

# Masterarbeit

# Auswirkungen erhöhter Milchmengen (14-16% vs. 10-12% des Körpergewichts) auf das Verhalten von Kälbern

verfasst von

Prisca WALDHERR, BSc

im Rahmen des Masterstudiums

Nutztierwissenschaften

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieurin

Wien, Juni 2022

Betreut von:

Univ. Prof. Dr. Christoph Winckler Institut für Nutztierwissenschaften Department für Nachhaltige Agrarsysteme

## Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbstständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und alle aus ungedruckten Quellen, gedruckter Literatur oder aus dem Internet im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt übernommenen Formulierungen und Konzepte gemäß den Richtlinien wissenschaftlicher Arbeiten zitiert und mit genauer Quellenangebe kenntlich gemacht habe.

Prisca Waldherr

Wien, Juni 2022

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während meiner Masterarbeit motiviert und unterstützt haben. An erster Stelle möchte ich mich bei Univ.-Prof. Dr. Christoph Winckler für die professionelle und geduldige Betreuung und Beantwortung all meiner Fragen bedanken. Außerdem gilt mein Dank allen weiteren Mitarbeiter\*innen der Boku, die mich in technischen Belangen unterstützt oder mir die Materialien für den Versuch zur Verfügung gestellt haben.

Der größte Dank ist an meine Eltern gerichtet, die mir das Studium durch ihre unermessliche Unterstützung ermöglicht haben. Danke auch an meinen Mann für die motivierenden und mutmachenden Worte und für die unzähligen Tassen Kräutertee.

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
	1.1. Allgemeine Aspekte zur Aufzucht von Kälbern	1
	1.1.1. Aufzuchtmethoden von Kälbern	2
	1.1.2. Auswirkungen der künstlichen Aufzucht	3
	1.1.3. Milchmenge und Anzahl der Milchtränken pro Tag - künstliche Aufzucht	5
	1.1.4. Milchmenge und Anzahl der Milchtränken pro Tag – natürliche Aufzucht	6
	1.2. Relevanz des Themas und Problemstellung	6
	1.3. Forschungsfragen und Ziel	7
2.	Tiere, Material und Methode	8
	2.1. Tiere und Tierhaltung	8
	2.2. Datenerhebung	11
	2.2.1. Verhaltenserfassung	11
	2.2.2. Wiegung der Tiere	15
	2.3. Statistische Auswertung	16
3.	Ergebnisse	18
	3.1. Körpergewicht und tägliche Zunahmen	18
	3.2. Verhalten	21
4.	Diskussion der Ergebnisse	26
	4.1. Körpergewicht und tägliche Zunahmen	26
	4.2. Verhalten	27
5.	Schlussfolgerungen	30
6	7usammenfassung	31

7.	Abstract	32
8.	Literaturverzeichnis:	. 33
9.	Tabellenverzeichnis	. 38
10.	Abbildungsverzeichnis	. 39
11.	Anhang	. 40

## 1. Einleitung

## 1.1. Allgemeine Aspekte zur Aufzucht von Kälbern

Die Aufzucht von Kälbern wird in der Gesellschaft zunehmend kritisch diskutiert (Placzek et al., 2021). Die frühe Trennung von Kuh und Kalb ist dabei ein Punkt, der sehr häufig angeklagt wird. Die überwiegende Mehrheit der Kälber wird künstlich, unter permanenter Trennung von Kuh und Kalb, aufgezogen. Hierbei gibt es keinen Unterschied, ob es sich um einen konventionellen oder biologischen Betrieb handelt (Kälber und Barth, 2014). Der Grund für die Trennung liegt in dem System der Milchviehhaltung. Im Jahr 2020 gab es in Österreich rund 524.000 Milchkühe, die im Schnitt jährlich ein Kalb zur Welt bringen (Statistik Austria, 2021). In der Milchviehhaltung werden die Kälber in der Regel innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Geburt von ihren Müttern getrennt und künstlich aufgezogen, damit die gesamte Milch der Kuh für die menschliche Ernährung verwendet werden kann (Hoy et al., 2016).

Ziel einer jeden Kälberaufzucht ist die frühzeitige und rasche Entwicklung zum Wiederkäuer (Van Ackeren, 2016; Kirchgessner et al., 2014). Hierbei soll sich der Pansen frühzeitig fertig entwickeln und die Wiederkautätigkeit angeregt werden (Jeroch et al., 2008). Zudem müssen die Kälber ein starkes Immunsystem aufbauen, um vor Krankheiten geschützt zu sein (Van Ackeren, 2016). In der Zeit nach der Geburt ist das Verdauungssystem eines Kalbes monogastrisch und somit auf Milch angewiesen (Kunz, 2014). Vollmilch ist aus ernährungsphysiologischer Sicht das beste Futtermittel für Kälber (Kirchgessner et al., 2014). Die Nährstoffe stehen hier im optimalen Verhältnis zueinander und es ist ein sehr energiereiches Futtermittel. Werden Kälber mit Vollmilch gefüttert, treten auch nachweislich weniger gesundheitliche Probleme bei den Kälbern auf (Moran, 2002).

Unabhängig vom späteren Aufzuchtsystem ist die Aufnahme von Kolostrum für das neugeborene Kalb unerlässlich. Kolostrum ist die erste Milch, die von der Kuh, ausgelöst durch die Geburt, produziert wird. Es unterscheidet sich auch optisch von der reifen Milch; Kolostrum ist dickflüssiger und hat eine gelbliche Farbe (Moran, 2002). Kolostrum enthält außerdem in großer Menge Antikörper der Mutter in Form von Immunglobulinen. Das Kalb wird ohne Schutz gegen Krankheiten geboren und muss diese Immunglobuline erst über die Milch aufnehmen. Da die Anzahl der Immunglobuline im Kolostrum nach der Geburt rasch abnimmt und auch das Kalb die Fähigkeit, die Globuline über den Darm aufzunehmen, verliert, muss diese erste Milch in den ersten drei bis sechs Lebensstunden angeboten werden. Dabei sollte die verabreichte Menge bei zwei bis drei Litern liegen. In der ersten Lebenswoche sollte weiterhin

Kolostrum verfüttert werden. Auch wenn der Immunglobulinanteil dann bereits verschwindend gering ist, ist es für das Kalb besser, Milch der eigenen Mutter zu bekommen (Kirchgessner et al., 2014).

Im Anschluss an die Kolostralmilchphase stehen mehrere Möglichkeiten für die Aufzucht zur Verfügung. Nach der Trennung von der Mutter findet die Aufzucht in der Regel ohne weiteren Kontakt zur Kuh statt. In den meisten Fällen findet auch kein Sichtkontakt statt, da die Kälber in einem eigenen Bereich im Stall untergebracht werden. In den ersten zwei Wochen ist eine Einzelhaltung der Kälber zulässig. Danach müssen sie in Gruppen gehalten werden. Für Biobetriebe gibt es eine Ausnahme, hier ist die Einzelhaltung bis zur achten Woche zulässig. Das dauerhafte Anbinden von Kälbern ist nicht erlaubt. Nur zu den Tränke-Mahlzeiten dürfen sie kurz fixiert werden (EU-VO 2018/848, 2018).

Unabhängig vom Aufzuchtsystem muss dem Kalb ab dem ersten Lebenstag Wasser zur Verfügung stehen. Da Milch größtenteils aus Wasser besteht, ist die Aufnahme in den ersten Tagen entsprechend gering. Sobald das Kalb beginnt trockene Futtermittel, insbesondere Heu und Stroh, aufzunehmen, erhöht sich der Konsum von Wasser (Moran, 2002). Spätestens ab der zweiten Lebenswoche muss auch Raufutter in steigenden Mengen zur Verfügung stehen (RIS, 2022).

#### 1.1.1. Aufzuchtmethoden von Kälbern

Die gängigste Methode der künstlichen Aufzucht ist die restriktive Fütterung (Kirchgessner et al., 2014). Dies bedeutet, dass die Kälber zwei- bis dreimal am Tag eine definierte Menge Milch erhalten. Gängige Empfehlungen sprechen hier von ca. 10-12% des Körpergewichts des Kalbes (Wiedemann et al., 2015; De Paula Vieira et al., 2008; Moran, 2002). Die Milchgabe erfolgt dabei über einen Tränkeeimer oder über einen Tränkeautomaten. Bei beiden Systemen wird für die Milchaufnahme ein Nuckel verwendet, der an die Form einer natürlichen Zitze angepasst ist (Hoy et al., 2016).

Alternativen zur künstlichen Aufzucht in der Milchviehhaltung sind derzeit noch in Erprobung. Da bei den oben genannten Systemen der Mensch festlegt, wie viel Milch das Kalb pro Tag bekommt, gibt es in den letzten Jahren immer wieder die Bestrebung, die Aufzucht der Kälber so natürlich wie möglich zu gestalten (Placzek et al., 2021). Dies zeigt sich in der rasanten Entwicklung der sogenannten "Muttergebundenen Kälberaufzucht". Hierbei wird die Kuh gemolken und säugt gleichzeitig ihr eigenes Kalb. Mit Ausnahme der ersten paar Lebenstage des Kalbes, in denen Kuh und Kalb noch in der Abkalbebox verbleiben, laufen die Kälber bei permanenten Saugangebot in der Milchviehherde mit und werden nicht separat aufgestallt. Das Kalb kann nach eigenem Ermessen Milch in gewünschter Menge und Häufigkeit aufnehmen. Bei der Methode des restriktiven Saugens werden die Kälber jeweils nach der Melkung für je ca. 30 Minuten zu ihren Müttern gelassen. Aufgrund der Mutter-Kind Bindung säuft das Kalb nur bei der eigenen Mutter, auch wenn weitere Kühe in der Herde sind. Ein weiteres mögliches

System ist die Ammenkuhhaltung. Hier ziehen Ammenkühe, die nicht gemolken werden, mehrere Kälber gleichzeitig auf. Bei beiden Systemen kann neben dem natürlichen Tränkeverhalten ein intensiver sozialer Kontakt zwischen Kalb und Kuh stattfinden (Kälber und Barth, 2014; Wagenaar und Langhout, 2007).

Eine weitere alternative Form, die einen Kompromiss zwischen künstlicher Aufzucht und natürlichem Trinkverhalten darstellt, ist die ad-libitum Tränke. Bei diesem System kann das Kalb soviel Milch aufnehmen, wie es möchte. Es werden bis zu 20% des Körpergewichts an Milch aufgenommen (Khan et al., 2016; Jasper und Weary, 2002). Momentan wird dieses System vor allem in den ersten vier Lebenswochen durchgeführt, danach wird die angebotene Menge langsam reduziert und bis zum Absetzen nur mehr restriktiv angeboten (Kunz, 2014). Da bei der ad-libitum Tränke die Milch frei angeboten wird und somit für einen längeren Zeitraum beim Kalb bleibt, muss sie angesäuert werden, damit sie nicht verdirbt. Durch das Absenken des pH-Wertes ist die Milch länger haltbar. Gleichzeitig entsteht auch der Effekt, dass die Milch für das Kalb bereits vorverdaut ist. Dadurch kann angesäuerte Milch auch mit niedrigeren Temperaturen verabreicht werden (Hoy et al., 2016). Dieses Verfahren ist zur Zeit noch kein Standard, die erhöhte Milchmenge zeigt jedoch eine positive Entwicklung für das Kalb in vielen Bereichen (Kunz, 2014). Bei mehreren Studien konnte festgestellt werden, dass ad-libitum getränkte Kälber höhere Tageszunahmen aufwiesen, als restriktiv getränkte Kälber (Kürn, 2017; De Paula Vieira et al., 2008). Auch bezogen auf die Gesundheit und Vitalität der Kälber konnten positive Effekte beobachtet werden (Kunz, 2014). Korst beschrieb in seiner Studie eine verbesserte Entwicklung der ad-libitum gefütterten Kälber, die sich später auch in ihren eigenen Leistungen als Milchkuh positiv wiederspiegelte (Korst et al., 2017). Zudem konnte auch ein geringeres Auftreten von gegenseitigem Besaugen während der Zeit der ad-libitum Fütterung beobachtet werden (De Passillé et al., 2010).

