0,8	10
Treiben	115	161	26042	71	2999	139	38	33
Einlassen/ Positionieren	103	68	4679	42	671	65	21	20
AM Aufnahme	3	2	4	44	548	59	0,67	18
Vormelken	7	0,71	0,5	2	0	9	0	0
Euterreinigung	6	2	4	81	166	32	0,48	7
Melkzeug ansetzen	12	3	12	670	0	27	0,26	2
Prozesskontrolle	56	68	4694	32	2270	121	24	43
Dippen	5	2	5	197	269	41	0,34	5
Entlassen	31	20	402	13	628	63	12	38
Abschlagen Melkzeug	21	12	168	16	583	61	6	32
persönl. Bedürfnis	1118	711	50564	5	624	63	886	79
Handgerät aufnehmen/ ablegen	31	0	0	1	0	0	0	0
Bügel an-/ ablegen	26	22	517	11	1101	84	15	56
AM Wechsel	26	33	1124	4	0	125	0	0
Tierbeobachtung	199	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung reinigen	25	12	166	9	394	50	9	38
Reperatur Melkzeug	20	8	74	4	0	43	0	0
Spülung	14	5	30	24	239	39	2	16
Kontrolle Technik	28	0	0	1	0	0	0	0
Dienstgespräch	160	265	70475	12	4216	165	168	105
Doc Sortierlisten Zettel	20	9	84	2	0	44	0	0
Geräte Medikamente bereitstellen	111	0	0	1	0	0	0	0
Reparaturarbeiten Technik	14	0	0	1	0	0	0	0
Überkarger	71	19	364	2	0	26	0	0
Trockenstellen mit Medikament	123	19	392	20	42	16	9	7
Hände waschen	13	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle A9: Statistische Ergebnisse der Reinigungskraft des 2x20er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Schutzkleidung anlegen	201	0	0	1	0	0	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	54	41	1748	5	917	77	52	96
gehen OHNE Last	23	16	277	11	785	71	11	47
Wartezeit	272	139	19426	3	0	51	0	0
Tore	56	4	18	2	0	7	0	0
Reinigungsarbeit	642	245	60037	25	227	38	101	16
persönliches Bedürfnis	804	67	4608	2	0	8	0	0
Handgerät aufnehmen/ ablegen	10	1	2	3	0	14	0	0
gehen MIT Last	37	22	484	5	524	58	27	72

Tabelle A10: Statistische Ergebnisse des Melkers 4 des 2x20er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	301	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung anlegen	44	34	1200	2	0	77	0	0
gehen OHNE Last	24	28	805	398	2054	115	2	11
Milchfilter wechseln	113	16	288	2	0	15	0	0
Melkzeuge vorbereiten	25	7	62	38	153	31	2	10
Dippmittel nachfüllen	24	17	314	20	799	71	8	33
Wartezeit	38	49	2462	20	2623	130	23	61
Tore	12	8	64	192	661	65	1	9
Treiben	82	59	3506	104	787	71	11	13
Einlassen/ Positionieren	90	82	6761	51	1281	91	23	25
Arbeitsmittelaufnahme	4	2	5	389	525	58	0,23	5
Vormelken	20	18	333	8	1236	89	15	74
Euterreinigung	12	4	23	383	0	39	0,49	3
Melkzeug ansetzen	15	4	23	332	0	31	0,52	3
Prozesskontrolle	48	46	2131	64	1410	95	11	23
Dippen	7	3	11	340	0	43	0,37	4
Entlassen	21	13	192	26	626	63	5	25
Melkzeug neu ansetzen	12	6	40	10	386	49	4	35
Reinigungsarbeit	30	12	156	11	258	40	8	27
persönliches Bedürfnis	393	515	266110	10	2640	131	369	93
Handgerät auf/ ablegen	13	8	68	4	0	63	0	0
Bügel an-/ ablegen	23	11	122	11	336	46	7	31
AM Wechsel	23	15	229	12	650	64	9	41
Schutzkleidung reinigen	49	27	771	7	485	56	25	51
Melkzeugreparatur	48	43	1860	2	0	88	0	0
gehen MIT Last	30	0,71	0,5	2	0	2	0	0
Kontrolle Technik	78	0	0	1	0	0	0	0
Dienstgespräch	95	128	16598	16	2811	135	68	72
Dokumentation Handnotiz	64	38	1497	5	554	59	48	74

Tabelle A11: Statistische Ergebnisse des Melkers 5 des 2x20er FGM

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	238	151	22867	3	0	63	0	0
Schutzkleidung anlegen	40	24	612	2	0	61	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	14	0	0	1	0	0	0	0
Milchfilter wechseln	438	174	30504	2	0	39	0	0
Dippmittel nachfüllen	17	13	170	59	886	75	3	19
Wartezeit	33	53	2885	74	4015	161	12	37
Tore	1	0	0	1	0	0	0	0
Einlassen/ Positionieren	83	72	5295	75	1165	86	16	20
AM Aufnahme	3	2	4	115	414	51	0,38	9
Vormelken	10	0	0	1	0	0	0	0
Euterreinigung	6	2	6	205	246	39	0,36	5
Melkzeug ansetzen	17	5	27	736	0	30	0,38	2
Prozesskontrolle	36	64	4204	79	4971	179	14	40
Dippen	6	2	5	643	0	39	0,19	3
Entlassen	24	25	669	44	1757	106	7	32
Melkzeug neu ansetzen	18	10	111	43	529	58	3	18
Reinigungsarbeit	58	45	2096	6	944	78	48	82
persönliches Bedürfnis	647	638	407955	6	1499	98	671	103
Bügel an-/ ablegen	13	5	27	10	244	39	3	28
AM Wechsel	36	56	3192	26	3609	153	22	61
Schutzkleidung reinigen	22	5	28	4	0	24	0	0
Melkzeugreparatur	26	30	954	22	2028	114	13	50
gehen mit Last	39	9	91	6	94	24	10	25
Treiben	177	95	9081	3	0	53	0	0
Spülung	20	5	29	34	106	25	1	9
Kontrolle Technik	55	39	1576	8	779	71	33	59
Dienstgespräch	109	123	15248	15	1961	112	68	62
Waschmaschine be-/entladen	126	43	1934	4	0	34	0	0
Dokumentation	155	133	17866	3	0	86	0	0
Behandlung	20	13	176	8	655	65	11	54
Geräte bereitstellen	67	48	2375	4	0	72	0	0
Eincremen/ Einsprühen	108	42	1829	3	0	39	0	0

Tabelle A12: Statistische Ergebnisse des Melkers 1 des 32er Innenmelker Karussell

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	29	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung anlegen	34	10	30	5	142	109	13	37
Ein-/ Ausschalten der Technik	20	0	0	1	0	0	0	0
gehen OHNE Last	17	34	197	209	5980	1184	4	26
Milchfilter wechseln	147	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeuge vorbereiten	23	23	100	10	1570	563	16	72
Dippmittel nachfüllen	29	12	44	14	306	168	7	25
Wartezeit	24	23	95	121	1411	547	4	17
Tore/ Türen	13	3	28	4	0	14	0	0
Einlassen/ Positionieren	19	11	60	45	569	135	3	18
Arbeitsmittelaufnahme	6	4	67	366	709	19	0,45	6
Vormelken	6	3	48	456	0	11	0,31	4
Euterreinigung	6	2	43	446	0	7	0,26	4
Melkzeug ansetzen	14	4	32	32	165	23	1	11
Prozesskontrolle	18	14	78	49	944	219	4	22
Dippen	10	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeug neu ansetzen	11	4	35	13	200	16	2	21
Reinigungsarbeit	32	18	55	56	482	334	4	14
persönliches Bedürfnis	81	212	260	18	10435	45278	105	129
Handgerät aufnehmen/ ablegen	8	8	96	135	1445	65	1	16
Bügel an-/ ablegen	11	4	40	5	257	20	5	50
Schutzkleidung reinigen	25	5	21	3	0	28	0	0
Melkzeugreparatur	11	1	12	2	0	2	0	0
gehen mit Last	21	10	50	5	399	120	13	63
Spülung	34	0	0	1	0	0	0	0
Kontrolle Technik	15	2	13	7	31	4	2	12
Dienstgespräch	40	43	106	2	0	1860	0	0
Behandlungen	56	24	42	3	0	580	0	0
Nicht zuordenbare Arbeiten	128	64	50	2	0	4140	0	0
Waschmaschine be-/ entladen	37	6	16	2	0	40	0	0
ZD Wanne vor-/nachbereiten	51	43	85	2	0	1922	0	0
Dippmittel SPRÜHEN	5	2	47	492	0	6	0,23	4
Kennzeichnung Melken	8	3	41	33	269	13	1	14
Dokumentation Gesundheit	34	0	0	1	0	0	0	0
Dokumentation Behandlung	111	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle A13: Statistische Ergebnisse des Melkers 2 des 32er Innenmelker Karussell

