

Universität Kassel
Fachbereich Ökologische Agrarwissenschaften
Studiengang Ökologische Agrarwissenschaften (B.Sc.)

Bachelorarbeit

zum Thema

Vereinbarkeit von muttergebundener Kälberaufzucht und automatischen Melksystemen

–

Einfluss einer Sperrzeit vor dem Kuh-Kalb-Kontakt auf die Saugdauer, Saughäufigkeit und das Fremdsaugen der Kälber

1. Prüferin: Dr. Silvia Ivemeyer
Fachgebiet: Nutztierethologie und Tierhaltung
2. Prüfer: Dr. Hans-Joachim Herrmann
Leitung Fachgebiet 14 Beratungsteam Tierhaltung,
Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

vorgelegt von

Theresa Helena Wildemann

Witzenhausen, Dezember 2019

Inhaltsverzeichnis

I	Abkürzungsverzeichnis	i
II	Abbildungsverzeichnis.....	ii
III	Tabellenverzeichnis.....	iii
1	Einleitung	1
2	Stand des Wissens.....	3
2.1	Definitionen.....	3
2.2	Normalverhalten von und zwischen Kälbern und Kühen	3
2.2.1	Dem Saugen vorausgehend	4
2.2.2	Der Saugvorgang.....	5
2.2.3	Saugen im Tagesverlauf	6
2.3	Muttergebundene Kälberaufzucht.....	6
2.3.1	Systeme und Kennzeichen der kuhgebundenen Kälberaufzucht	6
2.3.2	Tägliche Zunahme und aufgenommene Milchmenge in der muttergebundenen Kälberaufzucht.....	7
2.3.3	Saugdauer in der muttergebundenen Kälberaufzucht	8
2.3.4	Saughäufigkeit in der muttergebundenen Kälberaufzucht.....	12
2.3.5	Fremdsaugen in der muttergebundenen Kälberaufzucht.....	15
2.4	Kombinierbarkeit von kuhgebundener Kälberaufzucht und automatischen Melksystemen.....	15
2.4.1	Besonderheiten automatischer Melksysteme	16
2.4.2	Herausforderungen bei der Kombination.....	18
3	Tiere, Material und Methoden.....	21
3.1	Literaturrecherche.....	21
3.2	Versuch	21
3.2.1	Auswahl des Betriebes	21
3.2.2	Vorstellung des Betriebes	22
3.2.3	Auswahl der Tiere	24
3.2.4	Beobachterabgleich und Ethogramm	25
3.2.5	Versuchsaufbau.....	26
3.2.6	Datenerhebung	27
3.2.7	Abgleich der Protokolldaten und Videodateien.....	29
3.2.8	Statistische Auswertung.....	29

4	Ergebnisse	32
4.1	Betrachtung der Ergebnisse auf Kontaktzeitebene	32
4.1.1	Einfluss der Tageszeit.....	33
4.1.2	Verteilung des Saugens über den Kontaktzeitverlauf	33
4.1.3	Einfluss der Kontaktzeitdauer	34
4.1.4	Einfluss des Zeitpunktes des letzten Melkens vor dem Kalb-Kuh-Kontakt.....	35
4.2	Betrachtung der Ergebnisse auf Kälbererebene.....	36
4.2.1	Kontaktzeitdauern mit und ohne Sperrzeit	37
4.2.2	Zeitpunkte des letzten Melkens vor dem Kalb-Kuh-Kontakt mit und ohne Sperrzeit	37
4.2.3	Veränderungen der Saugdauer.....	37
4.2.4	Veränderung der Saughäufigkeit.....	38
5	Diskussion.....	40
5.1	Diskussion des methodischen Vorgehens	40
5.2	Interpretation und Diskussion der Ergebnisse.....	43
5.2.1	Saugdauer und Saughäufigkeit auf Kontaktzeitebene.....	43
5.2.2	Saugdauer und Saughäufigkeit auf Kälbererebene	45
5.2.3	Tägliche Zunahme und aufgenommene Milchmenge.....	47
5.2.4	Einfluss der Sperrzeiten auf Managementaufwand und Milchleistung.....	48
6	Schlussfolgerungen.....	50
7	Zusammenfassung.....	52
IV	Literaturverzeichnis	v
V	Anhang.....	xi

I Abkürzungsverzeichnis

AMS	Automatisches Melksystem	N	Anzahl
bspw.	beispielsweise	n	Stichprobenumfang
BV	Braunvieh	Nr.	Nummer
bzw.	beziehungsweise	r	Korrelationskoeffizient
d	Tag	s.	siehe
EDV	elektronische Datenverarbeitung	S.	Seite
EDV-System	Gesamtheit der EDV-Anlagen und EDV-Programme	tgl.	täglich
engl.	englisch	vgl.	vergleiche
ggf.	gegebenenfalls	u.a.	unter anderem
h	Stunde(n)	ü. NN	über Normalnull
i.d.R.	in der Regel	w	weiblich
ha	Hektar	z.B.	zum Beispiel
k. A.	keine Angabe	ZMZ	Zwischenmelkzeit
kg	Kilogramm	Ø	Durchschnitt
KoZ	Kontaktzeit	%	Prozent
LIM	Limousin		
LM	Lebensmonat		
LW	Lebenswoche		
m	männlich		
max	Maximalwert		
min	Minimalwert		
Min	Minute(n)		
Mkg	Milchkilogramm		

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Skizze des Kälberstalles (links), dem Auslauf der Kälber (Mitte) und den Tiefstrebereichen im Kuhstall (rechts).	24
Abbildung 2: Blickwinkel der eingesetzten Kameras. Kamera 1 (links) mit Blick über den gesamten Kontaktbereich und Kamera 2 (rechts) mit Blick über den Tiefstrebereich	28
Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der Saugakte aller Kälber an den Müttern und fremden Kühen in Abhängigkeit der Kontaktzeitdauer [%].....	34
Abbildung 4: Zusammenhang des Zeitpunktes des letzten Melkens vor der Kontaktzeit [Min] und der Saugdauer [Min] über alle Beobachtungen hinweg	35
Abbildung 5: Dauer [min] des Saugens der Kälber insgesamt (G), bei der Mutter (M) und fremden Kühen (F) in Abhängigkeit der Sperrzeit.....	37
Abbildung 6: Prozentualer Anteil der Dauer [%] des Saugens der Kälber insgesamt (G), bei der Mutter (M) und fremden Kühen (F) in Abhängigkeit der Sperrzeit	38
Abbildung 7: Häufigkeit des Saugens der Kälber insgesamt (G), bei der Mutter (M) und fremden Kühen (F) in Abhängigkeit der Sperrzeit.....	39
Abbildung 8: Protokoll für die Direktbeobachtung	xi

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Übersicht über die dargestellten natürlichen Verhaltensweisen und ihre Kennzeichen	4
Tabelle 2: Übersicht über ausgewählte Aspekte der Versuchsbedingungen in wissenschaftlichen Studien über die Saugdauer in muttergebundenen Kälberaufzuchtssystemen.....	9
Tabelle 3: Übersicht über ausgewählte Aspekte der Versuchsbedingungen in wissenschaftlichen Studien über die Saughäufigkeit in muttergebundenen Kälberaufzuchtssystemen.....	13
Tabelle 4: Darstellung der beobachteten Tiere: Markierung, Geschlecht, Geburtsdatum und Rasse der Kälber und dazugehörige Markierung und Halsband-Nummer der Mütter	25
Tabelle 5: Median, oberes (+25%) und unteres Quartil (-25%) und kleinster (min) und größter Wert (max) der Saugdauer [Minuten; %] und Saughäufigkeit [N] je Kontaktzeit	32
Tabelle 6: Median, unteres (-25 %) und oberes Quartil (+25 %) und Veränderung (p-Wert) der Saugdauer [Minuten; %] und Saughäufigkeit [N] in Abhängigkeit der Sperrzeit.....	36

1 Einleitung

Die Haltungsbedingungen auf milchviehhaltenden Betrieben werden gesellschaftlich zunehmend hinterfragt. In den Fokus der Öffentlichkeit wurde in den letzten Jahren u.a. die Trennung von Kuh und Kalb kurz nach der Geburt gerückt (z.B. WESTDEUTSCHER RUNDFUNK KÖLN 2018). Fast 70 % der Deutschen bevorzugten nach BUSCH ET AL. (2017, S. 7) die späte Trennung von Kuh und Kalb. Immer mehr Betriebe – auf der Grundlage der Erhebung von TOELLE (2019) wird von etwa 100 Betrieben ausgegangen – ziehen nun ihre Kälber kuhgebunden bzw. muttergebunden auf. Das bedeutet, dass die Kälber auch über den Geburtszeitraum hinaus ausschließlich am Euter der Kühe bzw. Mütter Milch aufnehmen. Die Mütter werden in der Regel zusätzlich gemolken (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 2). Die muttergebundene Kälberaufzucht soll sowohl den Kälbern, als auch den Kühen die Möglichkeit geben, natürliches Verhalten auszuleben und die Beziehung zwischen den beiden aufzubauen (z.B. FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 157; JOHNSEN ET AL. 2015, S. 56). Je stärker ein Tier das natürliche Verhalten (bzw. Normalverhalten) ausführen kann, desto geringer ist das Risiko für Frustration (KNIERIM 2017, S. 30). Darüber hinaus zielt die kuhgebundene Kälberaufzucht auf gesunde Kälber mit hohen täglichen Zunahmen ab (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 7).

Zusätzlich befindet sich die Landwirtschaft in einem strukturellen Wandel (BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT 2018, S. 7). Die Anzahl der milchviehhaltenden Betriebe in Deutschland sinkt (LINDENA ET AL. 2018, S. 2). Gleichzeitig bleibt die an die Molkereien gelieferte Milchmenge auf einem annähernd gleichbleibenden Niveau (GORN 2019, S. 42). Gründe für die nicht abnehmende Milchmenge, trotz sterbender Betriebe und des zusätzlichen Fachkräftemangels (GINDELE 2016, S. 51), stellen die steigende Automatisierung und Technisierung dar. HARMS & WENDL (2010, S. 40) sahen in der Milchviehhaltung das größte Potenzial u.a. in einer Automatisierung der Melktechnik. Automatische Melksysteme (AMS) werden zum einen eingesetzt, um die tägliche Arbeitsbelastung, die u.a. durch die zweimal täglich stattfindenden Melkzeiten bei herkömmlichen Melksystemen entstehen, zu reduzieren, sowie um die Herdenleistung durch eine Erhöhung der Melkfrequenz zu steigern (ALBERTI ET AL. 2010, S. 11). Mittlerweile sind 50 bis 70 % der neuinstallierten Melksysteme AMS (HARMS 2016, S. 7). Obwohl die Anzahl der Ökobetriebe mit AMS derzeit nicht bekannt ist (BÜHLEN & IVEMEYER 2014, S. 509), macht das Interesse an AMS vor ökologisch wirtschaftenden Betrieben keinen Halt (BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG 2017).

Die Zunahme der Milchviehbetriebe mit kuhgebundener Kälberaufzucht und die gleichzeitig steigende Anzahl an eingebauten AMS lässt vermuten, dass zukünftig einige Betriebe diese beiden Systeme miteinander vereinbaren werden. BICKELHAUPT & VERWER (2013, S. 33) gaben an, dass die beiden Systeme kombinierbar sind, jedoch der Melkroboter (hier: Synonym

für AMS) keine Option für die verbesserte Integration der muttergebundener Kälberaufzucht in ein Haltungssystem darstellt. Bei der Kombination der muttergebundenen Kälberaufzucht und den AMS müssen sich die Landwirt*innen mit möglichen Zielkonflikten auseinandersetzen, wie bspw. den hohen täglichen Zunahmen der Kälber und der möglichst hohen Milchleistung der Kühe, die durch die über den Tag verteilte tierindividuelle Melkzeiten realisiert werden soll. Dafür muss der Kalb-Kuh-Kontakt so gestaltet werden, dass den Kälbern ausreichend Milch zur Verfügung steht und gleichzeitig eine hohe Auslastung des AMS gewährleistet werden kann. Eine Möglichkeit, um mit diesem Zielkonflikt umzugehen stellt bspw. die Schaltung von Sperrzeiten (auch: Blockzeiten) vor dem Kalb-Kuh-Kontakt dar, in der allen Müttern das Melken untersagt wird.

Vor diesem Hintergrund wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit ein Versuch durchgeführt, der das Ziel hatte aufgrund der Veränderung der Saughäufigkeit und Saugdauer in Abhängigkeit der Sperrzeit eine Empfehlung über deren Notwendigkeit aussprechen zu können.

2 Stand des Wissens

Die folgenden Kapitel geben einen Überblick über den momentanen Wissenstand. Aufgrund des begrenzten Umfangs wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

2.1 Definitionen

Bei der Betrachtung der bisher publizierten wissenschaftlichen Untersuchungen konnten einige zentrale Schlagworte identifiziert werden. Diese werden jedoch teilweise von den Autor*innen der Publikationen unterschiedlich definiert. Um ein einheitliches Verständnis der Begriffe zu bekommen, werden diese im nächsten Abschnitt festgelegt. Wird unter den Begriffen im weiteren Verlauf des Textes etwas anderes verstanden, wird dieses kenntlich gemacht.

- Kontaktzeit:** Die Kontaktzeit bezieht sich auf den Zeitraum, in dem sich die Kälber und Kühe im selben Raum befinden und die Möglichkeit der Milchaufnahme besteht.
- Mahlzeit:** Eine Mahlzeit umfasst mehrere aufeinanderfolgende Saugakte an mindestens einer Kuh.
- Saugakt:** Der Saugakt (engl. sucking bout) beschreibt, dass ein Kalb an einer Kuh saugt und stellt den Zeitraum zwischen Saugbeginn und Ende des Saugens an einer Kuh dar. Die genaue Definition, wann das Kalb zu Saugen beginnt und wann das Saugen beendet wird, ist von den entsprechenden Wissenschaftler*innen im Rahmen ihrer Untersuchung festgelegt.
- Saugdauer:** Die Saugdauer (engl. sucking duration) stellt den zeitlichen Umfang eines, mehrerer oder aller Saugakte innerhalb einer Kontaktzeit oder des Tages dar. Die Saugdauer kann sowohl als absoluter Wert [Minuten] als auch als prozentualer Anteil [%] an der Kontaktzeitdauer angegeben werden.
- Saughäufigkeit:** Die Saughäufigkeit (engl. sucking frequency) umfasst die Anzahl [n] der Saugakte innerhalb einer Kontaktzeit, bzw. die Anzahl der Mahlzeiten am Tag und bezieht sich auf die Mutter, die fremden Kühe oder alle Saugakte.

2.2 Normalverhalten von und zwischen Kälbern und Kühen

Normalverhalten wird auch als natürliches Verhalten bezeichnet (Knierim 2017, S. 28). Natürliches Verhalten wurde von Lidfors et al. (2005, S. 325) als „das Repertoire verschiedener Verhaltensweisen, das die Tiere zeigen, wenn sie in Umgebungen gehalten werden, in denen

sie im Evolutionsprozess erzeugte Verhaltensweisen ausführen können“ (eigene Übersetzung) definiert. In den Kapiteln 2.2.1 bis 2.2.3 werden Ergebnisse von Untersuchungen zum Saugverhalten von Rindern unter natürlichen Bedingungen nach Reinhardt (1980) dargestellt. Ergänzend wurden Ergebnisse von Studien zum artgemäßen Verhalten herangezogen, das unter Haltungsbedingungen erhoben wurde. Eine Übersicht über die Verhaltensweisen des Saugens unter natürlichen Bedingungen bietet Tabelle 1.

Tabelle 1: Übersicht über die dargestellten natürlichen Verhaltensweisen und ihre Kennzeichen

Verhalten	Kennzeichen
dem Saugen vorausgehend	<ul style="list-style-type: none"> • Aufenthalt in Kälbergruppen (sog. Kindergarten) unter Aufsicht einer Kuh oder des Altbullen • Einleitendes Blöken durch Kalb • Entgegenlaufen • Einander erkennen durch akustische, optische oder olfaktorische Merkmale
Saugvorgang	<ul style="list-style-type: none"> • Körperhaltung Saugen: <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrt parallele Stellung zur Kuh • Wedeln mit dem Schwanz • Gespreizte Beine • Gesenkter Rücken • Nach vorne gestreckter Hals mit angehobener Nase • Saugen: <ul style="list-style-type: none"> • Einleitende Kopfstöße gegen Euter • Umschließen der Zitze mit der Zunge & Druck gegen Gaumen → Bewegungen erzeugen Vakuum • Besaugen aller vier Zitzen • Zitzenwechsel etwa alle 3 bis 5 Sekunden
Saugen im Tagesverlauf	<ul style="list-style-type: none"> • Saugen beeinflusst durch Tagesrhythmus und Gesamtaktivität der Herde • Saugen hauptsächlich während Dämmerung und spätem Nachmittag • Leichter Anstieg des Saugens gegen Mittag und Mitternacht • Nachts generell kaum Saugen

2.2.1 Dem Saugen vorausgehend

REINHARDT (1980) zeichnete in seinen zweijährigen Beobachtungen einer halb-wilden Zebu-Rinderherde in Kenia das Verhalten der Kälber und Kühe auf. In der Phase, die über den geburtsnahen Zeitraum, in dem sich Kuh und Kalb von der Herde separieren, hinaus geht und in der die Kälber noch nicht ausschließlich weiden, hielten sich die Kälber hauptsächlich in Kindergärten auf. Als Kindergarten wird eine „Ansammlung von gleichaltrigen Kälbern, die unter der Obhut einer Kuh oder des Altbullen gemeinsam ruhen“ (REINHARDT 1978 zitiert nach REINHARDT 1980, S. 79) verstanden. Dort verbrachten sie den Tag unter Aufsicht einer Kuh oder des Altbullen meist mit Schlafen oder Spielen (REINHARDT 1980, S. 9; SAMBRAUS 1978,

S. 99). Dem Saugvorgang ging die Zusammenkunft von Mutter und Kalb voraus. Nach dem Schlafen, dem Aufstehen und Strecken nahmen die Kälber Kontakt mit ihren Müttern durch Blöken auf. Die Kühe antworteten mit einem Muhen, während die Kälber in ihre Richtung rannten. Sowohl die Kühe als auch die Kälber verwechselten die Laute in der Regel nicht mit den Lauten anderer Herdenmitglieder. Bei Verwechslungen wurden die Kälber von den fremden Kühen unsanft weggestoßen. Die Kühe liefen den Kälbern entgegen und die beiden näherten sich an. Die Kälber senkten dabei den Kopf und schoben das Kinn deutlich nach vorne. Die Kühe reagierten auf näherkommende Kälber mit einem beruhigenden Brummen. Daraufhin wurde die Identität der Kälber häufig über genitales Belecken und Beriechen überprüft (REINHARDT 1980, S. 11–13).

2.2.2 Der Saugvorgang

Beim Saugen an der Mutter standen die Kälber in der Regel in verkehrt paralleler Stellung zum Muttertier (REINHARDT 1980, S. 16; SAMBRAUS 1978, S. 103). Dadurch war anogenitales Beriechen und Belecken möglich (REINHARDT 1980, S. 15). Um die Duldung zu verstärken führte die Kälber wedelnde Bewegungen mit dem Schwanz aus (HAFEZ & LINEWEAVER 1967, S. 189; SAMBRAUS 1991, S. 179). Saugen von hinten trat üblicherweise nur auf, wenn sich die Kühe vom Weiden nicht abbringen ließen und weiter liefen (REINHARDT 1980, S. 15). Beim Saugen spreizten die Kälber ihre Vorderbeine und senkten den Rücken. Der Kopf wurde mit angehobener Nase nach vorne gestreckt (HAFEZ & LINEWEAVER 1967, S. 189; SCHEURMANN 1974, S. 389). Die Kälber suchten den Euterbereich nach etwas Unbehaartem und nach oben Begrenzendem ab (SCHEURMANN 1974, S. 389). Sobald sie das Euter gefunden hatten, führte es einleitend einige Kopfstöße gegen das Euter aus, um die Oxitocinausschüttung bei den Müttern auszulösen und den damit einhergehenden Milchfluss zu stimulieren (SAMBRAUS 1991, S. 179). Häufig bevorzugten die Kälber keine spezielle Zitze, sondern umschlossen zunächst eine der auf ihrer Seite am nächsten liegenden Zitze (HAFEZ & LINEWEAVER 1967, S. 179). Aller vier Zitzen wurden abwechselnd besaugt (SAMBRAUS 1991, S. 179). Der Zitzenwechsel erfolgte alle drei bis fünf Sekunden (SAMBRAUS 1978, S. 103). Die Kälber umschlossen mit der Zunge die Zitze und drückten sie gegen den Gaumen. Um die Milch aus der Zitze herauszubekommen, ließen die Kälber durch Bewegungen mit der Zunge ein partielles Vakuum entstehen (PHILLIPS 1993, S. 104). PHILLIPS (1993, S. 104) konnte diesen Bewegungsablauf 75 Mal pro Minute beobachten. Je Saugakt wurden 1.000 bis 2.000 saugenden Bewegungen mit dem Maul ausgeführt (SCHEURMANN 1974, S. 390). Mit zunehmendem Alter der Kälber nahm dieser Wert ab (PHILLIPS 1993, S. 104). Die Kühe verharrten während des Saugens untätig oder kauten wieder (SAMBRAUS 1978, S. 103). Das Saugen wurde in 80 % der Fälle vom Kalb beendet. Kühe beendeten das Saugen durch Weglaufen, Unruhe oder Treten nach dem Kalb mit den Hinterbeinen (SAMBRAUS 1978, S. 103).

2.2.3 Saugen im Tagesverlauf

Die Kälber saugten über den Tagesverlauf verteilt (HUTCHINSON ET AL. 1962, S. 312). Das Saugen wurde von dem Tagesrhythmus und der Gesamtaktivität der Herde beeinflusst. Die Kälber saugten vermehrt, bevor die Kühe mit dem Fressen begannen. Ein leichter Anstieg der Saugaktivität konnte am Mittag und gegen Mitternacht verzeichnet werden. Die Hauptsaugphase lag im Zeitraum zwischen dem späten Nachmittag und der Dämmerung (SAMBRAUS 1978, S. 104). Nachts kam es selten zu Saugakten (SAMBRAUS 1991, S. 180).

2.3 Muttergebundene Kälberaufzucht

Kuhgebundene Aufzuchtssysteme ermöglichen den Tieren artgemäßes und natürliches Verhalten (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 7). Der Begriff kuhgebundene Kälberaufzucht schließt sowohl die muttergebundenen als auch die ammengebundenen Aufzuchtssysteme ein.

Im Folgenden werden zunächst die unterschiedlichen Systeme der kuhgebundenen Kälberaufzucht vorgestellt. Daraufhin werden Versuchsergebnisse von bereits durchgeführten Untersuchungen in Bezug auf Saugdauer, Saughäufigkeit und Fremdsaugen in muttergebundenen Aufzuchtssystemen aufgezeigt. Dabei wird der Fokus auf die langfristig restriktive Aufzucht gelegt, da dieses System auch auf dem im Rahmen dieser Arbeit vorgestellten Betrieb angewandt wird. Besonders hervorgehoben werden müssen zwei Publikationen. Sie gehen beide auf die Kombination von muttergebundener Kälberaufzucht mit AMS ein. Während sich FRÖBERG ET AL. (2011) hauptsächlich mit dem Absetzen der Kälber beschäftigten, legten FRÖBERG & LIDFORS (2009) den Fokus auf das Saugverhalten der Kälber mit permanenten Kuhkontakt in einem Aufzuchtssystem, in dem die Kühe ebenfalls über ein AMS gemolken wurden.