Um mehr Milch an die Molkerei liefern zu können, gibt es auch die Möglichkeit auf Milchaustauscher zurückzugreifen. Dabei handelt es sich um ein eiweißreiches Pulver, welches in warmem Wasser aufgelöst wird. Fehler in der Konzentration des Pulvers oder beim Anrühren können zu Verdauungsproblemen führen (Hoy et al., 2016). Alle beschriebenen künstlichen Systeme sind auch mit Milchaustauschfutter durchführbar.

#### 1.1.2. Auswirkungen der künstlichen Aufzucht

Die künstliche Aufzucht bringt auch einige Nachteile für die Kälber mit sich. Neben dem Fehlen der Mutter werden die Jungtiere häufig auch restriktiv gefüttert, um die Kosten der Fütterung gering zu halten. Daher wird zusätzlich auch angestrebt, diese Phase möglichst kurz zu halten und nach

spätestens 9-10 Wochen abzusetzen. In Bio-Betrieben dürfen die Kälber erst nach 90 Tagen abgesetzt werden (Kirchgessner et al., 2014; Jeroch et al., 2008).

Dieses Defizit der Milchfütterung führt bei der künstlichen Aufzucht zu Konsequenzen, die sich negativ auf das Kalb auswirken können. Neben dem Hungergefühl leidet das Kalb auch an einem Energiemangel. In den ersten Lebenswochen sind Kälber auf das Nahrungsmittel Milch angewiesen, da der Pansen noch nicht fertig ausgebildet ist (Nielsen et al., 2008). Das unbefriedigte Saugbedüfnis kann auch zur Problematik des gegenseitigen Besaugens führen, da der Saugtrieb bei kurzer Milchaufnahme (ca. drei Minuten) noch nicht ausreichend gestillt ist und das Kalb für ca. zehn Minuten den Drang verspürt, zu saugen. Das Besaugen von leblosen Gegenständen oder Artgenossen ist ein ernstzunehmendes Problem bei der Aufzucht von Kälbern, da es zu einer Übertragung von Infektionen und Entzündungen der besaugten Stellen kommen kann (Moran, 2002). Daher müssen Maßnahmen gesetzt werden, die das gegenseitige Besaugen auf ein Minimum reduzieren, etwa die Durchflussrate der Milch verringern, um die Dauer des Tränkevorganges zu verlängern.

Um das Ziel der raschen Entwicklung zum Wiederkäuer zu erreichen, gab es früher die Empfehlung, die Tränkemenge über die gesamte Tränkeperiode zu begrenzen, um so die Festfutteraufnahme zu fördern (Kunz, 2014). Dies hält auch die Kosten der Aufzucht niedriger, als wenn mehr Milch verfüttert wird (Moran, 2002). Ein weiterer Punkt, der für die Begrenzung der Milchmenge spricht, ist die Annahme, dass der Labmagen des Kalbes nur in etwa zwei Liter Flüssigkeit auf einmal fassen kann. Daraus entwickelte sich die Empfehlung, nicht mehr als zwei Liter Milch pro Mahlzeit zu verfüttern (Hoy et al., 2016).

Neuere Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass der Labmagen mehr als zwei Liter Milch fassen kann. In einer Schweizer Studie konnte mittels Ultraschalluntersuchung vor, während und nach der Milchaufnahme gezeigt werden, dass der Labmagen über ein großes Dehnungsvermögen verfügt. Nach ca. zwei Stunden hat der Labmagen seine ursprüngliche Größe wieder eingenommen (Braun und Gautschi, 2012). Dass Kälber in der Lage sind, während einer Mahlzeit große Mengen an Milch aufzunehmen, zeigte eine norwegische Studie. Sechs Kälber wurden vor, während und nach der Milchaufnahme radiologisch untersucht. Da die Milch mit Bariumsulfat, einem Kontrastmittel, angereichert wurde, konnte man ihre Position auf den Röntgenbildern lokalisieren. Obwohl bis zu 6,8 Liter Milch auf einmal aufgenommen wurden, befand sich keine Milch im Pansen. Der Labmagen scheint sehr dehnbar zu sein. Zusätzlich wurde auch das Verhalten der Kälber nach der Milchaufnahme beobachtet. Es wurden keine Anzeichen bemerkt, die auf Bauchschmerzen oder Unwohlsein hindeuteten (Ellingsen et al., 2016).

Die Auswirkungen der Kälberaufzucht dürfen nicht unterschätzt werden. Die Fütterung in den ersten Lebenswochen beeinflusst durch die metabolische Programmierung die eigenen späteren Leistungen (Korst et al., 2017). Auch die Haltungsbedingungen tragen wesentlich zur Entwicklung des Kalbes bei. Die Kälberaufzucht ist ein sehr wichtiger Punkt, da sie die Milchkühe von morgen hervorbringt.

# 1.1.3. Milchmenge und Anzahl der Milchtränken pro Tag - künstliche Aufzucht

Je nach Aufzuchtsystem variiert die empfohlene Milchmenge. Gängige Empfehlungen liegen zwischen 10-12% des Körpergewichts des Kalbes (restriktive Fütterung) (Wiedemann et al., 2015; De Paula Vieira et al., 2008; Moran, 2002) und 20% des Körpergewichts (ad-libitum) (Jasper und Weary, 2002).

Die Landwirtschaftskammer Oberösterreich empfiehlt in der ersten Lebenswoche rund sechs Liter Milch (12% des Körpergewichts bei Fleckviehkälbern) pro Tag zu verfüttern. In der zweiten Woche wird auf sieben Liter erhöht, ab der vierten Woche bekommt das Kalb acht Liter Milch (13% des Körpergewichts) täglich. Mit Beginn der sechsten Woche soll bereits langsam wieder reduziert werden (Reiter et al., 2016). Das Absetzen erfolgt zwischen der siebten und zwölften Woche (Hoy et al., 2016). Die empfohlene Milchmenge geht somit nicht über sechs bis acht Liter bzw. 12-13% des Körpergewichts hinaus. Laut einer Befragung österreichischer Milchviehbetriebe füttern die meisten Betriebe restriktiv und weniger als 12% des Körpergewichts vom Kalb (Klein-Jöbstl et al., 2015).

Es gibt jedoch Bestrebungen der letzten Jahre die Milchmenge von 10% auf 15% des Körpergewichts zu erhöhen. Dies sind in etwa zehn Liter Milch ab der vierten Woche anstatt nur acht (MELUR Schleswig-Holstein, 2016). Ohne Beeinträchtigung der Gesundheit sind Milchmengen bis zu 20% des Körpergewichts möglich (Khan et al., 2016). Es ist offensichtlich, dass der Trend wieder in Richtung mehr Milch geht, um die Kälber physiologisch zu sättigen und die Aufzucht so natürlich wie möglich zu gestalten.

Die österreichische Tierhaltungsverordnung sieht vor, dass Kälber mindestens zweimal täglich mit Milch gefüttert werden müssen (RIS, 2022). Die Landwirtschaftskammer Oberösterreich empfiehlt an den ersten drei Lebenstagen eine dreimal tägliche Milchtränke, ab dem vierten Lebenstag kann auf zwei Fütterungen pro Tag reduziert werden (Reiter et al., 2016). Die zweimalige Tränke hat sich zum Standard entwickelt, dies hängt vermutlich auch mit den täglichen Arbeitsspitzen zusammen. Da die Kühe im Regelfall alle zwölf Stunden gemolken werden, steht zweimal täglich frische Milch zur Verfügung, die direkt an die Kälber verfüttert wird (Moran, 2002). Es zeigt sich jedoch, dass mehrere kleinere Portionen pro Tag natürlicher sind und eine optimale Nutzung der Nährstoffe erlauben. In den

letzten Jahren geht auch hier der Trend bzw. die Empfehlung zu mindestens drei Mahlzeiten pro Tag ( MELUR Schleswig-Holstein, 2016; Kunz, 2014).

# 1.1.4. Milchmenge und Anzahl der Milchtränken pro Tag – natürliche Aufzucht

Bei der natürlichen Aufzucht ist das Kalb ständig bei der Mutter und entscheidet selbst, wann und wie viel Milch es aufnehmen möchte. Kälber nehmen bei ihren Müttern bis zu 14 Liter Milch (Häusler et al., 2014; De Passillé und Rushen, 2006) bzw. 17 Liter Milch (Bar-Peled et al., 1995) pro Tag auf.

Die Anzahl an Milchtränken pro Tag ist unter natürlichen Bedingungen weitaus größer. Kälber nehmen zwischen acht und zehn mal am Tag Milch beim Euter der Mutter auf (Winckler, 2009). Dabei dauert ein Saugvorgang zehn bis zwölf Minuten (Hoy et al., 2016; Größbacher, 2013). Mit einem Alter von sechs Monaten reduziert sich die Anzahl der Saugvorgänge langsam auf drei bis sechs Mal pro Tag (Größbacher, 2013).

### 1.2. Relevanz des Themas und Problemstellung

Die künstliche Aufzucht der Kälber unterscheidet sich bezüglich Milchmenge und Häufigkeit der Milchaufnahme sehr von der natürlichen. Für künstlich aufgezogene Kälber liegt ein Defizit vor, da gängige Fütterungsempfehlungen weitaus weniger Milch beinhalten, als das Kalb bei der Kuh aufnehmen würde. Auch die Anzahl der Tränken pro Tag unterscheiden sich deutlich. Der üblicherweise zwei- bis dreimaligen Tränke in der künstlichen Aufzucht stehen bis zu zehn Saugvorgänge bei der Kuh gegenüber. Dieses Defizit der Milchfütterung führt bei der künstlichen Aufzucht zu Konsequenzen, die sich negativ auf das Kalb auswirken können. Die Folgen können vermehrtes Auftreten von gegenseitigem Besaugen oder Besaugen von Gegenständen sein sowie eine verminderte Körperkondition.

Seit einigen Jahren gibt es nun die Empfehlung, die Milchaufnahme in den ersten Wochen nicht zu beschränken (Kunz, 2014). Eine ad-libitum Tränke in den ersten Wochen führt zu höheren Tageszunahmen und zu einer besseren körperlichen Entwicklung (Terler et al., 2018; Borderas et al., 2009; Appleby et al., 2001). Solche Kälber sind vitaler und weniger krankheitsanfällig (Kunz, 2014). Auch höhere Leistungen in der ersten Laktation werden erreicht (Korst et al., 2017).

Es gibt nur wenige Studien über erhöhte Milchmengen (15% des Körpergewichts), die sich auf das Verhalten der Kälber beziehen. Zudem werden die meisten Untersuchungen auf Versuchsbetrieben und nicht in privat wirtschaftenden Betrieben durchgeführt. Auch die ad-libitum Tränke wird in der Regel

nur in den ersten vier Lebenswochen durchgeführt, danach wird auch hier die Milch restriktiv angeboten.

Das Ziel dieser Masterarbeit ist es, die Auswirkungen unterschiedlicher Fütterungsintensitäten auf das Verhalten von Kälbern zu untersuchen. Die eine Gruppe der Kälber bekommt ab der 3. Woche bis zum Absetzen in der 13. Lebenswoche mehr Milch (4% des Körpergewichts) als gängige Fütterungsratgeber momentan empfehlen (10-12 Liter pro Tag, 14-16% des Körpergewichts des Kalbes). Die Kontrollgruppe orientiert sich an den bisher üblichen Empfehlungen (6-8 Liter pro Tag, 10-12% des Körpergewichts des Kalbes).

## 1.3. Forschungsfragen und Ziel

Ziel der Arbeit ist es, das Verhalten von Kälbern bei unterschiedlichen Mengen an verfütterter Milch, welche zweimal täglich verabreicht wurde, zu beschreiben. Dafür wurden folgende Forschungsfragen gewählt:

- 1. Welchen Einfluss hat eine erhöhte Milchmenge auf
  - a) orale Verhaltensweisen und Vokalisation bzw.
  - b) das Futteraufnahmeverhalten von Kälbern?
- 2. Sind mögliche Effekte vom Alter der Kälber abhängig?