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	87	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung anlegen	54	36	1352	2	0	68	0	0
gehen OHNE Last	15	7	63	163	431	52	1	8
Milchfilter wechseln	138	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeuge vorbereiten	6	2	8	11	286	42	1	28
Dippmittel nachfüllen	59	36	1355	14	598	62	21	35
Wartezeit	23	19	377	82	1058	82	4	18
Einlassen/ Positionieren	46	83	6994	55	5035	180	22	48
AM Aufnahme	6	3	9	238	340	46	0,39	6
Vormelken	8	3	12	389	0	43	0,35	4
Euterreinigung	9	5	27	435	0	52	0,49	4
Melkzeug ansetzen	1	0	0	2	0	0	0	0
Prozesskontrolle	14	6	45	11	359	48	4	32
Dippen	7	2	8	500	0	37	0,26	3
Melkzeug neu ansetzen	14	9	86	3	0	64	0	0
Reinigungsarbeit	320	417	174480	8	2611	130	349	109
persönliches Bedürfnis	77	62	3928	10	1011	80	44	57
Bügel an-/ ablegen	10	2	6	3	0	24	0	0
Tierbeobachtung	14	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung reinigen	19	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeugreparatur	31	20	420	2	0	65	0	0
Spülung	8	6	40	57	918	77	1	20
Dienstgespräch	562	765	568444	2	0	136	0	0
Waschmaschine be-/entladen	18	8	65	4	0	43	0	0
Doc Sortierlisten PC	0	0	0	0	0	0	0	0
Kennzeichnung Melken	10	4	20	6	323	45	4	47
Dippmittel SPRÜHEN	1	0	0	3	0	0	0	0
Wartezeit	17	0	0	1	0	0	0	0
ZD Wanne vor/-nachbereiten	108	118	14112	2	0	109	0	0

Tabelle A14: Statistische Ergebnisse des Melkers 3 des 32er Innenmelker Karussell

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Schutzkleidung anlegen	42	27	1946	3	0	104	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	28	0	0	1	0	0	0	0
gehen OHNE Last	15,33	12,15	147,6	272	968	79,26	1,45	9
Melkzeuge vorbereiten	14	21	478	17	3431	149	11	76
Dippmittel nachfüllen	20	10	110	8	403	51	8	42
Wartezeit	27	26	718	35	1515	99	9	34
Einlassen/ Positionieren	33	13	189	21	256	40	6	18
AM Aufnahme	6	2	7	138	260	40	0,46	6
Vormelken	9	4	22	226	374	49	0,62	6
Euterreinigung	6	3	15	241	501	56	0,5	7
Melkzeug ansetzen	13	4	22	430	0	34	0,45	3
Prozesskontrolle	19	29	854	71	3311	146	6	34
Dippen	7	3	9	192	282	42	0,44	6
Abschlagen Melkzeug	15	12	144	94	873	75	2	15
Reinigungsarbeit	140	253	64502	19	4996	180	122	86
persönl. Bedürfnis	52	37	1398	8	798	71	31	60
Bügel an-/ ablegen	13	7	58	12	493	56	4	35
Reperatur Melkzeug	25	14	217	3	0	58	0	0
Spülung	15	18	330	17	2223	120	9	61
Dienstgespräch	58	2	8	2	0	4	0	0
ZD Wanne vor/-nachbereiten	26	27	734	5	1672	104	33	129
Kennzeichnung Melken	16	7	52	3	0	45	0	0
Doc Gesundheit Zettel	38	4	24	2	0	12	0	0
auffüllen	31	26	684	2	0	83	0	0

Tabelle A15: Statistische Ergebnisse des Melkers 3 des 32er Innenmelker Karussell

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	96	0	0	1	0	0	0	0
Schutzkleidung anlegen	32	18	339	4	0	57	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	23	0,71	0,5	2	0	3	0	0
gehen OHNE Last	18,71	18,91	357,56	221	1572	101,04	2,51	13
Milchfilter wechseln	170	0	0	1	0	0	0	0
Melkzeuge vorbereiten	12	6	48	19	502	56	3	27
Allg. Wartezeit	25	15	255	43	603	62	4	19
Einlassen/ Positionieren	34	25	657	43	835	73	7	22
AM Aufnahme	8	5	32	192	745	69	0,81	9
Vormelken	8	4	18	184	378	49	0,63	7
Euterreinigung	10	5	31	275	493	56	0,67	6
Melkzeug ansetzen	18	7	48	276	0	38	0,83	4
Prozesskontrolle	25	21	452	68	1112	84	5	20
Dippen	7	3	12	261	334	46	0,44	5
Abschlagen Melkzeug	21	15	232	57	783	71	4	18
Reinigungsarbeit	130	314	99012	18	9006	242	156	120
persönl. Bedürfnis	49	49	2499	6	1603	102	52	107
Bügel an-/ ablegen	29	31	1011	26	1847	109	12	44
Reperatur Melkzeug	73	40	1642	3	0	55	0	0
gehen MIT Last	15	0	0	1	0	0	0	0
Treiben	24	32	1058	2	0	135	0	0
Spülung	11	7	57	10	722	68	5	48
Kontrolle Technik	187	0	0	1	0	0	0	0
Dienstgespräch	43	21	464	5	386	49	26	62
Waschmaschine be- und entladen	47	25	675	6	473	55	27	58
Kennzeichnung Melken	14	0	0	2	0	0	0	0
Wartezeit	22	7	56	3	0	33	0	0
ZD Wanne vor/-nachbereiten	35	20	420	2	0	57	0	0

Tabelle A16: Statistische Ergebnisse des Treibers des 32er Innenmelker Karussell

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzel- zeit (HM)	s (HM)	s ² (HM2)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtank vor-, nachbereiten	37	17	312	2	0	47	0	0
Schutzkleidung anlegen	57	9	84	3	0	16	0	0
Ein-/ Ausschalten der Technik	39	31	968	2	0	79	0	0
gehen OHNE Last	24,78	27	755	319	1892	110	3	12
Milchfilter wechseln	61	44	1963	3	0	72	0	0
Wartezeit	26	21	462	192	979	79	3	11
Tore/ Türen	14	13	178	288	1314	92	1	10
Hochliegebox reinigen (per Hand)	6	3	14	252	624	63	0,48	7
Prozesskontrolle	36	16	280	5	332	46	20	57
Reinigungsarbeit	66	102	10539	52	3682	154	28	43
persönliches Bedürfnis	34	19	370	16	486	56	10	29
Handgerät aufnehmen/ ablegen	9	7	48	193	862	74	1	10
gehen MIT Last	14	15	232	98	1684	104	3	20
Treiben	25	29	870	493	2121	117	2	10
Milchseparation	50	32	1026	4	0	63	0	0
Dienstgespräch	37	31	964	17	1052	82	15	42
Nicht zuordenbare Arbeiten	153	151	22981	9	1507	98	116	76
Hochliegebox einstreuen (per Hand)	10	5	34	458	0	53	0,54	4
Bobcat bewegen	38	39	1570	10	1597	101	28	72
Spalten abschieben Bobcat	53	21	469	39	254	40	7	13
Reinigung Vorwartehof	20	12	157	68	558	60	3	14
Übergänge per Hand abschieben	59	34	1217	28	530	58	13	22
Einstreu vorbereiten (per Hand)	66	60	3602	32	1244	89	21	32
Melkraum und Melkgeräte	41	28	800	2	0	68	0	0
Einstreu vorbereiten (mit Technik)	22	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle A17: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb G