2.3.1 Systeme und Kennzeichen der kuhgebundenen Kälberaufzucht

Durch die Vielzahl an Stallsystemen und baulichen Einrichtungen wird die kuhgebundene Kälberaufzucht mit einer großen Spannweite an möglichen Umsetzungen auf den Betrieben realisiert. Dennoch konnten dabei vier Systeme voneinander unterschieden werden:

- „Langzeitiges, restriktives Säugen mit zusätzlichem Melken“ (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6):

Dieses System ist durch zwei Kontaktzeiten täglich gekennzeichnet, in der die Kälber an ihrer Mutter oder einer Amme saugen können. Die Dauer der Kontaktzeiten variieren je nach Betrieb. Sie wurde jedoch bspw. von KROHN (2001, S. 274) zwischen 15 und 30 Minuten angegeben, reichte über 45 bis 60 Minuten bei IVEMEYER ET AL. (2016, S. 83) bis hin zu

01:30 Stunde auf Praxisbetrieben (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 14). Die Kühe werden zusätzlich gemolken (JOHNSEN ET AL. 2016, S. 2; SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6).

- „Langzeitiges Säugen mit unbegrenztem Zugang und mit zusätzlichem Melken“ (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6):

Charakterisiert wird dieses System durch einen mehrstündigen oder unbegrenzten bzw. permanenten Kontakt von Kälbern und ihren Müttern. Hier werden die Kühe mindestens ein Mal täglich gemolken (JOHNSEN ET AL. 2016, S. 2; SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6).

- „Langzeitiges Säugen (ganze Tränkeperiode) ohne zusätzliches Melken“ (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6):

Nach der Geburt verbleiben die Kälber nur kurz bei ihren Müttern. Danach werden sie zusammen mit ein bis drei weiteren Kälbern bei einer Amme gehalten, zu der sie unbegrenzt Kontakt haben. Die Amme kann ihr eigenes Kalb säugen und wird in der Regel nicht gemolken. Die Mütter hingegen werden im Kuhverbund gemolken und haben keinen Kontakt zum Kalb (JOHNSEN ET AL. 2016, S. 4; SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6).

- JOHNSEN ET AL. (2016, S. 4) ergänzten um ein weiteres System: Der halbtägiger Kalb-Kuh-Kontakt ist gekennzeichnet durch eine Kontaktzeit der Kälber mit ihren Müttern von durchgehenden zwölf Stunden täglich.

Die vorgestellten Systeme lassen sich durch den Zeitpunkt des Zusammentreffens, den zeitlichen Abstand zum Melken, den Ort des Zusammentreffens und die Gestaltung des Absetzens betriebsindividuell gestalten (SPENGLER NEFF ET AL. 2018, S. 6). Landwirtschaftliche Betriebe müssen ihr kuhgebundenes Aufzuchtssystem an die betrieblichen Gegebenheiten anpassen.

2.3.2 Tägliche Zunahme und aufgenommene Milchmenge in der muttergebundenen Kälberaufzucht

Ausgehend von dem erwünschten Lebendgewicht bei der ersten Besamung bzw. bei der Geburt des ersten Kalbes bestehen in den verschiedenen Lebensphasen der weiblichen Rinder erforderliche tägliche Mindestzunahmen (MEYER 2005, S. 127). Angestrebt werden in den ersten drei Lebensmonaten 700 bis 900 Gramm täglich (STEINHÖFL & DIENER 2015, S. 46).

IVEMEYER ET AL. (2016, S. 86) konnten bei restriktiv saugenden Kälbern zwischen der vierten und 13. Lebenswoche tägliche Zunahme von durchschnittlich 1,4 Kilogramm (kg) je Tag nachweisen. FRÖBERG (2008, S. 27–29) stellte zwar keinen Unterschied zwischen der täglichen Zunahme der künstlich und restriktiv muttergebunden aufgezogenen Kälber fest, verzeichnete jedoch bei uneingeschränkt saugenden Kälbern erhöhte tägliche Zunahme. ROTH ET AL.

(2009b, S. 40) kamen zu dem Ergebnis, dass Kälber mit mehreren Kontaktzeiten höhere tägliche Zunahme aufwiesen. Sowohl Kälber mit restriktivem Kontakt, als auch Kälber, die uneingeschränkten Zugang zu ihren Müttern hatten, verzeichneten über die drei ersten Lebensmonate tägliche Zunahme von über 1,0 kg pro Tag (ROTH ET AL. 2009b, S. 40). Im dritten Lebensmonat erreichten die täglichen Zunahme bei den uneingeschränkt saugenden Kälbern im Schnitt mehr als 1,4 kg täglich (ROTH ET AL. 2009b, S. 40). Ergänzend kann durch JOHNSEN ET AL. (2015, S. 54), mit einer Zunahme von 0,9 (\pm 0,22) kg pro Tag und EHRLICH (2003, S. 68) mit einer, durch die Landwirt*innen geschätzten, täglichen Zunahme von 0,5 bis 1,0 kg je Tag, eine durchschnittliche Zunahme des Körpergewichtes von täglich mindestens einem Kilogramm angenommen werden. Individuelle Variationen zwischen den Kälbern in den täglichen Zunahme konnten von FRÖBERG ET AL. (2008, S. 8) beobachtet werden.

ROTH ET AL. (2009a, S. 149) führten die erhöhte Zunahme in der muttergebundenen Kälberaufzucht auf die vergrößerten Milchmengen zurück. Die von EHRLICH (2003, S. 68) befragten Landwirt*innen gaben ein täglich getrunkene Milchmenge von 8 bis 14 kg an. LANGHOUT & WAGENAAR (2005, S. 26) bezifferten die tägliche Milchaufnahme mit 15 Litern. Ein Zusammenhang zwischen der Saugdauer und der täglichen Zunahme konnten bisher noch nicht bestätigt werden.

2.3.3 Saugdauer in der muttergebundenen Kälberaufzucht

Aufgrund der unterschiedlichen Versuchsbedingungen bezog sich die Saugdauer auf einen Saugakt, auf eine Kontaktzeit oder auf einen Tag. Eine Übersicht über die Untersuchungen stellt Tabelle 2 dar.

Im Folgenden wird die Saugdauer in Abhängigkeit des Aufzuchtssystems betrachtet.

Im restriktiven Aufzuchtssystem dauerte ein Saugakt durchschnittlich 02:30 Minuten (DAS ET AL. 2000, S. 51). Je Kontaktzeit saugten die Kälber im Durchschnitt 12 Minuten (FRÖBERG ET AL. 2005, S. 26; FRÖBERG ET AL. 2008, S. 6; ROTH ET AL. 2009a, S. 146–147). Unter natürlichen Bedingungen wurde am häufigsten eine durchschnittliche Saugdauer je Mahlzeit von zehn Minuten beschrieben (BROOM & FRASER 2015, S. 198; HAFEZ & LINEWEAVER 1967, S. 190; HUTCHINSON ET AL. 1962, S. 310; LIDFORS & JENSEN 1988, S. 241; SAMBRAUS 1991, S. 179; SCHEURMANN 1974, S. 390). Die restriktive Saugdauer ist mit der Saugdauer unter natürlichen Bedingungen vergleichbar.

ROTH ET AL. (2009a, S. 147) konnten in Bezug auf die Saugdauer keine Unterschiede zwischen dem restriktiven und permanenten muttergebundenen Aufzuchtssystem feststellen. Restriktiv muttergebunden aufgezogene Kälber saugten ebenfalls so lange wie Kälber, die frei an ihren Müttern saugen konnten.

Tabelle 2: Übersicht über ausgewählte Aspekte der Versuchsbedingungen in wissenschaftlichen Studien über die Saugdauer in muttergebundenen Kälberaufzuchtssystemen (tgl. = täglich; Min = Minuten; h = Stunde; SgA = Saugakt; KoZ = Kontaktzeit; LW = Lebenswoche; LM = Lebensmonat)

Studie	Aufzucht-system	Kontakt	Melkungen je Tag	Saugdauer [Min]
FRÖBERG ET AL. (2005)	restriktiv	3x tgl., 30 Min (bis 7. LW) 2x tgl., 30 Min (7. LW) 1x tgl. 30 Min (8. LW) Kontakt ab 2h nach Melken	2	11:27 je KoZ (morgens) 03:34 je KoZ (mittags) 06:51 je KoZ (abends)
ROTH ET AL. (2009a)	restriktiv	2x tgl., 15 Min (bis 13. LW) Kontakt vor Melken	2	12:35 je 4h (5. LW) 12:49 je 4h (11. LW)
DAS ET AL. (2000)	restriktiv	2x tgl., 30 Min Kontakt nach Melken	2	11:48 je KoZ (Zebu) 09:24 je KoZ (Kreuzung) 15:30 je KoZ (1. LM) 07:18 je KoZ (6. LM) 01:48 je SgA(Zebu) 02:18 je SgA (Kreuzung) 03:30 je SgA (1. LM) 01:36 je SgA (6. LM) 02:30 je SgA (Ø)
FRÖBERG ET AL. (2008)	restriktiv	2x tgl., 30 Min (bis 8. LW) 1x tgl., 30 Min (8. LW) Kontakt 2h nach Melken	3	12:00 je KoZ
JOHNS ET AL. (2011)	permanent	durchgehend	2	06:02 je SgA 30:12 je d
LIDFORS ET AL. (2010)	permanent	durchgehend	2-3	07:12 je SgA
DAY ET AL. (1987)	permanent	durchgehend	2	08:41 je SgA 52:00 je d

Haben die Kälber permanenten Kontakt zu ihren Müttern, entfallen die typischen Kontaktzeiten. Dadurch sind in der Literatur nur Angaben je Saugakt bzw. je Tag dargestellt. JOHNS ET AL. (2011, S. 92) beobachteten die Kälber mit uneingeschränktem Kontakt zu den Kühen für 06:02 Minuten je Saugakt beim Saugen, während DAY ET AL. (1987, S. 1209) mit 08:41 Minuten die längste Saugdauer je Saugakt aufzeigten. Im Gegensatz zu den Angaben zur Saugdauer zwischen den einzelnen Studien, die sich in einem ähnlichen Rahmen befanden, fiel die tierindividuelle Variation der Saugdauer breit aus. LIDFORS ET AL. (2010, S. 25) gaben bei Kälbern mit unbeschränktem Zugang zur Mutter eine Saugdauer von durchschnittlich 07:12 Minuten mit einer Streuung zwischen 02:48 Minuten und 16:18 Minuten innerhalb des ersten Lebensmonates an. Bei uneingeschränktem Kontakt der Kälber zu ihren Müttern nutzten diese täglich 30:12 Minuten (\pm 11:21 Minuten) für das Saugen (JOHNS ET AL. 2011, S. 92). Bei DAY ET AL. (1987, S. 1210) saugten die Kälber mit 52 Minuten wesentlich länger. Dies kommt sehr nah an die durchschnittliche Saugdauer der Kälber heran, die unter natürlichen

Bedingungen beobachtet wurden (z.B. HUTCHINSON ET AL. 1962, S. 310). Dabei betrug die tägliche Saugdauer etwa eine Stunde (HAFEZ & LINEWEAVER 1967, S. 197; SAMBRAUS 1991, S. 179; SCHEURMANN 1974, S. 390) und nach sechs Monaten etwa 20 Minuten (SAMBRAUS 1991, S. 179; SCHEURMANN 1974, S. 390). Eine Erklärung der Unterschiede zwischen DAY ET AL. (1987, S. 1210) und JOHNS ET AL. (2011, S. 92) können die unterschiedlichen Rassen darstellen. Während DAY ET AL. (1987, S. 1208) Angus-Kreuzungen mit Shorthorn oder Hereford verwendete, nutzte JOHNS ET AL. (2011, S. 90) Milchkühe der Rasse Deutsche Rotbunt Doppelnutzung.

Aufgrund der verschiedenen Versuchsergebnisse, die in Tabelle 2 dargestellt sind, ist anzunehmen, dass eine Vielzahl an Einflussfaktoren auf die Saugdauer einwirken. ENGELMANN ET AL. (1991, S. 39–40) fassten einige dieser zusammen. Eine Zusammenstellung der Einflussfaktoren nach ENGELMANN ET AL. (1991, S. 39–40) ist zusammen mit denen weiterer Autor*innen im Folgenden dargestellt. Die unterschiedlichen Versuchsbedingungen und Einflussfaktoren können als Erklärung für die unterschiedliche Saugdauer herangezogen werden. Neben der Fütterung und der Besatzdichte (ENGELMANN ET AL. 1991, S. 39–40) wurden in den Studien folgende Faktoren benannt:

- Alter der Tiere

Der Einfluss des Alters ist bei den Wissenschaftler*innen umstritten. Während FRÖBERG ET AL. (2005, S. 26) keinen Einfluss des Alters auf die Saugdauer feststellen konnten, zeigte sich über einen Beobachtungszeitraum von acht Wochen bei FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) eine Tendenz des Zusammenhangs. Mit zunehmendem Alter der Kälber nahm die tägliche Gesamtsaugdauer ab. Zu diesem Ergebnis kamen ebenfalls DAS ET AL. (2000, S. 51). Sie stellten dabei eine statistische Signifikanz fest.

Über einen Zeitraum von 30 Tagen beobachteten LIDFORS ET AL. (2010, S. 26), dass die Kälber mit zunehmendem Alter insgesamt mehr Zeit mit dem Saugen verbrachten und dieses seltener unterbrochen wurde.

- Rasse

In den Untersuchungen wurden unterschiedlichen Rassen verwendet. Der Einfluss der Rasse wurde von DAS ET AL. (2000, S. 51) beschrieben. Die Kreuzungskälber saugten länger je Saugakt als die Zebu-Kälber. Wurde ein ganzer Tag betrachtet, war die Saugdauer der Zebu-Kälber länger als die der Kreuzungskälber (vgl. Tabelle 2).

- Geschlecht

Zwar gaben ENGELMANN ET AL. (1991) und ROTH ET AL. (2009b, S. 40) an, dass das Geschlecht die Saugdauer beeinflusste und männliche Kälber länger saugten als weibliche (ROTH ET AL. 2009b, S. 40), jedoch stellten DAS ET AL. (2000, S. 51) keinen Einfluss des Geschlechts auf die Saugdauer fest. Eine mögliche Erklärung für die unterschiedlichen Ergebnisse könnte der unterschiedlich lange Versuchszeitraum sein. ROTH ET AL. (2009b, S. 39) setzte ihre Kälber nach dem dritten Lebensmonat ab, während die Kälber von DAS ET AL. (2000, S. 49) über sechs Monate an ihrer Mutter saugen durften.

- Anzahl der saugenden Kälber

Saugte mehr als ein Kalb an der Kuh, so verringerte sich die Saugdauer pro Saugvorgang für alle saugenden Kälber (PHILLIPS 1993, S. 104).

- Saugmotivation des Kalbes

DE PASSILLE (2001, S. 184) zeigte, dass hungrige Kälber doppelt so lange saugten, wie Kälber, deren Hungergefühl weniger stark ausgeprägt ist. Hungrige Kälber nahmen ebenfalls mehr Milch als üblich auf.

- Laktationsnummer

Die Kälber von Erstkalbinnen saugten tendenziell kürzer, als Kälber von Kühen, die bereits mindestens eine Laktation gemolken wurden (FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 155).

- Schnelligkeit der Milchabgabe durch die Kuh

Neben ENGELMANN ET AL. (1991, S. 40) gab SCHEURMANN (1974, S. 390) die Melkbarkeit der Kuh als einen Einflussfaktor auf die Saugdauer an, erläutern diesen allerdings nicht. Davon ausgehend wird vermutet, dass die Kälber bei leichtmelkenden Kühen für dieselbe Milchmenge kürzer saugen als bei zäh- oder hartmelkenden Kühen.

- Vorhandene Milchmenge

In Abhängigkeit der vorhandenen Milchmenge im Euter variierten die Saugdauern der Kälber. DE PASSILLE (2001, S. 184) konnte bei bereits ausgemolkenen Kühen feststellen, dass die Kälber für dieselbe Milchmenge doppelt so lange saugten und dreifach so viele Kopfstöße ausführten.

- Laktationsstadium

Mit zunehmendem Laktationsstadium der Kühe saugten die Kälber je Tag signifikant kürzer. Bezogen auf einen Saugakt veränderte sich die Saugdauer mit zunehmendem Laktationsstadium nicht (DAY ET AL. 1987, S. 1209).

- Erwartete Milchleistung

DAS ET AL. (2000, S. 51) und DAY ET AL. (1987, S. 1210) zeigten, dass die tägliche Saugdauer mit zunehmender erwarteter Milchleistung zunahm (p -Wert $< 0,05$). In einem zweiten Experiment konnte DAY ET AL. (1987, S. 1210) eine zunehmende Saugdauer mit steigender erwarteter Milchleistung nur bis zum 52. Lebenstag der Kälber beobachten. Darüber hinaus war kein Effekt der erwarteten Milchleistung nachweisbar.

Die Saugdauer je Saugakt stieg mit zunehmender erwarteter Milchleistung über den gesamten Beobachtungszeitraum bis zum 167. Lebenstag der Kälber (DAY ET AL. 1987, S. 1210).

2.3.4 Saughäufigkeit in der muttergebundenen Kälberaufzucht

Die Saughäufigkeit wurde in der Literatur in Abhängigkeit eines Tages oder einer Kontaktzeit angegeben. Die Saughäufigkeiten je Kontaktzeit nahmen Werte mit einer Spannbreite von 1,1 (DAS ET AL. 2000, S. 47) bis 82 Mal (FRÖBERG ET AL. 2005, S. 27) an. Aufgrund der unterschiedlichen Definitionen der Saughäufigkeit variierten die Ergebnisse sehr stark. So schlossen z.B. FRÖBERG ET AL. (2005, S. 13) den Zitzenwechsel in die Definition der Saughäufigkeit mit ein und kommt zu vergleichsweise hohen Werten. Im Gegensatz dazu werteten DAS ET AL. (2000, S. 49–50) einen Saugakt, wenn das Kalb nach drei Minuten am Euter, unabhängig von der Zitze, wieder zu saugen begann. FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 152) bezog sich auf die Dauer des Saugens und definiert einen Saugakt als das Saugen am Euter, das länger als eine Minute dauert. Einen Überblick über die gesichteten Publikationen gibt Tabelle 3.

Die Saughäufigkeit der restriktiv aufgezogenen Kälber lassen sich aufgrund der unterschiedlichen Bezugsgrößen nur bedingt vergleichen. So beobachteten ROTH ET AL. (2009a, S. 145) ihre Kälber vier Stunden am Tag und bezogen die Saughäufigkeit darauf, während DAS ET AL. (2000, S. 49) die Saughäufigkeit auf Kontaktzeitebene auswerteten.

Dahingegen wurden die Saughäufigkeit in allen Studien, in denen die Kälber frei an ihrer Mutter saugen konnten, in Bezug auf einen Tag angegeben. Die Saughäufigkeit je Tag variierten zwischen 4,8 (FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 154) und 6,3 (DAY ET AL. 1987, S. 1209). Sie liegen im Bereich von vier bis zehn Mahlzeiten je Tag, wie sie unter natürlichen Bedingungen beobachtet wurden (BROOM & FRASER 2015, S. 198; HUTCHINSON ET AL. 1962, S. 310; TUCKER

2009, S. 158). Die dargestellten Saughäufigkeiten in der restriktiven muttergebundenen Aufzucht konnten dieser nicht nachkommen. Eine mögliche Erklärung könnte die unterschiedliche Dauer des Kalb-Kuh-Kontaktes in der restriktiven und permanenten Aufzucht sein. Bei durchgehendem Kontakt ist das Saugen über den ganzen Tag verteilt möglich (HUTCHINSON ET AL. 1962). Die maximal mögliche Saugdauer wird durch die Dauer des Kontaktes bestimmt.

Tabelle 3: Übersicht über ausgewählte Aspekte der Versuchsbedingungen in wissenschaftlichen Studien über die Saughäufigkeit in muttergebundenen Kälberaufzuchtssystemen (N = Anzahl; tgl. = täglich; Min = Minuten; h = Stunden; KoZ = Kontaktzeit; LW = Lebenswoche; LM = Lebensmonat)

Studie	Aufzuchtssystem	Kontakt	Melkungen je Tag	Saughäufigkeit [N]
FRÖBERG ET AL. (2005)	restriktiv	3x tgl., 30 Min (bis 7. LW) 2x tgl., 30 Min (7. LW) 1x tgl. 30 Min (8. LW) Kontakt ab 2h nach Melken	2	82 je KoZ (morgens) 18 je KoZ (mittags) 50 je KoZ (abends)
ROTH ET AL. (2009a)	restriktiv	2x tgl., 15 Min (bis 13. LW) Kontakt vor Melken	2	1,88 je 4h (5. LW) 1,68 je 4h (11. LW)
DAS ET AL. (2000)	restriktiv	2x tgl., 30 Min (bis 7. LM) Kontakt nach Melken	2	3,8 je KoZ (1. LM) 1,1 je KoZ (6.LM) 2,5 je KoZ (Ø LM)
DAS ET AL. (2000)	restriktiv	2x tgl., 30 Min Kontakt nach Melken	2	2,8 je KoZ (Zebu) 2,2 je KoZ (Kreuzung)
JOHNS ET AL. (2011)	permanent	durchgehend	2	5,7 je d
DAY ET AL. (1987)	permanent	durchgehend	2	6,3 je d
FRÖBERG & LIDFORS (2009)	permanent	durchgehend	AMS	4,8 je d ¹
LIDFORS ET AL. (2010)	permanent	durchgehend (bis 5. LW)	2-3	5,1 je d ²
JOHNS ET AL. (2011)	permanent	durchgehend	2	5,0 je d ³

Der Literatur konnten fünf mögliche Einflussfaktoren auf die Saughäufigkeit entnommen werden. Von den Autor*innen wurden Einflüsse durch die Rasse (DAS ET AL. 2000, S. 51; JOHNS ET AL. 2011, S. 92), das Alter der Kälber (DAS ET AL. 2000, S. 51; FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 155; LIDFORS ET AL. 2010, S. 26), die Laktationsnummer der Kühe (FRÖBERG & LIDFORS

¹ eigene Berechnung (Durchschnitt der Saughäufigkeiten aus Abbildung 3 (FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 154)

² eigene Berechnung (Durchschnitt der Saughäufigkeiten aus Abbildung 1 (LIDFORS ET AL. 2010, S. 25))

³ eigene Berechnung (durchschnittliche tägliche Saugdauer geteilt durch die durchschnittliche Saugdauer je Saugakt (s. Tabelle 2)

2009, S. 155), das Laktationsstadium (DAY ET AL. 1987, S. 1209) und die erwartete Milchleistung der Kühe (DAY ET AL. 1987, S. 1209) dargestellt.

- Rasse

Der Einfluss der Rasse auf die Saughäufigkeit wurde durch DAS ET AL. (2000, S. 51) und FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) beschrieben. Die Untersuchung von DAS ET AL. (2000, S. 51) zeigten, dass die Zebu-Kälber im Durchschnitt mit 2,8 Mal häufiger saugten, als die Kreuzungs-Kälber (Hausrind x Zebu-Rind) mit 2,2 Mal je Kontaktzeit.

