

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität
München

EINFLUSS EINER AD LIBITUM MILCHTRÄNKE AUF DIE
GEWICHTSENTWICKLUNG UND DAS VERHALTEN VON
FLECKVIEHKÄLBERN

von Teut Kürn
aus München

München 2017

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Mitbetreuung durch Dr. Elke Rauch

Angefertigt am Institut für Tierhaltung und Landtechnik der bayerischen Landesanstalt
für Landwirtschaft

Mentor: Prof. Dr. Klaus Reiter

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Reinhard K. Straubinger, PhD

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Korreferent/en: Univ.-Prof. Dr. Gabriela Knubben-Schweizer

Tag der Promotion: 29. Juli 2017

Gewidmet allen Wesen der Schöpfung, die in der Obhut des Menschen leben um die-
sen zu ernähren

INHALTSVERZEICHNIS

I.	EINLEITUNG	1
II.	LITERATURÜBERSICHT	2
1.	Saugverhalten und Saugmotivation.....	2
2.	Trinkverhalten.....	5
3.	Ad libitum Milchtränke	7
3.1.	Auswirkungen einer ad libitum Milchtränke	8
3.2.	Heu- und Kraftfutteraufnahmen bei ad libitum Milchtränke	10
4.	Gegenseitiges Besaugen.....	11
4.1.	Gegenseitiges Besaugen in der Kälberaufzucht	11
4.2.	Einfluss von Haltung und Fütterung auf das gegenseitige Besaugen	12
5.	Liegeverhalten	15
III.	TIERE, MATERIAL UND METHODEN	17
1.	Versuchstiere	17
2.	Haltung.....	18
2.1.	Einzelhaltung.....	18
2.2.	Gruppenhaltung	19
3.	Fütterung, Tränke und Wasserversorgung	20
3.1.	Einzelhaltung.....	20
3.1.1.	Futter und Wasser.....	20
3.1.2.	Milchtränke	21
3.2.	Gruppenhaltung	22
3.2.1.	Futter und Wasser.....	22
3.2.2.	Milchtränke	23
4.	Datenerhebung	26
4.1.	Gewichtsentwicklung	26
4.2.	Untersuchung des Gesundheitszustandes.....	26
4.3.	Erfassung des Liegeverhaltens	27
4.4.	Milch- und Kraftfutteraufnahme	28
4.4.1.	Eimertränke in der Einzelhaltung.....	28

4.4.2.	Tränke- und Kraftfutterautomatenfütterung in der Gruppe.....	29
4.5.	Erfassung von Parametern des Trinkverhaltens	29
4.6.	Erfassung des gegenseitigen Besaugens	30
4.7.	Stallklima	32
5.	Statistik.....	32
IV.	ERGEBNISSE	34
1.	Tränke- und Kraftfutteraufnahmen	34
2.	Gewichte und Zunahmen	38
3.	Trinkverhalten.....	41
4.	Gegenseitiges Besaugen.....	45
4.1.	Individuelle Unterschiede beim gegenseitigen Besaugen	45
4.2.	Unterschiede zwischen ADL und RES getränkten Kälbern.....	46
5.	Liegeverhalten	47
V.	DISKUSSION	51
1.	Milch- und Kraftfutteraufnahme	51
2.	Gewichtsentwicklung	52
3.	Trinkverhalten.....	53
4.	Gegenseitiges Besaugen.....	54
4.1.	Entstehung des gegenseitigen Besaugens	56
4.2.	Einfluss der ad libitum Tränke auf das gegenseitige Besaugen	57
5.	Liegeverhalten	58
6.	Schlussfolgerung.....	58
VI.	ZUSAMMENFASSUNG	61
VII.	SUMMARY	63
VIII.	LITERATURVERZEICHNIS	65
IX.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	72
X.	TABELLENVERZEICHNIS	74
XI.	ANHANG	75

XII.	DANKSAGUNG	80
-------------	-------------------------	-----------

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

Abb.	Abbildung
ADL	ad libitum Milchtränke
cm	Zentimeter
d	Tag
et al.	und andere
Fa.	Firma
g	Gramm
Kap.	Kapitel
KF	Kraftfutter
kg	Kilogramm
l	Liter
LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
m	Meter
MAT	Milchaustauscher
Max	Maximum
mg	Milligramm
min	Minute
Min	Minimum
ml	Milliliter
n	Anzahl
NAS	Network attached storage
obB	ohne besonderen Befund
p	Signifikanswert
r	Effektstärke nach Cohen
s.	siehe
sec	Sekunden
SD	Standardabweichung (Standard Devitation)
Tab.	Tabelle
RES	restriktive Milchtränke
Z	statistischer Wert zur Berechnung von r nach Cohen

I. EINLEITUNG

Das Tierwohl von landwirtschaftlichen Nutztieren, das sich aus tiergerechter Haltung, Wohlbefinden und Gesundheit der Tiere zusammensetzt, spielt beim Verbraucher eine immer wichtigere Rolle. In einer vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft in Auftrag gegebene Studie begründeten 96 % der Befragten ihren Einkauf von Bioprodukten damit, dass sie Wert auf artgemäße Tierhaltung lägen (Hölscher, 2016). Ein weiterer Aspekt, die Gesundheit von lebensmittelliefernden Tieren durch Verbesserung der Haltungsbedingungen zu fördern, ist der daraus resultierende geringere Einsatz von Medikamenten. Durch Medikamenteneinsatz entstehen einerseits Kosten und andererseits wird die Resistenzentwicklung von Krankheitserregern gefördert. Eine artgemäße Tierhaltung in der Rindfleisch- und Milchproduktion beginnt bei der Kälberaufzucht. Entscheidende Faktoren einer nachhaltigen Kälberaufzucht sind neben dem Geburtsverlauf die Fütterung und Haltung. In den letzten Jahren verbreitete sich das ad libitum Tränkeverfahren in der Kälberaufzucht immer weiter. Die ad libitum Tränke orientiert sich an der muttergebundenen Aufzucht, bei der das Kalb ab dem ersten Lebenstag stets die Möglichkeit hat Milch zu saufen. Milch wird dem neugeborenen Kalb über einen Milchcontainer mit Nuckel rund um die Uhr angeboten. Im Gegensatz dazu stand die bisher favorisierte Methode der restriktiven Tränke, bei der das Kalb in der Früh und abends, also zweimal am Tag rationiert getränkt wurde. Die dreimalige Tränke stellt einen Kompromiss dar. Zu diesem Tränkeansatz gab es zahlreiche Versuche in den letzten Jahren, allerdings wenige mit der Rasse Fleckvieh. Diese Rasse unterscheidet sich von anderen Milchrassen nicht nur in ihrer Doppelnutzung, sondern neben höheren Geburtsgewichten und stärkerer Bemuskelung auch im Verhalten. Bei Fleckviehkälbern, tritt im Vergleich zur Rasse Holstein Friesian, häufiger das abnormale Verhalten des gegenseitigen Besaugens in der Gruppe auf. Bei älteren Kühen wird das gegenseitige Besaugen an Eutern von laktierenden Milchkühen ebenso beobachtet. Letzteres zieht oft nachhaltige Schäden und Verluste der Euter Viertel nach sich, was die Gesundheit der Tiere beeinträchtigt, als auch dem Tierhalter Einbußen beschert. In der folgenden Studie soll untersucht werden, wie sich der Einfluss einer ad libitum Vollmilchtränke auf die Gewichtsentwicklung, das Trinkverhalten, das gegenseitige Besaugen und das Liegeverhalten beim Fleckviehkalb auswirkt.

II. LITERATURÜBERSICHT

1. Saugverhalten und Saugmotivation

Die Motivation zu saugen und somit Milch aus der Milchdrüse der Mutter aufzunehmen ist unabdingbar für das Leben des Neugeborenen. Es ist genetisch programmiert und als reflektorisches Verhalten anatomisch und physiologisch umgesetzt. Die Motivation des Kalbes Milch zu saugen wird durch verschiedene Faktoren beim Kalb ausgelöst und durch das Milchsaugen an der Mutter befriedigt (Winckler, 2009). Wenn das Kalb Hunger verspürt, nähert es sich der Mutter, sucht den Schenkelspalt in verkehrt-paralleler Stellung auf, überstreckt den Kopf und versucht mit dem Maul eine Zitze zu erreichen. Sobald das Kalb die Zitze im Maul hat beginnt es mit dem Saugen (Winckler, 2009).

In der mutterlosen Kälberaufzucht wird meistens zweimal täglich den Kälbern Milchaustauscher (MAT) oder Vollmilch getränkt, dagegen saugten Kälber der Rassen Hereford und Fleckvieh bei muttergebundener Aufzucht im Schnitt fünfmal pro Tag am Euter ihrer Mutter. Im Mittel betrug die Trinkzeit an der Mutter am Tag 46 min (Odde et al., 1985). Ein Kalb, das bei der Mutter aufwuchs saugte durchschnittlich pro Mahlzeit 7,2 min am Euter.