Messpunkte/Kennzahlen	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handnotiz	16,2	13,4	180	34	1052	83	4,68	29
Weg ohne Last	28,5	35,5	1256	225	2389	125	4,66	16
Tore/Türen	11,2	7,52	56,5	101	699	67	1,48	13
Weg im Stroh	12,6	11,50	132	5	1284	91	14,3	114
Tierbeobachtung	17,9	8,86	78,5	7	381	50	8,21	46
AMS Funktionskontrolle	18,3	22,1	486	67	2223	120	5,38	29
Handgerät aufnehmen/ablegen	8,08	4,89	23,9	172	566	60,5	0,74	9
AMS Raum reinigen	55,9	44,80	2003	82	988	80	9,84	18
AMS reinigen	34,8	32,3	1040	67	1321	93	7,87	23
Melkkontrolle am AMS								
Kühe suchen	31,2	18,00	325	173	325	58	2,70	9
Kuh zum Vorwartehof treiben	33,4	23,20	538	67	745	70	5,66	17
Kuh vom Vorwartehof ins AMS treiben	60,5	86,00	7389	8	3105	142	71,9	119
Reinigung Vorwartehof	57,5	44,30	1966	14	917	77	25,6	44
Prozesskontrolle	77,5	98,40	9689	32	2484	127	35,5	46
Milchfilter wechseln	192	27,6	761	2		14		
Treiben	25	20,7	428	11	1056	83	13,9	56
Arbeitsschutzkleidung reinigen	17,6	13,1	170	37	845	74	4,35	25
Dienstgespräch	37,7	29,6	874	9	950	79	22,8	60
Havarie beseitigen	51,1	32,3	1041	10	615	63	23,1	45
Arbeitsmittel bereitstellen	39	19,8	392	2		51		
Reinigung Melkraum und Geräte	47,3	29,4	866	15	597	62	16	34
Reinigung Milchseparation								
ablaufbedingte Wartezeit	94,8	120	14331	12	2452	126	76,1	80

Tabelle A18: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 2 im Betrieb G

Messpunkte/ Kennzahlen	Ø Einzel- zeit (HM)	s (HM)	s ² (HM2)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handnotiz	22	20,76	430,86	64	1371	94	5,19	24
Weg ohne Last	33,65	38,22	1460,61	424	1986	113	3,65	11
Tore/Türen	13,3	11,98	143,54	267	1249	90	1,44	11
Weg im Stroh	21,74	19,87	394,76	19	1287	91	9,58	44
Tierbeobachtung	40,13	24,53	601,55	15	577	61	13,59	34
AMS Funktionskontrolle	13,6	16,01	256,33	25	2133	118	6,61	49
Handgerät aufneh- men/ablegen	10,58	16,17	261,62	142	3591	153	2,68	25
AMS Raum reinigen	60,19	46,54	2165,95	58	922	77	12,24	20
AMS reinigen	94,38	225,46	50830,00	21	8772	239	102,66	109
Melkkontrolle am AMS	110,43	128,76	16579,00	40	2092	117	41	37
Kühe suchen	34,53	15,78	249,00	86	324	46	3,38	10
Kuh zum Vorwarte- hof treiben	59,11	34,8	1211,00	54	536	59	9,5	16
Kuh vom Vorwarte- hof ins AMS treiben	50,53	63,16	3989,33	17	2404	125	32,49	64
Reinigung Vorwarte- hof	71,18	70,49	4968,00	11	1510	99	47	67
Prozesskontrolle	110,43	128,76	16479,74	40	2092	117	41,19	37
Übergänge reinigen	55,94	51,11	2612,60	16	1286	91	27,25	49
Liegeboxenreinigung	10,14	13,65	186,22	253	2787	135	1,69	17
Milchfilter wechseln	116,29	81,36	6619,91	7	755	70	75	65
Treiben	37,8	38,77	1503,00	59	1620	103	10,11	27
Arbeitsschutzkleidung reinigen	24	16,87	284,61	34	762	70	5,89	24
Dienstgespräch	69,57	72,8	5299,00	58	1686	105	19,15	28
Havarie beseitigen	223,93	323,08	104381,00	12	3202	144	205,4	92
Kolostrumgewinnung	377,89	415,86	172936,00	19	1864	110	200,51	53
Arbeitsmittel bereitstel- len	34,08	20,97	439,54	12	584	62	13,33	39
Gehen unter Last	46,88	42,71	91,12	8	1279	91	35,75	76
Reinigung Melkraum und Geräte	223,92	323,08	104381,10	12	3202	144	205,4	92
Reinigung Milchsepara- tion	26,53	27,01	729,39	17	1596	102	13,89	52
ablaufbedingte Warte- zeit	82,81	101,91	10386,26	21	2330	123	46,41	56
Milchtest	70	41,47	1720,00	6	542	59	43,63	62
Futter heranschieben	49,8	39,7	1575,89	15	979	80	21,99	44
Nummern auf Halsbän- der fädeln	137,24	91,35	8345,44	33	684	66	32,4	24

Tabelle A19: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 3 im Betrieb G

Messpunkte/Kennzahlen	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM2)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handnotiz	35,91	32,66	1066,49	11	1274	91	21,95	61
Weg ohne Last	32,89	32,92	1083,75	142	1542	100	5,46	17
Tore/Türen	13,15	10,84	177,41	54	1047	82	2,96	22
Weg im Stroh	21,33	19,73	398,33	3		92		
Tierbeobachtung	48,8	28,21	795,7	5	516	58	35,16	72
AMS Funktionskontrolle	9,79	6,49	42,18	14	680	66	3,75	38
Handgerät aufnehmen/ablegen	12,05	11,06	122,36	84	1248	92	2,4	20
AMS Raum reinigen	57,4	54,39	2958,6	35	1383	95	18,69	33
AMS reinigen	53,5	78,76	6188,45	12	3325	147	50	93
Melkkontrolle am AMS	64,4	20,38	415,3	5	157	32	25	39
Kühe suchen	37,44	18,2	331,36	25	366	49	7,52	20
Kuh zum Vorwarte Hof treiben	66,15	27,11	735,14	13	261	41	16,39	25
Kuh vom Vorwarte Hof ins AMS treiben	3			1				
Reinigung Vorwarte Hof	48	43,82	1920,5	13	1284	91	26,5	55
Prozesskontrolle	50,33	32,81	1076,67	6	656	65	34,52	69
Übergänge reinigen	109,82	198,82	39531,11	22	5040	181	88,18	80
Dienstgespräch	255,21	826,11	682457,1	14	16103	324	477,2	187
Milchseparation	102			1				
Liegeboxenreinigung	7,2	4,37	19,13	90	570	61	0,92	13
Reinigung Melkgeschirr	107,67	75,96	5770,33	3		70		
Schwanzquaste kürzen	38,91	20,5	420,29	11	430	53	13,78	35
Euter enthaaren	10,54	8,68	75,39	24	1045	83	3,67	35
Milchfilter wechseln	167	259,47	67623	3				
Reinigungs- und Dippmittel wechseln	237,5	398,1	158481	8	4320	168	333,2	140
Reinigung Melkraum und Geräte	107,67	75,96	5770,33	3		71		
Reinigung Milchseparation	4	4,36	19	3		109		