- Alter der Kälber

Mit zunehmendem Alter der Kälber nahm die Saughäufigkeit ab (DAS ET AL. 2000, S. 51; FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 155; LIDFORS ET AL. 2010, S. 26). Dahingegen fanden LIDFORS ET AL. (2010, S. 26) keine Veränderung der Saughäufigkeit mit dem Alter der Kälber. Die unterschiedlichen Angaben über den Einfluss des Alters könnten durch die Beobachtungszeiträume entstanden sein. Während DAS ET AL. (2000, S. 51) die Kälber über die ersten sechs Lebensmonate beobachteten, untersuchten LIDFORS ET AL. (2010, S. 26) das Saugverhalten des ersten und FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) das Saugverhalten während der ersten beiden Lebensmonate.

- Laktationsnummer der Kühe

Die Ergebnisse von FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) zeigten, dass die Kälber von erstlaktierenden Kühen weniger häufig saugten als Kälber, die von Kühen mit mehreren Laktationen gesäugt werden.

- Laktationsstadium

Mit voranschreitendem Laktationsstadium der Kühe saugten die Kälber insgesamt signifikant seltener (DAY ET AL. 1987, S. 1209).

- Erwartete Milchleistung

Die Kälber saugten seltener (bis zum 52. Laktationstag), je höher die erwartete Jahresleistung der Kühe lag. Darüber hinaus konnte diesbezüglich kein statistischer Zusammenhang zwischen der Saughäufigkeit und der erwarteten Milchleistung festgestellt werden (DAY ET AL. 1987, S. 1209).

2.3.5 Fremdsaugen in der muttergebundenen Kälberaufzucht

Als Fremdsaugen ist das Saugen der Kälber an Kühen, die nicht ihre Mutter sind, definiert (BARTH ET AL. 2009, S. 13). Diese werden im Folgenden als Ammen oder fremde Kühe benannt. Die Körperstellung zur Amme unterschied sich von der zur Mutter. Die Kälber saugten bei fremden Kühen wesentlich häufiger von hinten, als in verkehrt paralleler Stellung (p -Wert $\leq 0,001$) (REINHARDT 1980, S. 15). Kälber, die an Ammen saugten, traten häufig an die Kuh heran, wenn diese bereits stillstand. Außerdem unternahmen sie beim Fremdsaugen keinen Versuch, die Kuh beim Fortbewegen zu stoppen (REINHARDT 1980, S. 15). Die Akzeptanz fremder Kälber konnte sich nachteilig auf die Milchaufnahme des eigenen Kalbes auswirken. Dabei konnte es dazu kommen, dass stärkere fremde Kälber die eigentlichen Kälber von dem Euter deren Mutter verdrängten (RUDLSTORFER 2018). Wie bereits unter natürlichen Haltungsbedingungen beobachtet, zeigten auch Kühe in der muttergebundenen Kälberaufzucht durch Treten oder Kopfstöße ein erhöhtes aggressives Verhalten gegenüber fremden Kälbern (TUCKER 2009, S. 158) und sorgten somit dafür, dass das eigene Kalb Milch aufnehmen konnte. 95 % der Mütter wurden beim Säugen fremder Kälber beobachtet (JOHNSEN ET AL. 2015, S. 54). Die Kühe akzeptierten demnach in der Regel fremde Kälber. Kälber bevorzugten das Saugen an ihrer Mutter (FRÖBERG ET AL. 2008, S. 6; JOHNSEN ET AL. 2015, S. 54). 80 % der Saugakte fielen auf die eigene Mutter und 20 % auf eine fremde Kuh (EHRlich 2003, S. 88; FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 155). Dabei traten große individuelle Unterschiede zwischen den Kälbern auf. FRÖBERG ET AL. (2011, S. 155) berichteten von einem Großteil der Kälber, der an fremden Kühen saugte. Dahingegen saugten vier der 18 Kälber nur an ihrer eigenen Mutter. „Mit dem Älterwerden der Kälber [...] laufen [sie] [...] zu fremden Kühen; bevorzugt zu solchen mit niederem sozialen Status“ (GADOW 1965 zitiert nach SAMBRAUS 1978, S. 101).

2.4 Kombinierbarkeit von kuhgebundener Kälberaufzucht und automatischen Melksystemen

In der Literatur wird auf die Kombination von kuhgebundener Kälberaufzucht und AMS nur selten eingegangen. Untersuchungen unter den kombinierten Systemen wurden von FRÖBERG ET AL. (2011) und FRÖBERG & LIDFORS (2009) durchgeführt. Sofern die Kombination in der Literatur erwähnt wurde, wurde sie als Randthema behandelt (z.B. in BICKELHAUPT & VERWER 2013). Da es keine allgemein gültigen Regeln für die Etablierung von kuhgebundenen Aufzuchtssystemen auf Milchviehbetrieben gibt und die Umsetzung der kuhgebundenen Aufzucht meist über Ausprobieren ihr Aufzuchtssystem entwickelt wurde (BICKELHAUPT & VERWER 2013, S. 33), waren die Landwirt*innen davon überzeugt, dass Kälber kuhgebunden aufgezogen werden können, wenn ihre Mütter über einen Melkroboter gemolken werden (WAGENAAR 2009, S. 21).

Der Umgang und die Haltung der Tiere, die in einem AMS gemolken werden, unterscheidet sich von den Stallsystemen, in welchen mit einem herkömmlichen Melkstand gemolken wird. Zunächst wird auf die Besonderheiten und Alleinstellungsmerkmale von AMS eingegangen.

2.4.1 Besonderheiten automatischer Melksysteme

AMS sind durch die automatische Durchführung aller der in Melkständen manuell durchgeführten Verfahrensschritte gekennzeichnet (FUCHS ET AL. 2013, S. 14). Die Tiererkennung, die Erkennung der Zitzenposition, das Vormelken, das Reinigen der Zitzen, das Ansetzen und die Abnahme der Melkbecher ist automatisiert. Herzstück eines Melkroboters stellt der sogenannte Roboterarm dar. Er hängt das Melkgeschirr an das Euter der Kuh und nimmt es wieder ab. Je nach Hersteller steht für etwa 60 bis 70 Tiere eine Melkbox mit einem Melkgeschirr zu Verfügung (LEHNERT 2012, S. 8–10). In diesem Fall wird von einer Einzelbox gesprochen. In Doppel- oder Mehrboxenanlagen der meisten Hersteller bedient ein Melkarm zwei bzw. mehrere Melkboxen, die alle über ein eigenes Melkgeschirr verfügen. Gemolken wird, mit Ausnahme einiger Reinigungsdurchgänge, durchgehend. Das entspricht, je nach Hersteller, etwa 20 bis 21 Stunden täglich (BONSELS 2012, S. 101). Es gibt keine festgelegten Melkzeiten. Die Kühe können frei entscheiden, wann sie sich melken lassen. Um eine möglichst gute Auslastung und einen möglichst hohen Milchertrag pro Tag zu erreichen, werden 2,4 bis 2,8 Melkungen pro Tier und Tag angestrebt. Im Schnitt sollte der Milchertrag je Melkvorgang bei etwa 11 Milchkilogramm (Mkg) liegen (BONSELS 2012, S. 100). Wird die Gesamtherde der laktierenden Kühe betrachtet, so ist eine Milchleistung von circa 1.700 Mkg bei etwa 165 Melkungen pro Tag anzustreben (BONSELS 2012, S. 101). Ein AMS wird im Vergleich des Tages und der Nacht unterschiedlich stark frequentiert. Bei HAUSER (2007, S. 89) fand ein Großteil des Melkens am Tag statt, während in der Nacht knapp 30 % der Melkungen durchgeführt wurden. Während des Melkens werden eine Vielzahl an Daten über das Melken und die Milch gesammelt. Je nach Hersteller (hier beispielhaft: Lely Astronaut A4) werden der Milchfluss, die Melkdauer, die Milchmenge, die Anmelkzeit, die Farbe, die Temperatur, die Leitfähigkeit, die Zellzahlklasse sowie der Fett-, Eiweiß- und Laktosegehalt der Milch viertelbezogen erfasst. Aufgrund der Leitfähigkeit, des Farbspektrums, der Melkdauer und der abweichenden Milchmenge sowie der Zellzahlklassen kann veränderte Milch erkannt und separiert werden (LEHNERT 2012, S. 9).

Ein neugebauter Stall mit einem AMS wird in der Regel anders strukturiert als ein Stall mit einem herkömmlichen Melkstand. Die Herausforderungen hierbei liegen in der Anordnung der Melkroboter und der Abkalbeboxen im Stall, der Gestaltung von Tiergruppen und deren Größen, in der Organisation von Tierbehandlungen, der Optimierung von Laufwegen für

Menschen und Tiere, in der Gestaltung des Weidezugangs und der Umsetzung des Tierverkehrs sowie der Selektionseinrichtungen (HARMS 2009, S. 111). Unter den Begriffen Tierverkehr, Kuhverkehr, Tierumtrieb oder Kuhumtrieb wird die Erreichbarkeit von und der Zugang zu unterschiedlichen Stallbereichen verstanden (FUCHS ET AL. 2013, S. 61). Die Gestaltung des Kuhverkehrs soll zu einer möglichst maximalen Auslastung, einem möglichst niedrigen Arbeitsaufwand, einer Minimierung des Stresses für die Tiere und einer hohen Futtermittelaufnahme führen (HARMS 2009, S. 110). Es kann zwischen vier Umtriebsformen unterschieden werden: Einfach gelenkter Kuhverkehr, individuell gelenkter Kuhverkehr, *feed first* und freier Kuhverkehr (FUCHS ET AL. 2013, S. 63). Beim einfach gelenkten Kuhverkehr ist der Futtertisch nur nach dem Melken erreichbar. Der individuell gelenkte bzw. selektiv gelenkte Kuhverkehr ist gekennzeichnet durch Selektionseinrichtungen, die in Abhängigkeit der nächsten Melkberechtigung den Zugang zum Fressbereich gewähren. *Feed first* räumt den Kühen jederzeit Zugang zum Futtertisch ein, jedoch kann der Liegebereich nur über eine Selektionseinrichtung erreicht werden (HARMS & WENDL 2012, S. 71). Der freie Kuhverkehr ist durch einen uneingeschränkten Zugang zu den Ruhe-, Fress- und Melkbereichen gekennzeichnet (HAUSER 2007, S. 88). Im freien Kuhverkehr erreichen die Kühe das Futter sehr gut, jedoch ist er häufig durch einen vergleichsweise erhöhten Arbeitszeitbedarf für das Nachtreiben und unregelmäßige Zwischenmelkzeiten (ZMZ; s.u.) gegen Laktationsende geprägt (HAUSER 2007, S. 88).

Ein AMS bietet eine Vielzahl an technischen Einstellungen. Zugangsberechtigungen können im AMS tierindividuell eingestellt werden. In der Regel werden sie genutzt, um die ZMZ zu regulieren. Die ZMZ umfasst den Zeitraum zwischen zwei Melkvorgängen. Die ZMZ wird durch das am Melkroboter eingestellte Melkintervall (der zeitliche Mindestabstand zwischen zwei Melkvorgängen) und dem tatsächlichen Besuch der Kühe nach Ablauf des Melkintervalls beeinflusst. Auf Praxisbetrieben wurden durchschnittliche ZMZ von 09:24 Stunden (\pm 03:18 Stunden) erreicht (HAUSER 2007, S. 89). Einen Einfluss der ZMZ auf die Milchleistung konnte nachgewiesen werden. Bei einer ZMZ von acht bis elf Stunden wurde eine Leistungssteigerung von 12,5 % im Vergleich zum zweimaligen Melken erreicht (SPOLDERS 2002, S. 85). Allerdings wurden große Schwankungen der ZMZ festgestellt, sodass die erwünschten ZMZ nicht erreicht wurden (HÖMBERG 2002, S. 132). BONSELS (2012, S. 100) riet von einer ZMZ von über 14 Stunden ab, da die Milchleistung sinkt und die Tiere sich „im Prinzip selbst trocken stellen“ (BONSELS 2012, S. 100). Um optimale ZMZ zu erreichen, werden häufig kürzere Melkintervalle eingestellt. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass die Melkungen schon bei einer verkürzten ZMZ erfolgen (BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT o.J.). „Sowohl zu lange, als auch zu kurze ZMZ sind aus physiologischer Sicht zu vermeiden“ (BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT o.J.). Um eine regelmäßige und möglichst gleich

große ZMZ zu erreichen, müssen Einzeltiere, deren Melken sich außerhalb des gewünschten Melkintervalles bewegt, konsequent durch die betreuenden Personen in den Melkroboter nachgetrieben werden. Die ZMZ sollte mindestens drei Mal täglich kontrolliert werden (HÖMBERG 2002, S. 38).

2.4.2 Herausforderungen bei der Kombination

Ein AMS unterscheidet sich in seiner Technik und in seinen Anforderungen an das Management und die Tiere von herkömmlichen Melksystemen. Unterschiede, wie u.a. die auf den Tag verteilten tierindividuellen Melkzeiten und die damit einhergehenden variierenden Milchmenge weisen darauf hin, dass es bei der Kombination mit muttergebundener Kälberaufzucht, an das Melksystem angepasste Anforderungen bedarf. In der Literatur sind derzeit keine konkreten Herausforderungen, die bei der Kombination der beiden Systeme entstehen, benannt. Deshalb werden im Folgenden werden die Herausforderungen argumentativ hergeleitet.

Die Tierschutznutztierhaltungs-Verordnung schreibt eine maximale Spaltenbreite für Kälber von 2,5 cm vor (Tierschutznutztierhaltungs-Verordnung 2001, Abschnitt 2 §6). Werden die Mütter über den Melkroboter gemolken, befindet sich ihr Stallbereich in der Regel in der Nähe des Roboters. Stellt der Bereich der Kühe ebenfalls den Kontaktraum dar, ist darauf zu achten, dass die Spaltenbreite von 2,5 cm nicht überschritten wird.

FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 151–153) und FRÖBERG ET AL. (2011, S. 146–148), in deren Versuchen die Kälber permanent mit ihren Müttern im Boxenlaufstall, der über ein AMS verfügt, Kontakt haben, nannten keine besonderen Herausforderungen bei der Kombination. Dennoch können Herausforderungen in Bezug auf die Stalleinrichtungen ausgemacht werden. Wenn sich Kälber permanent in der Herde befinden, müssen diese auf Kälbertauglichkeit geprüft und eingestellt werden. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Kälber ihren Müttern in den Roboter folgen. Dabei besteht die Gefahr, dass die Kälber das Melken behindern, den Roboter blockieren oder ggf. von den Toren eingequetscht werden. Die Zugänglichkeit der Melkbox sollte demnach den Kälbern, durch bspw. niedrige Selektionstore, verwehrt bleiben. Ebenso können die Selektionstore innerhalb des Stalles die Kälber einquetschen oder sie von ihren Müttern, die sich in einem anderen Stallbereich befinden, trennen. Die Selektionseinrichtungen müssen demnach so gestaltet sein, dass sich die Kälber frei zwischen den einzelnen Stallbereichen bewegen können. Freier Kuhverkehr ist in solchen Fällen zu empfehlen.

Die Beobachtung der Tiere ist aus Sicht des Wohlbefindens und der Gesundheit unerlässlich (HULSEN 2015, S. 4). Da sich mit dem Einbau eines AMS die täglichen Aufgaben weg von der Melkarbeit hin zu Managementaufgaben verschieben (HARMS & WENDL 2012, S. 69), werden

die Tiere nicht mehr routinemäßig zwei Mal täglich während des Melkens beobachtet. Beobachtungen am Tier werden teilweise durch die Auswertung der Melkroboterdaten ersetzt. Diese können zur Beurteilung des Gesundheitsstatus und der Eutergesundheit herangezogen werden. Sie geben einen Überblick über die Herde und können auf auffallende Einzeltiere aufmerksam machen, die daraufhin genauer beobachtet werden müssen. Die tägliche Kontrolle und intensive Beobachtung der Tiere muss im Gegensatz zu herkömmlichen Melkanlagen im Tagesablauf gesondert etabliert werden (HULSEN 2011, S. 10, 2015, S. 83). Ein besonderer Fokus muss dabei auf die sogenannten Risikogruppen gelegt werden. Darunter fallen Färsen, frisch abgekalbte Kühe und Kühe in den ersten beiden Laktationsmonaten (HULSEN 2015, S. 64–65). Die säugenden Kühe zählen zu mindestens einer der genannten Risikogruppen. Bei der Kombination von muttergebundener Kälberaufzucht und AMS muss demzufolge ein besonderer Wert auf die Tierbeobachtung gelegt werden.

Die Vereinbarkeit von AMS mit dem Weidegang der Kühe stellt eine Herausforderung, gerade auf ökologisch wirtschaftenden Betrieben, dar. Die EU-Öko-Verordnung schreibt die maximale Weidehaltung während der Jahreszeiten vor, sofern es die Rahmenbedingungen zulassen (EU-Öko-Verordnung 1999, 4.7). Mit Einführung des AMS wurde der Weidezugang bei 29 % der Betriebe, die zuvor Weideflächen zur Verfügung stellten, eingestellt. Ebenso nahm die Weidefläche bei der Umstellung von 0,35 ha auf 0,2 ha ab (BÜHLEN & IVEMEYER 2014, S. 510–511). Bei der Kombination von muttergebundener Kälberaufzucht und AMS besteht die Herausforderung hinsichtlich des Weidegangs der Kühe darin, diesen in die Haltung der Tiere während der Weidesaison zu integrieren und dabei mit dem Zeitpunkt des Kalb-Kuh-Kontaktes abzustimmen.

Der Tagesablauf der Tiere, die mit einer herkömmlichen Melktechnik gemolken werden, ist in der Regel vom Licht, den Fütterungen und dem Melken geprägt (HAUSER 2007, S. 90). In Haltungssystemen mit AMS gestaltet sich der vorgegebene Tagesrhythmus durch die individuellen Melkzeiten im AMS variabler. Es ist zu erwarten, dass die Abläufe innerhalb einer Herde weniger synchron ablaufen. Die Herausforderung besteht bei der Kombination mit der muttergebundenen Kälberaufzucht darin, die Kontaktzeiten im Tagesverlauf passend zu etablieren und gleichzeitig die Melkfrequenz hoch zu halten. Zum Zeitpunkt des Kontaktes sollen die Kühe allen Kälbern so viel Milch zur Verfügung stellen können, damit ihr Bedarf gedeckt wird. Dabei sollten jedoch die ZMZ zwischen acht und elf Stunden (SPOLDERS 2002, S. 85) erreicht werden, um die Leistung der Kühe möglichst hoch zu halten, Störmeldungen des Roboters aufgrund leerer Euter zu vermeiden und eine gute Eutergesundheit sicherzustellen. FRÖBERG ET AL. (2011, S. 147) zeigten in ihrem Versuch, in welchem sie das automatische Melken (selektiver Kuhverkehr) und den uneingeschränkten Kontakt der Kälber zu den Müttern

kombinierten, dass ZMZ von knapp 10:30 Stunden, bei durchschnittlich 2,3 Melkungen erreicht werden konnten.

Zugangsberechtigungen werden neben der Steuerung der ZMZ durch das Melkintervall dafür verwendet, um allen ausgewählten Tieren das Melken regelmäßig (täglich) für bestimmte Uhrzeiten zu verwehren, obwohl sie theoretisch ein Melkanrecht hätten. In diesem Fall wird von Sperrzeiten, synonym Blockzeiten, gesprochen (GRÄFF 2017, S. 51). Diese können bei der Kombination mit der muttergebundener Kälberaufzucht eingesetzt werden, um u.a. den Kälbern ausreichend Milch vorzuhalten. Sollen die Kühe, die ihre Kälber säugen, zusätzlich im AMS gemolken werden, besteht die Herausforderung, in Bezug auf die Einstellung der Sperrzeiten, darin, diese zeitlich so zu gestalten, dass eine ausreichende Versorgung der Kälber mit Milch sichergestellt wird. Außerdem sollte die Sperrzeit nicht zu einer Erhöhung des Nachtreibeaufwandes führen.

Um sich der Versorgung der Kälber in Abhängigkeit einer Sperrzeit anzunähern, wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Versuch durchgeführt. Ausgehend von der Annahme, dass die Kälber mit einer Sperrzeit von zwei Stunden vor dem Kalb-Kuh-Kontakt ausreichend Milch aufnehmen, wurde in zwei Versuchsphasen (Versuchsphase mit zweistündiger Sperrzeit; Versuchsphase ohne Sperrzeit) das Saugverhalten über die Saugdauer und die Saughäufigkeit der Kälber an der Mutter und/oder den Ammen untersucht.

3 Tiere, Material und Methoden

Der Versuchsaufbau und die methodischen Rahmenbedingungen werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

3.1 Literaturrecherche

Für die Erarbeitung des aktuellen Wissenstandes (Kapitel 2) und die in Kapitel 5 durchgeführte Einordnung und Diskussion der Ergebnisse wurde zunächst eine Literaturrecherche durchgeführt. Hierzu wurden deutsch- und englischsprachige Publikationen aus Fachbüchern, Artikel aus wissenschaftlichen Zeitschriften und Beiträge von Tagungen und Konferenzen als Quellen herangezogen. Bei der Recherche handelte es sich um eine Kombination der schlagwortbasierten Literaturrecherche und der Literaturrecherche mittels Schneeballsystems. Dabei wurde hauptsächlich Literatur des Onlinekatalogs der Universitätsbibliothek Kassel (KARLA) und wissenschaftlicher Datenbanken, wie u.a. Organic EPrints, Science Direct, Web of Science und Research Gate herangezogen. Außerdem fand die Literaturrecherche über die Online-Suchmaschine Google Scholar statt. Dabei wurde u.a. nach folgenden Stichworten in diversen Kombinationen gesucht: „muttergebundene Kälberaufzucht“, „dam rearing“ bzw. „dam rearing system“, „cow“, „calf“, „contact“, „Aufzuchtverfahren“, „Kontakt“, „Fremdsaugen“, „suckling“, „motivation“, „restricted suckling“, „Verhalten“, „behaviour“, „animal welfare“, „AMS“ bzw. „automatisches Melksystem“ oder „Melkroboter“, „automatic milking“ bzw. „automatic milking systems“ oder „milking robot“, aber auch „Zwischenmelkzeiten“ und „Blockzeiten“.

3.2 Versuch

Die Vereinbarkeit von muttergebundener Kälberaufzucht und AMS wurde in der Wissenschaft derzeit noch nicht ausgiebig erforscht. Deshalb und aufgrund des Interesses der Betriebsleitenden an der Einschätzung der Notwendigkeit der Sperrzeit, wurde ein Versuch konzipiert, durchgeführt und ausgewertet. Dieser wird in den folgenden Kapiteln beschrieben.

3.2.1 Auswahl des Betriebes

Die Datenaufnahme fand auf einem Milchviehbetrieb statt. Der Betrieb wurde aufgrund des bereits bestehenden Kontaktes zur Autorin, der Teilnahme-bereitschaft und der Kombination von der muttergebundenen Kälberaufzucht und des gleichzeitigen Melkens der Kühe im Melkroboter als Versuchsbetrieb ausgewählt. Um die Versuchsbedingungen auf dem Betrieb einzuschätzen und die Umsetzbarkeit des Versuchs zu überprüfen, wurde der Betrieb eine Woche vor Versuchsbeginn besucht.

3.2.2 Vorstellung des Betriebes

Die Hofstelle liegt auf 700 m ü. NN. Die durchschnittlichen Jahresniederschläge liegen zwischen 1.150 und 1.200 mm. Der Betrieb ist mit 90 Hektar (ha) landwirtschaftlicher Nutzfläche ausgestattet. Die Flächen werden größtenteils als Mähweiden und Weiden genutzt und durchschnittlich mit 34 Bodenpunkten bewertet. Auf dem Betrieb arbeiten insgesamt 2,5 Familien-Arbeitskräfte.