Der Mensch war lange der Ansicht, wenn das Kalb mutterlos aufgezogen würde, sei die Gabe von Milch über den Eimer ausreichend zur Befriedigung der Bedürfnisse des Kalbes. Die mutterlose Kälberaufzucht hat aber gezeigt, dass Verhaltensweisen auftreten, wie zum Beispiel das gegenseitige Besaugen von Kälbern untereinander, die unnatürlich und unerwünscht sind. Woraus sich schließen lässt, dass die Milchgabe allein nicht ausreicht, die Bedürfnisse eines Kalbes zu stillen. Der mütterliche Kontakt scheint neben der Milchversorgung ebenso von Bedeutung zu sein. Solches entdeckten Krohn et al. (1999) als sie zwei Kälbergruppen verglichen, die sie die ersten vier Tage unterschiedlich aufzogen und ab dem fünften Tag die Tiere beider Gruppen gleich behandelten. Die erste Gruppe wurde mutterlos in Einzelboxen mit Kolostrum über Nuckeltränke versorgt. Die Kälber der zweiten Gruppe blieben bei ihren Müttern. Allerdings waren deren Euter mit einer Vorrichtung zugehängt, so dass es dem Kalb unmöglich war, Milch aus dem Euter der Mutter zu trinken. Sie wurden wie die Kälber der ersten Gruppe mit Kolostrum aus

Nuckeleimern versorgt, währenddessen sie allerdings bei der Mutter standen. Auffällig war, dass die zweite Gruppe höhere Gewichtszunahmen hatte (267 g pro Kalb und Tag mehr), obwohl der einzige Unterschied zur Haltung der ersten Gruppe darin bestand, dass die Kälber der zweiten Gruppe vier Tage lang den direkten Kontakt zur Mutter hatten.

Bei Untersuchungen an einer Mutterkuhherde fanden De Passillé und Rushen (2006) heraus, dass Kälber, die eine Mahlzeit zuvor weniger gesoffen hatten, bei der folgenden Mahlzeit dann größere Mengen getrunken hatten. Andersherum zeigte sich, dass bei größerer Milchaufnahme während der ersten Mahlzeit, die folgende entsprechend kleiner ausfiel. Dieses angepasste Verhalten, das anscheinend über eine Rückkoppelung funktioniert, lässt sich auch bei Untersuchungen zum Kopfstoßen bei Kälbern erkennen. Neben dem Saugen an der Zitze zählen zum Trinkverhalten der Kälber auch Pausen, Zitzenwechsel und Kopfstöße. Mit zunehmendem Alter reduzierten sich die Saugversuche des Kalbes bei der Kuh (Froberg und Lidfors, 2009). Ebenso wurden mit dem Älterwerden die Pausen während des Milchsaugens kürzer, die Kopfstöße weniger und somit die reine Saugzeit länger (Lidfors et al., 2010). Bei schnellem Milchfluss durch einen Nuckel zeigten Haley et al. (1998) eine geringe Kopfstoßfrequenz bei Kälbern. Während bei langsamem Milchfluss oft mit dem Kopf gestoßen wurde. Als keine Milch mehr durch den Nuckel floss, war das Kopfstoßen am stärksten. Dieses Verhalten ist somit als Indikator zu sehen, ob die Milchzufuhr nachlässt oder versiegt ist (Haley et al., 1998; De Passillé und Rushen, 2006).

Wodurch das Saugen des Kalbes am Nuckel (Leersaugen) ausgelöst wird, wurde vielfach untersucht. Rushen und De Passillé (1995) und De Passillé und Rushen (1997) konnten zeigen, dass sowohl das Saugen, als auch das Kopfstoßen durch Milchgeschmack hervorgerufen wurden. Des Weiteren saugten Kälber auch an einem „trockenen“ Nuckel, aus dem keine Milch kam, im Anschluss an eine Milchmahlzeit. Dies taten sie zwar auch nach einer Wassertränke aber signifikant kürzer als nach einer Milchtränke. Auffällig war, dass im Anschluss an eine Milchtränke der Nuckel 5-10 min besaugt wurde, während die Kälber den Nuckel weniger als eine Minute besaugten, wenn er ihnen ohne vorherige Tränke angeboten wurde (De Passillé et al., 1992).

Auch bei Mees und Metz (1983) wurde das Leersaugen am Nuckel im Anschluss an die Milchtränke über den Nuckeleimer bei wechselnder Mahlzeitenhäufigkeit

über den Tag untersucht. Die tägliche Milchrations war immer die gleiche, allerdings war sie in verschiedenen Versuchsreihen auf zwei, vier und sechs Mahlzeiten je Tag aufgeteilt. Nach jeder Mahlzeit wurde der Nuckel im Anschluss besaugt (Leersaugen). Die Saugdauer der ersten Mahlzeit jeder Versuchsreihe war immer gleichlang unabhängig wieviel Milch im Eimer war. Je häufiger die Mahlzeiten und somit je kleiner die Mengen, desto geringer war die Zeit der Milchaufnahme im Verhältnis zur Dauer des Leersaugens. Mit zunehmender Anzahl der Tränken über den Tag nahm die anschließende Dauer des Leersaugens nach jeder Fütterung ab. Als die Kälber sechsmal getränkt wurden trat das Leersaugen häufiger auf, als wenn sie nur zweimal täglich Milch bekamen.

De Passillé (2001) stellte fest, dass Kopfstoß und Saugmotivation vor allem in den ersten zehn Minuten nach einer Milchmahlzeit auftraten. Schon einige Jahre zuvor beschrieben De Passillé und Rushen (1997), dass die Saugmotivation kurz nach der Mahlzeit am höchsten war und dann mit der Zeit nachließ, unabhängig ob gesaugt wurde oder nicht. Wobei hier das Saugen als „Leersaugen“ ohne Milchaufnahme gemeint war. Es war entscheidend, ob eine Milchaufnahme, auch nur eine kleine Menge, stattfand. Dieser Stimulus motivierte zum Besaugen über eine gewisse Zeit. Fand kein Stimulus in Form von Milchingestion statt, gab es auch kein Saugen. Saugmotivation summierte sich nicht auf (De Passillé und Rushen, 1997). Zehn Minuten nach der Milchtränke ließ die Besaugmotivation signifikant nach (De Passillé et al., 1992). Auch unterschied sich die Dauer des Saugens am trockenen Nuckel nicht, wenn vorher viel oder wenig Milch getränkt wurde. Daher ist anzunehmen, dass weder die Magenfüllung noch die orale Tätigkeit während des Milchaufnehmens am Nuckel das anschließende Saugen an einem trockenen Nuckel reduzieren würden (Rushen und De Passillé, 1995).

Auch Jung und Lidfors (2001) schrieben, dass bereits gesättigte Kälber immer noch ein Bedürfnis zu Saugen haben. Die Aktion des Saugens reduzierte die Saugmotivation stärker als die Aufnahme von Milch (Rushen und De Passillé, 1995; De Passillé, 2001).

Zusammenfassend gibt es für die Saugmotivation zwei Rückkopplungskreisläufe. Der eine besteht aus dem Geschmack von Milch, der zur Saugmotivation führt und nur durch Saugen selbst wieder eine negative Rückkopplung erfährt, unabhängig der aufgenommenen Milchmenge. Beim anderen Kreislauf führt das Energie- und

Nährstoffdefizit dazu, dass das Kalb ein Saugbedürfnis verspürt. Sobald Milch aufgenommen wurde und das Kalb satt ist, wird diese Motivation zum Saugen rückgekoppelt. Allerdings besteht davon unabhängig immer noch die Motivation zum Saugen, die bei der erfolgten Milchaufnahme durch den Milchgeschmack initiiert wurde (De Passillé und Rushen, 1997).

2. Trinkverhalten

Das Trinkverhalten setzt sich aus dem Trinken, den Pausen, Kopfstößen und sonstigem Verhalten, das Kälber während des Trinkens am Nuckel oder der Zitze zeigen, zusammen.

Um dieses Verhalten beschreiben zu können wurden bei Untersuchungen die Parameter Gesamtmilchaufnahme pro Tag, Häufigkeiten der Mahlzeiten pro Tag, Dauer der Mahlzeiten pro Tag, Gesamttrinkdauer pro Tag und Intensität des Trinkens (Geschwindigkeit) erfasst und berechnet. Wenn Kälber am Nuckel saugen und Milch aufnehmen, unterbrechen sie ihren Saugakt immer wieder, um nach kurzer Pause mit der Milchaufnahme fortzufahren. In diesen Pausen, drehen sie zum Beispiel den Kopf vom Nuckel weg oder stoßen mit dem Flotzmaul gegen den Eimer. Bei längeren Pausen laufen sie vom Nuckel weg und kehren nach kurzer Zeit wieder zurück um weiter zu trinken. Verschiedene Autoren haben unterschiedliche „Mahlzeitenkriterien“ definiert. Bei Steinhöfel und Diener (2015) bestand eine Mahlzeit aus mehreren Besuchen am Automaten, wobei zwischen den Besuchen Pausen waren. Eine Pause war das Verlassen des Antennenerfassungsbereichs des Tränkestandes. War diese Pause nun kürzer als zehn Minuten zählte sie noch zur laufenden Mahlzeit. War die Pause länger als zehn Minuten, begann eine neue Mahlzeit. Als Gesamtdauer eines Besuchs wurden allerdings nur die Zeiten der Einzelbesuche addiert, während das Kalb sich im Antennenbereich des Automatenstandes befand.

Appleby et al. (2001) definierte den Beginn eines Saugaktes, sobald das Kalb den Nuckel mindestens zwei Sekunden im Maul hatte und das Ende, als der Nuckel wieder komplett aus dem Maul war. Eine Mahlzeit waren Saugakte mit Pausen, die entweder durch das Weggehen vom Nuckel endete oder wenn das Maul den Nuckel länger als 60 Sekunden nicht berührte.