Tabelle A20: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb H

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM2)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handnotiz	37,44	32,09	1029,78	9	1132	86	24,69	66
Weg ohne Last	52,53	64,13	4113,18	233	2309	122	8,28	16
Tore/Türen	16,87	11,42	130,46	188	708	68	1,64	10
Treiben	49	52,61	2767,3	24	1774	107	22,22	45
Tierbeobachtung	55	58,85	3462,86	22	1762	107	26,1	48
AMS Funktionskontrolle	107,27	76,33	5825,62	11	781	71	51,31	48
Handgerät aufnehmen/ablegen	10,72	6,45	41,58	39	559	60	2,09	20
AMS Raum reinigen	231,67	159,81	25540,3	3		67		
AMS reinigen	140,67	94,9	9005,5	9	702	67	73	52
Melkkontrolle am PC	82,11	125,85	15837,6	28	3613	153	48,81	59
Kühe suchen	21,43	15,99	255,79	218	859	76	2,14	10
Kuh zum Vorwarte Hof treiben	18,02	13,29	176,73	63	840	74	3,35	19
Kuh vom Vorwarte Hof ins AMS treiben	37,7	19,92	396,86	23	432	53	8,62	23
Prozesskontrolle	111,27	100,49	10098,4	22	1256	90	44,57	40
Havarie beseitigen	202,4	137,97	19036	20	717	68	64,59	32
Behandlungen	69,75	72,26	5221,58	4		104		
AMS Wartung	39,58	17,72	319,93	26	311	45	7,16	18
Hochliegeboxen reinigen	8,88	4,3	18,45	251	363	48	0,53	6
Fahrten mit Radlader	61,89	66,12	4371,75	18	1757	106	32,89	53
Kuh separieren (Hand)	34,86	12,72	161,81	7	208	27	11,78	34
Dienstgespräche	61,39	47,74	2279,14	28	932	78	18,52	30
Trockenstellen	43,07	13,2	174,19	121	147	31	2,38	6
Schutzkleidung anlegen	40,8	24,89	619,7	5	575	61	31,03	76
Übergänge reinigen	15,23	6,64	44,02	39	295	44	2,15	14
Reinigung Kuhtränke	13,1	7,77	60,31	20	543	59	3,64	28
Dokumentation Besamung	113,06	55,56	3098,55	17	376	49	28,63	25
Brunstkontrolle am PC	190,29	111,07	12337,2	7	527	58	102,9	54
Besamen	110,8	34,96	1221,96	10	156	32	25,03	23
Dokumentation Melken PC	380,33	163,19	26631,3	9	286	43	125,6	33
Futter heranschieben	64,64	29,73	883,94	14	360	48	17,17	28
Klauenbehandlungen	192,23	78,16	6108,86	13	257	41	47,26	25
Arbeitsmittel bereitstellen	127,33	61,41	3771	9	360	48	47,25	37
Kühe separieren	47,67	27,15	737,33	3		57		

Tabelle A21: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb H mit Ortung

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handnotiz	77,85	106,54	11350,2	33	2881	137	37,79	48
Weg ohne Last	21,19	28,22	796,57	402	2729	133	2,77	13
Tore/Türen	11,36	6,77	45,87	143	549	59,6	1,12	10
Treiben	18,89	21,78	474,33	27	2046	115	8,62	46
Kühe suchen	27,95	18,17	330,25	79	6543	65	4,07	14
Kuh zum Vorwartehof treiben	32,04	26,16	684,55	48	1028	82	7,6	24
Kuh vom Vorwartehof ins AMS treiben	25	15,34	235,1	11	581	61	10,31	41
Havarie beseitigen	45,67	46,76	2186,33	3		102		
Behandlungen	77,38	52,61	2768,26	13	713	70	31,81	41
Hochliegeboxen reinigen	4,94	3,87	14,95	187	946	78	0,56	11
Dienstgespräche	68,77	97,14	9437,06	35	3069	141	33,37	48
Übergänge reinigen	12,85	6,45	41,58	26	390	50	2,61	20
Reinigung Kuhtränke	13,38	11,38	500,92	16	4306	167	11,93	89
Brunstkontrolle am PC	104,2	130,22	16957,1	10	2403	125	93,23	89
Besamen	128,21	37,53	1408,18	14	135	29	21,68	17
Dokumentation Melken PC	43,5	41,72	1740,5	2		96		
Arbeitsmittel bereitstellen	8,31	6,33	40,06	52	895	76	1,76	22
Kühe separieren	38,36	50,08	2508,25	11	2622	130	33,67	88
Ortung	55,91	51,96	2699,34	55	1330	93	14,05	25

Tabelle A22: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 2 im Betrieb H

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM2)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handnotiz	161,67	46,05	2120,33	3		28		
Weg ohne Last	84,68	53,25	2835,54	74	611	63	12,34	14
Tore/Türen	18,56	6,63	43,89	102	199	36	1,3	7
Tierbeobachtung	50,5	20,51	420,5	2		41		
AMS Funktionskontrolle	115,65	75,18	5652,23	46	652	65	22,33	19
Handgerät aufnehmen/ablegen	15,22	5,07	25,69	9	173	33	3,9	26
AMS Raum reinigen	145,5	81,8	6691,5	6	489	56	86,05	59
Melkkontrolle am PC	143,11	83,33	6943,99	18	524	58	41,45	29
Kühe suchen	24,22	7,47	55,8	247	0	30,84	0,94	4
Kuh zum Vorwarte Hof treiben	25,8	10,98	120,51	65	281	43	2,72	11
Kuh vom Vorwarte Hof ins AMS treiben	33,28	14,24	202,73	35	285	43	4,89	15
Prozesskontrolle	101,33	137,6	18933,73	22	2836	136	48,8	48
Übergänge reinigen	33,54	24,61	605,59	28	830	73	9,54	28
Havarie beseitigen	149,33	54,87	3010,42	12	210	37	34,88	23
AMS Wartung	97	92,66	8586,15	14	1405	96	53,53	55
Hochliegeboxen reinigen	15,9	4,52	20,39	89	127	28	0,95	6
Fahrten mit Radlader								
Kuh separieren (Hand)	35,6	11,76	138,3	5	171	33	14,66	41
Dienstgespräche	120	97,77	958,67	7	1023	82	90,57	75
Übergänge reinigen	33,54	24,61	605,59	28	830	73	9,54	28
Reinigung Kuhtränke	27,92	17,97	322,91	13	639	64	10,86	39
Dokumentation Besamung	230	65,21	4252	8	127	28	54,58	24
Besamen Hilfestellung	241,8	121,24	14698,7	5	389	50	151,11	62
Dokumentation Melken PC	161,67	46,05	2120,33	3		28		
Arbeitsmittel bereitstellen	147,93	67,23	4519,88	43	320	45	20,7	14
Schalmtest	135,5	33,64	1131,67	4		25		
Milchtank vorbereiten	113,45	33,88	1148,16	22	140	30	15,03	13