#### Hypothesen:

Es wird angenommen, dass die Manipulation von Artgenossen und der Einrichtung der Box bei vermehrter Aufnahme von Milch geringer wird. Das Besaugen anderer Kälber oder von Gegenständen tritt häufig nach dem Tränken auf, da hier das Saugbedürfnis angeregt wird und für ca. 10 Minuten anhält. Diese Zeit entspricht einem natürlichen Saugvorgang an der Mutter. Die Fütterung dauert in der Regel jedoch nicht länger als 3 Minuten und somit entsteht ein Saugdefizit. Durch Besaugen wird versucht, dieses auszugleichen (Hoy et al., 2016). Die Manipulation anderer Kälber ist auch auf eine Unterversorgung mit Energie, also zu geringen Milchmengen, zurückzuführen (De Passillé et al., 2010). Kälber, die länger am Nuckel saugen, entweder durch eine Verringerung der Durchlässigkeit oder Erhöhung der Milchmenge pro Mahlzeit, besaugen nach der Tränke weniger intensiv (De Passillé, 2001).

Zudem wird auch erwartet, dass eine erhöhte Milchmenge zu weniger Vokalisation führt. Thomas et al., (2001) beschreiben, dass Kälber, die acht Liter Milch am Tag bekommen haben, weniger vokalisieren als Kälber, die nur fünf Liter pro Tag erhalten haben.

Durch die höhere Milchmenge pro Mahlzeit wird angenommen, dass die Kälber gesättigter sind und daher weniger Zeit mit der Aufnahme fester Futtermittel wie Raufutter, Kraftfutter oder TMR verbringen. Eine Studie von Terler et al. (2018) zeigt, dass die Kraftfutteraufnahme von ad libitum gefütterten Kälbern niedriger ist als die restriktiv gefütterter Kälber.

Es wird auch angenommen, dass die Unterschiede bei allen Verhaltensparametern mit zunehmendem Alter weniger werden. Es wird angenommen, dass das Besaugen im Lauf der Zeit weniger wird, da Kälber mit zunehmenden Alter immer weniger Besaugen zeigen (Krohn et al., 1999). Da die Kapazität der Festfutteraufnahme der Kälber mit zunehmendem Alter zunimmt, können geringere Mengen an verfütterter Milch möglicherweise durch vermehrte Aufnahme von Festfutter kompensiert werden.

## 2. Tiere, Material und Methode

## 2.1. Tiere und Tierhaltung

Diese Masterarbeit ist Teil des europäischen Projektes *Pro Young Stock* (www.proyoungstock.net). Die Studie wurde auf insgesamt zehn Biobetrieben in Österreich und Deutschland durchgeführt. In Österreich wurde der Versuch auf vier privaten landwirtschaftlichen Betrieben in den Orten Thalgau, Kleinzell, St. Blasen und Oberhofen durchgeführt, wobei für die vorliegende Arbeit nur die Betriebe in Thalgau, Kleinzell und St. Blasen verwendet wurden. In Deutschland wurde der Versuch auf sechs Betrieben durchgeführt. In den österreichischen Betrieben wurden Kälber der Rasse Fleckvieh gehalten, in Deutschland waren es Kälber der Rasse Holstein Friesian.

Als Versuchstiere standen 12 bis 15 (insgesamt 40) weibliche Kälber der Rasse Fleckvieh zur Verfügung. Die Tiere wurden am jeweiligen Versuchsbetrieb geboren und abwechselnd entweder der Gruppe *MilchPlus* oder der *Kontroll-Gruppe* zugeordnet. Die MilchPlus-Kälber erhielten anfangs sieben bis acht Liter, ab der dritten Woche neun Liter und ab der vierten Woche bis zum Absetzen ca. zwölf Liter Milch pro Tag. Die Kontroll-Kälber erhielten durchgehend sieben bis acht Liter Mich pro Tag. Beide Gruppen wurden zweimal täglich mittels Nuckeleimer getränkt. Ab der 11. Lebenswoche wurde schrittweise die Milchmenge reduziert, so dass die Tiere am Ende der 13. Woche abgesetzt werden konnten. Die genaue Handhabung der Tränke ist in *Abbildung 1* (Tränkeplan) ersichtlich. Die Fütterung der Kälber wurde von den jeweiligen Landwirt:innen des Betriebes durchgeführt.

Die Kälber wurden in allen Betrieben auf Tiefstreu gehalten. Dies bedeutet, dass täglich frisches Stroh auf die Liegefläche gestreut wurde. Jede Bucht verfügte über einen Wasser-Selbsttränker. Die Futterplätze bildeten einen eigenen Funktionsbereich mit einzelnen Ständen, in denen die Kälber für

die Zeit der Tränke auch fixiert wurden. Das Futter (Heu und Kraftfutter) wurde auf einem Futtertisch angeboten. Im Betrieb St. Blasen gab es im Bereich der Liegefläche zusätzlich eine Raufe, in der ausschließlich Heu angeboten wurde; im Betrieb Kleinzell wurde Kraftfutter zusätzlich angeboten. Der Betrieb Kleinzell verfügte auch über einen Auslauf, der direkt an die Liegefläche anschloss. Die Grundrisse der Kälberbuchten können dem Anhang entnommen werden.

Alle Tiere hatten immer Zugang zu Heu und Wasser. In Betrieb Kleinzell wurde auch Kraftfutter ad libitum angeboten. In den beiden anderen Betrieben wurde das Kraftfutter zweimal täglich am Futtertisch über das Heu gestreut.

Am Ende der Datenaufnahme waren die Kälber 15 bis 16 Wochen alt. Genauere Informationen über die Versuchsbetriebe können *Tabelle 1* entnommen werden.

Tabelle 1: Eckdaten der Versuchsbetriebe

	Thalgau	Kleinzell	St. Blasen	
Anzahl Kälber	12	15	13	
MilchPlus-Kälber	6	8	6	
Kontrollkälber	6	7	7	
Haltungssystem	Tiefstreu, kein Auslauf	Tiefstreu, mit Auslauf	Tiefstreu, kein Auslauf	
Buchtengröße	12m²	18m² + 25m² Auslauf	52,8m²	
Fütterung	Heu und Kraftfutter am Futtertisch	Heu und Kraftfutter am Futtertisch, Kraftfutter zusätzlich separat	Heu und Kraftfutter am Futtertisch, Heu zusätzlich separat	
Gruppengröße	6	10	10	
Versuchszeitraum	29.01.2019 – 21.10.2019	09.03.2019 – 29.02.2020	28.04.2019 – 25.04.2020	

							Tränke	Tränkeplan PYS	S							
Lebenswoche	1	7	3	4	2	9	7	8	6	10	11	12	13	14	15	16
Lebenstag	1-7	8-14	15-21	22-28	29-35	36-42	43-49	95-05	57-63	64-70	71-77	78-84	85-91	95-98	99-105	106-112
Kontrolle																
kg/Mahlzeit	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	3,5-4	abtränken bis Ende			0	0	0
											LW13					
Milch kg/Tag/Tier	7,5	2'2	7,5	7,5	2'2	5′2	5′2	2'2	7,5	7,5	7	5	2,5	0	0	0
MilchPlus																
											abtränken					
kg/Mahlzeit	3,5-4	3,5-4	erhöhen	5,5-6	5,5-6	5,5-6	5,5-6	5,5-6	5,5-6	5,5-6	bis Ende LW13			0	0	0
Milch kg/Tag/Tier	7,5	7,5	6	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	6	7	3	0	0	0
Visite (Video, Gesundheitscheck, Wiegen)	scheck, Wi	iegen)														
			LW 3/4	3/4			LW 7/8	8/.			LW 11/12	1/12			LW 15/16	5/16

## 2.2. Datenerhebung

#### 2.2.1. Verhaltenserfassung

#### Anfertigung von Videoaufnahmen

Die Verhaltensbeobachtung erfolgte anhand von Videoaufnahmen. Gefilmt wurde direkt am Betrieb mit jeweils drei bis fünf Kameras pro Bucht (inkl. Außenbereich), um alle Bereiche erfassen zu können. Die eingesetzten Kameras waren digitale IP-Kameras der Marken Santec und Dahua. Die Kameras der Marke Santec waren zusätzlich mit einem Mikrophon ausgestattet, um auch Geräusche aufnehmen zu können. Die Videoaufnahmen wurden auf einer externen Festplatte im mp4-Format gespeichert. Die vier Aufnahmezeitpunkte wurden so gewählt, dass sich die Versuchstiere in den Lebenswochen 3/4, 7/8, 11/12 und 15/16 befanden. Die Videoaufnahmen erstreckten sich jeweils über drei Tage. Aus diesen Tagen wurde dann ein Tag für die Auswertung ausgewählt. Es wurde jeweils der Tag mit der besten Videoqualität verwendet, da an manchen Tagen die Schärfe des Bildes durch beispielsweise Fliegen oder Spinnweben, die sich auf der Kamera befanden, beeinträchtigt wurde. Zusätzlich wurde darauf geachtet, keine speziellen Ereignisse wie Enthornung, Reinigungsarbeiten der Box oder Neuzusammenlegungen der Gruppe an einem Beobachtungstag zu haben.

#### Kennzeichnung der Tiere

Für die Datenerhebung durch Videobeobachtungen wurde jedes Kalb von allen Seiten fotografiert. Diese Fotos standen sortiert je Kalb zur Verfügung. Eine Erkennung war daher ausschließlich über die Fellkennzeichnung möglich. Die Ohrmarkennummer konnte nicht entziffert werden, dafür war die Entfernung zur Kamera zu weit. Aufgrund der typisch gescheckten Fellfärbung der Rasse Fleckvieh waren die Kälber in allen Fällen eindeutig zu identifizieren.

#### Auswertung der Videoaufnahmen

Die Auswertung der Videoaufnahmen erfolgte jeweils für den Zeitraum von 5:00 Uhr morgens bis 21:00 Uhr abends. Dazu wurden die unten beschriebenen Verhaltensweisen mittels kontinuierlicher Verhaltenserfassung jeweils für fünf Minuten erhoben und die folgenden zehn Minuten übersprungen, so dass je Stunde eine Beobachtungsdauer von 20 min vorlag; daraus ergab sich eine Gesamtbeobachtungsdauer von 320 min je Tag. Für die Auswertung wurde das Programm "Interact" der Firma Mangold verwendet (Lab Suite Version 18; Programm Version 18.1.4.4.).

Für die Erhebung wurden die Verhaltensweisen Vokalisation, Manipulation Kalb, Manipulation Objekt und Fressen von Raufutter, Kraftfutter bzw. TMR unterschieden (Tabelle 2). Die zweimal täglich stattfindende Tränke von Milch mittels Nuckeleimer sowie die Aufnahme von Wasser wurden nicht

erfasst. Bei manchen Videos hat aus unbestimmten Gründen die Tonaufnahme nicht funktioniert. Da zusätzlich zum akustischen Signal bei Vokalisation auch die typische Kopfbewegung des Kalbes beobachtet werden musste, erfolgte in diesen Fällen die Zählung des Parameter Vokalisation ausschließlich anhand der Kopfbewegung. Zusätzlich zu den Verhaltensparametern wurde während der Videoauswertung auf Anzeichen einer Kolik oder Bauchschmerzen geachtet sowie das Aufkommen von Durchfall notiert.