Im Gegensatz dazu berechneten Miller-Cushon et al. (2013) ein Mahlzeitenkriterium. Mit Hilfe einer Software berechneten sie aus Tränkezeiten und Tränkepausen,

Normalverteilungen und Verteilungen von logarithmierten Werten. Aus diesen Verteilungen ergab sich ein Schnittpunkt. Für die ADL getränkten Kälber errechneten sie daraus eine mittlere Pausenlänge von 14,3 Minuten. Für RES Kälber war es in diesem Versuch nicht möglich einen äquivalenten Wert zu berechnen, da die Intervalle der Mahlzeitenpausen sehr kurz waren. Anhand dieses Mahlzeitenkriteriums konnte die tägliche Mahlzeitenfrequenz bestimmt werden. Dabei wird als eine Mahlzeit der Zeitraum des Trinkens mit Pausen gezählt, bis die Länge einer Pause 14,3 Minuten übersteigt. Als totale tägliche Mahlzeitendauer wurde die Gesamttrinkdauer summiert inklusive aller Pausenzeiträume, deren zeitliche Dauer kürzer als 14,3 Minuten war.

Alle der nun folgenden Daten stammen aus Versuchen mit Kälbern der Rasse Holstein-Friesian. Ad libitum getränkte Kälber hatten über den Tag durchwegs höhere Milchaufnahmen. Im Schnitt lag die tägliche Milchaufnahme über Nuckeltränke im Mittel zwischen 7,5 und 10,8 Liter in den ersten vier Lebenswochen (Appleby et al., 2001; Miller-Cushon et al., 2013; Steinhöfel und Diener, 2015). Bei den RES getränkten Tieren lag die Aufnahme je nach Versuchsplan meistens bei zehn Prozent des Körpergewichts (Appleby et al., 2001; De Paula Vieira et al., 2008). Bei Steinhöfel und Diener (2015) ging die mittlere tägliche Milchaufnahme bei ADL getränkten Tieren von 9,8 l in der ersten Woche zurück auf 8,7 l in der zweiten Woche, was dem Durchfallgeschehen geschuldet war. Appleby et al. (2001) beschrieb außerdem die großen individuellen Unterschiede bei den Mengen, die täglich von den Kälbern aufgenommen wurden (6,36 kg bis 16,9 kg).

Bei der Dauer der einzelnen Mahlzeiten zwischen Gruppen ergaben sich Unterschiede (De Paula Vieira et al., 2008). ADL Tiere tranken je Mahlzeit kürzer ($\bar{\emptyset}$ 10,7 min) aber dafür öfter (5,3 mal je Tag) als RES Kälber, die nur zweimal am Tag tranken aber dafür länger ($\bar{\emptyset}$ 11,9 min) am Stück. Der Beobachtungszeitraum in diesem Versuch war die zweite Lebenswoche der Kälber. Im Gegensatz dazu stehen die Ergebnisse von Miller-Cushon et al. (2013), in deren Versuch die Daten der dritten und sechsten Lebenswoche verglichen wurden. ADL Kälber brauchten in der dritten Lebenswoche pro Mahlzeit 9,14 min und somit mehr Zeit als die RES Kälber in der dritten Lebenswoche, die im Mittel nur 6,38 min mit der Aufnahme einer Mahlzeit verbrachten. Die Mahlzeitenhäufigkeit pro Tag änderte sich zwischen der dritten und sechsten Woche bei den ADL Tieren kaum (3. Woche: 7,24;

6. Woche: 7,12). Bei der Kontrollgruppe blieb die Mahlzeitenhäufigkeit versuchsbedingt auf zweimal pro Tag. Allerdings nahm zwischen dritter und sechster Lebenswoche bei den ADL Tieren die durchschnittliche Aufnahmemenge pro Mahlzeit zu (3. Woche: 2,15 l; 6. Woche: 3,12 l).

In Bezug auf die Intensität des Trinkens zeigten sich in der dritten Woche bei Miller-Cushon et al. (2013) kleine (ADL: 0,354 kg/min; RES: 0,413 kg/min) und in der sechsten Woche keine (ADL: 0,496 kg/min; RES: 0,490 kg/min) Unterschiede zwischen den Gruppen. Insgesamt war in der sechsten Woche die Trinkintensität bei beiden Gruppen etwas höher.

Appleby et al. (2001) verglichen die Trinkintensität bei Kälbern zwischen der Morgen- und Abendtränke und fanden heraus, dass die Trinkintensität morgens (0,39 kg/min) geringfügig höher war als abends (0,30 kg/min).

Bei Miller-Cushon et al. (2013) wurden die Daten zum Trinkverhalten mit Hilfe von Videoaufnahmen erfasst. Ähnlich war es bei Appleby et al. (2001), die die Tränkeimer auf einer Waage stehen hatten und das Display dieser Waage, direkt neben dem Eimer angebracht hatten, so dass Nuckel und Waagendisplay immer im Videobild waren. Steinhöfel und Diener (2015) benutzten zur Trinkverhalten Datenerhebung einen Tränkeautomaten und Videokameras.

3. Ad libitum Milchtränke

In der Kälberaufzucht wird bisher restriktiv getränkt, was bedeutet, dass den Kälbern in der mutterlosen Aufzucht zweimal täglich rationiert Milch angeboten wird. Restriktiv (RES) getränkte Kälber werden meist täglich mit einer Milchmenge getränkt, die zehn Prozent ihres Körpergewichts (KG) entspricht (Appleby et al., 2001; Jasper und Weary, 2002; De Paula Vieira et al., 2008; Wiedemann et al., 2015). Wenn Kälbern nur vier Liter pro Tag zur Verfügung stand, hatte das zur Folge, dass diese Tiere hungrig blieben und im Wachstum, in der Gesundheit und im Wohlergehen beeinträchtigt waren. Dies erwies sich als negativ in der späteren Milchleistung (Khan et al., 2011). Dieses Tränkeverfahren steht im Gegensatz zur natürlichen, muttergebundenen Aufzucht, in der das Kalb zwischen neun und zehn Mal am Tag am Euter der Mutter Milch aufnimmt (Winckler, 2009). Das Tränkeverfahren der ad libitum Tränke nähert sich dem natürlichen Trinken des Kalbes an der Mutter an, da es dem Kalb bei mutterloser Aufzucht die Möglichkeit bietet,

jederzeit Milch zu trinken.

3.1. Auswirkungen einer ad libitum Milchtränke

Vereinzelt gewinnt die ad libitum Milchtränke in der Kälberaufzucht an Bedeutung. Kälber könnten statt nur 10 % ca. 20 % ihres Körpergewichts (Ø 8,8 l) täglich an Milch aufnehmen (Jasper und Weary, 2002). Der größere Milchkonsum führte zu höheren Zunahmen, wie auch zur Möglichkeit für die Kälber, ihr natürliches Trinkverhalten auszuleben (Khan et al., 2011). Die höheren Milchaufnahmen der Kälber, fasste Khan et al. (2011) zusammen, führten zu einer besseren Gesundheit. Diese sei aber auf das höhere Angebot von Nährstoffen durch die intensivere Tränke zurückzuführen und nicht auf eine Verbesserung des Immunsystems.

In Norwegen röntgten Forscher sechs Kälber, stehend, während und nach der Milchaufnahme, wobei die Milch mit Bariumsulfat gemischt war. Es wurde festgestellt, dass bei selbstständiger Milchaufnahme zwischen 3,5 l und 6,8 l Milch während einer Mahlzeit aufgenommen wurden. Die Milch befand sich auf den Röntgenaufnahmen im Labmagen, der sehr dehnbar zu sein schien. Mittels eines Verhaltensuntersuchungsbogens wurden Bewegungen und Verhaltensweisen erfasst, die auf Unwohlsein und Magenschmerzen hinweisen sollten. Die Kälber zeigten im Anschluss an die Milchaufnahme keinerlei Verhalten, das auf Unwohlsein oder Magenschmerzen hinwies (Ellingsen et al., 2016).

Es gibt zahlreiche Untersuchungen zur ad libitum Tränke, die mit Tieren der Rasse Holstein- Friesian gemacht wurden und wenige mit Fleckvieh Kälbern. Holstein-Friesian ist eine reine Milchviehrasse, wobei das primäre Zuchtziel eine hohe Milchleistung ist, während beim Fleckvieh die Doppelnutzung im Vordergrund steht und die Züchter auf Milchleistung und Fleischansatz (Mast) selektieren.

Beim ad libitum Tränke Verfahren steht dem Kalb über den ganzen Tag unbegrenzt Milch zur freien Aufnahme zur Verfügung, ähnlich der muttergebundenen Haltung, bei der das Kalb die Milch direkt aus dem Euter der Mutter aufnimmt. Im Gegensatz zur Mutterkuhhaltung, bei der die physiologischen und immunologischen Gegebenheiten des mütterlichen Organismus dafür sorgen, dass die Milch entsprechende Qualität behält, muss in der mutterlosen Haltung technisch für den Erhalt der Milchqualität gesorgt werden. Dafür gibt es verschiedene Methoden. In der Einzelhaltung ist die Tränke mit Milchaustauscher (MAT) oder die Kalt- bzw. Warmsauertränke

verbreitet. Hierbei wird der natürliche pH-Wert der Milch durch Säurezusatz abgesenkt, um das Milieu für Pathogene so zu verändern, dass diese sich dort nur noch schlecht vermehren können. Somit bleibt die Milch auch über längere Zeit haltbar und kann den ganzen Tag zur Verfügung gestellt werden. Eine weitere Möglichkeit ist der computergesteuerte Tränkeautomat, der die Milch durch Kühlung konserviert und bei Abholung durch das Kalb erwärmt. Bei diesem System wird jedes Tier individuell erkannt und bekommt, je nach Programmierung, eine entsprechende Menge Milch zugeteilt.