Tabelle A23: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb T

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Weg ohne Last	21,82	18,99	360,7	399	1167	87	1,87	9
Weg mit Last	40,12	28,64	820,3	107	786	71	5,49	14
Tore/Türen	8,56	6,87	47,22	337	992	80	0,74	9
Weg im Stroh	29,38	12,18	148,3	13	267	41	7,36	25
Tierbeobachtung	41	24,04	578	2		58		
Handgerät aufnehmen/ablegen	17,85	17,92	321,1	27	1551	100	7,09	40
AMS Raum reinigen	53,62	65,5	4290	26	2296	122	26,46	49
AMS reinigen	53,29	34,18	1168	14	635	64	19,74	37
Melkkontrolle am PC	21,05	27,59	761,5	87	2645	131	5,88	28
Kühe suchen	22,77	12,57	158	328	471	55	1,37	6
Kuh zum Vorwarte Hof treiben	21,41	16,44	270,1	188	908	77	2,37	11
Kuh vom Vorwarte Hof ins AMS treiben	23,67	13,04	170,2	75	470	55	3,00	13
Reinigung Vorwarte Hof	41,57	32,53	1058	47	944	78	9,55	23
Prozesskontrolle	38,57	47,76	2281	141	2359	124	7,95	21
Dienstgespräch	61,44	55,85	3119	18	1273	91	27,78	45
Kühe separieren	22,91	10,95	119,8	55	354	48	2,96	13
Kuhtränken reinigen	42,74	31,52	993,2	23	839	74	13,63	32
tägliche Wartung AMS	29			1				
Schwanzquaste kürzen	23			1				
Milchfilter wechseln	60,89	45,41	2062	28	858	74,6	17,61	29
ablaufbedingte Wartezeit	75,75	62,53	3910	7	1055	83	57,93	77
Melkliste am PC Handnotiz	50,18	110,9	12302	49	7509	221	31,87	63
Brunstkontrolle am PC	90,67	71,58	5124	3		79		
Besamer anrufen	116			1				
Dokumentation Besamung	183,33	161,3	26017	3		87		
Melken Rüstzeit	231,67	172,7	29833	6	857	75	181,7	78
Milchseparation am PC	45,94	48,99	2400	35	1750	107	16,83	37
Schutzkleidung reinigen	34,5	10,61	112,5	2		31		
Einstreu vorbereiten Hochliegebox	105,55	63,6	4006	11	556	60	42,55	40
Hochliegebox einstreuen	8,12	5,96	35,47	239	829	73	0,76	9
Hochliegebox reinigen	8,98	6,6	43,57	146	833	74	1,08	12
AMS kalibrieren für Frischmelker	55,67	53,84	2899	27	1441	97	21,3	38

Tabelle A24: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 2 im Betrieb T

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Weg ohne Last	30,94	33,51	1122,7	405	1805	108	3,27	11
Weg mit Last	46,46	37,72	1422,8	107	1016	81	7,23	16
Tore/Türen	9,36	6,8	46,27	430	814	73	0,64	7
Weg im Stroh	35,07	19,04	362,38	14	456	54	11	31
Tierbeobachtung	72	78,85	6217	3		110		
Handgerät aufnehmen/ablegen	15,38	9,95	98,92	13	645	65	6,01	39
AMS Raum reinigen	69,85	51,41	2642,8	19	842	74	24,79	36
AMS reinigen	80,06	49,43	2443,6	17	589	62	25,43	32
Melkkontrolle am PC	85,84	123,6	15266	19	3187	144	59,47	69
Kühe suchen	32,45	14,71	216,29	242	319	45	1,86	6
Kuh zum Vorwarte Hof treiben	29,66	21,4	466,6	157	818	73	3,41	11
Kuh vom Vorwarte Hof ins AMS treiben	32,93	21,25	451,46	57	643	64	5,64	17
Reinigung Vorwarte Hof	259,87	277,9	77232	15	1760	107	154	59
Prozesskontrolle	71,61	87,35	7630,9	174	2290	122	13,07	18
Dienstgespräch	76,24	160,9		17	6847	211	82,75	109
Havarie beseitigen	39,89	13,01	169,22	35	166	33	4,47	11
Kühe separieren	23,35	16,21	262,66	57	743	69	4,3	18
Kuhtränken reinigen	16,43	9,93	98,66	21	565	60	4,52	28
tägliche Wartung AMS	72			1				
Schwanzquaste kürzen	59	53,21	2831,3	4		90		
Milchfilter wechseln	150,17	35,49	1259,4	6	89	24	37,33	25
Kuh im AMS arretieren	27,17	110,1	122,57	6	258	41	11,65	43
Melkliste am PC Handnotiz	76,42	167,7	28127	31	7404	219	61,53	81
Brunstkontrolle am PC	125,67	72,75	5292,3	3		58		
Besamer anrufen	52,6	21,42	458,8	5	258	41	26,7	51
Hilfestellung Besamer	64,35	150,3	22602	26	8391	234	60,74	94
Dokumentation Besamung	231,33	145,1	21066	6	608	63	152,7	66
ablaufbedingte Wartezeit	74,64	100	10007	25	2763	134	41,3	55
Milchseparation am PC	25,83	6,97	48,57	6	115	27	7,33	28
AMS kalibrieren für Frischmelker	76,16	58,19	3386	51	900	76	16,37	22
Schutzkleidung reinigen	35,71	19,33	373,76	14	453	54	11,17	31
Einstreu vorbereiten Hochliegebox	278,63	2180	47534	8	944	78	182,5	66
Hochliegebox einstreuen	11,83	4,14	17,12	322	0	35	0,45	4
Hochliegebox reinigen	8,5	2,7	7,28	110	158	32	0,51	6
Kalbekontrolle	107,67	29,54	872,33	3		27		
Trockenstellen	91,22	50,06	2505,7	9	466	55	38,51	42
Klauenbad	292,4	345,1	119069	12	2143	118	1219	75
Milchproben nehmen	32,8	3,03	9,2	5	16	9	3,78	12
Brunstbeobachtung	46,56	25,7	660,4	16	471	55	13,7	29

Tabelle A25: Statistische Ergebnisse des AMS-Betreuers 1 im Betrieb S

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Weg ohne Last (Misten)	12,5	16,28	265,09	453	2611	130	1,5	12
Weg mit Last (Melken)	33,21	42,74	1826,8	462	2548	129	3,91	12
Tore/Türen	10,45	8,83	77,91	359	1098	84	0,92	9
Treiben	41,88	58,46	3417,1	52	2996	140	16,28	39
Handnotizen	40,84	51,09	2610	57	2407	125	13,56	33
Arbeitsmittel bereitstellen	12,2	16,4	269,12	164	2781	134	2,53	21
tägliche Wartung AMS	53,93	56,16	3154,1	14	1670	104	32,44	60
AMS Raum reinigen	110,51	172,1	29802	111	3753	156	32,48	29
Hauptreinigung AMS+Raum	182,19	474,4	225088	48	10424	260	137,8	76
AMS Einstellungen	14,07	8,96	80,23	14	626	64	5,17	37
Kühe suchen	40,76	41,55	1726,6	198	1600	102	5,82	14
Kuh zum Vorwarte Hof treiben	36,48	39,68	1574,5	199	1821	109	5,55	15
Kuh vom Vorwarte Hof ins AMS treiben	34,75	46,19	2133,6	51	2719	133	12,99	37
Reinigung Vorwarte Hof	69,48	45,69	2087,6	33	667	66	16,21	23
Prozesskontrolle	77,53	135,6	18389	110	4704	175	25,63	33
Dienstgespräch	58,53	75,5	5700	32	2560	129	27,23	46
Übergänge anschieben	39,32	22,41	502,04	112	502	57	4,2	11
Kuhtränken reinigen	41,33	23,9	571,3	54	517	58	6,53	16
Milchfilter wechseln	165,25	183,8	33775	8	1904	111	153,8	93
ablaufbedingte Wartezeit	162	300,9	906542	15	5304	186	166,7	103
Melken Rüstzeit (Reinigung)	36,93	29,56	873,81	55	988	80	7,99	22
Handgerät aufnehmen/abstellen	9,38	9,22	84,92	16	1488	16	4,91	52
Tiefliegebox reinigen	8,46	5,74	32,92	614	709	68	0,45	5