Tierhaltung

Im dem 2014 neu gebauten Boxenlaufstall leben derzeit 70 behornete Milchkühe. Die Herde setzt sich, mit Ausnahme einer Kuh, aus Kühen der Rasse Brown Swiss zusammen. Durchschnittlich werden etwa acht Kühe als Muttertiere in einem der Tiefstreu-Bereiche im Stall gehalten. Die weiblichen Rinder und Trockensteher werden je nach Jahreszeit in Altgebäuden auf der Hofstelle oder auf einer gepachteten Fläche gehalten.

Die melkenden Kühe erhalten, je nach Witterung, von etwa April bis Anfang November täglich Zugang zur Weide über ein Selektionstor, wenn sie bereits gemolken wurden. Um den Bedarf der Tiere zu decken, wird den Kühen ganzjährig zwei Mal täglich im Stall frisches Gras oder Heu vorgelegt. Im AMS erhalten sie zusätzlich eine an ihre Leistung angepasste Portion Getreide bzw. Kraftfutter (insg. durchschnittlich 450 kg pro Kuh und Jahr).

Die Kühe werden künstlich besamt und kalben in der Regel erstmals in einem Alter von 30 Monaten. Die durchschnittliche Milchleistung liegt bei etwa 20 Mkg pro Kuh. Die durchschnittliche Jahresmilchleistung liegt bei 6.750 Mkg je Kuh. Die Milch enthält im Schnitt 4,1 % Fett und 3,5 % Eiweiß.

Melktechnik und Melkvorgang

Alle Kühe werden über einen Melkroboter im freien Kuhverkehr, der sich zwischen den Tiefstreu- und dem Liegeboxenstallteil befindet, gemolken. Die Tiere entscheiden im freien Kuhverkehr eigenständig, wann sie die Melkbox besuchen. Die Tiererkennung erfolgt über einen Transponder. Wenn das eingestellte Melkintervall von mindestens sechs Stunden überschritten wird, wird die Kuh gemolken. Die Melkintervalle werden in Abhängigkeit der Leistung eingestellt und je nach tatsächlich gemolkener Milchmenge angepasst. Die Kühe werden maximal vier Mal pro Tag gemolken. Ist die durchschnittliche Milchleistung der Gesamtherde hoch, können 2,5 bis 2,6, bei niedrigeren Leistungen durchschnittlich 2,2 bis 2,3 Melkungen pro Tag und Kuh erreicht werden. Kühe, die ihr Melkanrecht nicht wahrgenommen haben, werden während der Stallzeiten am Morgen und/oder Abend in den Roboter zum Melken nachgetrieben. In der Regel findet das Nachtreiben bei Frischlaktierenden und Erstkalbinnen nach zehn bis elf Stunden und bei Altmelkern nach zwölf bis 13 Stunden nach dem letzten Melken

statt. Während des Melkvorganges werden die Zitzen mit einer Bürste gereinigt, das Melkgeschirr angelegt, vorgemolken und gemolken und anschließend mit Dippmittel gesprüht. Nach dem Melken können die Kühe über eine Einrichtung selektiert oder in einen anderen Stallbereich geleitet werden. Ein Grund für die Selektion kann bspw. eine anstehende Trächtigkeitsuntersuchung sein.

Die Kühe, deren Kälber muttergebunden aufgezogen werden, werden über denselben Melkroboter gemolken wie die Kühe der Herde. Sie gelangen über einen verschließbaren Selektionsgang zum Roboter (s. Abbildung 1). Über angebrachte Sensoren schließt das Tor, sobald sich eine Kuh im Gang befindet. Nur über eine manuelle Öffnung des Tores können die Tiere diesen rückwärts verlassen oder betreten, wenn sich bereits eine andere Kuh darin befindet. Dieser Selektionsgang ist nicht mit dem elektronischen Datenverarbeitungs-System (EDV-System) des Roboters verbunden, sodass dieser trotz fehlenden Melkanrechts betreten werden kann. Während des Kalb-Kuh-Kontaktes haben die Mütter i.d.R. keinen Zugang zum Melkroboter.

Kälberaufzucht

In Abhängigkeit des Alters und Geschlechts werden die Kälber unterschiedlich gehalten. Nach der Geburt verbleiben zunächst alle Kälber für mindestens eine Woche bei ihrer Mutter. Danach wird das Muttertier in der Kuh-Kalb-Kontaktgruppe im Tiefstreibereich des Milchviehstalles und das Kalb in einer Kälbergruppe in einer der Buchten im Kälberstall integriert. Die beiden Ställe sind durch einen Auslauf der Kälber voneinander getrennt. Dieser wird zusammen mit den beiden Stallbereichen während der zweimal täglich stattfindenden Kontaktzeiten für durchschnittlich 1,5 Stunden als Kontaktraum für Kälber und Kühe genutzt (s. Abbildung 1). Während die Kuhkälber etwa zwölf Wochen in diesem System verbleiben, werden die Bullenkälber zumeist nach vier Wochen in der zweiten Bucht des Kälberstalles über eine sogenannte Milkbar mit Vollmilch getränkt. Die Milchmenge variiert je nach Verfügbarkeit. Das Absetzen erfolgt danach sowohl bei den Bullen-, als auch bei den Kuhkälbern mit der Umstallung nach vier bzw. zwölf Wochen abrupt. Die Buchten im Kälberstall sind mit einer Schalentränke, jeweils einer Heuraufe und einer Kälberbürste, Spielbällen, einem nach Bedarf nutzbaren Mikroklimabereich sowie einem Futtertrog ausgestattet. Den Kälbern steht darin ein sogenanntes Kälbermüsli ad libitum zur Verfügung.

Besonderheiten

Der Betrieb wirtschaftete ökologisch und gehört dem Demeter-Verband an. Die vollständige Umstellung auf die kuhgebundene Kälberaufzucht fand auf dem Versuchsbetrieb bereits im Januar 2019 nach dem Neubau des Kälberstalles statt.

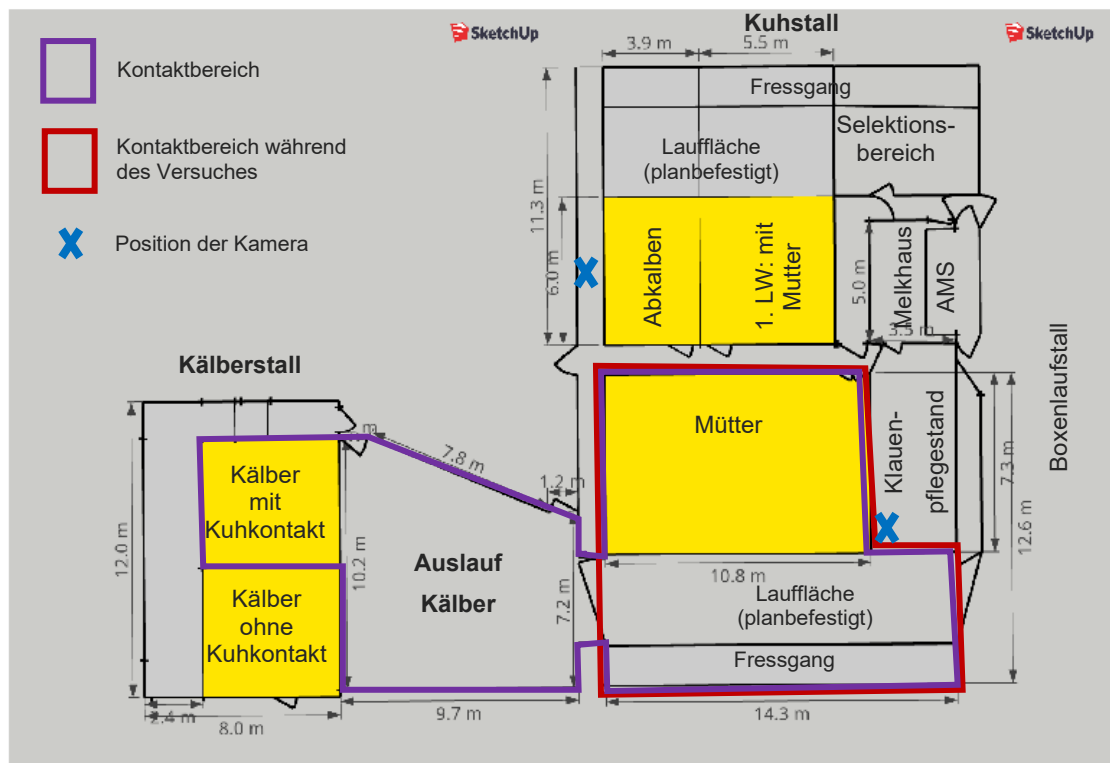


Abbildung 1: Skizze des Kälberstalles (links), dem Auslauf der Kälber (Mitte) und den Tiefstreu-Bereichen im Kuhstall (rechts) (LW = Lebenswoche, AMS = Automatisches Melksystem).

3.2.3 Auswahl der Tiere

Der Versuch gliederte sich in zwei Versuchsphasen. In beiden Versuchsphasen wurden dieselben Kälber beobachtet. Hierfür wurden alle acht Kälber ausgewählt, die sich zu Beginn der ersten Phase in der Kälbergruppe befanden. Die Mütter zweier Kälber (Kalb 6 und Kalb 8) wurden bereits vor der Datenaufnahme ausselektiert. Bei einer der beiden Mütter blieb der Milchfluss aus, die andere war bereits im Vorhinein wegen Drohverhalten gegenüber unbekanntem Menschen aufgefallen. Die Daten dieser beiden Kälber wurden aufgenommen, aber aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit und vermuteter Verzerrung der Ergebnisse statistisch nicht ausgewertet. Insgesamt ergaben sich sechs Mutter-Kalb-Paare. Zusätzlich wurden in der zweiten Versuchsphase zwei weitere Kühe (Kuh Y und Kuh X), die in der Zwischenzeit gekalbt hatten, zusammen mit ihren Kälbern in die Gruppe integriert. Da die ausgewählten Kälber (Kalb 1 bis Kalb 8) an diesen beiden Müttern saugen konnten, wurden die Kühe in die Beobachtung aufgenommen. Alle, in der folgenden Tabelle aufgelisteten und beobachteten Tiere wurden mit einem Tierzeichenstift oder -spray im Bereich der Hüfte und des Oberschenkels

über eine Zahl (Kälber) oder einen Buchstaben (Kühe) zur Identifikation markiert, wie von JENSEN ET AL. (1986, S. 15) und MARTIN & BATESON (2009, S. 42) empfohlen. Darüber hinaus waren die Kühe über ihre Hörner identifizierbar.

Tabelle 4: Darstellung der beobachteten Tiere: Markierung, Geschlecht (w = weiblich; m = männlich), Geburtsdatum und Rasse (BV = Braunvieh; LIM = Limousin) der Kälber und dazugehörige Markierung und Halsband-Nummer der Mütter

Kalb				Kuh	
Markierung	Geschlecht	Geburtsdatum	Rasse	Markierung	Halsband-Nr.
1	m	02.09.2019	BV	A	94
2	m	01.09.2019	BV x LIM	B	115
3	m	31.08.2019	BV	C	118
4	m	20.08.2019	BV	D	192
5	w	04.09.2019	BV	E	72
6	w	02.08.2019	BV	-	-
7	w	06.08.2019	BV	G	102
8	w	11.08.2019	BV x LIM	-	-
-	-	-	-	Y	82
-	-	-	-	Z	139

3.2.4 Beobachterabgleich und Ethogramm

In Vorbereitung auf die Versuchsdurchführung fand ein Beobachterabgleich zwischen der Autorin und einer Mitarbeiterin des Fachgebiets Nutztierethologie und Tierhaltung statt. Grundlage für die Datenaufnahme und die Einordnung des zu beobachtenden Verhaltens bildete hierbei das von der Autorin für den Versuch erstellte Ethogramm. Ein Ethogramm ist eine Zusammenstellung von diskretem, arttypischem Verhalten einer Tierart (KAPPELER 2017, S. 18) und zielt darauf ab, das Verhalten in Bezug auf die Fragestellung möglichst korrekt darzustellen und zu definieren (NAGUIB 2006, S. 70).

Ziel des durchgeführten Beobachterabgleichs war es, zu prüfen, ob das Ethogramm für den Versuch passend formuliert wurde. Anhand 16 ausgewählter unterschiedlicher Videosequenzen mussten beide Beobachterinnen unabhängig voneinander Saugdauer und -häufigkeit der in den Videos gezeigten Kälber bestimmen. Die Ergebnisse wurden über den Korrelationskoeffizienten nach Pearson (r) auf Übereinstimmung geprüft. In der Saugdauer konnte eine

nahezu hundertprozentige Übereinstimmung zwischen den Daten der beiden Beobachterinnen erreicht werden ($r = 0,997$), während in der Saughäufigkeit die Grenze von $r = 0,7$ (MARTIN & BATESON 2009, S. 78) mit $r = 0,583$ unterschritten wurde. Dies machte eine Anpassung des Ethogramms unerlässlich. Um zwei aufeinanderfolgenden Saugakte klar voneinander abzugrenzen, wurde entschieden, die Pause zwischen zwei Saugakten von fünf auf zehn Sekunden anzuheben.

Das folgende Ethogramm beschreibt die untersuchten Verhaltensweisen der Kälber.

Saugen: Das Maul des Kalbes befindet sich in unmittelbarer Nähe zum Euter oder umschließt eine Zitze. Typischerweise sind beim Trinken Saugbewegungen des Kalbes erkennbar. Der Kopf wippt auf und ab und führt stoßende Bewegungen durch. Oft bewegt sich der Schwanz des Kalbes während des Saugens. Das Kalb steht üblicherweise mit gespreizten Vorderbeinen verkehrt parallel zur Kuh. Wird das Maul des Kalbes an der Zitze verdeckt, kann das Saugen am Auftreten der begleitenden Verhaltensweisen erkannt werden. Aufgrund der relativ hohen Anzahl der beobachteten Tiere, ist für die Direktbeobachtung der Erfassung des Saugens die Position des Mauls ausreichend.

Saugakt: Das beschriebene Verhalten muss für mindestens fünf Sekunden ausgeführt werden. Wird es für mehr als zehn Sekunden unterbrochen, oder beginnt das Kalb an einer anderen Kuh zu saugen, so wird dies als neuer Saugakt dokumentiert. Das Euterstoßen wird nicht als Unterbrechung eines Saugaktes gewertet, auch wenn es insgesamt länger als fünf Sekunden ausgeführt wird.

3.2.5 Versuchsaufbau

Die beiden Versuchsphasen umfassten jeweils zehn Kontaktzeiten. In der ersten Versuchsphase wurde eine Kontaktzeit aufgrund eines lückenhaften Datensatzes verworfen. Diese wurde durch eine am ersten Tag der Umstellungsphase zusätzlich durchgeführte Beobachtung ersetzt. Die erste Versuchsphase fand vom 23.09.2019 bis zum 27.09.2019 statt. Die zusätzliche Beobachtung wurde am Morgen des 28.09.2019 durchgeführt. In dieser Phase ging der Kontaktzeit eine zweistündige Sperrzeit voraus. Morgens wurde das Melkanrecht grundsätzlich von 04:30 Uhr bis 06:30 Uhr und nachmittags von 14:30 Uhr bis 16:30 Uhr verwehrt. Es folgte eine zehntägige Umstellungsphase, in der sich die Kühe auf den freigeschalteten Zutritt zum Melkroboter vor der Kontaktzeit gewöhnen sollten. Vom 08.10.2019 bis zum 12.10.2019 wurden die Daten der zweiten Versuchsphase erhoben. Diese war gekennzeichnet durch die Möglichkeit der Wahrnehmung des Melkanrechts, sofern das Melkintervall von sechs Stunden erreicht werden konnte. Die Sperrzeit nach der Kontaktzeit wurde während des gesamten Versuches von den Betriebsleitern eigenständig gewählt.

In beiden Phasen wurden die Kälber zwei Mal am Tag - morgens gegen 06:30 Uhr und abends gegen 16:30 Uhr - für etwa 01:30 Stunden zu ihren Müttern in den Kontaktbereich gelassen.

Der Kontaktbereich musste aufgrund der Übersichtlichkeit während des Versuches räumlich begrenzt werden. Er beschränkte sich auf den Stallbereich der Kühe (s. Abbildung 1). Der Auslaufbereich der Kälber und der Kälberstall, der üblicherweise als Kälberschlupf diente, konnten nicht genutzt werden.

3.2.6 Datenerhebung

Zur exakten Bestimmung der Saughäufigkeit, Saugdauer und des Saugobjektes (Mutter oder fremde Kuh) wurde das behavioural sampling (MARTIN & BATESON 2009, S. 48–51) in Kombination mit dem continuous recording (MARTIN & BATESON 2009, S. 48–51) verwendet. Im Deutschen wird diese Kombination als kontinuierliche Direktbeobachtung bezeichnet. Direktbeobachtung wird angewandt, um durchgehend Daten aller Tiere aufzunehmen und das Verdecken von Tieren durch andere zu vermeiden. Zusätzlich ist es möglich, Einflussfaktoren auf das Verhalten der Tiere zu erfassen. Um sich mit den Haltungsgegebenheiten und den Tieren vertraut zu machen ist die Direktbeobachtung eine geeignete Methode (JENSEN ET AL. 1986, S. 17). Die kontinuierliche Datenerhebung wird von NAGUIB (2006, S. 82) als genaueste Methode zur Erfassung des Zeitverlaufes von Verhaltensweisen beschrieben. Dabei werden Start und Schluss der Verhaltensweise erfasst. Sie ist nur praktikabel, wenn die zu beobachtenden Verhaltensweisen exakt definiert sind. NAGUIB (2006, S. 82) rät bei der gleichzeitigen Beobachtung mehrerer Tiere von der kontinuierlichen Datenerhebung ab. Um einen möglichst repräsentativen Datensatz zu gewährleisten, wurde dennoch diese Methode gewählt. Des Weiteren stimmen drei der fünf von JENSEN ET AL. (1986, S. 44) genannten Fälle mit den Bedingungen des Versuchs überein, die die kontinuierliche Datenaufnahme legitimieren: Das Saugen der Kälber ist nur selten zu beobachten, es tritt nur in einem bestimmten Zeitraum am Tag während der Kontaktzeiten auf und es war, aufgrund der bisherigen wissenschaftlichen Relevanz des Themas wichtig, so viele und exakte Daten wie möglich zu sammeln. Außerdem konnten aus Zeitgründen für die alternative intervall-strukturierte Datenregistrierung keine Vorversuche zur Bestimmung der Intervallgrößen vorgenommen werden, wie von NAGUIB (2006, S. 83) empfohlen. Um mögliche Lücken und Ungenauigkeiten in den protokollierten Daten auszuschließen, wurden zusätzlich Videoaufnahmen gemacht. Videoaufnahmen werden vorwiegend eingesetzt, wenn das Verhalten der Tiere durch eine beobachtende Person gestört wird und um eine gewisse Objektivität bei der Beobachtung sicherzustellen. Videodaten, als konservierte Daten, können durch Vor- und Zurückspulen zeitlich effizient bzw. exakt ausgewertet werden (NAGUIB 2006, S. 106).

Während der Untersuchung diente der Stallbereich der Kühe als Kontakt- und Beobachtungsraum. Dieser setzt sich aus einem Tiefstreubereich, dem Laufgang, und dem Futtertisch zusammen. Der Tiefstreubereich ist außerhalb von drei Seiten durch Tore und Abtrennungen vom angrenzenden Laufweg für die Mitarbeitenden des Betriebes getrennt. Für die Direktbeobachtung konnte die Beobachterin ihre Position an den Tiefstreubereich begrenzenden Seiten außerhalb des Kontaktbereiches frei wählen. Auf Grundlage der Herdengröße wurde im Vorhinein angenommen, dass maximal zehn Kalb-Kuh-Paare beobachtet werden müssen. Aufgrund der Anzahl an Tieren wurde zusätzlich eine Videokamera (Kamera 1) aufgestellt, die den gesamten Kontaktbereich aus einer Höhe von etwa 2,50 Meter aufzeichnete. Dabei speicherte die Kamera die Gesamtaufnahme in etwa 30-minütigen Sequenzen ab. Ergänzend konnten Aufnahmen von der gegenüberliegenden Seite des Tiefstreubereiches gemacht werden. Die hierbei verwendete Kamera (Kamera 2) wurde außerplanmäßig aufgestellt und konnte nur 20-minütige Videosequenzen aufzeichnen. Nach 20 Minuten musste der Auslöser erneut manuell betätigt werden. Die genauen Positionen der verwendeten Kameras sind in Abbildung 1 markiert und die Blickwinkel der Kameras sind in Abbildung 2 dargestellt. Die Videoaufzeichnungen wurden zum Abgleich und zur Ergänzung der in der Direktbeobachtung erfassten Daten herangezogen.

Bei der Beobachtung wurden die Markierung der Kühe sowie der Beginn und das Ende des Saugens der Kälber am Euter der Kühe erfasst. Die Grundlage für das Erfassen der Zielvariablen stellte das Ethogramm (s. Kapitel 3.2.4) dar. Die Saughäufigkeit der Kälber an den einzelnen Kühen und die Saugdauer wurden im Anschluss anhand der dokumentierten Daten ermittelt. Das Beobachtungsprotokoll ist der Arbeit im Anhang beigefügt.



Abbildung 2: Blickwinkel der eingesetzten Kameras. Kamera 1 (links) mit Blick über den gesamten Kontaktbereich und Kamera 2 (rechts) mit Blick über den Tiefstreubereich

Neben den auf der Direktbeobachtung basierenden Daten wurden zusätzlich dem EDV-Programm des Melkroboters die Zeitpunkte des letzten Melkens vor der Kontaktzeit entnommen und zur statistischen Auswertung herangezogen. Als ‚Melken‘ galt hierbei mindestens das erfolgreiche Ansetzen des Melkgeschirres. Dafür wurden die Uhrzeiten des Beginns des letzten Melkens von der Uhrzeit des Beginns der Kontaktzeit subtrahiert.

Die in der ersten Versuchsphase mit einem Diktiergerät aufgenommene Dokumentation des Verhaltens konnten aufgrund technischer Probleme nicht verwendet werden und wurde deshalb in der zweiten Versuchsphase nicht mehr angewandt.

3.2.7 Abgleich der Protokolldaten und Videodateien

Der Datenaufnahme schloss sich der Abgleich der protokollierten Daten mit den Videoaufzeichnungen an. Ziel des Abgleichs war es, protokollierte Zeiten zu kontrollieren und gegebenenfalls entstandene Lücken im Protokoll zu schließen.

Im ersten Schritt wurde die Startzeit der Kontaktzeit auf beiden Videodateien bestimmt. Davon ausgehend wurden für alle Kontaktzeiten mindestens die ersten 30 Minuten der Hauptkamera vollständig ausgewertet und die Daten mit dem Protokoll abgeglichen. In unklaren oder nicht einsichtigen Situationen wurden die Aufnahmen der zweiten Kamera hinzugezogen. Im nächsten Schritt wurde die Saugdauer und Saughäufigkeit jeder Kontaktzeit jedes Kalbes in Abhängigkeit des Saugobjektes (Mutter, fremde Kuh, Gesamt) zusammengefasst. Die finalen Primärdaten wurden in tabellarischer Form als Excel-Datei gespeichert und werden dieser Arbeit in elektronischer Form beigelegt.

3.2.8 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung zielte darauf ab, zu ermitteln, welchen Einfluss die Sperrzeit auf das Fremdsaugen, die Saugdauer und -häufigkeit ausübte. Hierfür wurde die Software *IBM SPSS Statistics 24* verwendet.