In einer Studie von Hepola (2003) wurden die Tiere ab dem ersten Lebenstag ad libitum getränkt, was eine höhere Milchaufnahme, höhere Gewichtszunahmen und schnelleres Wachstum zur Folge hatte. Bei De Paula Vieira et al. (2008) lagen die Zunahmen bei den ad libitum (ADL) getränkten Tieren bei 0,53 kg/d während die RES getränkten Tiere nur 0,11 kg/d zunahmen. Ähnlich verhielt es sich im Versuch von Jasper und Weary (2002), in welchem die ADL Zunahmen bei 0,8 kg/d und die der RES Kälber bei 0,2 kg/d lagen. Da der Verbrauch von MAT oder Milch bei dem ADL Tränke Verfahren höher war, entstanden entsprechend höhere Kosten, die als nachteilig empfunden wurden (Hepola, 2003).

Durch die ADL Tränke ergaben sich auch langfristige Effekte. Es konnte gezeigt werden, dass der positive Effekt auf die spätere Milchproduktion der weiblichen Kälber auf die Nährstoffzufuhr in der frühen postnatalen Phase zurück zu führen war (Wiedemann et al., 2015). Die durchschnittlichen Tageszunahmen bei Kälbern, während der Zeit der ADL Milchtränke, korrelierten mit der Milchproduktion während ihrer ersten Laktation. Für jedes Kilogramm, welches ein ADL Kalb zunahm, produzierte es in der ersten Laktation als Kuh 1,067 kg mehr Milch (Soberon et al., 2011).

Moallem et al. (2010) tränkten Kälber mit Vollmilch und mit MAT und verglichen später die Milchleistung der Kühe beider Gruppen. Hierbei fiel auf, dass Kühe, die als Kalb Vollmilch bekamen, 10,2 % mehr Milch produzierten, als solche, die als Kalb mit MAT getränkt wurden.

Kaske et al. (2010) fassten in ihrem Artikel zusammen, dass die Nahrungsaufnahme während der Schwangerschaft bei Menschen, als auch bei Ratten und Rindern während der Trächtigkeit, sowie die Ernährung des Säuglings direkt nach der Geburt einen Einfluss auf die Entwicklung des Stoffwechsels eines Individuums haben, der

das ganze Leben anhält. Eine Ernährung der Mutter mit qualitativ hochwertigen Nährstoffen „im Überfluss“ hat andere Auswirkungen auf die Organentwicklung und Lebenserwartung des Fetus, als eine Mangelernährung oder Stress des Muttertieres während der Trächtigkeit. Die postnatale Milchaufnahme bei Ratten hatte Auswirkungen auf das Fressverhalten während des ganzen Lebens. Eine Milchversorgung im Überfluss während der Säugephase führte zu späterer Hyperphagie. Es wird von „metabolischer Programmierung“ gesprochen, wobei es hierbei nicht zu Veränderungen des Erbguts kommt, sondern zu „epigenetischen Effekten“, das heißt, dass spezielle Genomabschnitte exprimiert werden und andere nicht. Dies diene zur frühzeitigen Anpassung an die Umwelt. Während der Trächtigkeit, als auch kurz nach der Geburt würden Umwelteinflüsse die Umsetzung des genetischen Codes beeinflussen. Dies könne vererbt werden (Kaske et al., 2010).

3.2. Heu- und Kraftfutteraufnahmen bei ad libitum Milchtränke

Im vergangenen Jahrzehnt änderte sich die Meinung, dass eine restriktive Tränke und ein frühes Abtränken, was zu einer früheren Rauhfutteraufnahme führen sollte, vorteilhaft für die Entwicklung von Kälbern sei. Stattdessen steht heute die längere und intensivere Milchtränke (z.B. ad libitum Tränke) im Vordergrund. Die Rauhfutteraufnahme ist essenziell zur Vormagenentwicklung der Wiederkäuer, denn sie führt zur Ausbildung einer Bakterien- und Einzellerflora im Pansen (Breves et al., 2015). Je früher mit der Rauhfutteraufnahme begonnen wird, desto eher entwickeln sich Kälber zu Wiederkäuern. Bei dem ADL Tränkeverfahren ist der Beginn der Heu- und Kraftfutteraufnahme entsprechend später.

Bei dem Vergleich einer ADL Nuckeltränke mit einer RES Eimertränke war die Kraftfutteraufnahme der Kälber bis zum 21. Tag vernachlässigbar (Appleby et al., 2001). Jasper und Weary (2002) untersuchten bei ADL und RES getränkten Kälbern zusätzlich die Heu- und Kraftfutteraufnahmen ab dem ersten Tag. In den ersten zwei Wochen war die Festfutteraufnahme generell zu vernachlässigen, da die Kälber annähernd kein Heu und Kraftfutter (KF) aufnahmen. Bis zum 35. Lebenstag hatten die RES Kälber etwa zweimal so viel Festfutter aufgenommen (6,11 kg KF und 0,98 kg Heu) als ihre ADL getränkten Artgenossen (2,99 kg KF und 0,52 kg Heu). Mit beginnendem Abtränken stieg in beiden Gruppen die Festfutteraufnahme, wobei die aufgenommenen Mengen beider Gruppen etwa gleich waren. Die RES Kälber holten allerdings den Gewichtsvorsprung der ADL Kälber während der ersten Wochen im restlichen Versuchszeitraumes von 63 Tagen nicht mehr ein.

4. Gegenseitiges Besaugen

Das gegenseitige Besaugen ist eine Verhaltensstörung, die bei Kälbern und Färsen auftritt. Im englischsprachigen Raum wird zwischen „Cross-sucking“ und „Intersucking“ unterschieden. Cross-sucking tritt bei Kälbern ab den ersten Lebenstagen auf. Dabei zeigt das Kalb das natürliche Säugeverhalten, allerdings nicht an seiner Mutter, sondern an ähnlich alten Artgenossen, wobei keine Zitzen besaugt werden, sondern Euteranlage, Penis, Nabel, Präputium, Skrotum und Extremitäten. Das Intersucking bezeichnet das Besaugen des Euters einer Kuh in jedem Alter (Lidfors und Isberg, 2003).

4.1. Gegenseitiges Besaugen in der Kälberaufzucht

16 Studien, die zwischen 1967 und 2001 gemacht wurden ergaben, dass auf Betrieben in Europa und Ägypten bis 40 % der Tiere gegenseitiges Besaugen zeigten (Lidfors und Isberg, 2003). Solch ein Besaugen des Euters einer laktierenden Kuh kann zu einer Entzündung führen. Eine Infektion des Euters mit Mastitiserregern fand oft um den Zeitpunkt der Kalbung statt. Es lag in der Verantwortung des Tierhalters durch Maßnahmen im Management die Eutererkrankungen zu kontrollieren. Kontrolle und Vorbeugung bestanden neben Fliegenbekämpfung, optimaler Fütterung, Hygiene und Tierkomfort aus der Vermeidung von gegenseitigem Besaugen (De Vliegher et al., 2012). Auch Krömker et al. (2012) beschrieben in ihren Untersuchungen mit 436 Deutschen Holstein Rindern das gegenseitige Besaugen als Risikofaktoren für subklinische Mastitiden. Es ist zu unterscheiden ob sich Kälber gegenseitig Besaugen oder ob Färsen, die bereits in die laktierende Herde eingegliedert wurden, an milchgebenden Kühen tranken. Die Ergebnisse einer Studie von Vaughan et al. (2016) wiesen darauf hin, dass geringes gegenseitiges Besaugen in Kälbergruppen nicht die Wahrscheinlichkeit erhöhe, dass die besaugten Tiere Euterschäden oder Mastitiden entwickelten. Die Mastitisproblematik, durch Eintragung von Pathogenen ins Euter findet nur bei laktierenden Kühen statt. Allerdings bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen Kälbern, die gegenseitiges Besaugen zeigten und später dann als Färsen an laktierenden Kühen Milch saugten (Lidfors und Isberg, 2003). Auch Keil und Audigé (1999) stellten fest, dass 70 % der Kühe, die milchsaugten schon als Kalb sich gegenseitig besaugten.

Kälber, die muttergebunden aufwachsen und somit jederzeit zum Trinken an das Euter der Mutter gehen konnten, zeigten kein gegenseitiges Besaugen und weniger

orale Aktivität außerhalb der Milchaufnahme (Brummer, 2004; Froberg und Lidfors, 2009). Kälber, die die ersten vier Lebenstage bei ihrer Mutter verbrachten, besaugten zu späteren Zeitpunkten Artgenossen und Gegenstände seltener als Kälber, die ab dem ersten Lebenstag mutterlos in Einzelboxen gehalten wurden. Nichts desto trotz nahm die Besaugehäufigkeit, als auch die Besaugfrequenz eher mit dem Alter ab als mit dem Vorhandensein des mütterlichen Kontakts (Krohn et al., 1999).