Tabelle 2: Definitionen und Beschreibungen der beobachteten Verhaltensweisen für die Auswertung der Videoaufnahmen

Verhaltens-	Verhaltensdefinition	Erfasst als:	Anmerkung
weise			
Manipulation Kalb  Quelle: (Größbacher et al., 2018)	Das saugende (aktive) Kalb umschließt eine Körperpartie eines anderen Kalbes mit dem Maul und/oder leckt mit seiner Zunge. Der Kopf des Kalbes muss auf und ab wippen.  Zusätzlich kann auch beobachtet werden: Kopfstoßen, durchgestreckter Hals, angelegte Ohren  Das Kalb leckt, knabbert, saugt	Häufigkeit  Mindestdauer des  Verhaltens: 5 sec.  Neuzählung eines  Ereignisses nach min.  5 sec Unterbrechung.	Belecken/Besaugen der Ohrmarke wird gezählt. Beriechen anderer Kälber, Lecken von Harn und Scheuern an anderen Kälbern wird nicht gezählt.  Belecken des Troges wird
Quelle: (Leruste et al., 2013)	oder beißt an einem  Gegenstand der Stalleinrichtung (Gitter, Wand, leerer Trog,)  Begleitende Bewegungen können Kopfstoßen, durchgestreckter Hals oder Umfassen mit der Zunge sein.	Mindestdauer des Verhaltens: 5 sec. Neuzählung eines Ereignisses nach min. 5 sec Unterbrechung.	nur gezählt, wenn sich kein Futter darin befindet. Auch daran zu erkennen, dass das Lecken monoton an einer Stelle stattfindet. Saugen an leeren Tränkeeimern, Scheuern an Gegenständen und Lecken in der Luft wird nicht gezählt.
Vokalisation  Quelle: (Pieler et al., 2013)	Das Kalb muht mit offenem Maul, Kopf und Hals sind dabei langgestreckt, Ohren können angelegt sein.	Häufigkeit  Keine Zeitbegrenzung, jede Lautäußerung wird gezählt.	Leises Brummen mit geschlossenem Maul ohne veränderte Kopfposition wird nicht gezählt.

Quelle: (Leruste et al., 2013)	Das Maul des fressenden Kalbes ist zum Futter/ Futtertrog gerichtet und das Kalb nimmt festes Futter ins Maul auf, kaut und schluckt es dann ab.  Dieser Vorgang kann sich wiederholen.	Startet, wenn das Kalb Futter aufnimmt und innerhalb von 5 sec nicht wieder ausspuckt. Ist beendet, wenn das Kalb aufhört zu fressen, sich vom Futtertisch abwendet oder das Kalb für min. 20 sec kaut, ohne neues Futter	Wird unterteilt in "Raufutter", "Kraftfutter" und "TMR" erfasst.  Das Fressen von Einstreu wird zu "Raufutter" gezählt.
Kalb nicht	Kalb nicht sichtbar (außerhalb	aufzunehmen.  Dauer	Die Zeit, in der das Kalb
sichtbar	des von den Videokameras erfassten Bereiches) oder nicht beobachtbar (verdeckt,		nicht beobachtet werden konnte, wird bei der Auswertung von der
Quelle: (Leruste et al., 2013)	fehlender Kontrast oder andere Gründe).		Gesamtbeobachtungszeit abgezogen.

#### Beobachter:innen-Abgleich

Um im Gesamtprojekt eine zuverlässige Datenaufnahme sicherzustellen, wurde vor dem Auswerten der Videos für die vorliegende Studie ein Beobachter:innenabgleich durchgeführt. Dazu wurden 26 Videos mit einer durchschnittlichen Länge von fünf Minuten ausgewertet. Die zu beobachtenden Kälber konnten anhand von Fotos und teilweise auch anhand von Nummern am Halsband identifiziert werden. Als Maß für die Übereinstimmung wurde die Korrelation der beobachteten Häufigkeiten bzw. Dauern für die einzelnen Verhaltensweisen mit den Ergebnissen von zwei weiteren Beobachter:innen berechnet (Tabelle 3).

Tabelle 3: Pearson-Korrelation für die von der Autorin und zwei weiteren Beobachter:innen (A, B) beobachteten Häufigkeiten (Manipulation Kalb/Objekt, Vokalisation) und Dauern (Fressen Raufutter/Kraftfutter/TMR) (Inter-Beobachter:innen-Wiederholbarkeit; n=26 Videos)

	Manipulation	Manipulation	Vokalisation	Fressen	Fressen	Fressen
	Kalb	Objekt		Raufutter	Kraftfutter	TMR
PW und	0,91	0,95	0,95	0,96	0,94	0,99
Beobachter A						
PW und	0,78	0,91	0,87	0,90	0,90	0,98
Beobachter B						

Nachdem die Datenerhebung der vorliegenden Studie ca. zur Hälfte erfolgt war, erfolgte ein Intra-Beobachter-Abgleich. Dazu wurden die selben 26 Videos erneut ausgewertet und die Ergebnisse mit jenen des ersten Abgleichs korreliert (Tabelle 4).

Tabelle 4: Pearson-Korrelation für die von der Autorin zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten beobachteten Häufigkeiten (Manipulation Kalb/Objekt, Vokalisation) und Dauern (Fressen Raufutter/Kraftfutter/TMR) (Intra-Beobachter:innen-Wiederholbarkeit; n=26 Videos)

	Manipulation	Manipulation	Vokalisation	Fressen	Fressen	Fressen
	Kalb	Objekt		Raufutter	Kraftfutter	TMR
PW * PW 2.0	0,97	0,96	0,86	0,98	0,96	0,98

#### 2.2.2. Wiegung der Tiere

Die Videoaufnahmen wurden im Rahmen von Betriebsbesuchen durchgeführt. Bei jedem Betriebsbesuch wurden die zu filmenden Kälber gewogen. Dafür wurde eine Waage der Marke Meier-Brakenberg mit den Maßen L 175 x B 58 x H 110 cm verwendet. Jedes Kalb wurde im gesamten Versuchszeitraum viermal gewogen. Die Ergebnisse der Wiegung lieferten den zusätzlichen Parameter Körpergewicht. Aus der Differenz des Körpergewichtzuwachses während des Versuchszeitraumes durch die Anzahl der Versuchtstage, wurden die täglichen Zunahmen berechnet. Zusätzlich zur Wiegung wurde bei jedem Betriebsbesuch auch ein Gesundheitscheck durchgeführt. Hierbei wurde notiert, ob das Kalb Durchfall oder eine Atemwegserkrankung hat.

## 2.3. Statistische Auswertung

In einem ersten Schritt wurden die Rohdaten der Videoauswertung in einer Excel-Liste zusammengefasst. Das für die Auswertung der Videos verwendete Programm "Interact" der Firma Mangold speichert die erhobenen Verhaltensparameter auf Einzelereignisebene ab. Diese Rohdaten können als Excel-Liste exportiert werden. Zunächst wurden alle Beobachtungs-Tage von allen Betrieben zu einer Liste zusammengefasst.

Da alle drei Betriebe Heu und Kraftfutter an der gleichen Stelle fütterten und nur ein Betrieb zusätzlich Kraftfutter anbot, war es nicht immer unterscheidbar, welches Futtermittel gerade vom Kalb aufgenommen wurde. Die Verhaltensweisen Aufnahme von Raufutter, Kraftfutter bzw. TMR wurden daher zum Parameter Aufnahme fester Futtermittel zusammengefasst.

Mittels einer Pivot Tabelle wurden dann die Daten auf Terminebene pro Kalb dargestellt. Das bedeutet, dass alle beobachteten Ereignisse bzw. die Dauer pro Verhaltensparameter zusammengezählt wurden. Um mögliche altersbedingte Effekte erkennen zu können, wurden die Daten nur pro Untersuchungszeitpunkt summiert. Somit gab es pro Verhaltensparameter und Kalb vier Ergebnisse. Für die Parameter *Manipulation Kalb* bzw. *Objekt* und *Vokalisation* wurde das Verhalten in absoluter Häufigkeit pro Untersuchungszeitpunkt ausgedrückt. Der Parameter *Aufnahme fester Futtermittel* wurde als Zeitanteil in Prozent der Beobachtungszeit ausgedrückt. Lag für ein Kalb nicht die volle Beobachtungszeit von 320 Minuten vor, wurde als Bezugsgröße für die Berechnung die tatsächlich beobachtete Zeit berücksichtigt. Diese Liste diente als Grundlage für die statistischen Berechnungen.

Alle Berechnungen im Zuge dieser Masterarbeit wurden mit IBM SPSS 26 und SAS 9.4 durchgeführt. Zunächst wurde für alle Verhaltensparameter und das Körpergewicht bzw. die täglichen Zunahmen ein gemischtes lineares Modell im SPSS berechnet. Dazu wurde folgendes Modell verwendet:

Y = Milchmenge + Untersuchungszeitpunkt + Milchmenge\*Untersuchungszeitpunkt + Betrieb + Kalb(Betrieb) + e

Y steht für die abhängige Variable. Als fixe Effekte gingen die Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle), der Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = Lebenswoche (LW) 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16 nach dem Absetzen) und die Wechselwirkung aus Milchmenge und Untersuchungszeitpunkt ins Modell ein. Der Effekt Kalb innerhalb Betrieb, also die wiederholten Messungen pro Kalb, und der Effekt Betrieb wurden als zufällige Effekte berücksichtigt.

Die Residuen wurden jeweils visuell im Hinblick auf Normalverteilung geprüft. Bei den Parametern Manipulation Kalb, Manipulation Objekt und Vokalisation waren die Residuen nur unzureichend normalverteilt. Daher wurde für diese drei Parameter ein gemischtes generalisiertes lineares Modell in

SAS mit den gleichen fixen und zufälligen Effekten unter Annahme einer Poisson-Verteilung und loglink-Funktion berechnet.

In einem weiteren Schritt wurden alle Kälber, die an zumindest einem der vier Untersuchungstermine erkrankt waren, aus dem Modell ausgeschlossen. In Summe waren fünf Kälber an Durchfall und ein Kalb an einer Pneumonie erkrankt. Der Ausschluss führte jedoch zu keiner Veränderung des Modells, daher wurden die kranken Kälber weiterhin im Modell berücksichtigt.

## 3. Ergebnisse

Die Daten über das Verhalten und die Körperkondition wurde von in Summe 40 Kälbern erhoben und berechnet. Die Tabellen 5 und 6 geben einen Überblick über die Modelle und Teststatistiken (Freiheitsgrade, F-Wert, P-Wert) unter der Berücksichtigung der Faktoren Milchmenge, Untersuchungszeitpunkt (UZ) und der Wechselwirkung Milchmenge\*UZ.

In den Abbildungen sind die Rohdaten mittels Boxplots dargestellt; zusätzlich werden die geschätzten Mittelwerte aus dem Modell angegeben.

## 3.1. Körpergewicht und tägliche Zunahmen

In der folgenden Tabelle sind die Modelle und Teststatistiken für die Parameter Körpergewicht und tägliche Zunahmen aufgelistet.

Tabelle 5: Modelle und Teststatistik (Freiheitsgrade, F-Wert, P-Wert) für die Parameter Körpergewicht und tägliche Zunahmen unter Berücksichtigung der Faktoren Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle), Untersuchungszeitpunkt (UZ; Lebenswoche 3/4, 7/8, 11/12 und 15/16 der Kälber) sowie die Wechselwirkung von Milchmenge und Untersuchungszeitpunkt

Parameter	Modell	Faktor	Freiheitsgrade	F- Wert	P-Wert
Körpergewicht	Gemischtes lineares Modell	Milchmenge	1; 38	0,72	0,399
		Untersuchungszeitpunkt (UZ)	3; 108	719	<0,001
		Milchmenge*UZ	3; 108	0,02	0,997
tägl. Zunahmen zw. den UZ	Gemischtes lineares	Milchmenge	1; 39	1,10	0,302
	Modell	Untersuchungszeitpunkt (UZ)	2; 73	1,21	0,305
		Milchmenge*UZ	2; 73	0,22	0,804

#### Körpergewicht:

Die Kälber wurden mit zunehmendem Alter signifikant immer schwerer. Die Mittelwerte der Milchplus-Kälber lagen immer um drei bis vier Kilogramm über denen der Kontrollkälber. Dieser Unterschied war aber nicht signifikant und es lag auch keine Wechselwirkung zwischen Milchmenge und Alter der Kälber vor.