Zunächst wurden die Daten mit dem Tabellenkalkulationsprogramm *Microsoft Excel* auf der Ebene der Kälber und auf der Ebene der Kontaktzeiten sortiert und zusammengefasst. Dabei wurden alle Saugakte, die nicht bei der Mutter ausgeführt wurden, unter ‚Fremd‘ bzw. ‚Amme‘ kategorisiert. Um den Effekt der Kontaktzeitlänge, die sich zwischen den Versuchsphasen deutlich unterschieden, auf die Saugdauer auszuschließen, wurde der prozentuale Anteil der Saugdauer an der Kontaktzeit über alle Kontaktzeiten und Kälber hinweg ermittelt.

Aufgrund der Unbeeinflussbarkeit durch Ausreißer (BOURIER 2005, S. 74) oder Schiefe (RUMSEY 2019, S. 288) wurde sich für die Nutzung des Medians und gegen die Nutzung des Mittelwertes bei den statischen Auswertungen entschieden. Nach dem Export der Daten in

IBM SPSS Statistics wurde sowohl für die Kontaktzeitebene, als auch auf Ebene der Kälber, eine deskriptive Statistik erstellt. Mit Histogrammen und QQ-Plots wurde auf Normalverteilung geprüft. Im ersten Schritt wurde auf Kontaktzeitebene die Korrelation zwischen dem Zeitpunkt des letzten Melkens vor der Kontaktzeit sowie der Länge der Kontaktzeit auf die neun Zielvariablen ermittelt. Bei einem nichtparametrischen Datensatz wurde auf eine Spearman-Korrelation zurückgegriffen. Die neun Zielvariablen setzen sich wie folgt zusammen:

- Saugdauer Gesamt [min] (Dauer_Ges_abs):
Absolute Gesamtdauer des Saugens des Kalbes innerhalb einer Kontaktzeit über alle Kühe hinweg
- Saugdauer Gesamt [%] (Dauer_Ges_pro):
Prozentualer Anteil der Saugdauer des Kalbes innerhalb einer Kontaktzeit über alle Kühe hinweg
- Saughäufigkeit Gesamt [N] (Anzahl_Ges):
Anzahl der Saugakte eines Kalbes während einer Kontaktzeit an allen Kühen
- Saugdauer Mutter [min] (Dauer_M_abs):
Absolute Dauer des Saugens des Kalbes innerhalb einer Kontaktzeit an der Mutter
- Saugdauer Mutter [%] (Dauer_M_pro):
Prozentualer Anteil der Saugdauer des Kalbes innerhalb einer Kontaktzeit an der Mutter
- Saughäufigkeit Mutter [N] (Anzahl_M):
Anzahl der Saugakte eines Kalbes während einer Kontaktzeit an der Mutter
- Saugdauer Fremd [min] (Dauer_F_abs):
Absolute Dauer des Saugens des Kalbes innerhalb einer Kontaktzeit an einer fremden Kuh
- Saugdauer Fremd [%] (Dauer_F_pro):
Prozentualer Anteil der Saugdauer des Kalbes innerhalb einer Kontaktzeit an einer fremden Kuh
- Saughäufigkeit Fremd [N] (Anzahl_F):
Anzahl der Saugakte eines Kalbes während einer Kontaktzeit an einer fremden Kuh

Im zweiten Teil der Auswertung wurde der Einfluss der Sperrzeit auf die Saugdauer und -häufigkeit auf Kalbebene ermittelt. Unter nicht parametrischen Bedingungen wurde ein zweiseitiger Wilcoxon-Rangsummentest für zwei verbundene Stichproben durchgeführt (FAIK 2018, S. 494–499). Dabei wurden die Kälber über die erste und zweite Versuchsphase mit sich selbst verglichen.

Die Nullhypothesen lauteten:

- Durch das Aussetzen der Sperrzeit bleibt die Saughäufigkeit und die Saugdauer insgesamt unverändert.
- Durch das Aussetzen der Sperrzeit bleibt die Saughäufigkeit und die Saugdauer am Muttertier unverändert.
- Durch das Aussetzen der Sperrzeit bleibt die Saughäufigkeit und die Saugdauer an fremden Kühen unverändert.

Von einer statistischen Signifikanz wurde bei einem p-Wert von $\leq 0,05$ gesprochen. Zusätzlich als statistisch hoch signifikant wurden Unterschiede mit einem p-Wert $\leq 0,01$ bezeichnet. Lag der p-Wert lediglich $\leq 0,1$, wurde der Zusammenhang als Tendenz titulierte.

4 Ergebnisse

Die folgenden Kapitel stellen die Ergebnisse des durchgeführten Versuches dar. Im ersten Teil werden die Ergebnisse auf Ebene der Kontaktzeiten - ohne Betrachtung der Sperrzeiten - dargestellt, während im zweiten Teil die Ergebnisse auf Ebene der Kälber - in Abhängigkeit der Sperrzeiten - betrachtet werden. Die Zielvariablen (s. Kapitel 3.2.8) setzten sich aus insgesamt neun Variablen zusammen, die sich auf die Saugdauer und Saughäufigkeit beziehen.

4.1 Betrachtung der Ergebnisse auf Kontaktzeitebene

Um einen Überblick über die Daten zu geben, werden die Ergebnisse zunächst auf der Ebene der Kontaktzeiten, unbeachtet der Sperrzeit, betrachtet. Die Ergebnisse werden in Tabelle 5 dargestellt.

Tabelle 5: Median, oberes (+25%) und unteres Quartil (-25%) und kleinster (min) und größter Wert (max) der Saugdauer [Minuten; %] und Saughäufigkeit [N] je Kontaktzeit (n = 120)

Zielvariable	Median	unteres Quartil (-25%)	oberes Quartil (+25%)	kleinster Wert (min)	größter Wert (max)
Saugdauer Gesamt [Minuten]	12:39	09:54	16:29	03:56	41:59
Saugdauer Mutter [Minuten]	10:02	07:04	13:33	00:00	30:18
Saugdauer Fremd [Minuten]	00:41	00:00	04:51	00:00	35:47
Saugdauer Gesamt [%]	14,34	11,19	18,45	3,50	55,89
Saugdauer Mutter [%]	11,78	6,70	16,73	0,00	35,16
Saugdauer Fremd [%]	0,75	0,00	5,09	0,00	39,32
Saughäufigkeit Gesamt [N]	3	2	5	1	19
Saughäufigkeit Mutter [N]	2	1	3	0	9
Saughäufigkeit Fremd [N]	1	0	2	0	17

Jedes Kalb wurde in jeder Kontaktzeit beim Saugen beobachtet. Dabei saugte es für mindestens 03:56 Minuten. Die mittlere Saugdauer lag mit 12:39 Minuten wesentlich höher. An ihren Müttern saugten die Kälber im Mittel 10:02 Minuten und 00:41 Minuten an fremden Kühen. Da die Länge des Kuh-Kalb-Kontaktes über beide Versuchsphasen hinweg stark variierte, wurde die Saugdauer zusätzlich als prozentualer Anteil des Saugens an der Kontaktzeit angegeben. Die Gesamtsaugdauer nahm 14,34 %, die Saugdauer an der Mutter 11,78 % und an fremden Kühen 0,75 % der Kontaktzeit ein. Sowohl bei der absoluten als auch bei der prozentualen Angabe fällt auf, dass die Maximalwerte vergleichsweise hoch liegen. Diese sind durch Einzelwerte zustande gekommen.

Ein neuer Saugakt wurde beobachtet, wenn sich das Maul des Kalbes für mindestens zehn Sekunden aus dem Euterbereich entfernte (s. Ethogramm in Kapitel 3.2.4). 60,53 % der Saugakte wurden an der Mutter, 39,47 % an einer Amme ausgeführt. Im Mittel saugten die Kälber drei Mal je Kontaktzeit. Davon entfielen zwei Saugakte auf die Mutter und einer auf eine Amme. Mit Ausnahme zweier Fälle in der zweiten Versuchsphase, saugten alle Kälber während jeder Kontaktzeit mindestens einmal an ihrer Mutter. Alle Kälber konnten im Laufe des Versuches beim Saugen an fremden Kühen beobachtet werden.

4.1.1 Einfluss der Tageszeit

Die Kälber wurden während der Stallzeiten am Morgen und Abend zu den Kühen gelassen. Die Kontaktzeiten waren zwar morgens kürzer als abends (morgens: Ø 01:25:30 Stunde; abends: Ø 01:39:36 Stunde, Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben; p-Wert = 0,037), jedoch hatte die Tageszeit aber auf keine der Zielvariablen einen Einfluss ($0,14 \leq p\text{-Wert} \leq 0,993$).

4.1.2 Verteilung des Saugens über den Kontaktzeitverlauf

Der Kalb-Kuh-Kontakt dauerte über beide Versuchsphasen hinweg zwischen 00:58 Stunde und 02:39 Stunden. Die Verteilung der Saughäufigkeit über eine Kontaktzeit ist in Abbildung 3 dargestellt. Aufgrund der Vergleichbarkeit der unterschiedlich langen Kontaktzeiten, wurde die Kontaktzeitlänge als prozentualer Wert [%] angegeben. Innerhalb der ersten 20 % der Kontaktzeit saugten die Kälber bevorzugt an ihren Müttern. Während nach etwa der Hälfte der Kontaktzeit das Saugen an der Mutter nur noch vereinzelt zu beobachten war, wurde das Saugen an Ammen über die letzte Hälfte der Kontaktzeit regelmäßiger aufgezeichnet. Tierindividuelle Abweichungen zwischen den Kälbern konnten festgestellt werden. Kalb 2 saugte in der zweiten Hälfte des Kontaktes auffällig häufig an der Mutter. Über die gesamte Kontaktzeit verteilten sich die Saugakte an fremden Kühen von Kalb 4. Kalb 1 konnte nach der Hälfte der Kontaktzeit nur sehr selten beim Saugen beobachtet werden.

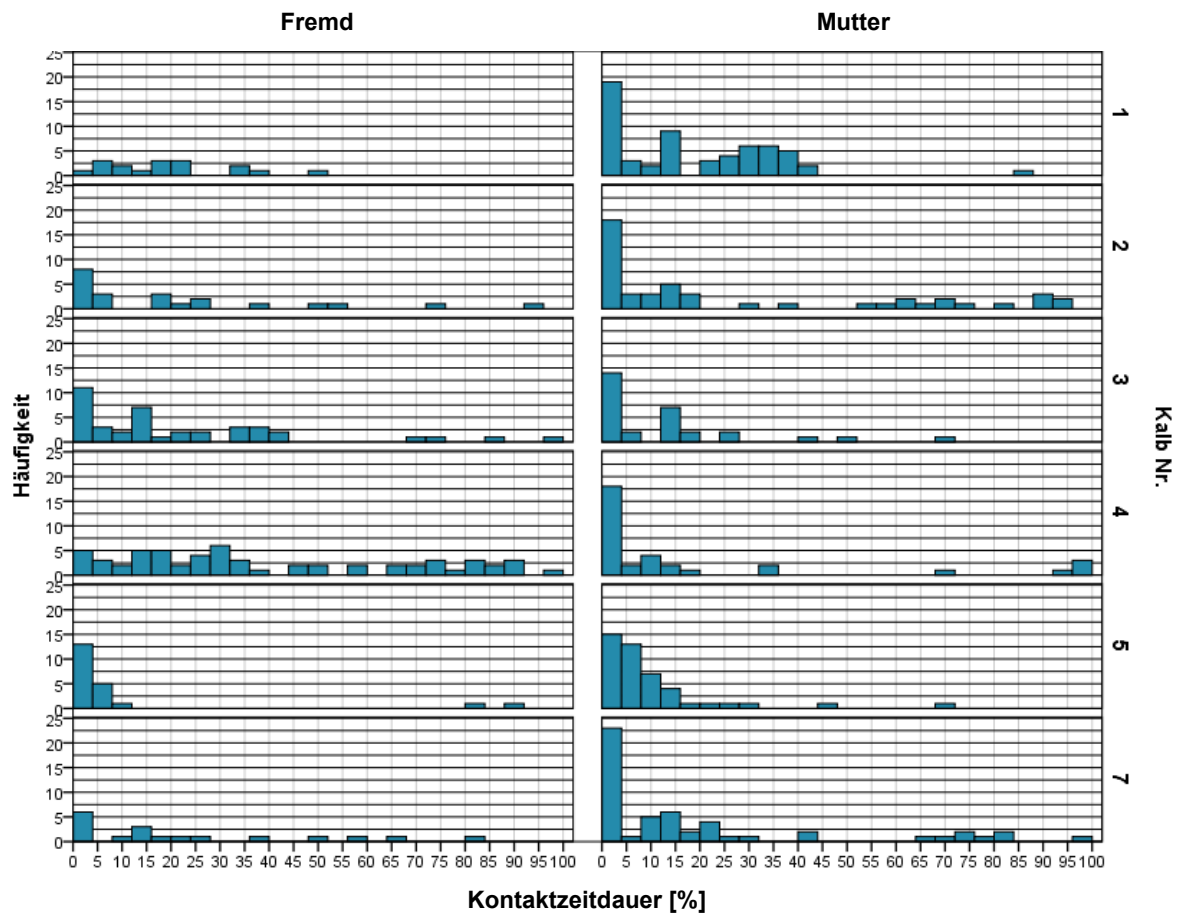


Abbildung 3: Häufigkeitsverteilung der Saugakte aller Kälber an den Müttern und fremden Kühen in Abhängigkeit der Kontaktzeitdauer [%]. Die Zeitpunkte des Saugens ergaben sich aus dem Beginn der Saugakte (n = 447)

4.1.3 Einfluss der Kontaktzeitdauer

Die Kontaktzeit dauerte durchschnittlich 01:32:33 Stunden. Einen Zusammenhang (Korrelation nach Spearman) zwischen der Dauer der Kontaktzeit und der absoluten Saugdauer konnte bei den Ammen ($r_s = 0,157$; p-Wert = 0,086) festgestellt werden. Mit zunehmender Kontaktzeit nahm die Dauer des Saugens an fremden Kühen zu. Die Gesamtsaugdauer und die an der Mutter blieben von der Kontaktzeit unbeeinflusst.

Wurde die Kontaktzeitdauer mit der prozentualen Saugdauer korreliert (Korrelation nach Spearman), wiesen die Gesamtsaugdauer ($r_s = -0,509$; p-Wert < 0,001) und die Saugdauer an der Mutter ($r_s = -0,478$; p-Wert < 0,001) jeweils eine negative Korrelation auf. Mit zunehmender Kontaktzeit nahm der Anteil der Saugdauer an der Mutter ab. Da die Gesamtsaugdauer am stärksten durch die Saugdauer an der Mutter geprägt war, nahm der Anteil der Saugdauer an der Kontaktzeit mit dem Fortschreiten des Kontaktes ab. Im Gegensatz dazu wurde die anteilige Saugdauer an fremden Kühen nicht von der Länge der Saugdauer beeinflusst ($r_s = 0,087$; p-Wert = 0,343).

Ein Zusammenhang (Korrelation nach Spearman) konnte zwischen der Länge der Kontaktzeit und der Saughäufigkeit insgesamt ($r_s = 0,256$; p-Wert = 0,005), der Anzahl der Saugakte an der Mutter ($r_s = 0,177$; p-Wert = 0,053) und die an fremden Kühen ($r_s = 0,204$; p-Wert = 0,025) festgestellt werden. Mit zunehmender Kontaktzeit nahm die Saughäufigkeit an der Mutter, an fremden Kühen und die gesamte Saughäufigkeit zu.

4.1.4 Einfluss des Zeitpunktes des letzten Melkens vor dem Kalb-Kuh-Kontakt

Über die Berechnung der Korrelation nach Spearman konnte zwischen dem Zeitpunkt des letzten Melkens vor dem Kalb-Kuh-Kontakt und den Zielvariablen statistische Zusammenhänge festgestellt werden.

Der zeitliche Abstand zwischen dem letzten Melken und der Kontaktzeit hatte sowohl einen hoch signifikanten Zusammenhang mit der Gesamtsaugdauer ($r_s = -0,295$; p-Wert = 0,001) und die Saughäufigkeit Gesamt ($r_s = -0,284$; p-Wert = 0,002) als auch mit der Saughäufigkeit bei der Mutter ($r_s = -0,281$; p-Wert = 0,002). Außerdem ließ sich eine Tendenz beim Zusammenhang zwischen dem Zeitpunkt des letzten Melkens und der Saugdauer am Muttertier ($r_s = -0,158$; p-Wert = 0,086) feststellen. Der Zusammenhang der Saugdauer mit dem zeitlichen Abstand des letzten Melkens zur Kontaktzeit ist in Abbildung 4 dargestellt.

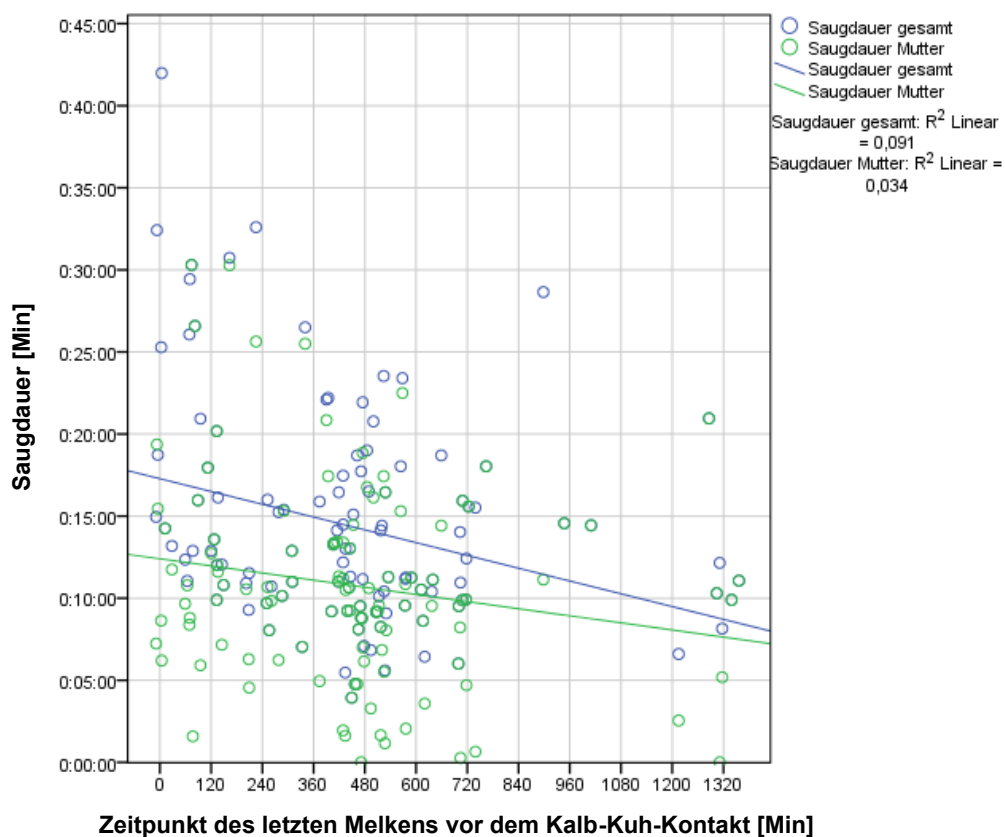


Abbildung 4: Zusammenhang des Zeitpunktes des letzten Melkens vor der Kontaktzeit [Min] und der Saugdauer [Min] über alle Beobachtungen hinweg (n=120)

Alle statistisch relevanten Zielvariablen waren negativ korreliert. Mit zunehmendem zeitlichem Abstand des Melkens von der Kontaktzeit nahmen die Gesamtsaugdauer und Saughäufigkeit insgesamt sowie die Saugdauer und Saughäufigkeit an der Mutter ab.

Die anderen Zielvariablen blieben durch den Zeitpunkt des letzten Melkens unbeeinflusst ($0,147 \leq p\text{-Wert} \leq 0,560$).

4.2 Betrachtung der Ergebnisse auf Kälberenebene

Durch die Betrachtung der Ergebnisse auf der Ebene der Kälber ($n = 6$) konnte ein Vergleich der Zielvariablen in Abhängigkeit der Sperrzeit durchgeführt werden. Zunächst wurden die Mediane und die beiden Quartile der beiden Versuchsgruppen (mit und ohne Sperrzeit) berechnet. Daraufhin fand ein Vergleich der Mediane über den Wilcoxon-Rangsummentest statt. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 6 festgehalten.

Tabelle 6: Median, unteres (-25 %) und oberes Quartil (+25 %) und Veränderung (p-Wert) der Saugdauer [Minuten; %] und Saughäufigkeit [N] in Abhängigkeit der Sperrzeit (n.s. = nicht signifikant; * = statistische Tendenz; N = Anzahl; % = Anteil an Gesamtkontaktdauer) ($n = 6$)

Zielvariablen	Median (-25 %; +25 %) mit Sperrzeit	Median (-25 %; +25 %) ohne Sperrzeit	p-Wert (Wilcoxon-Rangsummentest)
Saugdauer Gesamt [Minuten]	11:36 (10:10; 12:53)	14:28 (10:59; 18:17)	0,173 (n.s.)
Saugdauer Mutter [Minuten]	10:46 (08:28; 11:12)	09:14 (08:04; 12:56)	0,753 (n.s.)
Saugdauer Fremd [Minuten]	00:02 (00:00; 01:01)	01:15 (00:37; 08:18)	0,249 (n.s.)
Saugdauer Gesamt [%]	15,56 (13,19; 15,67)	13,61 (11,14; 16,34)	0,345 (n.s.)
Saugdauer Mutter [%]	13,75 (10,48; 14,85)	8,93 (07,34; 13,88)	0,173 (n.s.)
Saugdauer Fremd [%]	0,06 (0,00; 1,33)	1,09 (0,69; 9,05)	0,249 (n.s.)
Saughäufigkeit Gesamt [N]	3,0 (1,4; 3,0)	3,5 (3,0; 4,4)	0,066 *
Saughäufigkeit Mutter [N]	2,0 (1,4; 2,5)	2,0 (1,8; 2,6)	0,480 (n.s.)
Saughäufigkeit Fremd [N]	0,3 (0,0; 0,6)	1,0 (0,9; 2,6)	0,068 *

4.2.1 Kontaktzeitdauern mit und ohne Sperrzeit

Die Kontaktzeiten waren in der ersten Versuchsphase (01:21:00 Stunde) wesentlich kürzer, als in der zweiten Versuchsphase (01:44:06 Stunde) (Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben, p-Wert = 0,000, n = 20).

4.2.2 Zeitpunkte des letzten Melkens vor dem Kalb-Kuh-Kontakt mit und ohne Sperrzeit

Der Zeitpunkt des letzten Melkens vor der Kontaktzeit lag im Durchschnitt aller beobachteter Kühe in der zweiten Versuchsphase ohne Sperrzeit (06:45:42 Stunden, n = 80) näher an der Kontaktzeit, als mit Sperrzeit (09:02:10 Stunden, n = 60) (Mann-Whitney-U-Test bei unabhängigen Stichproben, p-Wert < 0,001).

4.2.3 Veränderungen der Saugdauer

Sowohl bei der absoluten als auch bei den prozentualen Saugdauern konnten keine statistischen Veränderungen mit und ohne Sperrzeit festgestellt werden ($0,173 \leq p\text{-Wert} \leq 0,753$). Abbildung 5 und Abbildung 6 stellen die Saugdauern absolut und prozentual in Abhängigkeit des Saugobjektes (Gesamt, Mutter, Amme) und der Sperrzeit dar.