Es ließ sich erkennen, dass die Motivation zum gegenseitigen Besaugen stark an die Motivation zum Saugen an sich gekoppelt ist. Ebenso wie die Saugmotivation bei der Milchaufnahme, war die Motivation zum gegenseitigen Besaugen in den ersten Minuten nach der Milchmahlzeit am höchsten (Jung und Lidfors, 2001). Gleiches bestätigte Lidfors (1993), in deren Versuch in den elf Minuten nach der Milchtränke die Besaugfrequenz der Kälber untereinander am höchsten war.

Das Geschlecht der Kälber spielte beim gegenseitigen Besaugen keine Rolle. In den Untersuchungen von De Passillé et al. (2010) waren die Verhaltensweisen männlicher und weiblicher Kälber ohne Unterschied.

Bei ethologischen Auswertungen ist es wichtig zu beachten, dass die Unterschiede in Bezug auf eine Verhaltensweise individuell stark variieren. Während der 20 Beobachtungszeiträumen von je drei Minuten schwankte die Besaugehäufigkeit zwischen zweimal und 34 Mal (Lidfors, 1993). Auch bei De Passillé et al. (2010) waren die Unterschiede bei den Besaugdauern zwischen den Individuen groß. Warum manche Kälber sich gegenseitig besaugten und manche das nicht taten, obwohl sie genau gleich behandelt wurden, ist nicht geklärt (Vaughan et al., 2016).

4.2. Einfluss von Haltung und Fütterung auf das gegenseitige Besaugen

Der Zeitpunkt, sowie die Art und Weise des Abtränkens spielten einerseits arbeitswirtschaftlich eine Rolle (Kehoe et al., 2007), andererseits wird auch die spätere Milchproduktion der Kühe davon beeinflusst, wie diese zu Anfang als Kalb getränkt wurden und wann sie abgetränkt wurden (Bach, 2012). Da das gegenseitige Besaugen stark an die Milchaufnahme gekoppelt ist (Lidfors, 1993; Jung und Lidfors, 2001) liegt die Vermutung nahe, dass mit dem Abtränken auch das gegenseitige Besaugen nachlassen würde. Dieses bestätigte Lidfors (1993), in deren Versuch das gegenseitige Besaugen nach dem Abtränken signifikant abnahm. Auffällig war, dass Kälber, die vor dem Abtränken eine hohe Besaugaktivität zeigten auch

nach dem Abtränken noch besaugten. Wobei das Besaugen vor und nach dem Abtränken in engem Zusammenhang mit der Futteraufnahme stand. Kälber mit langer Fressdauer besaugten weniger. Auch die Energiedichte des Futters war von Bedeutung. Die Häufigkeit des gegenseitigen Besaugens stieg mit abnehmender Energiedichte.

Betriebe, in denen die Bereitstellung des Futters begrenzt war, hatten die höchsten Raten an gegenseitigem Besaugen (Keil und Langhans, 2001). Diese Aussagen bestätigten die Ergebnisse von De Passillé et al. (2010), dass sich die aufgenommene verdauliche Energie reziprok zur gegenseitigen Besaugedauer verhielt. Das Auftreten von Besaugen war demnach eine Antwort auf zu wenig Milch, sowie eine Unterversorgung mit Energie. Allerdings betrafen diese Ergebnisse die Zeit vor dem Abtränken.

Gruppenhaltung von Kälbern ist Voraussetzung für gegenseitiges Besaugen, wobei Gruppengröße und Gruppenhomogenität dieses wahrscheinlich beeinflussten (Jensen, 2003). Geschlossene Ställe als auch fehlender Auslauf und Weidegang, sowie Fütterung mit viel Maissilage förderten ebenso das gegenseitige Besaugen (Keil et al., 2000). Bezüglich der Tränke waren offene Eimertränken und Tränkeautomaten Faktoren, durch welche das Besaugen gefördert wurde (Lidfors und Isberg, 2003). Dieselben Autoren beschrieben auch, dass eine Milchration pro Tag von über sechs Litern Milch das Besaugen von Artgenossen fördern würde (Lidfors und Isberg, 2003). Einer Umfrage zu Folge trat Besaugen in den Betrieben häufiger auf, die auch häufiger am Tag die Kälber tränkten (Gaude, 2014).

Die verbreitetste Methode um gegenseitiges Besaugen bei Färsen zu verhindern ist in der Schweiz der Nasenring (Keil et al., 2000). Wobei dieser nur die Symptomatik verhindert. Ziel wäre es, schon früher die Notwendigkeit bzw. die Saugmotivation zu reduzieren. Eine Verbesserung in der Kälberaufzucht stellt die Nuckeltränke dar. Nach Jensen (2003) sollte Tieren die Möglichkeit gegeben sein das Saugverhalten am Nuckel auszuführen. In seiner Studie zeigte er, dass sich Kälber, die über den Eimer getränkt wurden häufiger besaugten, als solche, die Milch über einen Nuckel aufnahmen. Auch die Bereitstellung eines „trockenen“ Nuckels direkt nach der Milchaufnahme, also ein Nuckel, aus dem keine Milch fließt, reduzierte das gegenseitige Besaugen (De Passillé, 2001; Jung und Lidfors, 2001; Jensen, 2003). De Passillé (2001) fand heraus je kleiner die Nuckelöffnung ist, desto stärker saugen die Kälber um Milch aufzunehmen. Die Zeit, die am Nuckel länger gesaugt wurde,

wurde weniger an den Gruppengenossen besaugt. Aurich und Weber (1993) untersuchten das gegenseitige Besaugen im Anschluss an eine Milchtränke mit und ohne erhöhtem Saugwiderstand. Kälber mit erhöhtem Saugwiderstand tranken länger am Stück Milch, dafür nahmen sie weniger Mahlzeiten über den Tag zu sich, als ihre Artgenossen, die ohne erhöhten Saugwiderstand getränkt wurden. Kälber, die mit erhöhtem Saugwiderstand getränkt wurden, besaugten sich seltener und kürzer. Da das gegenseitige Besaugen im Anschluss an die Milchaufnahme stattfand, konnte nicht bestimmt werden, worauf die Reduzierung des gegenseitigen Besaugens zurückzuführen ist. Entweder wurde weniger gegenseitig besaugt, weil die Kälber weniger Milchmahlzeiten hatten und das Saugen weniger oft stimuliert wurde oder weil sie intensiver am Nuckel saugen mußten und der Saugdrang auf diese Weise schon befriedigt war.

Hollwich (1970) fiel bei seinen Untersuchungen zur Kälbermast auf, dass Kälber, die uneingeschränkten Zugang zum Tränkeautomaten hatten, weniger gegenseitiges Beleckten zeigten, als Tiere, denen ein Nuckel nur begrenzt zur Verfügung stand.

Wenn die Kälber ad libitum über den Nuckel getränkt würden, könnte das zu weniger gegenseitigem Besaugen führen (Jasper und Weary, 2002). De Paula Vieira et al. (2008) fanden heraus, dass sich zwölf Tiere einer ADL Versuchsgruppe nur dreimal im gesamten Versuch besaugten, weshalb die Autoren mutmaßten, dass größere Rationen, langsamere Trinkgeschwindigkeiten und kleinere Gruppengrößen die Gründe für das geringe gegenseitige Besaugen wären.

Die vertränkte Milchmenge hat ebenso einen Einfluss auf das Verhalten der Kälber. Keil et al. (2000) berechneten aus Ergebnissen einer Umfrage, dass bei einer Obergrenze von sieben Litern Milch pro Tag in der Kälberaufzucht das Besaugen im Färsenalter halbiert wäre. Ebenso werteten sie Auslauf mit Weidegang und das Umgruppieren während der Tränkephase als positiv. Ein anderer Versuch zeigte, dass Heuangebot nach der Milchtränke eine Reduktion des Besaugens mit sich bringt (De Passillé, 2001).

Auch das Verhältnis Tierzahl je Gruppenbox zu Grundfläche spielte eine Rolle. Je geringer die Belegungsdichte (Tiere pro Quadratmeter), desto weniger gegenseitiges Besaugen trat auf. Aussagekräftig war ebenso, dass die Belegungsdichte stärker auf das Besaugen Einfluss nahm, als die Anzahl der Tiere je Box (Gaude, 2014).

Schlussendlich war es bei der Automatenfütterung sehr zielführend den Tränkestand mit einer Tür zu versehen, die sich automatisch schließt, sobald ein Kalb mit Anrecht auf Tränke den Stand betritt, um während der Milchmahlzeit nicht von Artgenossen besaugt zu werden (Wendl et al., 1997; Jensen, 2003).

Sambras (1984) führte Untersuchungen durch, bei denen er Kälber nach dem Tränken unterschiedlich lang fixierte. Dabei wurde festgestellt, dass das gegenseitige Besaugen am häufigsten bei Kälbern auftrat, die nach der Tränke nicht fixiert wurden. Mit zunehmender Fixierungsdauer sanken die Häufigkeiten des gegenseitigen Besaugens. Ohne Fixierung besaugte ein Kalb im Mittel je Tag mehr als zwei Minuten. Bei zehn minütiger Fixierdauer ging die Gesamtdauer des gegenseitigen Besaugens auf ein Sechstel zurück. Bei längeren Fixierungsdauern konnten die Besaugdauern zwar noch weiter reduziert werden, aber nicht mehr so stark wie in den ersten zehn Minuten. Daraus wurde gefolgert, dass die Saugmotivation durch Milchaufnahme nach zehn Minuten weitestgehend abgeklungen sei.