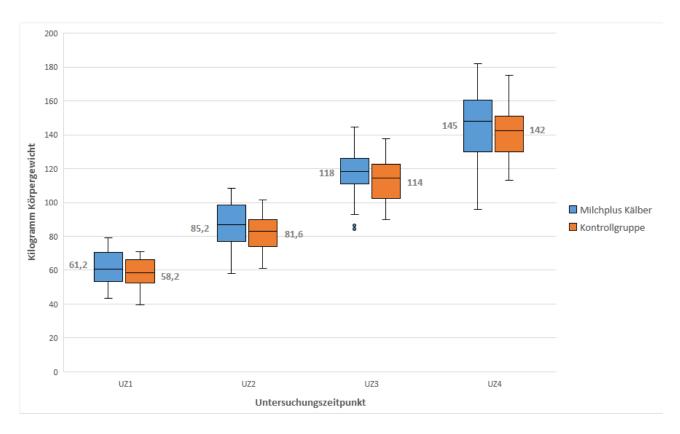


Abbildung 2: Boxplots für das Körpergewicht in Abhängigkeit von Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an).

#### Tägliche Gewichtszunahme zwischen den Untersuchungszeitpunkten:

Das Alter der Kälber hatte keinen Effekt auf die durchschnittlichen täglichen Zunahmen der Kälber, die sich in der Größenordnung von einem Kilogramm bewegten. Numerisch zeigten die MilchPlus-Kälber jeweils geringgradig höhere Werte, dieser Effekt war aber nicht signifikant.

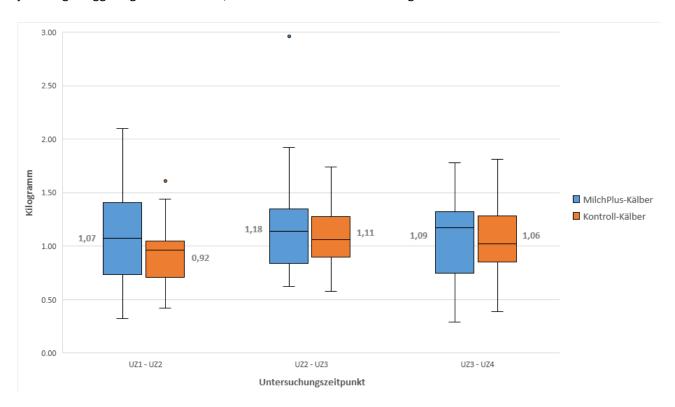


Abbildung 3: Boxplots für die täglichen Zunahmen in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16;in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an).

## 3.2. Verhalten

In der folgenden Tabelle sind die Modelle und Teststatistiken für die Parameter Manipulation Kalb bzw. Objekt, Vokalisation und Festfutteraufnahme aufgelistet.

Tabelle 6: Modelle und Teststatistik (Freiheitsgrade, F-Wert, P-Wert) für die Parameter Festfutteraufnahme, Manipulation Kalb bzw. Objekt und Vokalisation unter Berücksichtigung der Faktoren Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle), Untersuchungszeitpunkt (UZ; Lebenswoche 3/4, 7/8, 11/12 und 15/16 der Kälber) sowie die Wechselwirkung von Milchmenge und Untersuchungszeitpunkt

Parameter	Modell	Faktor	Freiheitsgrade	F- Wert	P-Wert
Manipulation Kalb	Gemischtes	Milchmenge	1; 112	0,90	0,345
	generalisiertes lineares Modell	Untersuchungszeitpunkt (UZ)	3; 112	1,71	0,169
		Milchmenge*UZ	3;112	5,78	0,001
Manipulation Objekt	Gemischtes	Milchmenge	1; 112	0,19	0,660
	generalisiertes lineares Modell	Untersuchungszeitpunkt (UZ)	3; 112	1,72	0,166
		Milchmenge*UZ	3; 112	1,28	0,286
Vokalisation	Gemischtes	Milchmenge	1; 112	0,17	0,678
	generalisiertes lineares Modell	Untersuchungszeitpunkt (UZ)	3; 112	28,5	< 0,001
		Milchmenge*UZ	3; 112	10,4	< 0,001
Festfutteraufnahme	Gemischtes lineares Modell	Milchmenge	1; 38	3,48	0,070
		Untersuchungszeitpunkt (UZ)	3; 112	201	<0,001
		Milchmenge*UZ	3; 112	0,52	0,667

#### Manipulation Kalb:

Die Milchmenge und das Alter der Kälber hatten keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen dieser Verhaltensweise. Allerdings war die Wechselwirkung zwischen Milchmenge Untersuchungszeitpunkt hoch signifikant. Die Milchplus-Kälber zeigten zum ersten Untersuchungszeitpunkt weniger Besaugen als die Kontrolltiere, in LW 7/8 waren beide Gruppen aber relativ ausgeglichen. Beim dritten Termin verhielt es sich genau umgekehrt und die Kontrolltiere zeigten weniger Manipulation. Nach dem Absetzen waren beide Gruppen wieder ausgeglichen. Die Variabilität der Werte war sehr hoch, auch einige Ausreißer waren vorhanden. Es gab in beiden Gruppen und zu allen Untersuchungszeitpunkten auch Kälber, die dieses Verhalten nie gezeigt haben.

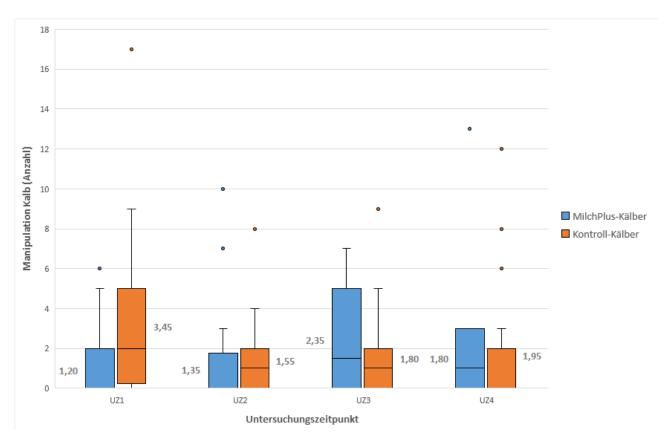


Abbildung 4: Boxplots für die Anzahl Manipulation Kalb in Abhängigkeit von Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an).

#### Manipulation Objekt:

Auch die Manipulation von Objekten in der Haltungsumgebung war durch eine große Variabilität zwischen den Tieren gekennzeichnet. Es bestanden keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Milchmenge, Untersuchungszeitpunkt und es lag auch keine signifikante Wechselwirkung dieser beiden Faktoren vor.

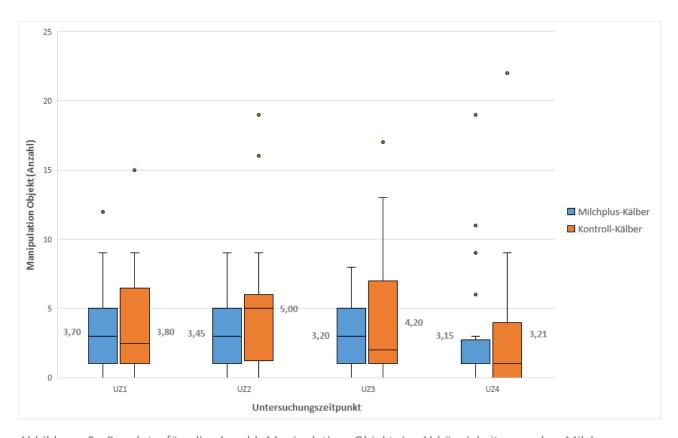


Abbildung 5: Boxplots für die Anzahl Manipulation Objekt in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an).

#### Vokalisation:

Die Werte für Vokalisation zeigten eine hohe Variabilität. Zu jedem Zeitpunkt zeigten mindestens die Hälfte der Kälber unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit keine Vokalisation. Einzelne Tiere vokalisierten dagegen häufig. Es lag eine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen Milchmenge und Untersuchungszeitpunkt vor, der ein Abstieg der Vokalisationen bei den MilchPlus-Kälbern nach dem Absetzen zugrunde lag. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass dies vermutlich auf ein einzelnes Tier mit sehr hoher Vokalisationsrate zurückzuführen ist, welches die Mittelwerte verzerrte.

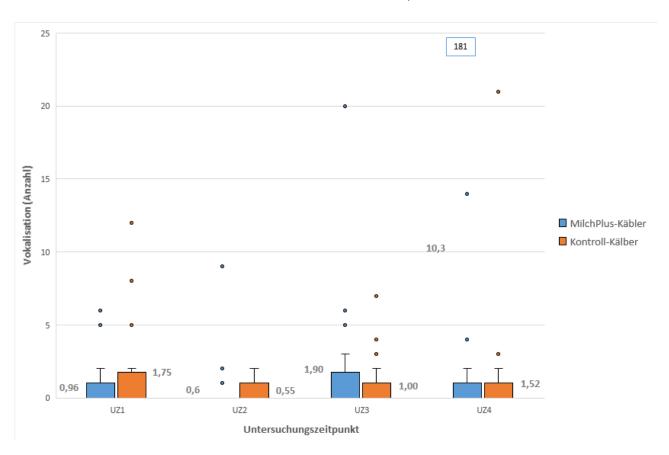


Abbildung 6: Boxplots für die Anzahl Vokalisation in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an). Ein MilchPlus-Kalb zeigte beim vierten Untersuchungszeitpunkt einen Ausreiserwert von 181; aus Gründen der besseren Darstellbarkeit wurde dieser Wert händisch eingezeichnet.

#### Festfutteraufnahme:

Der Anteil der mit Aufnahme fester Futtermittel verbrachten Zeit ist in Prozent angegeben. Mit zunehmendem Alter verbrachten die Kälber hoch signifikant mehr Zeit mit der Aufnahme fester Futtermittel. Die Kontroll-Kälber fraßen dabei länger als die MilchPlus-Kälber, jedoch schwach nicht signifikant (p=0,070). Nach dem Absetzen ist kein Unterschied zwischen den Gruppen mehr zu erkennen; es bestand jedoch keine signifikante Wechselwirkung mit dem Alter der Kälber. Die Variabilität stieg mit zunehmendem Alter an.

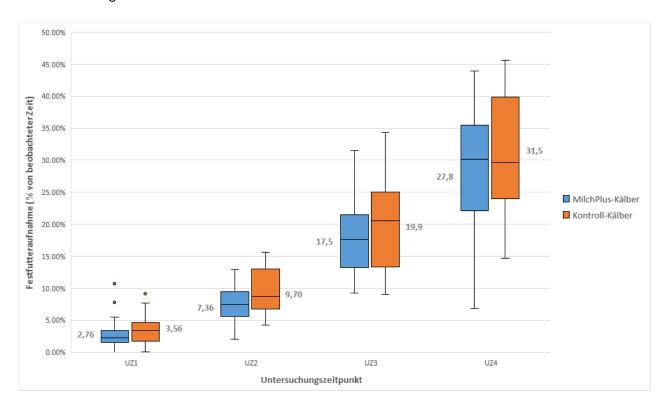


Abbildung 7: Boxplots der Festfutteraufnahme in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an).

## 4. Diskussion der Ergebnisse

Vorab ist darauf hinzuweisen, dass die Stichprobengröße nicht ausreichend ist, um globale Aussagen zu treffen. Die Ergebnisse beziehen sich demnach nur auf die 40 beobachteten Kälber. Da die Studie auf drei Betrieben durchgeführt wurde, erhöht sich jedoch die externe Validität. In der nachfolgenden Diskussion werden die Ergebnisse dieser Studie mit den Ergebnissen der Literaturrecherche gegenübergestellt.

## 4.1. Körpergewicht und tägliche Zunahmen

Als Basis zur Kontrolle des Versuchs, ob tatsächlich mehr Milch verfüttert wurde, diente die Erfassung des Körpergewichts. Alle Kälber haben gut zugenommen und sind der Rasse Fleckvieh entsprechend schnell gewachsen. Die MilchPlus-Kälber waren bei allen Untersuchungszeitpunkten schwerer als die Kontroll-Kälber, wenn auch gerade nicht signifikant. Die Variabilität des Körpergewichts wurde mit zunehmendem Alter immer größer.