Tabelle A26: Statistische Ergebnisse des Fütterers in Betrieb H

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
gehen ohne Last	39	77	5988	117	6000	197	14	36
Fahrt zw. Orten Radlader	73	56	3198	60	912	76	14	19
Tierbeobachtung	65	79	6384	2	0	121	0	0
Treiben/ Umstallen	40	33	1104	2	0	82	0	0
Handgerät aufnehmen/ ablegen	7	5	27	24	769	70	2	29
gehen MIT Last	19	13	176	9	730	68	10	52
Futter heranschieben (per Hand)	65	44	1975	8	719	68	37	57
Ein/-Aussteigen	8	6	38	106	831	73	1	14
SONSTIGE Rüstzeiten	89	151	23013	18	4423	169	75	84
Futter ranschieben (Radlader, Schild)	52	32	1074	12	604	62	20	39
Reinigungsarbeiten Schlüsselmanchine	43	38	1458	2	0	88	0	0
Futter ranschieben (Radlader, Schaufel)	60	44	1948	6	821	72	46	76
Futtertisch reinigen	58	38	1504	60	688	66	10	17
Tore/ Türen	17	9	81	21	434	52	4	24
Dienstgespräch	58	79	6328	10	2844	136	56	97
Allg. Wartezeit	38	0	0	1	0	0	0	0
Discovery	52	38	1512	2	0	74	0	0
techn. Kontrolle FMW	35	19	391	15	476	55	10	30
Fahrt zw. Orten FMW	157	116	13570	85	839	73	25	15
Selbstfahrer mit Kraftfutter befüllen	107	18	348	7	50	17	17	16
Selbstfahrer mit Saftfutter befüllen	109	53	2889	11	373	49	36	32
Selbstfahrer mit Silage befüllen	183	68	4659	20	217	37	31	17
FMW- Mischvorgang ein/- ausschalten	333	206	42696	12	594	62	131	39
Futter mit Selbstfahrer verteilen	149	116	13527	15	929	77	64	43
Transport Futterreste	117	70	4982	4	0	60	0	0
Prozesskontrolle Fütterung	32	23	536	4	0	72	0	0
Tränken reinigen	60	4	24	2	0	8	0	0
Prämix vorbereiten	197	127	16194	29	640	64	48	24
Kraftfuttermittelgabe (per Hand)	20	0	0	1	0	0	0	0
Dokumentation	24	32	1058	2	0	135	0	0
Tanken	78	0	0	1	0	0	0	0
Grobfuttersilo abdecken	56	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle A27: Statistische Ergebnisse des Fütterers in Betrieb T

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzel-zeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
gehen OHNE Last	30	32	1037	99	1678	104	6	20
Fahrt zw. Orten RADLADER	72	51	2619	53	759	70	14	19
Handgerät aufnehmen/ ablegen	30	25	649	5	1069	83	31	103
gehen MIT Last	16	6	46	12	271	41	4	26
Ein/-Aussteigen	9	8	64	77	1123	85	1	19
SONSTIGE Rüstzeiten	57	20	440	11	207	36	14	24
Futtertisch reinigen	114	82	6778	17	802	72	42	37
Tore/ Türen	22	10	113	7	355	47	9	44
Dienstgespräch	66	38	1483	5	523	58	48	72
Allg. Wartezeit	61	7	50	2	0	11	0	0
techn. Kontrolle FMW	26	16	262	22	580	61	7	27
Fahrt zwischen Orten FMW	159	93	8811	41	538	59	29	18
FMW- Mischvorgang ein/- ausschalten	32	29	885	10	1276	91	21	65
Transport Futterreste	43	14	213	14	173	33	8	19
Prozesskontrolle Fütterung	84	74	5513	9	1201	88	57	67
Fahrt leer Technik	86	56	3158	16	650	64	29	34
FMW mit KRAFTfutter beladen	71	28	836	16	254	40	15	21
FMW mit MINERALstoffen beladen	30	16	268	17	435	53	8	27
FMW mit STROH/ HEU beladen	118	144	20738	6	2272	121	151	127
Grobfutterentnahme SILO	52	54	2993	28	1672	104	21	40
FMW mit GRASSilage befüllen	112	87	7614	9	934	77	67	59
FMW mit MAISSilage beladen	82	32	1072	12	247	39	20	25
FMW mit NASSfutter beladen	64	37	1377	4	0	57	0	0
Futter mit gezogenem FMW verteilen	108	42	1764	20	235	38	19	18
Schutzkleidung anlegen	108	123	15312	2	0	114	0	0
Reinigung Siloanlagen, Behälter	213	12	144	2	0	5	0	0
Störungen Vector beseitigen	222	262	68979	8	2147	118	219	98

Tabelle A28: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung 1 in Betrieb T

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtaxi transportieren	30,17	30,91	955,9	103	1616	102	6,04	20
Milchseparation	30,6	17,9	320,3	10	529	58	12,81	42
Milchtaxi befüllen	42,26	54,32	2950	43	2542	128	16,73	40
Ansäuerung Kälbermilch	43,91	29,73	884,1	11	708	68	19,99	46
Milch in Eimer füllen	47,63	39,83	1587	75	1078	84	9,17	18
technische Kontrolle Milchtaxi	18,22	8,54	72,94	9	341	47	6,57	36,1
Tränkeimer vor- und nachbe- reiten	56,28	102,3	10460	53	5077	182	28,2	50
Kalb zum Nuckeleimer führen	65,4	38,45	1478	10	534	59	27,52	42
an Kälber Kraftfutter verteilen	117,5	72,83	5305	2		62		
Milchtaxi reinigen	69,9	31,4	985,9	10	374	49	22,48	35
Ohrmarken einziehen	80,14	49,4	2441	7	587	62	45,77	57
Reinigung Kälberiglu	112,64	66,44	4414	25	538	60	27,43	24
Mist auf Dunglege bringen	70,5	14,14	199,8	20	65	20	6,62	9
Kälbereinzelbox einstreuen	29,83	37,95	1440	6	2489	127	29,92	134
Stroh fegen Kälberiglu	16,33	8,33	75	45	435	53	2,6	16
Reinigung Iglu mit Hoch- druckreiniger	86	98,3	9663	24	2011	114	41,52	48
Rüstzeiten Kälberfütterung	63	30,02	901	7	352	48	27,81	44
Nuckeleimer gründlich reini- gen	109,73	67,73	4587	26	588	62	27,36	25
Nuckeleimer grob reinigen	38,46	16,13	260,1	13	273	42	9,75	25
Reinigung Milchküche	63,67	53,53	2865	3		84		

Tabelle A29: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung 2 in Betrieb T

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Milchtaxi transportieren	39,05	31,89	1016,9	63	1028	82	8,03	21
Milchseparation	31,89	12,2	148,86	9	228	38	9,39	29
Milchtaxi befüllen	52,35	117,6	13826	48	7754	225	34,15	65
Ansäuerung Kälbermilch	80,82	82,83	8661	11	1617	102	55,68	69
Milch in Eimer füllen	42,07	41,18	1695,7	82	1475	98	9,05	22
technische Kontrolle Milchtaxi	29,61	21,27	452,37	18	796	72	10,58	36
Tränkeimer vor- und nachbe- reiten	40,79	33,99	1155	24	1070	83	14,36	35
Kalb zum Nuckeleimer führen	37,86	26,33	693,44	44	746	70	8,01	21
an Kälber Kraftfutter verteilen	63,18	38,67	1495,6	11	579	61	26	41
Milchtaxi reinigen	123,64	107,3	11506	11	1160	87	72,11	58
Kälbereinzelsbox einstreuen	50,53	9,86	97,12	15	61	20	5,46	11
Stroh fegen Kälberiglu	20,13	2,29	5,27	15	23	11	1,27	6
Rüstzeiten Kälberfütterung	79,38	83,71	7006,8	8	1712	106	70,07	88
Nuckeleimer grob reinigen	90,82	84,1	7073	11	1321	93	56,54	62
Reinigung Milchkühe	158,4	114,4	13081	5	804	72	142,6	90
Kalb umstallen	96			1				
Nuckel austauschen	31,5	0,71	0,5	2		2		
Behandlung Kälber	23,57	21,59	465,95	7	1292	92	20	84

Tabelle A30: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung in Betrieb H