5. Liegeverhalten

Das Liegeverhalten von Kälbern wie von Kühen, könnte ein Parameter sein, an dem erkannt wird, wie das jeweilige Tier in seinem Umfeld interagiert, als auch wie wohl es sich in seiner Umwelt fühlt (Bonk et al., 2013).

Kälber, die länger ruhen haben höhere Gewichtszunahmen, als solche die weniger lange ruhen. Zu diesen Ergebnissen kamen Hanninen et al. (2005), als sie das Liegeverhalten von 48 Kälbern in verschiedenen Haltungssystemen und auf verschiedenen Bodenbelägen mit Hilfe von Videoaufnahmen, bei gleicher Fütterung, untersuchten. Ein Grund dafür könnte sein, dass die Kälber mehr Energie für das Wachstum nutzten, wenn sie mehr ununterbrochene Ruhephasen hatten.

Jensen et al. (2015) bemerkten bei den Auswertungen von Videoaufnahmen, dass Kälber die 9 Liter Milch je Tag tranken, mehr lokomotorische Aktivität zeigten, als Kälber die nur 5 l Milch je Tag bekamen. Wobei die Beobachtungen während des Zeitraums der Milchtränke stattfanden. Mit dem Abtränken nahm die Aktivität der Kälber ab. Es wurde diskutiert, dass die vermehrte Bewegung bei höherer Milchaufnahme ein Anzeichen von Wohlbefinden sei.

Bei Versuchen mit 56 Holstein Kälbern wurde erforscht, wie sich das lokomotorische Verhalten bei verschiedenen Abtränkverfahren entwickeln würde und wie es

im Verhältnis stünde zu Futteraufnahme und Gewichtsentwicklung. Auch hier fiel auf, dass in der Zeit vor dem Abtränken die Bewegungsdauer hoch war. Mit Einsetzen des Abtränkens nahm die Bewegungsdauer der Kälber ab, auch wenn Futteraufnahme und Gewichtszunahmen nicht einbrachen. Das ließ darauf schließen, dass die Futteraufnahme und die Gewichtszunahmen alleine nicht direkt korrelieren mit dem Bewegungsverhalten. Es scheint, dass die Lokomotion mit der Milchaufnahme im Zusammenhang steht. Denn sobald abgetränkt wurde, ließ auch die Zeit, die mit Bewegung verbracht wurde, nach (Miguel-Pacheco et al., 2015).

In einer Untersuchung von Steinhöfel und Diener (2015) wurden Holstein-Friesian Kälber ebenfalls mit Videokameras am ersten, dritten und sechsten Lebenstag gefilmt. Das Verhalten wurde hinsichtlich des Geschlechts, der Art der angebotenen Tränke und des zeitlichen Verlaufs dargestellt. Während der drei Beobachtungstage zeigten sich weder in der ADL getränkten, noch in der RES getränkten Gruppe nennenswerte Unterschiede. Auch hinsichtlich der Geschlechter unterschied sich das Verhalten nicht. Die durchschnittliche Liegedauer lag im Mittel um 20 Stunden pro Tag. Die Stunden je Tag, die die Tiere standen oder sich bewegten lag bei ca. 3,3.

Ähnlich verhielt es sich bei Hanninen et al. (2005). Hier lagen die Tiere während der Zeit, in der sie Milch bekamen, im Mittel 17 Stunden am Tag. Hauptsächlich ruhten die Kälber in Brustlage und im Mittel nur weniger als 30 min je Tag in Seitenlage.

In einer Untersuchung zur Evaluierung von Pedometern in Berlin wurde herausgefunden, dass sich zu lokomotorischen Beobachtungen mittels Pedometern das rechte Hinterbein als bester Ort für den Sensor zur Datenerfassung eignet. Bei Kälbern wurde während dieses Versuches eine Liegezeit im Mittel von $18 \pm 0,9$ Std je Tag gemessen (Bonk et al., 2013).

Mit Pedometern, die am rechten Hinterbein angebracht waren, wurde festgestellt, dass RES getränkte Kälber im Mittel eine Stunde pro Tag länger standen (6,4 Std/d) als ihre ADL getränkten Artgenossen (5,5 Std/d) (De Paula Vieira et al., 2008).

III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

An der Versuchsstation Grub der bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) wurden die Tiere geboren und gehalten, die Untersuchungen durchgeführt sowie sämtliche Daten erfasst. Der Zeitraum der Datenerhebung belief sich von Oktober 2014 bis Oktober 2015. Finanziert wurde das Projekt vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten.

Zeitgleich wurde eine Dissertationsschrift von Frau Kristin Bernhart zu Tiergesundheitsparametern angefertigt (Dissertation Bernhart, eingereicht 2017).

1. Versuchstiere

Die Versuchsdaten wurden an 97 Fleckviehkälbern erhoben, die aus der betriebseigenen Milchkuhherde (n= 126) stammten und verteilt über den Zeitraum von einem Jahr geboren wurden. Es wurden sowohl weibliche als auch männliche Tiere in den Versuch aufgenommen. Ausschlusskriterien waren Schwergeburten und Zwillinge. Männliche Tiere waren bis zum 56. Lebenstag im Versuch, während weibliche bis zum 112. Lebenstag im Versuch waren. Das bedeutet, dass die Daten der ersten acht Wochen von etwa 91 Tieren stammen und Daten vom 57. bis zum 112. Tag von 47 weiblichen Kälbern. Fünf Tage vor dem zu erwartenden Abkalbetermin brachte das Stallpersonal die tragenden Kühe in eine von vier zur Verfügung stehenden Abkalbeboxen. Zeitweise waren die Abkalbeboxen auch von mehreren Kühen gleichzeitig belegt. In diesen kamen die Kälber zur Welt und wurden, sofern die Geburt tagsüber stattfand, innerhalb einer Stunde in den Kälberstall gebracht und in Einzelboxen aufgestellt. Geschah die Geburt nachts, wurde in der Früh zwischen fünf und sieben Uhr umgestallt. Die ersten 14 Tage verbrachte jedes Kalb in einer Einzelbox. Am fünfzehnten Lebenstag wurden die Tiere in Gruppenbuchten umgestallt und blieben dort bis zum Ende des Versuchs; männliche Kälber bis zum Ende der achten Lebenswoche und weibliche bis zum Ende der sechzehnten Lebenswoche. Eine Gruppe bestand aus maximal zwölf Tieren. Die Buchten waren nicht immer mit zwölf Tieren gleichzeitig belegt, da abhängig der Geburtstage, es einige Zeit dauerte bis das zwölfte Tier in der Gruppe angekommen war. Bis dahin war es auch immer wieder der Fall, dass männliche Tier bereits aufgrund ihres Alters (> acht Wochen), die Gruppe verlassen hatten, so dass die Gruppenbuchten die meiste Zeit mit acht bis zehn Tieren belegt waren.

2. Haltung

In zwei Außenklimaställen waren die Einzelboxen und Gruppenbuchten untergebracht. Sie waren mit Stroh eingestreut und wurden nach Bedarf mit Stroh nachgestreut. Nach Benutzung wurden selbige entmistet, mit Dampfstrahlgeräten gereinigt und nach der Trocknung mit Neopredisan der Fa. MENNO CHEMIE VERTRIEB GmbH (Norderstedt, Deutschland) desinfiziert.

2.1. Einzelhaltung

Die ersten 14 Lebenstage verbrachten die Kälber in Einzelboxen (Einzelbox mit Vollkunststoffrost B: 80 cm, L: 120 cm) der Fa. ZIMMERMANN STALLTECHNIK GmbH (Oberessendorf, Deutschland). Diese waren an drei Seiten durch isolierte Kunststoffwände verschlossen. Die Boxentür bestand aus verzinktem Stahlgestänge. An der Vorderseite der Boxen waren jeweils zwei Tröge für Wasser sowie für Heu und Kraftfutter angebracht, zu denen die Kälber uneingeschränkt Zugang hatten. Sank die Außentemperatur unter null Grad Celsius, wurden die Boxen mit umfunktionierten Reservekunststoffwänden der Einzelboxen abgedeckt, um den Wärmeverlust in der Box zu minimieren. Ferner konnte an der Tür ein Tränkeeimer mit Saugnuckel eingehängt werden, über welchen das Kalb mit Milch gefüttert werden konnte. Die Einzelboxen standen in einem Offenstall, der dreiseitig verschlossen und nur nach Süden hin offen war (Abb. 1). Bei Wind oder Kälte konnten Vorhänge an der Südseite des Gebäudes heruntergefahren werden.