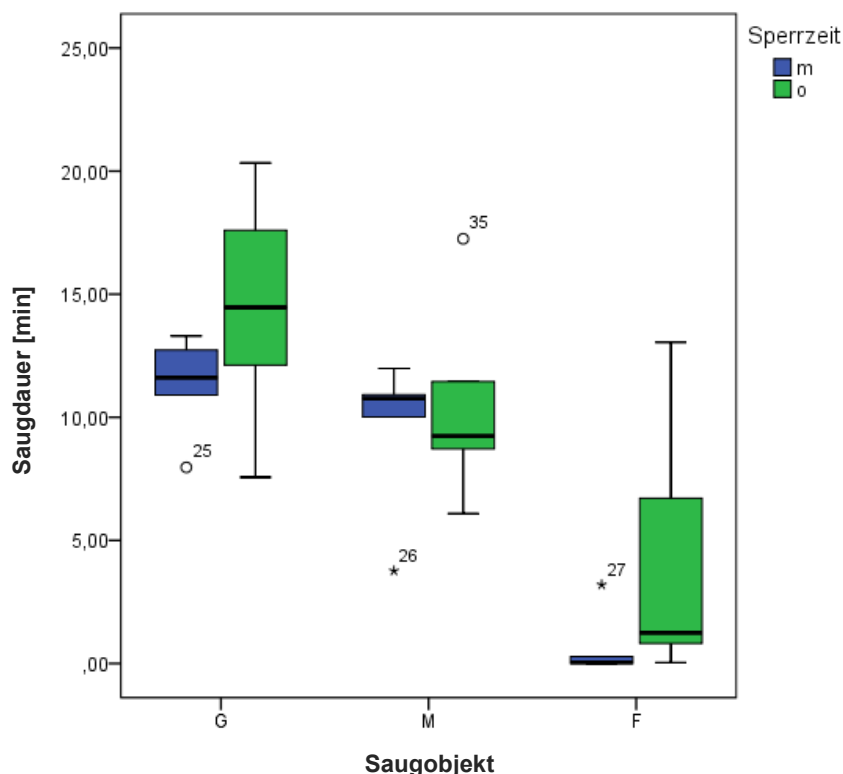


Abbildung 5: Dauer [min] des Saugens der Kälber insgesamt (G), bei der Mutter (M) und fremden Kühen (F) in Abhängigkeit der Sperrzeit (m = mit Sperrzeit; o = ohne Sperrzeit) (\circ^{Zahl} und \star^{Zahl} = Ausreißer), n = 6

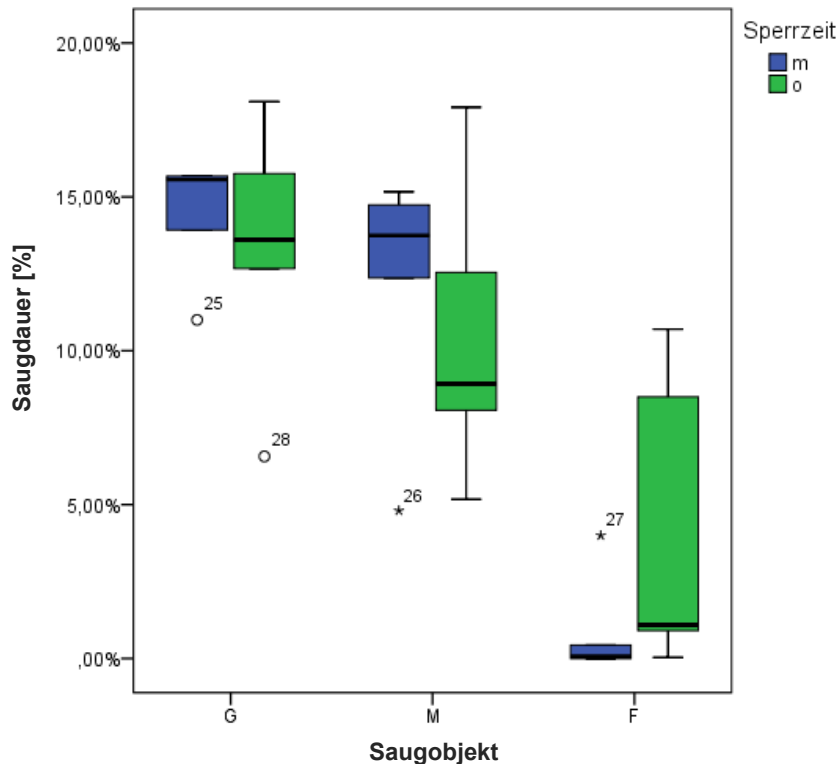


Abbildung 6: Prozentualer Anteil der Dauer [%] des Saugens der Kälber insgesamt (G), bei der Mutter (M) und fremden Kühen (F) in Abhängigkeit der Sperrzeit (m = mit Sperrzeit; o = ohne Sperrzeit) (\circ ^{Zahl} und \star ^{Zahl} = Ausreißer), n = 6

Aus den Boxplots konnte ein größerer Interquartilsabstand und eine größere Variationsbreite der Saugdauern (Gesamt, Mutter und Fremd) in der zweiten Versuchsphase ohne Sperrzeit abgeleitet werden. Dies galt sowohl für die absoluten als auch für die prozentualen Werte.

4.2.4 Veränderung der Saughäufigkeit

Im Gegensatz zur Saugdauer konnte bei der Saughäufigkeit ein statistisch nachweisbarer Unterschied in Abhängigkeit der Sperrzeit festgestellt werden. Die Saughäufigkeit insgesamt stieg durch den Wegfall der Sperrzeit von 3 Mal je Kontaktzeit auf 3,5 Mal je Kontaktzeit an. Mit einem p-Wert = 0,066 kann hierbei von einer statistischen Tendenz gesprochen werden. Ebenso verhielt sich die Saughäufigkeit bei fremden Kühen (p-Wert = 0,068). Sie stieg durch den Wegfall der Sperrzeit von 0,3 auf 1 Mal je Kontaktzeit an. Die Saughäufigkeit bei den Müttern blieb statistisch unverändert. Eine Darstellung der Ergebnisse ist in Abbildung 7 zu finden.

Wie bei der Saugdauer, ließen sich aus den Boxplots größerer Interquartilsabstände und eine größere Variationsbreite in der zweiten Versuchsphase ohne Sperrzeit ableiten. Besonders auffällig verhielten sich die Werte der an fremden Kühen saugenden Kälber, während die

Saughäufigkeit insgesamt eine geringere Variation aufzeigte. Der Interquartilsabstand und die Variationsbreite der Saughäufigkeit an der Mutter fielen ohne Sperrzeit geringer aus.

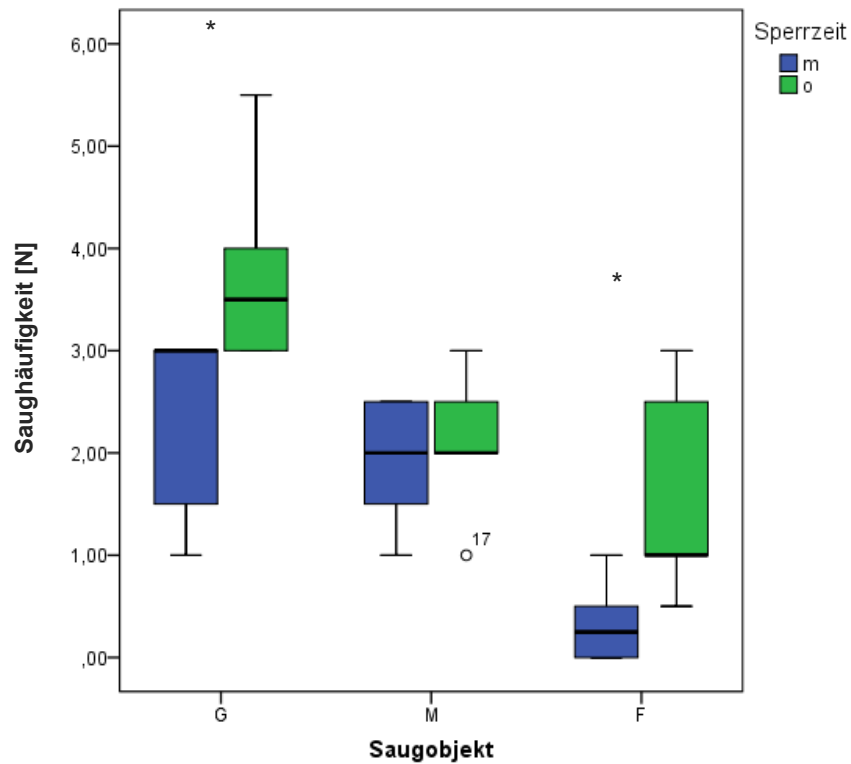


Abbildung 7: Häufigkeit des Saugens der Kälber insgesamt (G), bei der Mutter (M) und fremden Kühen (F) in Abhängigkeit der Sperrzeit (m = mit Sperrzeit; o = ohne Sperrzeit), n = 6. Statistische Tendenz ($0,05 > p \leq 0,1$) durch * gekennzeichnet (\circ^{Zahl} = Ausreißer)

5 Diskussion

In den Kapiteln 5.1 und 5.2 werden das methodische Vorgehen und die Ergebnisse kritisch betrachtet und diskutiert.

5.1 Diskussion des methodischen Vorgehens

Die Datenerhebung fand auf einem Milchviehbetrieb statt. Dieser kombinierte seit Januar 2019 die muttergebundene Kälberaufzucht mit einem AMS. Es wurden sechs Kälber während der zweimal täglich stattfindenden Kontaktzeiten in zwei Versuchsphasen (mit und ohne Sperrzeit) über jeweils zehn Kontaktzeiten direkt beobachtet. Zusätzlich wurde das Verhalten der Kälber über zwei Kameras aufgezeichnet und anschließend ausgewertet.

Der Betrieb wurde aufgrund der persönlichen Kontakte der Autorin zu den Betriebsleitern und deren Bereitschaft als Versuchsbetrieb ausgewählt. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass derselbe Versuch auf einem anderen Betrieb zu anderen Ergebnissen führt. Allerdings konnte über den Versuchsbetrieb hinaus kein weiterer deutscher Betrieb ausfindig gemacht werden, der die muttergebundene Kälberaufzucht mit dem gleichzeitigen Melken der Kühe in einem AMS kombinierte. Die Auswahl eines Betriebes mit möglicherweise einer höheren Anzahl an Versuchskälbern, einer anderen Rasse sowie eines anderen Aufzuchtssystems (z.B. permanenter Kontakt) war demnach nicht möglich.

Die spontane Auswahl der Kälber am Tag vor der ersten Versuchsphase führte zu einem Stichprobenumfang von sechs Kälbern. Dabei fand „keine gezielte Auswahl der Merkmalsträger“ (BOURIER 2005, S. 21) statt. Es wurden alle Kälber in den Versuch mit einbezogen, die zum Zeitpunkt der ersten Versuchsphase muttergebunden aufgezogen wurden. Die Anzahl der Kälber war aus praktischer Sicht nicht beeinflussbar, jedoch hätte ein anderer Versuchszeitraum mit mehr als sechs Kälbern gewählt werden können. Dafür reichte der vorgesehene zeitliche Rahmen der Bachelorarbeit nicht aus. Durch die Erhöhung des Stichprobenumfangs bzw. die Wiederholung des Versuches hätte die Aussagekraft der Ergebnisse verstärkt werden können (NAGUIB 2006, S. 28). Zu einer Wiederholung des Versuches wird geraten.

Saugdauer und Saughäufigkeit wurden bereits in vergangenen Studien herangezogen, um das Saugverhalten von Kälbern vergleichen zu können. Aufgrund der Verwendung in anderen wissenschaftlichen Untersuchungen und auf Grundlage der Erfahrung von einer in der Tierbeobachtung erfahrenen Wissenschaftlerin wurden Saugdauer und Saughäufigkeit als Zielvariablen des geplanten Versuches ausgewählt. Saugdauer und Saughäufigkeit eigneten sich gut, um im Rahmen der Direktbeobachtung eine Aussage über das Saugverhalten der Kälber zu formulieren. Über die tatsächliche Versorgung der Kälber konnten durch die Wahl

der Variablen nur Vermutungen durch Ableitung aus anderen Versuchen geäußert werden (s. Kapitel 5.2.3).

In Vorbereitung auf die Direktbeobachtung wurde ein Ethogramm erstellt. Dabei wurde das Saugen dokumentiert, wenn sich das Maul des Kalbes in Euternähe befand. HUTCHINSON ET AL. (1962, S. 309) warnten bei der Dokumentation vor überschätzten Saugdauern, da häufig die Suche nach der Milch bereits als Saugen interpretiert wird. Manchmal saugen oder kneten die Kälber vermeintlich an einer Zitze, obwohl der Milchfluss noch nicht eingesetzt hat. Die Unterscheidung von der sogenannten Manipulation am Euter und dem eigentlichen Saugen ist u.a. bei LIDFORS ET AL. (2010, S. 25–26) zu finden. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass sich das manipulative Verhalten relativ konstant über die ganze Saugdauer verteilte und etwa 15 % der Saugdauer in Anspruch nahm. Der Manipulation wurde in der vorliegenden Studie sowohl in der Datenaufnahme als auch in der Datenauswertung keine Beachtung geschenkt. Ein Einfluss der Manipulation auf die Saughäufigkeit und Saugdauer konnte deshalb nicht ausgeschlossen werden.

Zum Zeitpunkt der Versuchsplanung war eine Sperrzeit vor dem Kalb-Kuh-Kontakt eingerichtet. Um die Kälber an das Ausbleiben der Sperrzeit zu gewöhnen, wurde zwischen den beiden Versuchsphasen eine Umstellungszeit von zehn Tagen eingeplant. Es wurde davon ausgegangen, dass die Kühe einige Tage bräuchten, den veränderten Tagesablauf zu verstehen. Jedoch wurde bereits einige Zeit vor dem Versuchsbeginn auf die Sperrzeit verzichtet. Auf Grundlage dessen wurde vermutet, dass die Umstellungsphase von zehn Tagen länger war als nötig. Jedoch wurde ein nachteiliger Einfluss der Umstellungszeit ausgeschlossen, da die Tiere mit dem System ohne Sperrzeit bereits vor dem Versuch vertraut waren. Vielmehr wurde angenommen, dass die Umstellung auf die erste Versuchsphase mit Sperrzeit abrupt kam. In dieser Versuchsphase hatten die Besuche im Melkroboter allerdings keine Auswirkungen auf das Saugverhalten der Kälber, da die Kühe während der Sperrzeit nicht gemolken wurden und den Kälbern die Milch unabhängig von einer Umstellungszeit zur Verfügung stand.

Die Methode der kontinuierlichen Direktbeobachtung eignete sich nur begrenzt für die Protokollierung der Saughäufigkeit und -dauer. Im Vorhinein wurde sich dennoch dafür entschieden ein Ethogramm zu erstellen und zu dessen Überprüfung einen Beobachterabgleich durchzuführen, um die Dokumentation der genauesten Ergebnisse zu gewährleisten. Da NAGUIB (2006, S. 82) bei der Beobachtung mehrerer Tiere gleichzeitig von der klassischen Direktbeobachtung abriet und die Nutzung von Videoaufzeichnungen empfahl, wurde dieser Empfehlung insoweit nachgegangen, dass eine Kamera zur zusätzlichen Aufzeichnung der Tiere während der Kontaktzeit genutzt wurde. Nach einigen Kontaktzeiten wurde eine zweite Kamera außerplanmäßig aufgestellt, um die Tiere ergänzend aus einem anderen Blickwinkel

beobachten zu können. Beide Kameras stellten sich bei der Videoauswertung als sehr hilfreich und nötig heraus.

Die direkte Beobachtung aller Kälber ohne Einschränkungen im Blickfeld konnten nur durch Bewegung der Beobachterin am außenliegenden Laufweg des Tiefstreubereiches durchgeführt werden. Die Laufwege und das wechselnde Blickfeld führte zu einer leicht abweichenden Protokollierung des Verhaltens während der Direktbeobachtung. JENSEN ET AL. (1986), MARTIN & BATESON (2009) und NAGUIB (2006) verwiesen zusätzlich auf den Einfluss des Beobachtenden auf die Tiere. Ein Umlaufen des Tiefstreubereichs war unvermeidbar, um alle Tiere einsehen zu können. Allerdings wird insbesondere der Laufweg an der langen Kante des Tiefstreubereichs normalerweise während der Stallzeiten und der dabei stattfindenden Kontaktzeiten von den auf dem Betrieb arbeitenden Menschen genutzt. Es ist anzunehmen, dass die Tiere die Bewegung von Menschen um den Stallbereich herum gewohnt sind und sich deshalb davon nicht in ihrem Verhalten einschränken lassen. Einen Einfluss auf das Verhalten der Tiere durch die fremde Beobachterin kann dennoch nicht vollständig ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus war der Erfahrungsschatz der Beobachterin in Bezug auf die Direktbeobachtung von Tieren gering. Die Methode wurde von der Beobachterin erstmalig eigenständig angewandt. Deshalb war davon auszugehen, dass die protokollierten Daten während der ersten Beobachtungen nicht der Genauigkeit entsprachen, wie die am Ende der zweiten Beobachtungsphase (MARTIN & BATESON 2009, S. 80). Dafür sprachen die Datenlücken in den entsprechenden Protokollen. Sie nahmen mit zunehmender Erfahrung über beide Versuchsphasen hinweg ab. Die mangelnde Erfahrung war ebenfalls ein Grund für die Nutzung einer Kamera, die die möglichen Datenlücken schließen sollte. Insbesondere bei der Saughäufigkeit, die über die Entfernung des Kälbermaules aus dem Euterbereich für mindestens zehn Sekunden definiert wurde und sich während der Beobachtungen als zu kurz für die Beobachtung von sechs Kälbern gleichzeitig durch eine Person herausstellte, konnten die Videoaufnahmen die Protokolldaten ergänzen. Zwei Kameras reichten nicht aus, um den gesamten Stall von allen Seiten vollständig zu erfassen. Dadurch konnten sich gegenseitig verdeckende Kühe nicht ausgeschlossen werden.

Bei der Auswertung der Videoaufnahmen wurden, je nach Vollständigkeit der protokollierten Daten, mindestens die ersten 30 Minuten, in den meisten Fällen alle Videos der Kamera 1 herangezogen (Hauptvideos). In unklaren oder nicht einsichtigen Situationen wurden die Videos der zweiten Kamera ausgewertet. Dies stellte sich als passende Methode heraus, da

die Kälber überwiegend während der ersten 20 Minuten der Kontaktzeit Saugverhalten ausübten. Wurde die Anzahl saugenden Kälber mit fortschreitender Kontaktzeit geringer, stimmten die protokollierten Daten i.d.R. mit den Videodateien überein.

Die durchgeführte Methode reichte für die Ansprüche dieses Versuches aus. Die Unerfahrenheit der Beobachterin, der Einfluss von beobachtenden Personen während der Beobachtung, die Blickwinkel der Kameras und die technischen Hindernisse führen zu der Empfehlung, bei zukünftigen Versuchen und Gegebenheiten dieser Art eine reine Videobeobachtung durchzuführen. Alternativ ist eine Anpassung des Ethogramms durch die Verlängerung der Pause zwischen zwei Saugakten bzw. die Beobachtung durch mehrere Personen möglich.

5.2 Interpretation und Diskussion der Ergebnisse

Um die Ergebnisse des durchgeführten Versuchs einzuordnen, werden diese im Folgenden diskutiert. Wie bereits im Ergebnis-Teil wird die Diskussion der Ergebnisse auf Kontaktzeitebene und auf Kälbererebene getrennt durchgeführt. Daraufhin wird die Diskussion um weitere Aspekte, die über die Ergebnisse hinaus gehen, ergänzt.

5.2.1 Saugdauer und Saughäufigkeit auf Kontaktzeitebene

Im Mittel saugten die Kälber 12:39 Minuten je Kontaktzeit. Davon fiel der Großteil der Saugdauer auf die Mutter. Damit erreichten die Versuchskälber die in der Literatur angegebene durchschnittliche Saugdauer von 12:00 Minuten je Kontaktzeit in restriktiven Aufzuchtssystemen und überstiegen die Saugdauer je Mahlzeit unter natürlichen Bedingungen von 10:00 Minuten (s. u.a. HUTCHINSON ET AL. 1962, S. 310; LIDFORS & JENSEN 1988, S. 241). Diese Saugdauer wird ebenfalls erreicht, wenn ihr 15 % für manipulatives Verhalten am Euter (LIDFORS ET AL. 2010, S. 25–26) abgezogen werden.

Bei zweimal täglichem Kontakt konnten weder die von JOHNS ET AL. (2011, S. 92), noch die von DAY ET AL. (1987, S. 1210) angegebene tägliche Saugdauer von Kälbern mit permanentem Kontakt zu den Müttern von 30:12 Minuten bzw. 52:00 Minuten erreicht werden. Daraus folgt, dass die Versuchskälber die Saugdauer je Kontaktzeit erreichten, jedoch der Bedarf an täglicher Saugdauer in der restriktiven muttergebundenen Kälberaufzucht, durch die eingeschränkte Kontaktzeiten, nicht gedeckt werden konnte. SCHEURMANN (1974, S. 391) benannte das Saugdefizit als eine der Ursachen für gegenseitiges Besaugen. Dieses konnte im Rahmen des Versuches zwar nicht während der Kontaktzeiten, aber immer wieder zufällig zwischen den Kontaktzeiten im Kälberstall beobachtet werden. BRUMMER (2003, S. 78) schloss aus ihren Ergebnissen, dass zur Vermeidung des gegenseitigen Besaugens die Kälber täglich etwa die Zeit saugen sollten, wie sie es unter natürlichen Bedingungen tun würden.

Diese lag im ersten Lebensmonat bei etwa einer Stunde (HAFEZ & LINEWEAVER 1967, S. 197; SAMBRAUS 1991, S. 179; SCHEURMANN 1974, S. 390).

Die Saughäufigkeit betrug im Mittel 3 Mal je Kontaktzeit. Aufgrund der unterschiedlichen Definitionen der Saughäufigkeit in den vorangegangenen Studien (z.B. DAS ET AL. 2000, S. 49–50; FRÖBERG ET AL. 2005, S. 13; FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 152) gestaltete sich eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse schwierig. In zukünftigen Versuchen wird empfohlen die Definitionen aus methodisch ähnlichen Versuchen zu verwenden.

Beobachtungen der Autorin zufolge wurde die Häufigkeit nicht nur durch das Kalb, sondern ebenfalls durch die Kuh beeinflusst. Das Saugen wurde in seltenen Fällen unter- bzw. abgebrochen, wenn die Kuh weglief oder sich ablegte. Dass sich eine Kuh während des Säugens hinlegte, kam während der Beobachtungen einmal vor. Die Kühe liefen bevorzugt weg, wenn in ihrem Bereich des Futtertisches der Restehaufen hingeschoben oder frisches Futter vorgelegt wurde. Dies geschah in der Regel nach der ersten halben Stunde der Kontaktzeit, in der die meisten Saugakte stattfanden.