Mehrere Studien zeigen, dass Kälber, die ad-libitum gefüttert wurden, mehr Gewicht erreichten, als restriktiv gefütterte Kälber (Terler et al., 2018; Borderas et al., 2009; Appleby et al., 2001). Kürn (2017) beschrieb diesen Effekt auch bei Fleckviehkälbern. Der positive Effekt auf die körperliche Entwicklung wird in diesen Untersuchungen vor allem für die ersten vier Lebenswochen beschrieben, in denen die ad-libitum-Fütterung empfohlen wird (Kunz, 2014). In der vorliegenden Studie wurden die erhöhten Tränkemengen erst ab der 3. Lebenswoche verabreicht. Dies könnte eine Ursache für die geringen Unterschiede darstellen.

Bei den täglichen Zunahmen zeigt sich kein Termineffekt. Die Kälber wuchsen während des gesamten Versuchs gleichbleibend gut. Die durchschnittlichen Tageszunahmen lagen im Schnitt bei ca. einem Kilogramm pro Tag. Die MilchPlus-Kälber zeigen in den geschätzten Mittelwerten durchgehend höhere Werte als die Kontroll-Kälber, wenn auch nicht signifikant. Die höheren Tageszunahmen bei den MilchPlus-Kälbern stimmen mit bisherigen Studien überein, wobei diese meistens ad-libitum mit restriktiver Fütterung verglichen hatten. Die Kälber tranken bei diesen Versuchen zur ad-libitum-Fütterung aber annähernd so viel wie die MilchPlus-Kälber in der vorliegenden Untersuchung (Terler et al., 2018; Jasper und Weary, 2002; Appleby et al., 2001).

Eine restriktive Fütterung fördert die vermehrte Aufnahme von Heu und Kraftfutter (Hoy et al., 2016). Dies könnte die Ursache für die geringen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen sein. Die Kontroll-Kälber konnten die fehlende Milch durch eine vermehrte Aufnahme fester Futtermittel entsprechend kompensieren. In den ersten Wochen ist das Kalb jedoch monogastrisch und auf Milch angewiesen

(Kunz, 2014). Die Kompensierung durch Festfuttermittel wurde erst im späteren Verlauf des Versuchs wirksam. Hätten die MilchPlus-Kälber von Beginn an die erhöhte Milchmenge erhalten, wären vermutlich auch die Unterschiede zwischen den Gruppen deutlicher gewesen.

### 4.2. Verhalten

#### Manipulation Kalb und Objekt:

Die Ergebnisse zeigen für alle oralen Verhaltensweisen eine hohe Variabilität und keinen Zusammenhang mit dem jeweiligen Fütterungssystem. Die Annahme, dass gesättigte Kälber weniger besaugen, wurde daher nicht bestätigt. In mehreren anderen Studien hatte die Milchmenge keinen Einfluss auf die Häufigkeit des gegenseitigen Besaugens (De Passillé et al., 2011; Nielsen et al., 2008; Jensen and Holm, 2003). Bei Kürn (2017) besaugten ad-libitum gefütterte Kälber sogar doppelt so häufig wie restriktiv gefütterte. In der vorliegenden Studie gab es einzelne Kälber, die häufig andere Kälber besaugten, während andere Kälber dieses Verhalten wenig bis gar nicht zeigten. Orale Verhaltensweisen treten sehr individuell auf und lassen sich nicht gleichmäßig einer Gruppe zuordnen (Kürn, 2017; De Passillé et al., 2011; Lidfords, 1993). Dies erschwert die Ursachenfindung für orale Verhaltensweisen, da die Kälber sehr individuell agieren (Lidfors, 1993). Die Ursache des gegenseitigen Besaugens muss daher multifaktoriell bedingt sein (Kürn, 2017). Der Saugtrieb wird unter anderem jedes Mal angeregt, sobald das Kalb Milch schmeckt. Bei ad-libitum gefütterten Kälbern ist dies mehrmals am Tag der Fall (De Passillé, 2001). Da die Kälber in der vorliegenden Studie nur zweimal täglich Kontakt mit Milch hatten, war dieser zusätzliche Reiz nicht gegeben.

Das Fütterungssystem wirke sich abhängig vom Lebensalter der Kälber unterschiedlich aus. Die Kontroll-Kälber besaugten beim ersten Untersuchungszeitpunkt am häufigsten; die MilchPlus-Kälber zeigten während der Phase des Absetzens einen Anstieg dieses Parameters. Diesem Anstieg könnte jeweils ein Energiemangel durch zu geringe Milchmengen zugrunde liegen (De Passillé et al., 2010). Die Kontroll-Kälber nahmen zu Beginn noch nicht ausreichend Festfutter auf, um die fehlende Milch zu kompensieren. Im weiteren Verlauf verbrachten die Kontroll-Kälber mehr Zeit mit der Futteraufnahme und konnten so vermutlich ihren Energiebedarf trotzdem decken. Die MilchPlus-Kälber verbrachten während der Zeit des Absetzens in Lebenswoche elf bzw. zwölf weniger Zeit am Fressplatz als die Kontroll-Kälber.

Besaugen von Objekten der Stalleinrichtung trat insgesamt seltener auf als das Besaugen von Artgenossen. Nach dem Absetzen war bei beiden Gruppen ein Rückgang des Verhaltens zu beobachten. Dies beschreibt auch Größbacher in ihrer Studie (Größbacher, 2013).

Entgegen der Annahme, dass Fleckviehkälber eine genetische Disposition für Besaugen haben, trat dieses Verhalten im Allgemeinen sehr selten auf (Fuerst-Waltl et al., 2010; Rinnhofer, 2008). Die geschätzen Mittelwerte für die Anzahl der Manipulationen (Kalb und Objekt) pro Kalb und Tag bewegten sich zwischen 1,2 und 5. Dies könnnte auch daran liegen, dass die Versuchsbetriebe eine gewisse Positivauswahl darstellen. Die drei Versuchsbetriebe waren allesamt sehr gut organisierte Betriebe. Die Aufstallung der Kälber war tiergerecht und die Kälber wirkten meiner subjektiven Einschätzung nach ausgeglichen. Alle drei Betriebe hielten die Kälber ab der zweiten Woche in Gruppenhaltung, wie es die EU-Bio-Verordnung vorsieht (EU-VO 2018/848, 2018). In Österreich gibt es Biobetriebe eine Ausnahmeregelung, wonach Kälber aus gesundheitlichen verhaltensbedingten Gründen bis zur achten Woche einzeln gehalten werden dürfen (BMGFJ, 2007). Die drei Versuchsbetriebe nahmen von dieser Regelung jedoch nicht Gebrauch. Dies spricht dafür, dass in den Versuchsbtrieben vermutlich keine gröberen Probleme mit Besaugen vorlagen.

#### Vokalisation:

Die Kälber zeigen eine hohe Variabilität (0-181 Vokalisationen pro Kalb und Tag) für den Parameter Vokalisation. Mindestens die Hälfte der Kälber zeigte dieses Verhalten nie, während es einige Ausreißer mit sehr häufiger Lautäußerung gab. Es zeigte sich kein Unterschied zwischen den beiden Versuchsgruppen.

In der Studie von Thomas et al. (2001) vokalisierten Kälber im Alter von zwei Wochen, die acht Liter Milch mehrmals am Tag in kleinen Mengen erhielten, signifikant weniger (5 Vokalisationen pro Kalb und Tag) als Kälber, die zweimal täglich jeweils 2,5 Liter Milch erhielten (31,4 Vokalisationen pro Kalb und Tag). In der vorliegenden Studie wurden die Kälber zweimal täglich mit bis zu sechs Liter Milch getränkt. Auch wenn diese Kälber gesättigter waren als die Kontrollgruppe, gab es im Bezug auf die Vokalisation keinen Unterschied bei den beiden Gruppen. Ein möglicher Grund könnte sein, dass die Labmagenentleerung beim Kalb rasch stattfindet und die Kälber dann trotzdem Hunger verspüren, auch wenn sie physiologisch gesättigt sind. Bei Ultraschall-Untersuchungen wurde festgestellt, dass der Labmagen nach ca. zwei Stunden wieder seine ursprüngliche Größe einnimmt und die Milch somit in den Dünndarm abgeflossen ist (Braun und Gautschi, 2012).

Thomas et al. (2001) äußert die Vermutung, dass die Milchmenge einen Einfluss auf das Auftreten von Vokalisation hat. Ein vermehrtes Auftreten von Vokalisation kann auch auf einen Energiemangel zurück zu führen sein. Nach dem Absetzen wurden bei De Passillé et al. (2010) vermehrt Lautäußerungen festgestellt. In dieser Studie zeigt sich dies nur bei einigen wenigen Tieren. Beim dritten Untersuchungstermin, bei dem sich die Kälber gerade in der Phase des Absetzens befanden, stieg die Anzahl der festgestellten Lautäußerungen an. Dies könnte daran liegen, dass das Absetzen mit Stress

verbunden ist, welcher zu Vokalisation führen kann (Weary et al., 2008). Die hohe Variabilität könnte daran liegen, dass das Individuum einen großen Einfluss auf das Vorkommen von Vokalisation hat. Vor allem nach dem Absetzen ist die Frequenz der Lautäußerungen vom individuellen Charakter des Kalbes abhängig (De Passillé et al., 2010).

#### Festfutteraufnahme:

Die Kälber verbrachten mit zunehmendem Alter mehr Zeit mit der Aufnahme fester Futtermittel. Die Kontroll-Kälber fraßen dabei länger als die MilchPlus-Kälber, jedoch schwach nicht signifikant.

Da nicht alle Versuchsbetriebe Kraftfutter separat angeboten haben, konnte die Kraftfutteraufnahme nicht von der Raufutteraufnahme differenziert werden. Zudem war es nicht möglich, die aufgenommene Menge an Futter zu messen. Es wird jedoch angenommen, dass die Zeit, die mit der Aufnahme von festen Futtermitteln verbracht wird, mit der Menge an tatsächlich aufgenommenem Futter korreliert (vgl. Pahl et al., 2016 für Milchkühe). Dies deutet darauf hin, dass die Kontroll-Kälber die geringeren Anteile an verfütterter Milch durch vermehrte Aufnahme von Festfutter kompensiert haben. Auch Borderas et al. (Borderas et al., 2009) beschreibt den Effekt, dass Kälber, denen weniger Milch als der Vergleichsgruppe verfüttert wurde, den anfänglichen Rückstand bezüglich Körpergewicht ab der vierten Woche aufholten, indem vermehrt Festfutter aufgenommen wurde. Die MilchPlus-Kälber verbrachten in Übereinstimmung mit mehreren Studien, wenn berücksichtig wird, dass die Zeit der Futteraufnahme mit der aufgenommenen Menge korreliert (Rosenberger et al., 2017; Borderas et al., 2009; Jasper und Weary, 2002), weniger Zeit mit der Festfutteraufnahme, als die Kontrollgruppe, jedoch gerade nicht signifikant. Die erhöhte Variabilität nach dem Absetzen könnte an der individuellen Reaktion eines jeden Kalbes an das neue Fütterungssystem und der jeweiligen Entwicklung des Pansens liegen.

Auch bei einer Erhöhung der Milchmenge um 4% des Körpergewichts (14-16%) gab es keine äußerlich sichtbaren negativen Auswirkungen auf die Gesundheit der Kälber (Todd et al., 2017; Borderas et al., 2009). Auch Durchfall wurde nur bei fünf Kälbern (drei davon MilchPlus-Kälber) zu einem der Erhebungszeitpunkte festgestellt. Die sechs Liter Milch pro Mahlzeit können vermutlich problemlos verdaut werden, ohne dass Milch in den Pansen zurückfließt (Ellingsen et al., 2016; Braun und Gautschi, 2012). Im Rahmen der Videoauswertung konnten auch keine Hinweise auf Bauchschmerzen oder Koliken (wie Schlagen mit den Hinterextremitäten gegen den Bauch, häufiges Aufstehen und Niederlegen, Lecken am Bauch, strampeln mit den Beinen im Liegen ect.) nach der Milchtränke bei den MilchPlus-Kälbern festgestellt werden.