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzel-zeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Handgerät aufnehmen/ablegen	11,21	6,85	46,94	89	577	61	1,44	13
Gehen ohne Last	41,73	36,59	1338,85	340	1184	88	3,9	9
Gehen mit Last	28,19	19,29	371,94	236	722	68	2,47	9
Gehen im Stroh	21,14	19,04	362,49	56	1249	90	5,1	24
Gesundheitskontrollen	42,05	16,52	272,96	74	240	39	3,83	9
Kontrolle Tränkautomat	63,73	41,72	1740,81	44	662	65	12,69	20
Kraftfuttergabe per Hand	14,59	14,51	210,42	104	1523	99	2,82	19
Melkzeug vorbereiten	67,14	19,88	395,14	7	138	30	18,41	27
Melkzeug ansetzen	103,7	32,21	1037,76	14	153	31	18,61	18
Tränkeimer vor-/nachbereiten	24,67	24,26	588,63	85	1489	98	5,23	21
Warmwasserbereitung	56,5	38,59	1489,1	6	720	68	40,59	72
Futter per Hand verteilen	49,29	12,03	144,81	21	95	24	5,48	11
Geräte/Medikamente bereitstellen	129	125,03	14633	9	1447	96	95,2	75
Fieber messen	38,1	22,47	504,99	10	538	60	16,09	42
Milch in Eimer füllen	19,8	13,13	172,46	96	679	66	2,66	13
Rüstzeiten	56,77	29,06	844,56	65	406	51	7,2	13
Tränke per Hand anrühren	87,64	73,57	5412,99	33	1086	84	26,09	30
Kalb antränken	58,57	18,02	324,79	42	148	31	5,62	10
Dokumentation	128,71	109,02	11885,5	7	1105	85	101	78
Dienstgespräch	87,12	70,95	5034,24	14	1022	81	36,49	42
Tore/Türen öffnen	10,07	7,18	51,51	101	784	71	1,42	14
Milchküche reinigen	141,22	133,1	17701,4	18	1367	94	66,19	47
Kälber an Tränkautomaten führen	68,57	56,33	3172,62	23	1040	82	24,36	36
Futter ranschieben	33,29	4,35	18,9	7	29	13	4,03	12
Grobfutter verteilen	44,64	23,33	544,4	14	423	52	13,48	30
Einzelbox öffnen/schließen	19,5	8,58	73,61	10	300	44	6,14	32
Kalb in Einzelbox bringen	90,33	71,44	5104,27	6	964	79	75,15	83
Einzelbox nachstreuen	75,33	27,41	751,52	103	207	36	5,36	7
Stroh fegen Einzelbox	110,5	78,13	6104,27	12	771	71	49,67	45
Fütterungskontrolle	56	31,5	992,33	7	489	56	29,18	52
Diättränke zubereiten	165	123,9	15355,5	5	870	75	154,5	94
Diättränke verteilen	122,11	110,7	12261,4	9	1267	91	85,2	70
Tränkautomat auffüllen	85	43,24	1870	4		51		
Stroh nachstreuen Gruppenbox	417,5	108,2	11704,5	2		26		
Restfutter entsorgen	132			1				
Stroheinstreu bereitstellen	54,43	25,45	647,95	7	339	47	23,58	43
Nuckel austauschen	525			1				
Nuckeleimer gründlich reinigen	53,76	34,28	1174,85	34	628	64	11,96	22
Abkalbekontrolle	24			1				

Tabelle A31: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung in Betrieb C

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Arbeitsmittel bereitstellen	61,18	130,9	17134	526	7038	214	11,21	18
Kontrolle Tränkautomat	37,71	38,29	1465,75	66	1587	102	9,41	25
Gehen ohne Last	40,53	33,47	1119,94	862	1051	83	2,24	6
Deckel auf Nuckeleimer	64,49	25,84	667,48	37	250	40	8,62	13
Futterzusätze verabreichen	62,91	49,15	2415,76	45	941	78	14,77	24
Dokumentation per Hand	111,78	191,9	36813,4	133	4530	172	32,92	30
Restmilch entsorgen	156,3	147,6	21776	30	1367	94	55,12	35
Milch anrühren	48,52	30,17	909,96	21	597	62	13,74	28
Milch per Hand nachfüllen	75,42	80,31	6450	33	1745	106	28,49	38
Milchtaxi transportieren	84,65	100,6	10112	54	2172	119	27,45	32
Milch in Eimer füllen	143,61	107,7	11597,7	28	867	75	41,77	29
Kälber antränken	197,81	211,1	44540,5	42	1752	107	65,78	33
Milchtaxi reinigen	211,7	164	26899	27	925	77	64,9	31
technische Kontrolle Milchtaxi	41,73	63,08	3979,71	33	3515	151	22,37	54
Behandlung	235,73	336,3	113076	56	3130	143	90,07	38
Fütterungskontrolle	36,25	23,45	550,09	20	646	65	10,98	30
Reinigung allgemein	218,92	320,25	102559	111	3290	146	60,25	28
Festfutter verteilen	41,15	34,07	1160,63	41	1056	83	10,76	26
Gesundheitskontrolle	50,2	46,29	2142,77	54	1309	92	12,64	25
ablaufbedingte Wartezeit	90,18	216,1	46705,3	49	8827	240	62,09	69
Fieber messen	92,69	32,49	1055,58	26	192	35	13,13	14
Tore/Türen öffnen	19,28	17,05	290,67	196	1205	88	2,4	12
Einzelboxen nachstreuen	126,16	158,7	25176,6	19	2434	126	76,5	61
Kälber an Tränkautomaten führen	54,32	48,32	2334,67	28	1219	89	18,74	34
Kolostrum auftauen	76,13	48,69	2371,19	40	632	64	15,58	20
Kolostrumgabe	262,4	168,7	28446	30	638	64	63	24
Diättränke verteilen	85,6	56,89	3236,93	10	682	66	40,73	48
Tränkautomat auffüllen	60,05	79,68	6348,16	19	2708	133	38,42	64
Restfutter entsorgen	74	39,39	11	438	53	53	26,48	36
Nuckel austauschen	91,38	52,86	2689,41	8	498	57	42,41	48
Nuckeleimer gründlich reinigen	227,88	147,3	21695	8	645	65	123,3	54

Tabelle A32: Statistische Ergebnisse der Kälberbetreuung in Betrieb D

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Gehen ohne Last K0-Bereich	13,96	20,04	401,7	367	3172	144	2,06	15
Gehen mit Last K0-Bereich	9,47	16,91	286,06	159	4904	179	2,58	27
Dokumentation K0-Bereich	63	88,75	7876,14	15	3052	141	49,17	78
Arbeitsmittel bereitstellen K0	29,03	39,47	1557,99	123	2834	136	7,05	24
Milchtaxi befüllen	58,42	58,75	3451,7	19	1557	100	28,33	48
Transport Milchtaxi	41,01	69,29	48011,8	90	4390	169	14,52	35
Zusatzwasser K0 vorbereiten	37,64	67,02	4491,24	33	4875	178	23,77	63
Wasser verabreichen K0	4,54	3,14	9,83	121	737	69	0,56	12
Wartezeit ablaufbedingt K0	25,5	17,25	297,5	6	706	68	18,14	71
Tränkkontrolle K0	21,24	12,49	155,99	21	534	59	5,69	27
Gesundheitskontrolle K0	43,3	56,77	3223,12	10	2645	131	40,64	94
Nuckel ausdrücken K0	13,66	11,82	139,75	64	1155	87	2,95	22
Milch vom Taxi in Nuckeleimer K0	10,4	5,53	30,57	133	438	53	0,95	9
Behandlung K0	20,44	13,99	195,8	32	723	68	5,05	25
Kalb zum Nuckeleimer führen K0	68,44	119,7	14322,7	61	4701	175	30,66	45
Fieber messen K0	46,00			1				
Geschirr abwaschen K0	35,93	29,59	875,48	42	1045	82	9,22	26
Einzelboxen nachstreuen K0	30,28	24,91	620,3	61	1043	82	6,38	21
Reinigung nach streuen K0	8,64	22,49	505,95	64	1041 6	260	5,62	65
Milchtaxi reinigen K0	81,86	76,44	5842,75	14	1343	94	44,16	54
Reinigung Milchküche K0	43,44	27,8	773,03	9	632	64	21,39	49
Kolostrum auftauen	41,78	48,59	2360,63	32	2081	116	17,52	42
Kolostrum mit Eimer verabreichen	9,00	5,2	27	3		58		
Kolostrum mit Flasche verabreichen	567,67	135,2	18290	3		25		
Wege ohne Last K1	21,35	24,16	583,47	172	1969	113	3,64	17
Wege mit Last K1	23,47	33,16	1099,47	75	3071	141	7,63	33
Arbeitsmittel bereitstellen K1	17,5	16,88	284,97	46	1433	96	5,01	29
Gesundheitskontrolle K1	29,33	19,93	397,25	9	712	68	15,34	52
Dokumentation K1	27,5	26,16	684,5	2		95		
Restfutter entsorgen K1	29,61	12,42	154,13	18	273	42	6,18	21
Fütterungskontrolle K1	41,8	26,07	679,5	25	601	62	10,76	26
Misten K1 (Bereich Tränke)	155,6	137,4	18877	6	1203	88	144,5	93
Heugabe K1	33,63	21,11	681,85	16	930	26	13,92	41
TMR füttern K1	23,93	20,17	406,92	27	1095	84	7,98	33
Kraftfuttermittelgabe K1	24,93	20,68	427,5	29	1060	83	7,87	32
Reinigung der Tränken K1	44,00	25,99	675,6	6	539	59	27,34	62
technische Kontrolle Tränkauto- mat K1	141,29	209,2	95640	28	7368	219	119,9	85
Behandlung K1	11,5	7,55	57	4		66		
Wartezeit ablaufbedingt K1	182,29	122,4	14984,2	7	696	67	113,4	62
Tränkautomat nachfüllen K1	62,36	40,43	1634,45	11	649	65	27,18	44
Arbeitsmittel bereitstellen JR	16,65	23,66	559,23	34	3108	142	8,26	50