Wie in der Literatur beschrieben (FRÖBERG ET AL. 2008, S. 6; JOHNSEN ET AL. 2015, S. 54), saugten alle Versuchskälber hauptsächlich an ihren Müttern, darüber hinaus nahmen alle Kälber auch Milch an einer fremden Kuh auf. Während sich die Saugakte in der Literatur mit 80 % auf die Mutter und 20 % auf die Ammen verteilten (EHRlich 2003, S. 88; FRÖBERG & LIDFORS 2009, S. 155), fielen die Saugakte der Versuchskälber mit circa 60 % auf die Mutter und mit 40 % auf die Ammen. Obwohl die Kälber im Versuch ihre Mütter bevorzugten, fällt der Unterschied zu den Angaben in der Literatur auf. Da in der zweiten Versuchsphase die Saughäufigkeit an den fremden Kühen vergleichsweise hoch war (p -Wert = 0,668), ist anzunehmen, dass vor allem diese zu dem relativ hohen Anteil an Saugakten der Kälber an den Ammen beitrugen.

Die Verteilung der Saughäufigkeit über die Kontaktzeit (s. Abbildung 3) gab einen ersten Hinweis darauf, dass die Kälber zu Beginn bevorzugt an ihrer Mutter und mit fortschreitender Kontaktzeit vergleichsweise vermehrt fremde Kühe zum Saugen aufsuchten. Die berechneten Korrelationen zwischen der Länge der Kontaktzeit und den Zielvariablen bestätigten diese erste Vermutung. Die Abnahme des Anteils der Saugdauer an der Mutter ($r_s = -0,478$; p -Wert < 0,001) konnte nur zustande kommen, indem die Saugdauer an der Mutter zu Beginn stark anstieg und mit zunehmender Kontaktzeit die Kälber immer weniger an den Müttern saugten. Da die Gesamtsaugdauer hauptsächlich von der Saugdauer an der Mutter geprägt war, sank derer Anteil mit der Kontaktzeit. Unterdessen nahm die absolute Saugdauer an fremden Kühen ($r_s = 0,157$; p -Wert = 0,086) tendenziell und die Saughäufigkeit an fremden Kühen ($r_s = 0,204$; p -Wert = 0,025) signifikant mit der Kontaktzeitdauer zu. Mit fortschreitender

Kontaktzeit trat das Saugen an Ammen zunehmend vermehrt auf. Die Saughäufigkeit an den Müttern ($r_s = 0,177$; p-Wert = 0,053) stieg über die Kontaktzeit hinweg tendenziell und weniger stark an als die an den Ammen. Daraus lässt sich ableiten, dass nicht nur zu Beginn der Kontaktzeit, sondern auch zu späteren Zeitpunkten Saugen an den Müttern zu beobachten war, allerdings nicht so häufig wie das Saugen an fremden Kühen. Von den Ergebnissen ausgehend wird vermutet, dass das Saugen zu Beginn der Kontaktzeit darauf abzielte, den Hunger der Kälber zu stillen. Hunger beschreibt das Verlangen nach der Aufrechterhaltung des Körpergewichts und der physiologischen Körperfunktionen folgend auf eine Phase, in der keine Nahrung aufgenommen wurde (CAPLEN 2010, S. 329). Mit dem Hungergefühl geht die Nahrungssuche einher (BOOTH 1979 zitiert nach EGGLE 2005, S. 21). Die Nahrungssuche wurde zum Großteil durch die Mütter unterstützt. Sie forderten ihr Kalb durch Nachlaufen und lenkende Bewegungen mit dem Kopf zum Saugen an ihrem Euter auf. Diese Aufforderungen wurden mit fortschreitender Kontaktzeit seltener. Es wird angenommen, dass das später in der Kontaktzeit bevorzugt an den Ammen ausgeübte Saugen nicht mehr ausschließlich dem Stillen des Hungers diene. Vielmehr entstand bei der Beobachterin der Eindruck, dass die Kälber mit fortgeschrittener Kontaktzeit ohne System an Eutern saugten, die ihnen räumlich nah waren. Häufig waren das die Euter fremder Kühe.

Zu beobachten war eine tierindividuelle Verteilung der Saughäufigkeit im Verlauf der Kontaktzeiten. Tierindividuelles Saugverhalten konnte auch bei ZSCHIESCHE (2012, S. 34) und LIDFORS ET AL. (2010, S. 25) beobachtet werden. Kalb 1 saugte fast ausschließlich in der ersten Hälfte der Kontaktzeit. Es war durch eine ausgekugelte Hüfte beim Laufen eingeschränkt. Es brauchte länger, um seine Mutter zu finden und wurde beim Saugen mit anderen Kälbern an einer Kuh vom Euter durch die stärkeren Kälber verdrängt. Nach dem Saugen legte es sich hin und stand erst wieder auf, als der Kalb-Kuh-Kontakt beendet wurde. Darüber hinaus fielen Kalb 2 und Kalb 4 durch eine vermehrte Saughäufigkeit in der zweiten Hälfte der Kontaktzeit auf. Kalb 2 war ein Kreuzungskalb (BVxLIM) und eines der jüngsten Kälber in der Gruppe. DAS ET AL. (2000, S. 51) und FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) konnten mit zunehmendem Alter einen Rückgang in der Saughäufigkeit feststellen. Darüber hinaus kann ein Einfluss der Rasse, wie er ebenfalls von DAS ET AL. (2000, S. 51) und FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) beschrieben wurde, nicht ausgeschlossen werden. Außerdem konnte die Mutter von Kalb 2, Kuh B, häufiger dabei beobachtet werden, wie sie sich um das Saugen des Kalbes bemühte, ihm nachlief und mit leichten Kopfbewegungen gegen das Kalb es in Richtung Euter lenkte.

5.2.2 Saugdauer und Saughäufigkeit auf Kälberebene

Bei der Unterscheidung der Saugdauer in Abhängigkeit der Sperrzeit konnten mit 11:37 Minuten (mit Sperrzeit) und 14:25 Minuten (ohne Sperrzeit) die durchschnittlichen Saugdauer aus

den vorausgegangenen Studien zur Kälberaufzucht mit restriktivem Mutterkontakt erreicht werden. Ein statistischer Unterschied der Saugdauer zwischen den beiden Versuchsphasen wurde nicht festgestellt. Bei der Bewertung der absoluten Saugdauer muss berücksichtigt werden, dass die Kontaktzeiten in der zweiten Versuchsphase durchschnittlich länger war als in der ersten (1. Versuchsphase = 01:21 Stunde; 2. Versuchsphase = 01:44 Stunde). Sowohl bei der absoluten Saugdauer, als auch bei der prozentualen konnte kein statistischer Unterschied zwischen den beiden Versuchsphasen festgestellt werden.

Wurde in Bezug auf die Saughäufigkeit zwischen der ersten und zweiten Versuchsphase unterschieden, stieg die Anzahl der gesamten Saugakte je Kontaktzeit (p -Wert = 0,066) von 3,0 auf 3,5 und die bei fremden Kühen (p -Wert = 0,068) von 0,3 auf 1,0 Saugakte je Kontaktzeit tendenziell an. Neben der Sperrzeit kann die unterschiedliche Länge der Kontaktzeit eine Erklärung für die steigende Anzahl der Saugakte darstellen. Im Gegensatz zur Saugdauer konnte die Saughäufigkeit nicht als prozentualer Wert der Kontaktdauer angegeben werden. FRÖBERG & LIDFORS (2009, S. 155) berichteten von einer Abnahme der Saughäufigkeit mit zunehmendem Alter der Kälber innerhalb der ersten beiden Lebensmonate der Kälber. Dies konnte im vorliegenden Versuch nicht bestätigt werden, allerdings umfasst der durchgeführte Versuch drei Lebenswochen der Kälber, die vermutlich nicht ausreichten, um einen Effekt zu beschreiben. Darüber hinaus wird vermutet, dass die tägliche Kontaktdauer ebenfalls die Saughäufigkeit beeinflusst. Während im vorliegenden Versuch die Kälber restriktiv aufgezogen wurden, hatten die Kälber im Versuch von FRÖBERG & LIDFORS (2009) permanenten Kontakt zu ihren Müttern.

Sowohl die Interquartilsabstände als auch die Variationsbreiten der absoluten und prozentualen Saugdauer, der Saughäufigkeit insgesamt sowie bei den Ammen fielen ohne Sperrzeit größer aus als mit Sperrzeit. Dies weist darauf hin, dass die Kälber in einem System mit Sperrzeiten ähnlicheres Verhalten ausführen und die individuelle Variation der Saugdauer weniger stark ausgeprägt war als ohne Sperrzeit. Vermutungen der Autorin zufolge könnte dies für eine inhomogene Verteilung der Milch auf die Kühe in der zweiten Versuchsphase sprechen. Das letzte Melken vor dem Kalb-Kuh-Kontakt lag in der zweiten Versuchsphase näher an der Kontaktzeit. Es wird vermutet, dass die den Kälbern zur Verfügung stehende Milchmenge in der zweiten Versuchsphase geringer wurde. Die zunehmende Saughäufigkeit bei den Ammen ohne Sperrzeit sprach ebenfalls für eine zunehmende Suchtätigkeit der Kälber nach der Milch. Außerdem verwies PHILLIPS (1993, S. 104) darauf, dass sich die Saugdauer je Saugakt verringerte, je mehr Kälber an einer Kuh saugten. Bei einer heterogeneren Verteilung der Milch auf die Kühe verteilten sich das Saugen auf weniger Kühe bzw. es fanden häufiger Wechsel zwischen den Kühen statt und es saugten in der zweiten Versuchsphase – das ist der Eindruck der Beobachterin – häufiger mehr Kälber an einer Kuh. Um ein zusätzliches Indiz auf einen

reduzierten Milchfluss der Kühe zu erhalten, hätte die Anzahl der Kopfstöße herangezogen werden können. DE PASSILLE (2001, S. 184) berichtete von einer Vervierfachung der Kopfstöße, wenn die Kuh zuvor vollständig gemolken wurde. Welche Auswirkungen die Sperrzeit auf die Milchabgabe der Kühe hat, konnte im vorliegenden Versuch nicht untersucht werden. Es besteht diesbezüglich Forschungsbedarf.

In der zweiten Versuchsphase kam es vereinzelt dazu, dass einige Kühe kurz vor der Kontaktzeit den Roboter besuchten und dort, sofern ein Melkanrecht bestand, gemolken wurden. Dadurch waren die Kühe teilweise nicht im Kontaktraum, als die Türen für die Kälber geöffnet wurden. In solchen Fällen suchten sich einige Kälber eine fremde Kuh zum Saugen, andere warteten bis ihre Mutter gemolken war und den Kontaktbereich betrat. Eine tierindividuelle Auswertung der gemolkenen Milchmengen und der Saugdauer in Abhängigkeit der Sperrzeit fand nicht statt und wird im Rahmen weiterer Untersuchungen empfohlen. Im Versuch von KROHN (2001, S. 275) ging der Kontaktzeit das Melken voraus. Dabei konnten 10 % bis 75 % der erwarteten Milchmenge gemolken werden. Es wurde angenommen, dass die restliche Milch für die Kälber zurückgehalten wurde. Da die Kälber in der vorliegenden Untersuchung teilweise über zehn Minuten an ihren Müttern saugten, die zuvor im AMS gemolken wurden, wird vermutet, dass die Kühe ebenfalls Milch für ihre Kälber zurückhielten.

5.2.3 Tägliche Zunahme und aufgenommene Milchmenge

Die tägliche Zunahme lag in fast allen Untersuchungen zur muttergebundenen Kälberaufzucht bei mindestens einem Kilogramm je Tag (EHRlich 2003, S. 86; FRÖBERG 2008, S. 27–29; IVEMEYER ET AL. 2016, S. 86; JOHNSEN ET AL. 2015, S. 54; ROTH ET AL. 2009b, S. 40). Sie war während der Säugephase wesentlich höher, als die Zunahme in der Aufzucht mit herkömmlichen Tränkesystemen (FRÖBERG ET AL. 2011, S. 149). Über eine regelmäßige und konsequente Tierbeobachtung sowie eine Überprüfung des Körpergewichtes der Kälber mit einer Tierwaage könne die tägliche Zunahme beurteilt werden (BICKELHAUPT & VERWER 2013, S. 33). Die tägliche Zunahme wurde im vorliegenden Versuch nicht untersucht. Dennoch ist nach der Einschätzung der Beobachterin und der auf dem Betrieb arbeitenden Menschen aufgrund der Körperkondition und Vitalität der Kälber davon auszugehen, dass die Kälber in beiden Versuchsphasen entsprechende Zunahmen verzeichneten sowie ausreichend Milch zu sich nahmen.

Über die aufgenommene Milchmenge verlieren die Landwirt*innen in der kuhgebundenen Kälberaufzucht die Kontrolle (BICKELHAUPT & VERWER 2013, S. 33). DE PASSILLE (2001, S. 181) stellte unabhängig vom Öffnungsdurchmesser von Nuckel eine aufgenommene Milchmenge von etwa einem Liter pro Minute fest und ordnete diese als die für Kälber optimale Milchflussrate ein. Es wird angenommen, dass die Kälber in der kuhgebundenen Kälberaufzucht

ähnliche Werte beim Saugen am Euter erreichen. Ausgehend von der Saugdauer können Landwirt*innen mit dieser Faustzahl die aufgenommene Milchmenge einschätzen. Jedoch liefert sie keine Belege für die tatsächlich aufgenommene Milchmenge. Obwohl die Betriebsleitenden durch eine muttergebundene Aufzucht der Kälber die Kontrolle über die aufgenommenen Milchmengen abgeben, kann die Gewichtsentwicklung über konsequente und regelmäßige Tierbeobachtung oder über Tierwaagen überwacht werden (BICKELHAUPT & VERWER 2013, S. 33).

Sowohl die aufgenommene Milchmenge, als auch die täglichen Zunahmen wurden im Rahmen des Versuches nicht untersucht. Es konnten nur Vermutungen über deren Entwicklung angestellt werden. Eine Überprüfung der tatsächlichen aufgenommenen Milchmenge und der täglichen Zunahme in weiteren Studien wird deshalb empfohlen.

5.2.4 Einfluss der Sperrzeiten auf Managementaufwand und Milchleistung

Die Sperrzeit kann nicht ausschließlich auf der Ebene der Kälber betrachtet werden, sondern auch in Bezug auf das Management der Kühe. Die Zeitpunkte des letzten Melkens vor der Kontaktzeit lagen in der zweiten Versuchsphase näher an der Kontaktzeit als in der ersten Versuchsphase. Die Sperrzeit sorgte demnach dafür, dass die ZMZ verlängert wurde. In diesem Zusammenhang sollte insbesondere der Nachtreibeaufwand betrachtet werden. Der Nachtreibeaufwand ist im freien Kuhverkehr üblicherweise am höchsten (HAUSER 2007, S. 88). Die zusätzlich zu den Melkintervallen eingestellte Sperrzeit verwehrt den Kühen das Melken, obwohl sie theoretisch ein Melkanrecht hätten. Bei sechsstündigen Melkintervallen und der anschließenden zweistündigen Sperrzeit, der der Kalb-Kuh-Kontakt folgt, kann es in ungünstigen Fällen dazu kommen, dass die Kühe über einen Zeitraum von über zehn Stunden nicht gemolken werden. Diese Kühe müssen nach dem Kuh-Kalb-Kontakt in der Regel häufiger nachgetrieben werden, weil die Zeit, in der die Kuh gemolken werden kann, durch die Sperrzeit verringert wird. Der vermehrte Nachtreibeaufwand wurde ebenfalls von einem der Betriebsleiter des Versuchsbetriebs als Nachteil genannt. GRÄFF (2017) simulierte durch das Setzen von Sperrzeiten (zwei bis vier Stunden) zu mehreren Zeitpunkten am Tag einen Stromausfall, um dessen Auswirkungen auf die Kühe zu untersuchen. Dabei konnte ein Rückgang der Milchmenge um 8,6 % festgestellt werden. Außerdem verloren die Kühe durch die Sperrzeiten ihren Melkrhythmus. Die Veränderung des Melkrhythmus weist ebenfalls darauf hin, dass die Sperrzeit einen Einfluss auf den Nachtreibeaufwand hat. Es bleibt zu untersuchen, welchen Einfluss geringere Sperrzeiten (< 2 Stunden) auf den Nachtreibeaufwand haben und ob sie möglicherweise zusätzlich das Saugverhalten weniger stark verändern als zweistündige Sperrzeiten.

Darüber hinaus sind verlängerte ZMZ im Hinblick auf eine abnehmende Milchleistung (BONSELS 2012, S. 100) zu vermeiden. Die empfohlenen acht bis elf Stunden ZMZ (SPOLDERS 2002,

S. 85) können bei regelmäßigem Nachtreiben auch mit Sperrzeit erreicht werden. Im Schnitt wurden auf dem Versuchsbetrieb ZMZ in diesem Bereich erreicht. Dabei war die Spanne der tierindividuellen ZMZ groß. Zusätzlich konnte ein Einfluss der ZMZ auf die Zellzahl festgestellt werden (ALBERTI ET AL. 2010, S. 77; NIELSEN ET AL. 2005, S. 3190). MÜLLER (2012, S. 22) merkte an, dass mit dem AMS das Melken nicht nur häufiger am Tag durchgeführt wird, sondern ebenfalls unregelmäßiger wird. Bei unregelmäßigen ZMZ konnten erhöhte Zellzahlen gefunden werden (MOLLENHORST ET AL. 2011, S. 4534).

6 Schlussfolgerungen

Derzeit stellt die Kombination der muttergebundenen Kälberaufzucht mit AMS sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft ein Randthema dar. Mit der vorliegenden Untersuchung konnte ein erster Schritt für die Erforschung eines Teilbereichs dieser Kombination, der Auswirkung einer Sperrzeit vor dem Kalb-Kuh-Kontakt auf die Saughäufigkeit und Saugdauer sowie des Fremdsaugens, geleistet werden.

In der Umsetzung der Kombination stehen die Landwirt*innen einigen Herausforderungen gegenüber. Sie bestehen in Bezug auf die Stalltechnik und -einrichtung, sowie dem Management. Auf Grundlage der dargestellten Herausforderungen wird der restriktive Kontakt in einem von der Gesamtherde separiertem Stallteil mit Zugang zum AMS empfohlen. Dadurch können größere bauliche Maßnahmen und Gefahrenquellen für die Kälber vermieden und die wichtige Tierbeobachtung für die Risikogruppe getrennt von der Gesamtherde sowie zu den festgelegten Kontaktzeiten regelmäßig durchgeführt werden. Wie groß die Bereitschaft der Betriebsleitenden von AMS-Betrieben für eine Umstellung auf die kuhgebundene Kälberaufzucht ist und wo mögliche Chancen und Hindernisse bestehen, bleibt methodisch zu erforschen.

In Bezug auf die Saughäufigkeit und Saugdauer der Kälber zeigten die Versuchsergebnisse, dass die muttergebundene Kälberaufzucht und AMS sich, sowohl mit als auch ohne Sperrzeit vereinbaren lassen. Von der Sperrzeit wurde nur die Saughäufigkeit beeinflusst. Sie war ohne Sperrzeit insgesamt und bei den Ammen tendenziell höher. Dabei muss beachtet werden, dass sich die Kontaktzeiten in der zweiten Versuchsphase länger gestalteten, als in der ersten und somit ein Effekt durch die Dauer der Kontaktzeit auf die Saughäufigkeit nicht ausgeschlossen werden konnte.

In der zweiten Versuchsphase war zu beobachten, dass einige Kühe kurz vor der Kontaktzeit sich melken ließen. Deshalb wird von einer ungleichmäßigeren Verteilung der Milch zwischen den Kühen ausgegangen. Die vergrößerten Interquartilsabständen und Variationsbreiten der Saugdauer und Saughäufigkeit gaben einen weiteren Hinweis darauf, dass sich die Saughäufigkeit und Saugdauer an der vorhandenen Milchmenge im Euter der Kuh anpasste. Die Kälber mussten deutlich häufiger saugen, um entsprechende Milchmengen aufzunehmen. Das Saugverhalten wurde in der zweiten Versuchsphase deutlich individueller ausgeführt.

Über die Versorgung der Kälber, die aufgenommenen Milchmenge und die tägliche Zunahme konnte nur eine Vermutung aufgestellt werden. Die Saugdauer unterschied sich zwischen den beiden Versuchsphasen nicht. Unter der Annahme, dass die Kälber mit Sperrzeit ausreichende Milchmengen aufnahmen, wies die unveränderte Saugdauer darauf hin, dass den

Kälbern insgesamt genug Milch zur Verfügung stand. Die Kälber waren in der Lage ein mögliches Versorgungsdefizit durch die Mutter durch das Saugen an Ammen auszugleichen. Die Wahl der Kuh hatte demzufolge keinen Einfluss auf die aufgenommene Milchmenge und die tägliche Zunahme. Die Körperkondition, die Vitalität der Kälber und die Aussage der Betriebsleiter über eine vergleichsweise hohe Gewichtszunahme der Kälber unterstützen diese Schlussfolgerung.

Neben den Auswirkungen der Sperrzeit auf die Kälber dürfen die Auswirkungen auf die Kühe nicht vernachlässigt werden. Im Rahmen der Arbeit konnte herausgestellt werden, dass der Nachtreibeaufwand bei der Kombination der muttergebundenen Kälberaufzucht mit AMS und Sperrzeit größer ist als ohne. In Ställen mit freiem Kuhverkehr ist der Nachtreibeaufwand ohnehin vergleichsweise hoch. Darüber hinaus wurden die ZMZ durch die Sperrzeit erhöht und der Melkrhythmus unterbrochen. Dadurch wird die Auslastung des AMS reduziert. Störungen des Melkrhythmus und Verlängerung der ZMZ können darüber hinaus möglicherweise ein Risiko für die Eutergesundheit bedeuten.

Aufgrund der Ergebnisse des dargestellten Versuchs konnte gezeigt werden, dass sich die muttergebundene Kälberaufzucht mit AMS vereinbaren lässt. Von der Einstellung der Sperrzeit wird aufgrund des nicht nachteiligen Effektes auf das Saugverhalten der Kälber und dem erhöhten Nachtreibeaufwand abgeraten.

Die zunehmenden Ansprüche der Gesellschaft an eine artgerechte Tierhaltung und die steigende Technisierung der landwirtschaftlichen Betriebe lassen vermuten, dass die Relevanz der Vereinbarkeit der muttergebundenen Kälberaufzucht mit automatischen Melksystemen, sowohl in der Praxis, als auch in der Forschung, in der Zukunft steigen wird.

7 Zusammenfassung

Muttergebundene Kälberaufzucht stößt sowohl in der Öffentlichkeit als auch bei milchviehhaltenden (Öko-)Betrieben auf zunehmenden Zuspruch. Gleichzeitig steigt die Zahl der installierten AMS auf den Milchviehbetrieben. Diese Entwicklungen weisen darauf hin, dass in Zukunft mehr Betriebe die muttergebundene Kälberaufzucht mit den AMS kombinieren werden. Bei der Kombination besteht die Herausforderung darin, den Kühen das individuelle Melken im AMS zu gewähren und gleichzeitig die Kälber an diesen Kühen aufzuziehen. Es kommt die Frage auf, wie die Kontaktzeiten gestaltet werden sollen, um möglichst beiden Systemen ohne große Nachteile gerecht zu werden. Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde untersucht, inwieweit sich eine zweistündige Sperrzeit (auch: Blockzeit) vor dem zweimal täglich stattfindenden Kalb-Kuh-Kontakt auf das Saugverhalten der Kälber auswirkt. Ziel der Untersuchung war es, aufgrund der Veränderung der Saugdauer, Saughäufigkeit sowie der Wahl der Kuh in Abhängigkeit der Sperrzeit eine Empfehlung über deren Notwendigkeit aussprechen zu können.