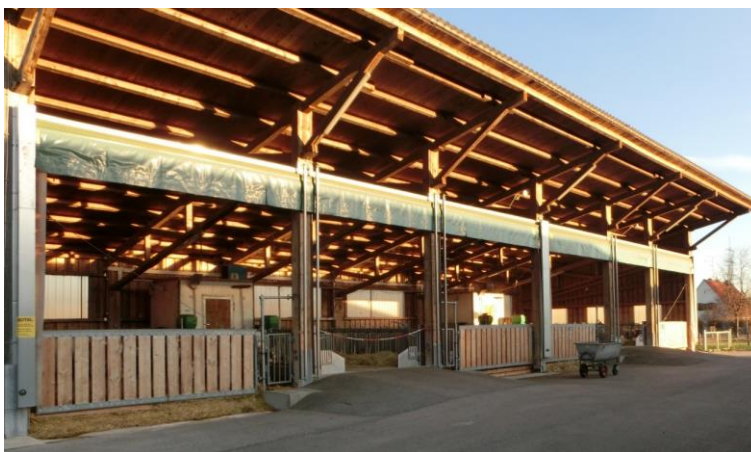


Abbildung 1: Außenklimastall mit den Gruppenbuchten der Kälber (Versuchsstation Grub)

In Zusammenhang mit den Wägeeinheiten wurden Boxen eingesetzt, die aus einem verzinkten Stahlgestänge bestanden. Die Wände waren aus Holzplatten, die an der Rückseite zwei Aussparungen hatten, in die zwei Fresströge eingehängt wurden, weil es bei dieser Boxenbauart nicht die Möglichkeit gab, Futterschüsseln an der vorderen Tür anzubringen. Auf diese Weise wurden Kraftfutter und Heu angeboten. Die Milchtränke geschah über einen fest an der Boxentür installierten Nuckel, der über einen Kunststoffschlauch mit dem Milchkontainer verbunden war. Daneben befand sich ein Wassertrog, der ebenfalls an der Tür befestigt war und über einen Schlauch mit einem Wasserbehälter verbunden war. Der boxenseitige Zugang zum Nuckel war mit einem Brett verschließbar (Abb. 2).



Abbildung 2: Zwei Einzelboxen mit mittig angebrachten Wägeeinheiten zur Erfassung der Trinkparameter

2.2. Gruppenhaltung

Ein Gruppenabteil war 8,95 m lang und 5 m breit. Zwei Seiten waren von Betonwänden, eine Schmalseite von einem Holztor und eine Längsseite vom Fressgitter begrenzt (Abb. 3). Durch dieses konnten die Tiere, das auf dem Futtertisch angebotene Futter, erreichen. Der Bereich vor dem Fressgitter war erhöht und mit Holzspaltenboden versehen. In der Box befand sich ein Tränkeautomat „Stand Alone 2000“ und ein Kraftfutterautomat der Fa. FÖRSTER-TECHNIK GmbH (Engen, Deutschland). Wasser wurde zur freien Verfügung über eine Ventil-Tränke Modell 46 der Fa. ZIMMERMANN STALLTECHNIK (Oberessendorf, Deutschland) angeboten. Während des Versuchs wurden fünf solcher baugleichen Gruppenbuchten benutzt.



Abbildung 3: Gruppenbucht mit Fressgitter und Futterautomaten

3. Fütterung, Tränke und Wasserversorgung

Alle Tiere hatten immer Zugang zu Trinkwasser, Heu und Kraftfutter (siehe Analyse: Anhang 1, Anhang 2). Die Milchtränke war versuchsbedingt abhängig von Alter und Zugehörigkeit der Versuchsgruppe.

3.1. Einzelhaltung

3.1.1. Futter und Wasser

Während der Phase der Einzelhaltung wurde den Kälbern Heu und Kraftfutter, jeweils eine Hand voll, in einer Kunststoffschüssel angeboten. Daneben war eine zweite Schüssel, die mit Wasser gefüllt war. Bei Bedarf wurde nachgefüllt und bei Verunreinigung der Schüsseln entsprechend gereinigt.

Am ersten Lebenstag bekam jedes Kalb oral Paligo-Kalb von Vétoquinol F-70204 (VÉTOQUINOL GmbH, Ravensburg, Deutschland) verabreicht. Ein Injektor enthält 14 g Paste, die unter anderem Eisen, Kupfer, Zink, Selen, Vitamin A, Vitamin D3, Vitamin E, Vitamin C und Cholin enthält. Zwischen 24 und 72 Stunden post natum wurde jedem Tier 7 ml Eisen Ursoferan 150 mg/ml (SERUMWERK BERNBURG AG, Bernburg, Deutschland) oral appliziert.

Kälbern mit Durchfall wurde zusätzlich eine Elektrolyetränke angeboten (Effydral, Fa. ZOETIS, Berlin, Deutschland).

3.1.2. Milchtränke

Es kamen Kunststoff- Tränkeimer TK13 der Fa. HIKO (Kempten, Deutschland) zum Einsatz. Während der ersten fünf Lebenstage wurden die Kälber mit dem Kolostrum ihrer eigenen Mutter über Nuckeleimer getränkt. Wenn die Milch nach dem Melken der Mutter abgekühlt war, wurde sie mit Hilfe eines Tauchsieders wieder handwarm erwärmt. Grundsätzlich war die Milchmenge der ersten Mahlzeit unbegrenzt, wobei es einerseits von Kalb zu Kalb unterschiedlich war, wieviel Milch aufgenommen wurde und andererseits unterschiedlich wieviel Milch von der jeweiligen Kuh vorhanden war. Es wurde angestrebt alle Kälber innerhalb der ersten vier Stunden nach der Geburt mit mindestens zwei Liter Kolostrum zu tränken. Tatsächlich wurden die Kälber im Versuch wie folgt getränkt - 16 mal Tränke in den ersten zwei Lebensstunden - 26 mal innerhalb zweiter bis vierter Lebensstunde - 21 mal nach der vierten Stunde - 21 mal wurde nachts bei der Mutter gesoffen - 9 mal war Geburtszeitpunkt nicht bekannt. Neugeborenen, die nach mehrmaligen Versuchen über Nuckel nicht gesoffen hatten, wurden mit zwei Liter Kolostrum gedrencht. Kälbern mit Durchfall und solchen, die keine Milch mehr gesoffen haben wurde zusätzlich eine Elektrolyttränke angeboten.

Ab der zweiten Mahlzeit wurde die Milch für die Kälbertränke mit Schaumacid Drink C der Fa. SCHAUMANN (Pinneberg, Deutschland) angesäuert (Abb. 4). Die zweite Tränke wurde mit einem Milliliter (ml) Säure pro Liter Milch auf einen pH-Wert von ca. 6,0 angesäuert. Ab der dritten Tränke wurde bis zum Ende der Einzelhaltung der pH- Wert jeder Mahlzeit mit zwei ml Säure pro Liter Milch, auf ungefähr 5,5 abgesenkt. Die pH-Werte wurden im Labor der Stoffwechselanlage des Instituts für Tierernährung der LfL bestätigt. Nur in den ersten 14 Lebenstagen wurde kaltsauer getränkt.



Abbildung 4: Ansäuern der Vollmilch auf einen pH-Wert von 5,5

Die Tiere der ad libitum Gruppe hatten die Möglichkeit zu jeder Tages- und Nachtzeit Milch über einen Nuckeleimer aufzunehmen. Dazu wurde die im kalten Zustand angesäuerte Milch mittels Tauchsieder erwärmt und in die morgendlich gereinigten Nuckeleimer gefüllt. Die Tränkeeimer hingen bis zum nächsten Morgen an der Boxentür, wobei die Milch über den Tagesverlauf abkühlte. Abends wurde Milch nach Bedarf lauwarm nachgefüllt.

Bei den Tieren der restriktiv getränkten Gruppen wurden die Nuckeleimer gleichfalls in der Früh gereinigt und mit kalt angesäuerter und dann erwärmter Milch an die Türen der Einzelboxen gehängt. Die Eimer wurden nach längstens drei Stunden wieder abgenommen. Die Kälber der restriktiv gehaltenen Gruppe bekamen zweimal am Tag Milch. Von Tag zwei bis sieben bekamen die Kälber in der Früh und abends jeweils 2,5 Liter und in der zweiten Woche morgens und abends jeweils 3 Liter.

3.2. Gruppenhaltung

Die Tiere wurden von ihrem fünfzehnten Lebenstag bis zum Ende ihrer Versuchszeit in Gruppen gehalten. Die Versuchszeit betrug bei männlichen Tieren acht Wochen und bei weiblichen 16 Wochen.

3.2.1. Futter und Wasser

In der Gruppenhaltung erhielten die Tiere Heu und Grummet, das sie durch ein Fressgitter vom Futtertisch aufnehmen konnten. In jeder Gruppenbox befand sich ein Tränkebecken Fa. SUEVIA Modell 60 (Kirchheim/Neckar, Deutschland) mit Wasser zur freien Aufnahme.

In jeder Gruppenbucht war ein Kraftfutterautomat der Firma Förster montiert, an dem die Tiere im zugehörigen Fressstand über den Ohrchip erkannt wurden und Futter abholen konnten. Während der ersten 14 Tage in der Gruppe konnte jedes Tier 1,5 Kilogramm (kg) Kraftfutter fressen. In den folgenden 14 Tagen erhöhte sich die zugeteilte Menge je Tier auf 2,5 kg, sowie in der dritten Periode über 25 Tage auf 3,5 kg. Bis zum Ende des Versuchs blieb die abrufbare Menge auf 3,5 kg. Futter konnte von 0 Uhr bis 23 Uhr abgeholt werden. Die Gesamttagesmenge war in 23 Intervalle geteilt. Restmengenübertrag gab es keinen. Die Mengenbegrenzung war mindestens bei zehn Prozent und maximal bei 50 Prozent der gestatteten Tagesmenge. Das bedeutet, dass zum Beispiel bei 3,5 kg pro Tag und 23 Intervallen nach 2,3 Stunden wieder zehn Prozent, also 0,35 kg, abgeholt werden konnten. Der

Krafftfutterplan war für die Tiere der ad libitum, sowie für die der restriktiv getränkten Gruppe gleich.