## 5. Schlussfolgerungen

Die intensivere Milchfütterung der MilchPlus-Kälber von der 3. bis zur 13. Lebenswoche führte zwar zu einer verbesserten Entwicklung der Kälber während des Versuchszeitraumes, jedoch zu keinen Effekten bezüglich Vokalisation oder oralen Verhaltensweisen. Die Kontrollkälber konnten die geringe Milchmenge möglicherweise kompensieren, indem sie mehr Zeit mit der Aufnahme fester Futtermittel verbrachten. Es gab generell sehr große Unterschiede zwischen den Individuen, die unabhängig von der zugeteilten Versuchsgruppe waren. Die erhöhte Milchmenge führte zu keinen gesundheitlichen Problemen oder negativen Auswirkungen der Kälber. Es wird daher angenommen, dass zwölf Liter Milch pro Tag problemlos verfüttert werden können und zumindest eine positive Auswirkung auf die körperliche Entwicklung des Kalbes zeigen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass eine zweimal tägige Fütterung nicht zu den gewünschten Effekten bezüglich der Verhaltensweisen führt. Es sind weitere Untersuchungen nötig, ob eine mehrmalige Tränke pro Tag mehr positive Effekte hervorbringen würde und wie sich eine Milchmenge von 14-16% des Körpergewichts ab der ersten Lebenswoche auf das Kalb auswirken würde.

## 6. Zusammenfassung

Tränkeempfehlungen für Aufzuchtkälber von 10-12% des Körpergewichtes liegen weit unter den unter natürlichen Bedingungen aufgenommenen Milchmengen. In dieser Arbeit wurde untersucht, wie sich eine Erhöhung der Milchmenge um etwa 4% des Körpergewichtes (14-16%) auf orale Verhaltensweisen, Vokalisation und die mit Festfutteraufnahme verbrachte Zeit auswirken. Die Studie fand mit weiblichen, in Gruppen auf Stroh gehaltenen Fleckviehkälbern auf drei Biobetrieben in Österreich statt. Insgesamt 20 MilchPlus-Kälber (Versuchsgruppe) erhielten ab der 3. Lebenswoche insgesamt 12L Milch/d mittels Nuckeleimer; 20 Kontroll-Kälber (Kontrollgruppe) erhielten 8L Milch/d. Absetzen erfolgte in der 11.-13. Woche. Körpergewicht und Gesundheitsstatus wurden an vier Terminen (Lebenswoche 3/4, 7/8, 11/12, 15/16) ermittelt. An diesen Tagen fand auch die Verhaltensbeobachtung mittels Videoaufnahme von 5:00 Uhr bis 21:00 statt, wovon jeweils 20 min/h ausgewertet wurden. Für die statistische Auswertung wurde ein gemischtes lineares Modell verwendet. Die MilchPlus-Kälber waren immer schwerer als die Kontroll-Kälber, dieser Unterschied konnte aber nicht statistisch abgesichert werden. Die Kontroll-Kälber verbrachten mehr Zeit mit der Aufnahme fester Futtermittel und konnten so möglicherweise die fehlende Milch kompensieren. Bei den oralen Verhaltensweisen und der Vokalisation lagen kein Effekt des Tränkeverfahrens, aber große individuelle Unterschiede vor. Die Aufnahme von 12L Milch pro Tag zeigte keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit der Kälber. Auch wenn der Versuch nur eingeschränkt zu Effekten bezüglich der Verhaltensweisen geführt hat, ist eine Erhöhung der Milchmenge um 4% des Körpergewichtes aufgrund der positiven Auswirkung auf die körperliche Entwicklung zu begrüßen. Es sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig, ob eine mehrmalige Tränke pro Tag oder eine Erhöhung der Milchmenge (14-16%) ab der 1. Lebenswoche zu positiveren Auswirkungen bezüglich des Verhaltens führt.

## 7. Abstract

Feeding recommendations for dairy calves often suggest restrictive feeding of milk (10-12% of the calf's body weight), which is far below the amount a calf would ingest under natural conditions. The aim of the present study was to investigate how an increased milk feeding level (14-16% of the calf's body weight; 12 l/d, 'MilkPlus') affects oral behaviour, vocalizations and time spent with solid feed intake in female Fleckvieh calves compared to restrictive milk feeding (10-12% of the calf's body weight, 8 l/d, 'Control') from week 3 of life. The study was carried out on three organic farms in Austria. The calves were group-housed in straw-bedded pens and were fed twice daily from teat buckets. Both groups were weaned between week 11 and 13. Body weight, health state and behaviour were recorded at four timepoints (week of life 3/4; 7/8; 11/12; 15/16). Behavioural observation (20 minutes per hour) were carried out from video recordings taken from 5:00 a.m. to 9:00 p.m.. Linear mixed models were used for statistical analysis. Though not statistically significant, MilkPlus-calves had on average always a higher body weight than control calves. Control-calves spent more time consuming solid feed, possibly compensating for the lack of milk. There was no effect of the feeding method on oral behaviours and vocalization, but there were large individual differences. The consumption of 12l milk per day showed no negative impacts on the calves' health. Even if the experiment only had limited effects on behaviour, an increase in the amount of milk by 4% of body weight is to be welcomed because of the positive effect on physical development. Further research is needed e.g. with regard to effects on behaviour when milk is fed more than twice a day or when higher amounts of milk are fed from the first week of life onwards.

## 8. Literaturverzeichnis

- Appleby, M.C., Weary, D.M. und Chua, B. (2001): Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats. Applied Animal Behaviour Science 74, 191–201.
- Bar-Peled, U., Robinzon, B., Maltz, E., Tagari, H., Folman, Y., Bruckental, I., Voet, H., Gacitua, H. und Lehrer, A.R. (1995): Increased Weight Gain and Effects on Production Parameters of Holstein Heifer Calves That Were Allowed to Suckle from Birth to Six Weeks of Age. Journal of Dairy Science 80, 2523–2528.
- BMGFJ Bundesministerium für Gesundheit, Familie und Jugend (2022): Erlass des Bundesministeriums bezüglich Kälbergruppenhaltung (2007): BMGFJ-75340/0038-IV/B/7/2007 https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/rechtsvorschriften/oesterreich/T08\_BMG FJ-75340-0038-IV-B-7-2007\_kaelber.pdf?8hkwwj (5.6.2022)
- Borderas, T.F., De Passillé, A.M.B., Rushen, J. (2009): Feedling behaviour of calves fed small or large amounts of milk. Journal of Dairy Science 92, 2843–2852.
- Braun, U. und Gauschi, A. (2012): Ultrasonography of the reticulum, rumen, omasum and abomasum before, during and after ingestion of milk. Schweiz Arch. Tierheilk. 154 (7), 287-297.
- De Passillé, A.M. (2001): Sucking motivation and related problems in calves. Applied Animal Behaviour Science 72, 175–187.
- De Passillé, A.M., Borderas, F. und Rushen, J. (2011): Cross-sucking by dairy calves may become a habit or reflect characteristics of individual calves more than milk allowance or weaning. Applied Animal Behaviour Science 133, 137–143.
- De Passillé, A.M.B. und Rushen, J. (2006): Calves' behaviour during nursing is affected by feeding motivation and milk availability. Applied Animal Behaviour Science 101, 264–275.
- De Passillé, A.M., Sweeney, B. und Rushen, J. (2010): Cross-sucking and gradual weaning of dairy calves.

  Applied Animal Behaviour Science 124, 11–15.
- De Paula Vieira, A., Guesdon, V., De Passillé, A.M., Gräfin von Keyserlingk, M.A. und Weary, D.M. (2008): Behavioural indicators of hunger in dairy calves. Applied Animal Behaviour Science 109, 180–189.

- Ellingsen, K., Mejdell, C.M., Ottesen, N., Larsen, S. und Grøndahl, A.M. (2016): The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves. Physiology and Behavior 154, 169–174.
- EU-Bio Verordnung 2018/848 (2018): Verordnung (EU) 2018/848 des europäischen Parlaments und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des

  Rates https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/rechtsvorschriften/eu/\_VO\_2018\_848\_Bi o-VO-Neu\_1-1.pdf?8hkxlp (5.6.2022)
- Fuerst-Waltl, B., Rinnhofer, B., Fuerst, C. und Winckler, C. (2010): Genetic parameters for abnormal sucking traits in Austrian Fleckvieh heifers. Journal of Animal Breeding and Genetics 127, 113–118.
- Größbacher, V. (2013): Non-nutritive sucking , health situation and identification of risk factors in group-housed dairy calves in Austria. Wien: Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.
- Größbacher, V., Winckler, C. und Leeb, C. (2018): On-farm factors associated with cross-sucking in group-housed organic Simmental dairy calves. Applied Animal Behaviour Science 206, 18–24.
- Häusler, J., Hörmann, S., Enzenhofer, S., Fürst-Waltl, B., Eingang, D., Schauer, A., Velik, M., Kitzer, R., Podstatzky, L., Gallnböck, M. und Steinwidder, A. (2014): Auswirkungen unterschiedlicher Absetztermine auf Fleckviehmutterkühe und deren Nachzucht. Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft Raumberg-Gumpenstein. Irdning: Selbstverlag.
- Hoy, S., Gauly, M. und Krieter, J. (2016): Nutztierhaltung und -hygiene. 2., überarbeitete Aufl., Stuttgard: Eugen Ulmer KG.
- Jasper, J. und Weary, D.M. (2002): Effects of ad libitum milk intake on dairy calves. Journal of Dairy Science 85 (11), 3054–3058.
- Jensen, M.B. und Holm, L. (2003): The effect of milk flow rate and milk allowance on feeding related behaviour in dairy calves fed by computer controlled milk feeders. Applied Animal Behaviour Science 82, 87–100.
- Jeroch, H., Drocher, W. und Simon, O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere. 2., überarbeitete Aufl., Stuttgard: Eugen Ulmer KG.

- Kälber, T. und Barth, K. (2014): Practical implications of suckling systems for dairy calves in organic production systems a review. Landbauforschung Applied agricultural and forestry reasearch 64, 45-58.
- Khan, M.A., Bach, A., Weary, D.M. und Gräfin von Keyserlingk, M.A. (2016): Invited review: Transitioning from milk to solid feed in dairy heifers. Journal of Dairy Science 99, 885–902.
- Kirchgessner, M., Stangl, G., Schwarz, F., Roth, F.X., Südekum, K.-H. und Eder, K. (2014): Tierernährung. 14., überarbeitete Aufl., Frankfurt am Main: DLG-Verlag GmbH.
- Klein-Jöbstl, D., Arnholdt, T., Sturmlechner, F., Iwersen, M. und Drillich. M. (2015): Results of an online questionnaire to survey calf management practices on dairy cattle breeding farms in Austria and to estimate differences in disease incidences depending on farm structure and management practices. Acta Veterinaria Scandinavica 57, 1–10.
- Korst, M., Koch, C., Kesser, J., Müller, U., Romberg, F.J., Rehage, J., Eder, K. und Sauerwein, H. (2017): Different milk feeding intensities during the first 4 weeks of rearing in dairy calves: Part 1: Effects on performance and production from birth over the first lactation. Journal of Dairy Science 100, 3096–3108.
- Krohn, C.C., Foldager, J. und Mogensen, L. (1999): Long-term Effect of Colostrum Feeding Methods on Behaviour in Female Dairy Calves. Acta Agriculturae Scandinavica, Section A: Animal Sciences 49, 57–64.
- Kunz, H.-J. (2014): Neue Empfehlungen in der Kälberfütterung. 41. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2014, 13–16. Raumberg-Gumpenstein: Selbstverlag.
- Kürn, T. (2017): Einfluss einer ad libitum Tränke auf die Gewichtsentwicklung und das Verhalten von Fleckviehkälbern. München: Diss. Ludwig-Maximilian-Universität München.
- Leruste, H., Bokkers, E.A.M., Sergent, O., Wolthuis-Fillerup, M., Van Reenen, C.G. und Lensink, B.J. (2013): Effects of the observation method (direct v. from video) and of the presence of an observer on behavioural results in veal calves. Animal 7 (11), 1858–1864.
- Lidfors, L. M.(1993): Cross-sucking in Group-housed Dairy Calves before and after Weaning off Milk.