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
Wege ohne Last JR	33,93	61,33	3761,23	136	5022	181	10,4	31
Liegeflächen reinigen JR	8,87	5,68	32,23	174	632	64	0,85	9,57
Tierbeobachtung JR	17,06	15,18	230,56	69	1221	89	3,65	21,4
Tränken reinigen JR	76,1	52,88	2796,69	21	745	70	24,08	32
Übergänge reinigen JR	60,6	24,63	606,4	40	257	41	7,88	13
Treiben JR	11,05	11,66	135,87	77	1712	105	2,65	24
Wege ohne Last JR	7,33	5,69	32,33	3		78		
Medikamente vorbereiten JR	62,25	53,64	2876,92	4		86		
Jungrinder suchen	34	30,12	907	3		89		
Behandlung JR	78,8	67,87	4606,2	5	1143	86	84,59	107
Dokumentation JR	108,14	104,9	10999	7	1448	97	97,15	90
Brunstkontrolle	38,13	57,96	3359,24	24	3554	152	24,48	64
Separation Besamungstiere	64	52,27	2732,67	22	1028	82	23,18	36
Arbeitsmitte bereitstellen Besamung	27,67	22,29	96,67	6	100	80	23,44	85
Dokumentation Besamung	54,84	117,6	13840	62	7075	214	29,88	54
Dienstgespräch Besamung	46,45	54,57	2978,07	11	2124	117	36,69	79
Besamung gehen ohne Last	60,9	93,56	8753,79	68	3630	154	22,65	37
Weg ohne Last Krankenliste Kühe	120	126,9	16107	7	1722	106	117,6	98
Dokumentation kranke Kühe	85,15	155,3	24117	20	5114	182	72,71	85
Gesundheitslisten	88,8	129,9	16862,5	44	3289	146	39,49	44
Abkalbekontrolle	148,64	108,6	11785	14	823	73	62,71	42
Arbeitsmittel bereitstellen	46,57	35,21	1239,62	7	881	76	32,62	70
Kalbung Kuh separieren	232	128,7	16562	2		55		
Reinigung Kuh zur Kalbung	122,5	112,4	12640,5	2		92		
Geburtshelfer ansetzen	167,5	229,8	52812,5	1		137		
Geburtshilfe ohne Geburtshelfer	122			1				
Geburtshilfe mit Geburtshelfer	670			1				
Kuhtrank verabreichen	132	45,71	2089	3		35		
Reinigung Kalb nach Geburt	193,5	99,7	9940,5	2		52		
Reinigung Geburtshelfer/Material	119,57	168,6	24427	7	3058	141	156,2	131
Tierkontrolle während Kalbung	124,14	89,31	7976,81	7	798	72	82,74	67
Dienstgespräch Kalbung	80,67	133,8	17892	12	4228	166	85,04	105
Wege ohne Last Kalbung	93,45	82,26	6931,94	20	1223	89	38,98	42
Dokumentation Kalbung	90,61	80,71	6513,43	18	1222	89	40,15	44
Wartezeit ablaufbedingt Kalbung	82,75	33,98	1154,92	4		41		
Ohrmarken einziehen	139,5	67,18	4512,5	2		48		
Nabeldesinfektion Kalb	102			1				

Tabelle A33: Statistische Ergebnisse des Herdenmanagers in Betrieb G

Kennzahlen/Messpunkte	Ø Einzelzeit (HM)	s (HM)	s ² (HM ²)	n	n'	VK (%)	VB/2	ε (%)
gehen OHNE Last	32	34	1211	195	1739	106	4	15
Handgerät aufnehmen/ ablegen	13	21	466	56	3737	155	5	41
Dienstgespräch	60	48	2328	37	967	79	16	26
Tore/ Türen	12	12	145	64	1406	95	3	23
Schutzkleidung anlegen	22	31	987	22	3113	142	13	63
Dokumentation AMS Kontrolllisten	96	62	3915	20	649	64	29	30
Dokumentation Gesundheit Zettel	69	76	5925	22	1864	110	34	48
Dokumentation Gesundheit PC	79	72	5265	30	1276	91	27	34
Handnotiz Besamung	76	91	8440	24	2200	119	38	50
sonstige Notizen	76	108	11856	89	3124	142	22	30
Dokumentation TU in T4C	78	80	6470	21	1616	102	36	46
Stiefelwäsche	40	36	1362	4	0	92	0	0
allg. Gesundheitskontrollen	98	120	14565	17	2298	122	62	62
Kuh suchen	63	48	2384	17	899	76	25	39
Treiben	47	34	1217	22	834	73	15	32
Fieber messen	43	34	1161	3	0	78	0	0
Geräte/ Medikamente bereitstellen	52	74	5591	24	3125	142	31	60
Fieber messen	25	13	189	7	439	53	12	49
Futter breit	28	28	795	9	1480	98	21	75
Reinigung AM	55	78	6176	3	0	141	0	0
Euterkontrolle	22	25	652	4	0	116	0	0
Tier arretieren/ freilassen	28	49	2414	25	4552	172	20	71
Schutzkleidung reinigen	23	38	1492	11	4303	167	25	112
Dokumentation TU in Herde	43	63	4008	21	3255	145	28	66
Dokumentation T4C Behandlung	100	51	2656	3	0	51	0	0
Behandlung Kuh intramuskulär	15	5	29	7	198	35	5	33
Schalmtest	64	22	527	8	200	35	19	29
Nachgeburtsskontrolle	151	0	0	1	0	0	0	0
Behandlung Kuh (intramammär)	9	4	24	2	0	52	0	0
Trockenstellen mit Medikament	19	0	0	1	0	0	0	0
Brunstkontrolle STALL	7	0	0	1	0	0	0	0
Hände waschen	50	41	1740	2	0	82	0	0
Färsen sortieren	615	869	755220	2	0	141	0	0
Dienstfahrt	130	68	4631	5	424	52	84	65
Dokumentation TS Herde	90	328	108140	20	20225	362	153	169
sonst Verwaltung	93	102	10550	12	1841	109	65	69
Dokumentation TS T4C	35	0	0	1	0	0	0	0
Gehen STROH	9	2	6	3	0	26	0	0
Hilfestellung Besamen	61	36	1350	35	555	59	12	20
Kalbung Tierbeobachtung	269	424	180382	3	0	157	0	0
Dokumentation Kalbung	171	153	23609	5	1244	89	191	112
Dokumentation Klauenpflege	41	68	4681	18	4169	164	34	81