Der Versuch fand auf einem ökologisch wirtschaftenden Milchviehbetrieb statt und wurde in zwei Versuchsphasen unterteilt, die jeweils zehn aufeinanderfolgende Kontaktzeiten umfassten und durch zehn Wochentage voneinander getrennt waren. Während in der ersten Versuchsphase der Kontaktzeit eine zweistündige Sperrzeit vorgeschaltete war, wurde in der zweiten Versuchsphase auf die Sperrzeit verzichtet. In einer kontinuierlichen Direktbeobachtung, die durch Kameraaufnahmen unterstützt wurde, wurden Saugdauer, Saughäufigkeit und die Wahl der Kuh von sechs Kälbern aufgenommen. Die Daten wurden mit der Statistiksoftware SPSS ausgewertet.

Die Kontaktzeit variierte in ihrer Länge (zwischen 00:58 Stunde und 02:39 Stunden) sehr stark. Alle Kälber waren während jeder Kontaktzeit mind. einmal für mind. 03:56 Minuten beim Saugen zu beobachten. Die mittlere Saugdauer je Kontaktzeit betrug 12:39 Minuten und ist damit vergleichbar mit der Saugdauer von bereits durchgeführten Untersuchungen in der restriktiven muttergebundenen Kälberaufzucht (FRÖBERG ET AL. 2005, S. 26; FRÖBERG ET AL. 2008, S. 6; ROTH ET AL. 2009a, S. 146–147). Die Kälber suchten in rund 60 % der Saugakte ihre Mutter und in rund 40 % der Saugakte eine Amme auf.

Bei der Unterscheidung zwischen den Versuchsphasen fällt auf, dass die Kontaktzeit in der ersten Versuchsphase kürzer war, als in der zweiten (Mann-Whitney-U-Test; p-Wert < 0,001). Darüber hinaus lagen die Zeitpunkte des letzten Melkens vor dem Kalb-Kuh-Kontakt näher in der zweiten Versuchsphase an der Kontaktzeit (Mann-Whitney-U-Test; p-Wert < 0,001).

Bei dem Vergleich der Mittelwerte der Saugdauer in Abhängigkeit der Sperrzeit (Wilcoxon-Rangsummentest) konnten keine statistischen Signifikanzen nachgewiesen werden

($0,757 \leq p\text{-Wert} \leq 0,173$). Mit dem Verzicht auf die Sperrzeit ging ein tendenzieller Anstieg der insgesamten Saughäufigkeit ($p\text{-Wert} = 0,066$) und der an den Ammen ($p\text{-Wert} = 0,068$) einher. Zusätzlich wiesen nahezu alle Zielvariablen ohne Sperrzeit vergrößerte Variationsbereiten und Interquartilsabstände auf.

Die Sperrzeit führte dazu, dass die Kälber ähnlicheres Verhalten zeigten und das Fremdsaugen weniger intensiv ausgeführt wurde. Der Einfluss der verlängerten Kontaktzeit ohne Sperrzeit muss hierbei beachtet werden. Die unveränderte Saugdauer, die Kondition und Vitalität der Kälber auf eine ausreichende Versorgung mit Milch hin. Von der Einrichtung einer Sperrzeit vor dem Kalb-Kuh-Kontakt wird auf Grundlage dieser Ergebnisse und im Hinblick auf den erhöhten Nachtreibeaufwand abgeraten.

IV Literaturverzeichnis

- ALBERTI, J. H., BAUM, M., BONSELS, T., LOSAND, B., MAHLKOW-NERGE, K., NATROP, C., PRIES, M., SCHUSTER, H., STAUDACHER, W. & VERHÜLSDONK, C. (2010): 100 Antworten zu Automatischen Melksystemen. DLG-Verlag GmbH, Frankfurt am Main.
- BARTH, K., ROTH, B. & HILLMANN, E. (2009): Muttergebundene Kälberaufzucht - eine Alternative im Ökologischen Landbau? In: RAHMANN, G. (Hrsg.): Ressortforschung für den Ökologischen Landbau 2008. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.
- BAYRISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (o.J.): Zwischenmelkzeiten in Automatischen Melksystemen - zu kurz/ zu lang? URL: <https://www.lfl.bayern.de/ilt/tierhaltung/rinder/126332/index.php> (Stand: 23.11.2019).
- BICKELHAUPT, C. & VERWER, C. (2013): Investigating Marketing Opportunities for Dairy Products from Dam Rearing Systems. Summary of the similarly titled report. Louis Bolk Institute, Bunnik.
- BONSELS, T. (2012): Die wichtigsten Kennzahlen. In: top agrar (Hrsg.): Melkroboter Management. Stallbau, Technik, Handling. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
- BOOTH, D. A. (1979): Metabolism and the control of feeding in Man and Animals. In: BROWN, K. & S. J. COOPER (Hrsg.): Chemical influences on behaviour. Academic Press, Cambridge.
- BOURIER, G. (2005): Beschreibende Statistik. Praxisorientierte Einführung - Mit Aufgaben und Lösungen. Gabler, Wiesbaden, 6. Auflage.
- BROOM, D. M. & FRASER, A. F. (2015): Domestic animal behaviour and welfare. CAB International, Wallingford, 5. Auflage.
- BRUMMER, S. (2003): Untersuchung zur Reduzierung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern in der Gruppenhaltung mit Tränkeabrufautomat, Dissertation. Technische Universität, München.
- BÜHLEN, F. & IVEMEYER, S. (2014): Viel Technik - Wenig Tier(-wohl). Melkroboter auf dem Demeterbetrieb. In: Lebendige Erde (2), S. 509-512.
- BUNDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT UND ERNÄHRUNG (BLE) (2017): Automatische Melksysteme in der Ökomilchviehhaltung. URL: <https://www.oekolandbau.de/landwirtschaft/tier/spezielle-tierhaltung/rinder/milchviehhaltung/haltung/automatische-melksysteme/> (Stand: 05.12.2019).
- BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LANDWIRTSCHAFT (2018): Landwirtschaft verstehen. Fakten und Hintergründe. URL: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile (Stand: 10.12.2019).
- BUSCH, G., WEARY, D. M., SPILLER, A. & VON KEYSERLINGK, M. A. (2017): American and German attitudes towards cowcalf separation on dairy farms. URL: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0174013> (Stand: 06.12.2019).
- CAPLEN, G. (2010): Hunger. In: MILLS, D. S. & J. N. MERCHANT-FORTE (Hrsg.): The Encyclopedia of Applied Animal Behaviour and Welfare. CAB International, Wallingford.
- DAS, S. M., REDBO, I. & WIKTORSON, H. (2000): Effect of age of calf on suckling behaviour and other behavioural activities of Zebu and crossbred calves during restricted suckling periods. In: Applied Animal Behaviour Science 67, S. 47-57.
- DAY, M. L., IMAKAWA, K., CLUTTER, A. C., WOLFE, P. L., ZALESKY, D. D., NIELSEN, M. K. & KINDER, J. E. (1987): Suckling behaviour of calves with dams varying in milk production. In: Journal of Animal Science 65 (4), S. 1207-1212.

- DE PASSILLE, A. M. (2001): Sucking motivation and related problems in calves. In: Applied Animal Behaviour Science 72, S. 175-187.
- EGLER, B. (2005): Verhaltensbeobachtungen zum gegenseitigen Besaugen von Fleckviehkälbern, Dissertation. Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg.
- EHRlich, M. E. (2003): Muttergebundene Kälberaufzucht in der ökologischen Milchviehhaltung, Diplomarbeit. Universität Kassel, Kassel, Witzenhausen.
- ENGELMANN, C., FLADE, H.-E., PORZIG, E., SAMBRAUS, H. H. & SCHEIBE, K. M. (1991): Nahrungsaufnahmeverhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- EU-Öko-Verordnung (1999): Verordnung (EG) Nr. 1804/1999 des Rates vom 19. Juli 1999 zur Einbeziehung der tierischen Erzeugung in den Geltungsbereich der Verordnung (EWG) Nr. 2092/91 über den ökologischen Landbau und die entsprechende Kennzeichnung der landwirtschaftlichen Erzeugnisse und Lebensmittel. URL: <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/d839b766-276a-4a46-b26d-7feca84b1876/language-de> (Stand: 23.11.2019).
- FAIK, J. (2018): Statistik mit SPSS für Dummies. Alles in einem Band. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim.
- FRÖBERG, S. (2008): Effects of Restricted and Free Suckling, Dissertation. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala.
- FRÖBERG, S., GRATTE, E., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K., OLSON, I., BERG, C., ORIHUELA, A., GALINA, C. S., GARCÍA, B. & LIDFORS, L. (2008): Effects of suckling ('restricted suckling') on dairy cows' udder health and milk let-down and their calves' weight gain, feed intake and behaviour. In: Applied Animal Behaviour Science 115 (1-2), S. 1-14.
- FRÖBERG, S. & LIDFORS, L. (2009): Behaviour of dairy calves suckling the dam in a barn with automatic milking or being fed milk substitute from an automatic feeder in group pen. In: Applied Animal Behaviour Science 117, S. 150-158.
- FRÖBERG, S., LIDFORS, L., OLSON, I. & SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. (2005): Early interactions between the high-producing dairy cow and calf. Effects of restricted suckling versus artificial rearing in a group or individual pen on the growth, feed intake and behaviour of the calf and the milk production of the cow, Report. Swedish University of Agricultural Science, Uppsala, Skara.
- FRÖBERG, S., LIDFORS, L., SVENNERSTEN-SJAUNJA, K. & OLSON, I. (2011): Performance of free suckling dairy calves in an automatic milking system and their behaviour at weaning. In: Acta Agriculturae Scandinavica Section A - Animal Science 61, S. 145-156.
- FUCHS, C., FÜBBEKER, A., HARMS, J., HARTMANN, W., HÄUßERMANN, A., KAUFMANN, R., REINECKE, F., ROSE-MEIERHÖFER, S., WOLTER, W. & ZÄHNER, M. (2013): Automatische Melksysteme. Verfahren - Kosten - Bewertung. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- GADOW, C. (1965): Beitrag zur Rindfleischerzeugung durch Mutter- und Ammenkuhhaltung, Dissertation. Georg-August-Universität, Göttingen.
- GINDELE, N. (2016): Wandel des Unternehmertums in der Landwirtschaft, Dissertation. Universität Hohenheim, Hohenheim.
- GORN, A. (2019): Markt Bilanz. Milch 2019. Medienhaus Plump GmbH, Rheinbreitbach.
- GRÄFF, A. M. (2017): Untersuchungen zu Auswirkungen von simulierten Energieausfällen eines automatischen Melksystems auf ausgewählte Stressparameter von Milchkühen, Dissertation. Technische Universität, München.

- HAFEZ, E. S. E. & LINEWEAVER, J. A. (1967): Suckling Behaviour in Natural and Artificially Fed Neonate Calves. In: *Ethology - International journal of behavioural biology* 25 (2), S. 178-198.
- HARMS, J. (2009): Automatisches Melken. Stand der Technik und Entwicklungstendenzen. In: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (Hrsg.): *Tiergerechtes Melken - Menschengerechte Arbeit - Wirtschaftliche Milchproduktion*. ART, Ettenhausen.
- HARMS, J. (2016): Automatisches Melken. Erfahrungen, Tipps und Tricks. In: Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): *Automatisches Melken*, Grub.
- HARMS, J. & WENDL, G. (2010): Sensorik und Automatisierung in der Milchviehhaltung. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): *Automatisierung und Roboter in der Landwirtschaft*. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft, Darmstadt.
- HARMS, J. & WENDL, G. (2012): Automatische Melksysteme. Trends, Entwicklungen, Umsetzung. In: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein (Hrsg.): *39. Viehwirtschaftliche Fachtagung. Milchproduktion - Status quo und Anpassung an zukünftige Herausforderungen*. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein, Irdning.
- HAUSER, R. (2007): Melkroboter. Ansprüche des Tieres an die Melktechnik am Beispiel von AMS. In: Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon (Hrsg.): *Melktechnologie der Zukunft. Das Zusammenwirken von Industrie, Beratung und Forschung*. ART, Ettenhausen.
- HÖMBERG, D. (2002): Wirtschaftlichkeit automatischer und konventioneller Melksysteme im Vergleich, Dissertation. Technische Universität, München.
- HULSEN, J. (2011): *Melken mit dem Roboter*. Roodbont Verlag, Zutphen.
- HULSEN, J. (2015): *Kuhsignale. Krankheiten und Störungen früher erkennen*. Roodbont Verlag, Zutphen.
- HUTCHINSON, H. G., WOOF, R., MABON, R. M., SAHELE, I. & ROBB, J. M. (1962): A study of the habits of zebu cattle in Tanganyika. In: *The Journal of Agricultural Science* 59 (3), S. 301-317.
- IVEMEYER, S., KENNER, A., KNÖSEL, M. & KNIERIM, U. (2016): Milchaufnahme von Tränkekälbern in einem System der muttergebundenen Kälberaufzucht. In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- JENSEN, P., ALGERS, B. & EKESBO, I. (1986): *Methods of Sampling and Analysis of Data in Farm Animal Ethology*. Birkhäuser, Basel, Boston, Stuttgart.
- JOHNS, J., WAGNER, K., WAIBLINGER, S., BARTH, K. & HILLMANN, E. (2011): Hat das Saugen bei der Mutter im Vergleich zum Saugen am Tränkeautomaten für Kälber eine Entspannungswirkung? In: Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (Hrsg.): *Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung*. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup.
- JOHNSON, J. F., DE PASSILLE, A. M., MEJDELL, C. M., BØE, K. E., GRØNDAHL, A. M., BEAVER, A., RUSHEN, J. & WEARY, D. M. (2015): The effect of nursing on the cow-calf bond. In: *Applied Animal Behaviour Science* 163, S. 50-57.
- JOHNSON, J. F., ZIPP, K., KÄLBER, T., DE PASSILLE, A. M., KNIERIM, U., BARTH, K. & MEJDELL, C. M. (2016): Is rearing calves with the dam a feasible option for dairy farms? Current and further research. In: *Applied Animal Behaviour Science* 181, S. 1-11.
- KAPPELER, P. (2017): *Verhaltensbiologie*. Springer Spektrum, Berlin, Heidelberg, 4. Auflage.

- KNIERIM, U. (2017): Beurteilung der Tiergerechtigkeit. Vorlesung im Modul Nutztierhaltung. Universität Kassel.
- KROHN, C. (2001): Effects of different suckling systems on milk production, udder health, reproduction, calf growth and some behavioural aspects in high producing dairy cows. A review. In: *Applied Animal Behaviour Science* 72 (3), S. 271-280.
- LANGHOUT, J. & WAGENAAR, J.-P. (2005): Kälberaufzucht in der modernen Milchviehhaltung. DAs Ermöglichen von Mutter-Kind-Verhalten verbessert das Produktionssystem und die Ökonomie. In: GEßL, R. & W. OSCHISCHNIG (Hrsg.): Chancen und Grenzen einer tiergerechten Nutztierhaltung. Kurzfassungen der Vorträge der 12. Freiland-Tagung. Freiland-Verband, Wien.
- LEHNERT, S. (2012): Welcher Melkroboter für meinen Betrieb? In: top agrar (Hrsg.): Melkroboter Management. Stallbau, Technik, Handling. Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster.
- LIDFORS, L., BERG, C. & ALGERS, B. (2005): Integration of Natural Behaviour in Housing Systems. In: *Ambio: A Journal of the Human Environment* 34 (4), S. 325-330.
- LIDFORS, L. & JENSEN, P. (1988): Behaviour of Free-Ranging Beef Cows and Calves. In: *Applied Animal Behaviour Science* 20, S. 237-247.
- LIDFORS, L., JUNG, J. & DE PASSILLE, A. M. (2010): Changes in suckling behaviour of dairy calves nursed by their dam during the first month post partum. In: *Applied Animal Behaviour Science* 128, S. 23-29.
- LINDENA, T., TERGAST, H., ELLßEL, R. & HANSEN, H. (2018): Steckbriefe zur Tierhaltung in Deutschland: Milchkühe, Braunschweig. URL: https://www.thuenen.de/media/ti-themenfelder/Nutztierhaltung_und_Aquakultur/Haltungsverfahren_in_Deutschland/Milchviehhaltung/Steckbrief_Milchkuehe2018_final_2.pdf (Stand: 05.12.2019).
- MARTIN, P. & BATESON, P. (2009): Measuring behaviour. An introductory guide. Cambridge University Press, Cambridge, 3. Auflage.
- MEYER, U. (2005): Fütterung von Kälbern und Jungrindern. In: BRADE, W. & G. FLACHOWSKI (Hrsg.): Rinderzucht und Milcherzeugung. Empfehlungen für die Praxis, Braunschweig, 2. Auflage.
- MOLLENHORST, H., HIDAYAT, M., VAN DEN BROEK, J., NEIJENHUIS, F. & HOGEVEEN, H. (2011): The relationship between milking interval and somatic cell count in automatic milking systems. In: *Journal of Dairy Science* 94 (9), S. 4531-4537.
- MÜLLER, T. (2012): Automatische Melksysteme: Auswirkungen der Umstellung und des Einsatzes in bayrischen Milchviehbetrieben, Bachelorarbeit. Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Freising.
- NAGUIB, M. (2006): Methoden der Verhaltensbiologie. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.
- NIELSEN, N. I., LARSEN, T., BJERRING, M. & INGVAERTSEN, K. L. (2005): Quarter Health, Milking Interval, and Sampling Time During Milking Affect the Concentration of Milk Constituents. In: *Journal of Dairy Science* 88, S. 3186-3200.
- PHILLIPS, C. (1993): Cattle Behaviour. Farming Press Books, Ipswich.
- RASMUSSEN, M. D., BLOM, J. Y., NIELSEN, L. A. & JUSTESEN, P. (2001): The impact of automatic milking on udder health. In: National Mastitis Council U.S. & American Association of Bovine Practitioners (Hrsg.): 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quality. National Mastitis Council, New Prague.
- REINHARDT, V. (1978): Mutter-Kalb Beziehung. In: *Landwirtschaftliche Zeitschrift* 145, S. 728-729.

- REINHARDT, V. (1980): Untersuchung zum Sozialverhalten des Rindes. Eine zweijährige Beobachtung an einer halb-wilden Rinderherde (*Bos indicus*). Birkhäuser, Basel.
- ROTH, B., BARTH, K., GYGAZ, L. & HILLMANN, E. (2009a): Influence of artificial vs. mother-bonded rearing on sucking behaviour, health and weight gain in calves. In: *Applied Animal Behaviour Science* 119, S. 143-150.
- ROTH, B., BARTH, K. & HILLMANN, E. (2009b): Vergleich der muttergebundenen und der künstlichen Aufzucht in Bezug auf die Gesundheit, Gewichtsentwicklung und chronischen Stress bei Milchviehkälbern. In: MAYER, J., T. ALFÖLDI, D. DUBOIS, F. PADRUOT, F. HECKENDORN, E. HILLMANN, P. KLOCKE, A. LÜSCHER, S. RIEDEL, M. STOLZE, F. STRASSER, M. VAN DER HEIJDEN & H. WILLER (Hrsg.): *Werte – Wege – Wirkungen: Biolandbau im Spannungsfeld zwischen Ernährungssicherung, Markt und Klimawandel. Beiträge zur 10. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. Band 2: Tierhaltung, Agrarpolitik und Betriebswirtschaft, Märkte und Lebensmittel*. Dr. Köster, Berlin.
- RUDLSTORFER, S. (2018): Wenn Kuh und Kalb zusammen bleiben. URL: <https://ooe.lko.at/wenn-kuh-und-kalb-zusammenbleiben+2500+2768773> (Stand: 09.12.2019).
- RUMSEY, D. (2019): *Statistik II für Dummies*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, 2. Auflage.
- SAMBRAUS, H. H. (1978): Rind. In: SAMBRAUS, H. H. (Hrsg.): *Nutztierethologie. Das Verhalten landwirtschaftlicher Nutztiere. Eine angewandte Verhaltenskunde für die Praxis*. Parey, Berlin, Hamburg.
- SAMBRAUS, H. H. (1991): *Nutztierkunde. Biologie, Verhalten, Leistung und Tierschutz*. Ulmer, Stuttgart.
- SCHEURMANN, E. (1974): Ursachen und Verhütung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern. In: *Tierärztliche Praxis* 2, S. 389-394.
- SPENGLER NEFF, A., IVEMEYER, S. & SCHNEIDER, C. (2018): Muttergebundene Kälberaufzucht in der Milchviehhaltung. FIBL, Frick, 4. Auflage.
- SPOLDERS, M. (2002): Effekte eines automatischen Systems des Milchentzugs („Melkroboter“) auf Futteraufnahmemenge, -rhythmik, Kau- und Wiederkauaktivität sowie stoffwechsel- und leistungsbiologische Zusammenhänge bei Hochleistungskühen im Vergleich zum herkömmlichen Melksystem, Dissertation. Tierärztliche Hochschule, Hannover.
- STEINHÖFL, I. & DIENER, K. (2015): Optimierung des Wachstumsverlaufes in der Kälber- und Jungrinderaufzucht zur Verbesserung von Gesundheit, Fruchtbarkeit und Nutzungsdauer in der Milchrindhaltung. *Schriftenreihe* 20/2015. URL: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/25221> (Stand: 14.12.2019).
- Tierschutznutztierhaltungs-Verordnung (2001): Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. August 2006 (BGBl. I S. 2043), die zuletzt durch Artikel 3 Absatz 2 des Gesetzes vom 30. Juni 2017 (BGBl. I S. 2147) geändert worden ist. URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschnutztv/BJNR275800001.html> (Stand: 23.11.2019).
- TOELLE, K. (2019): Hofliste mit mutter- oder ammengebundener Kälberaufzucht. URL: <https://welttierschutz.org/hofliste-mit-mutter-oder-ammengebundener-kaelberaufzucht/> (Stand: 06.09.2019).
- TRILK, J., ZUBE, P., MÜNCH, K. & MAY, D. (2006): Bewertung der Anwendung Automatischer Melksysteme. *Schriftenreihe Landwirtschaft* 7. URL: https://lelf.brandenburg.de/media_fast/4055/Anwendung%20automatischer%20Melksysteme.pdf (Stand: 15.12.2019).
- TUCKER, C. B. (2009): Behaviour of Cattle. In: JENSEN, P. (Hrsg.): *The ethology of domestic animals. An introductory text*. CAB International, Wallingford, 2. Auflage.

- WAGENAAR, J.-P. (2009): Happy Dutch organic calves. Suckling Systems in organic dairying in the Netherlands. In: LUND, V. & C. M. MEJDELL (Hrsg.): Calf welfare in organic herds. Planning for the future. Veterærinstituttet, Oslo.
- WESTDEUTSCHER RUNDFUNK KÖLN (2018): So stresst die frühe Trennung Kalb und Kuh. URL: <https://www.quarks.de/umwelt/tierwelt/so-stresst-die-fruehe-trennung-kalb-und-kuh/> (Stand: 06.12.2019).
- ZSCHIESCHE, M. (2012): Untersuchung der Synchronität von Verhaltensmerkmalen in einer Mutterkuhherde, Bachelorarbeit. Berlin, Humboldt-Universität.

V Anhang

Anhang 1: Beobachtungsprotokoll

Beobachtungsprotokoll

Datum: _____ [] morgens [] abends

Beginn: _____ Ende: _____

Ton Nr.: _____

Kalb 1

Kuh	Start	Ende

Kalb 2

Kuh	Start	Ende

Kalb 3

Kuh	Start	Ende

Kalb 4

Kuh	Start	Ende

Kalb 5

Kuh	Start	Ende

Kalb 6

Kuh	Start	Ende

Kalb 7

Kuh	Start	Ende

Kalb 8

Kuh	Start	Ende

Abbildung 8: Protokoll für die Direktbeobachtung