  Applied Animal Behaviour Science 38,15-24.
- MELUR Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (2016): Leitfaden für eine optimierte Kälberaufzucht. Kiel: Selbstverlag.
- Moran, J. (2002): Carf rearing a practical guide. 2. Auflage, Collingwood (Australien): Landlinks Press.

- Nielsen, P.P., Jensen, M.B. und Lidfors, L. (2008): Milk allowance and weaning method affect the use of a computer controlled milk feeder and the development of cross-sucking in dairy calves. Applied Animal Behaviour Science 109, 223–237.
- Pahl, C., Hartung, E., Grothmann, A., Mahlkow-Nerge, K. und Haeussermann, A. (2016): Suitability of feeding and chewing time for estimation of feed intake in dairy cows. Animal 10 (9), 1507–1512.
- Pieler, D., Peinhopf, W., Becher, A.C., Aurich, J.E., Rose-Meierhöfer, S., Erber, R., Möstl, E. und Aurich, C. (2013): Physiological and behavioral stress parameters in calves in response to partial scrotal resection, orchidectomy, and Burdizzo castration. Journal of Dairy Science 96, 6378–6389.
- Placzek, M., Christoph-Schulz, I. und Barth, K. (2021): Public attitude towards cow-calf separation and other common practices of calf rearing in dairy farming—a review. Organic Agriculture 11, 41–50.
- Pro Young Stock (2018): https://www.proyoungstock.net/about.html (22.10.2019)
- Reiter, W., Seebacher, M. und Tiefenthaller, F. (2016): Kälberfütterung. Landwirtschaftskammer Oberösterreich Beratungsstelle Rinderproduktion. Linz: Selbstverlag.
- Rinnhofer, B. (2008): Einflüsse der Haltungsumwelt und der Genetik auf das gegenseitige Besaugen beim Rind. Wien: Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.
- RIS Rechtsinformationsystem des Bundes (2022): Gesamte Rechtsvorschrift für die 1.

  Tierhaltungsverordnung.

  https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=200
  03820 (01.03.22)
- Rosenberger, K., Costa, J.H.C., Neave, H.W., Gräfin von Keyserlingk, M.A. und Weary, D.M. (2017): The effect of milk allowance on behavior and weight gains in dairy calves. Journal of Dairy Science 100, 504–512.
- Statistik Austria (2021): Milch.

  https://www.statistik.at/web\_de/statistiken/wirtschaft/land\_und\_forstwirtschaft/viehbestand\_tie
  rische\_erzeugung/milch/index.html (09.10.2021)
- Terler, G., Häusler, J., Eingang, D., Velik, M., Kitzer, R., Gruber, L. und Kaufmann, J. (2018): Einfluss der Tränkemethode auf Futteraufnahme und Körperzusammensetzung von Fleckvieh- und Holstein-Kälbern. 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2018, 5–12. Raumberg-Gumpenstein: Selbstverlag.
- Thomas, T.J., Weary, D.M. und Appleby, M.C. (2001): Newborn and 5-week-old calves vocalize in response to milk deprivation. Applied Animal Behaviour Science 74, 165–173.

- Todd, C.G., Leslie, K.E., Millman, S.T., Bielmann, V., Anderson, N.G., Sargeant, J.M. und DeVries, T.J. (2017): Clinical trial on the effects of a free-access acidified milk replacer feeding program on the health and growth of dairy replacement heifers and veal calves. Journal of Dairy Science 100, 713–725.
- Van Ackeren, C. (2016): Aktuelles zu den Fütterungskonzepten für Aufzuchtkälber in den ersten Lebenswochen. 43. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2016, 71–73. Raumberg-Gumpenstein: Selbstverlag.
- Wagenaar, J.P.T.M. und Langhout, J. (2007): Practical implications of increasing 'natural living' through suckling systems in organic dairy calf rearing. NJAS Wageningen Journal of Life Sciences 54, 375–386.
- Weary, D.M., Jasper, J. und Hötzel, M.J. (2008): Understanding weaning distress. Applied Animal Behaviour Science 110, 24–41.
- Wiedemann, S., Holz, P., Kunz, H.-J., Stamer, E. und Kaske, M. (2015): Einfluss einer ad libitum Tränke von Holstein-Friesian Kälbern während der ersten vier Lebenswochen auf die Gewichtsentwicklung sowie auf Milchleistung und Futteraufnahme in der ersten Laktation. Zuchtungskunde 87, 413–422.
- Winckler, C. (2009): Verhalten der Rinder. In: Hoy, S. (Hrsg.): Nutztierehtologie. Stuttgard: Verlag Eugen Ulmer KG, 78-103

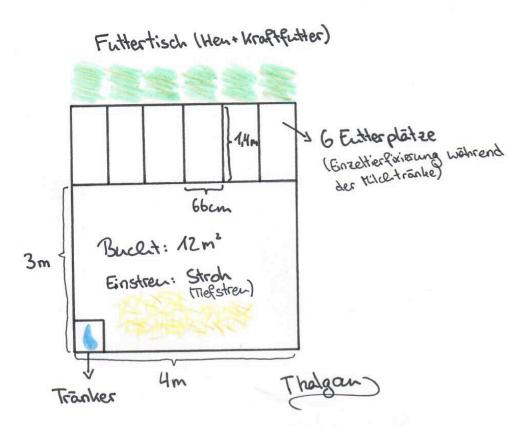
# 9. <u>Tabellenverzeichnis</u>

Tabelle 1: Eckdaten der Versuchsbetriebe
Tabelle 2: Definitionen und Beschreibungen der beobachteten Verhaltensweisen für die Auswertung         der Videoaufnahmen
Tabelle 3: Pearson-Korrelation für die von der Autorin und zwei weiteren Beobachter:innen (A, B)
beobachteten Häufigkeiten (Manipulation Kalb/Objekt, Vokalisation) und Dauern (Fressen
Raufutter/Kraftfutter/TMR) (Inter-Beobachter:innen-Wiederholbarkeit; n=26 Videos) 15
Tabelle 4: Pearson-Korrelation für die von der Autorin zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten
beobachteten Häufigkeiten (Manipulation Kalb/Objekt, Vokalisation) und Dauern (Fressen
Raufutter/Kraftfutter/TMR) (Intra-Beobachter:innen-Wiederholbarkeit; n=26 Videos)
Tabelle 5: Modelle und Teststatistik (Freiheitsgrade, F-Wert, P-Wert) für die Parameter Körpergewicht
und tägliche Zunahmen unter Berücksichtigung der Faktoren Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle),
Untersuchungszeitpunkt (UZ; Lebenswoche 3/4, 7/8, 11/12 und 15/16 der Kälber) sowie die
Wechselwirkung von Milchmenge und Untersuchungszeitpunkt
Tabelle 6: Modelle und Teststatistik (Freiheitsgrade, F-Wert, P-Wert) für die Parameter
Festfutteraufnahme, Manipulation Kalb bzw. Objekt und Vokalisation unter Berücksichtigung der
Faktoren Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle), Untersuchungszeitpunkt (UZ; Lebenswoche 3/4, 7/8,
11/12 und 15/16 der Kälber) sowie die Wechselwirkung von Milchmenge und Untersuchungszeitpunkt 21

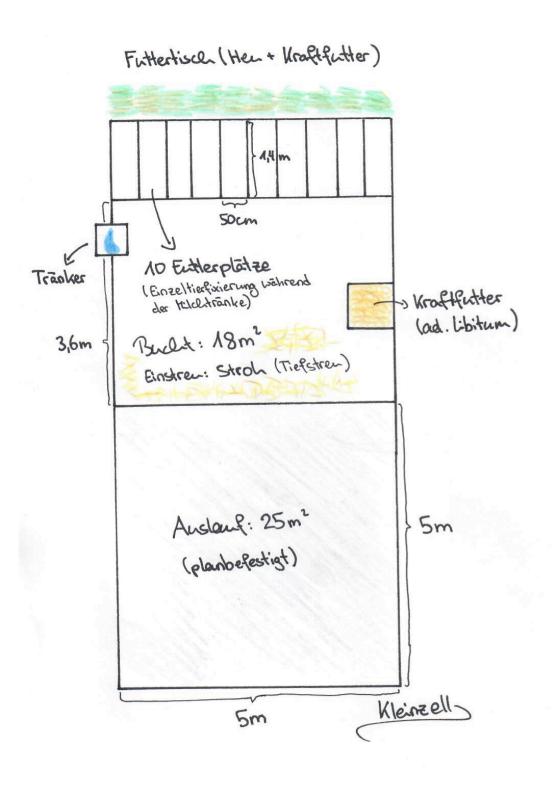
# 10. <u>Abbildungsverzeichnis</u>

Abbildung 1: Tränkeplan
Abbildung 2: Boxplots für das Körpergewicht in Abhängigkeit von Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grauangegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an).
Abbildung 3: Boxplots für die täglichen Zunahmen in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16;in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an)
Abbildung 4: Boxplots für die Anzahl Manipulation Kalb in Abhängigkeit von Milchmenge (MilchPlus Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an)
Abbildung 5: Boxplots für die Anzahl Manipulation Objekt in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus, Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an)
Abbildung 6: Boxplots für die Anzahl Vokalisation in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an). Ein MilchPlus-Kalb zeigte beim vierten Untersuchungszeitpunkt einen Ausreiserwert von 181; aus Gründen der besserer Darstellbarkeit wurde dieser Wert händisch eingezeichnet.
Abbildung 7: Boxplots der Festfutteraufnahme in Abhängigkeit von der Milchmenge (MilchPlus Kontrolle) und Untersuchungszeitpunkt (UZ1 = LW 3/4, UZ2 = LW 7/8, UZ3 = LW 11/12, UZ4 = LW 15/16; in grau angegebene Werte zeigen die geschätzten Mittelwerte an)

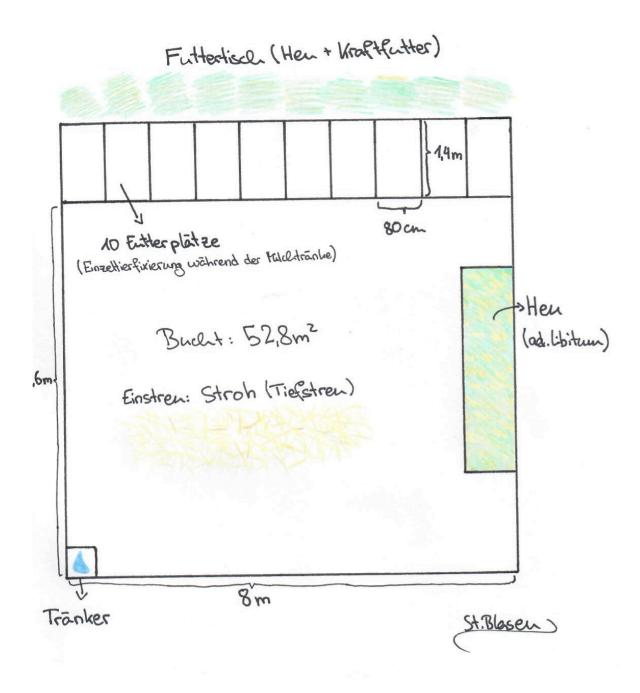
## 11. Anhang



Anhang 1: Grundriss vom Kälberstall am Betrieb Thalgau. Die Bucht bietet Platz für 6 Tiere.



Angang 2: Grundriss vom Kälberstall am Betrieb Kleinzell. Die Bucht bietet Platz für 10 Tiere.



Anhang 3: Grundriss vom Kälberstall am Betrieb St. Blasen. Die Bucht bietet Platz für 10 Tiere.