3.2.2. Milchtränke

Über einen Tränkeautomaten Fa. FÖRSTER TECHNIK GmbH, Typ TAK6-SA3-38-E2/400 (Engen, Deutschland), wurden die Tiere mit Milch versorgt. Es waren drei Automaten im Einsatz. Wobei ein Automat immer zwei Kälbergruppen versorgte. Wenn ein Tier den Stand des Automaten betreten hatte, wurde es über einen Chip im Ohr vom Automaten erkannt. Der Sensor zur Chiperkennung befand sich auf selber Höhe, aber seitlich von einem Schiebefenster, das den Zugang zum Nuckel ermöglichen oder verhindern konnte. Bei Tränkeanrecht öffnete sich auf Kopfhöhe das Fenster, über welches das Kalb nun den Nuckel erreichen und Milch aufnehmen konnte. Getränkt wurde Vollmilch der eigenen Milchviehherde. Im Tank des Tränkeautomaten lagerte die Milch gekühlt, bis sie bei Tränkezuteilung auf 38° Celsius angewärmt wurde um über den Nuckel vom Kalb aufgenommen zu werden. Das hydraulisch gesteuerte Tor, das bei Erkennung den Stand verschloss, damit das trinkende Kalb nicht von Artgenossen verdrängt wurde, blieb nach Beendigung der Milchaufnahme vier Minuten geschlossen (Abb. 5).



Abbildung 5: Verschlossener Automatentränkestand mit Kalb bei der Milchaufnahme

Um zu gewährleisten, dass die Tiere der ad libitum Gruppe stets Milch zur freien Verfügung aufnehmen konnten, stellte man den Automaten wie nachfolgend beschrieben ein. Der Tränkeplan (Abb. 6) bestand aus drei Phasen, von denen die erste 28 Tage dauerte und in der die Kälber theoretisch täglich 25 Liter Milch hätten

abholen können. In der zweiten Phase, die vom 29. bis zum 42. Lebenstag ging, wurde die tägliche Tränkemenge kontinuierlich von 25 auf acht Liter reduziert. Während der dritten Phase, welche 28 Tagen entsprach, verringerte sich die Milchmenge von acht auf null Liter (Tab. 1). Die Tränkezeit wurde von null Uhr bis 24 Uhr eingestellt, so dass eine Milchaufnahme zu jeder Tag- und Nachtzeit möglich war. Die Intervalle, die während des Tages die Tränkehäufigkeiten regulierten, stellte man auf die größte mögliche Einstellung von 24. Minimale Mengengrenzung war 0,5 Liter und maximale waren 9,5 Liter. Das bedeutet, dass der Automat erst dann Milch ausgab, wenn über die Intervalle gerechnet ab null Uhr, mindestens 0,5 Liter angespart waren. Bei dieser Einstellung war es damit jedem „ad libitum“ Kalb möglich alle halbe Stunde zwischen 0,5 und 9,5 Liter Milch zu trinken. Die maximal zur Verfügung stehende Tränkemenge von 25 Litern pro Tag wurde nie abgerufen. Restmengenübertrag von einem Tag auf den folgenden gab es nicht.

Tabelle 1: Ad libitum Tränkeplan

		Endmenge
01.- 28.	ad libitum	ad libitum
29.- 42.	25,0 l	8,0 l
43.- 70.	8,0 l	0,0 l

Der Tränkeplan der restriktiven Gruppe bestand ebenfalls aus drei Tränkephasen. In der ersten Phase über sieben Tage steigerte sich die je Tier täglich zur Verfügung stehende Menge Milch kontinuierlich von sechs auf acht Liter. Die zweite Phase dauerte 21 Tage, in denen es bei acht Litern blieb. Während des Abtränkens, der dritten Phase, sank über den Verlauf von 28 Tagen die Tränkemenge von acht auf null Liter (Tab. 2). Die Tränkezeit in dieser Gruppe war von null bis 20 Uhr, gegliedert in 20 Intervalle.

Tabelle 2: Tränkeplan der restriktiv getränkten Kälber

Lebenstag	Startmenge	Endmenge
01. - 07.	5,0 l	5,0 l
08. - 14.	6,0 l	6,0 l
15. - 21.	6,0 l	8,0 l
22. - 42.	8,0 l	8,0 l
43. - 70.	8,0 l	0,0 l

Die Mengenbegrenzung lag hier bei mindestens 1,5 Litern und maximal bei zwei Litern. Daraus ergibt sich, dass bei sechs Litern täglicher Tränkemenge und 20 Intervallen, sich pro Stunde 0,3 Liter ansparen und somit das Kalb das erste Mal nach fünf Stunden zwischen 1,5 und 2,0 Litern Milch aufnehmen konnte. Demnach gab es täglich zwischen drei und vier Mahlzeiten pro Tier. Zum Ende der Phase stieg die tägliche Milchmenge pro Tier auf acht Liter. Dem zu Folge sparen sich 0,4 Liter je Stunde an und das Kalb kann alle 3,75 Stunden Milch abholen. Es ergaben sich so zwischen vier und fünf Mahlzeiten je Tag. In der zweiten Phase lag die minimale Mengenbegrenzung bei zwei und die maximale bei 2,5 Litern, bei acht Litern Anrecht pro Tag. Wenn ein Kalb nur zwei Liter trank ergaben sich daraus volle vier

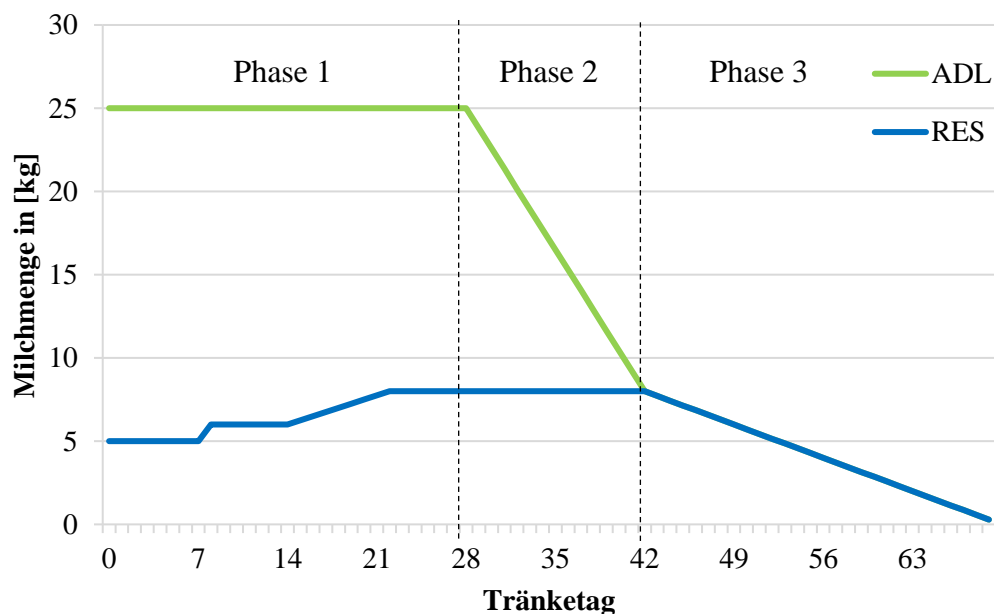


Abbildung 6: Tränkeplan mit Phasen und jeweiligen Milchmengen (ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Mahlzeiten. Bei 2,5 Litern Tränkemenge pro Mahlzeit konnte dieses Tier nur dreimal diese Menge abholen und das vierte Mal den Rest von 0,5 Litern. Diese Einstellungen änderten sich erst in der dritten Phase wieder, in welcher die minimale Mengenbegrenzung bei 2,5 und die maximale bei 3 Litern lag. Zusammenfassend war dieses Tränkemanagement so konzipiert, dass die Kälber abhängig von der aufgenommenen Tränkemenge mehr oder weniger häufig pro Tag aber durch Pausen gleichmäßig verteilt, Milch aufnehmen konnten.

4. Datenerhebung

Die Datenerhebung fand in dem Versuchszeitraum vom 1.10.2014 bis zum 22.10.2015, im Kälberstall der Versuchsstation Grub statt.

4.1. Gewichtsentwicklung

Jedes Tier wurde beim Umstallen, entweder direkt nach der Geburt, beziehungsweise wenn die Geburt in der Nacht stattfand, in der Früh zwischen sechs und sieben Uhr, gewogen. Im Folgenden wurde an Tag sieben, 14, 21, 28, 35, 42, 49 und 56 jedes Kalb zwischen sieben und neun Uhr morgens gewogen. Zusätzlich wurden alle weiblichen Tiere noch an Tag 63, 70, 77, 84, 91, 98, 105 und 112 gewogen. Kälber, die montags auf die Welt kamen, wurden entweder einen Tag früher, oder einen Tag später gewogen, da sonntags keine Datenerfassung stattfand. Gewogen wurde mit der Waage FX 11 der Fa. ALLFLEX (Palmerston North, Neuseeland). Die Messgenauigkeit der Waage lag bei 0,1 kg.

4.2. Untersuchung des Gesundheitszustandes

Während der ersten 14 Lebenstage wurde jedes Kalb morgens von einem Tierarzt einer Allgemeinuntersuchung unterzogen. In der Zeit der Gruppenhaltung fand diese wöchentlich zusammen mit der Wiegung statt (siehe 4.2. Gewichtsentwicklung). Eine Allgemeinuntersuchung gliederte sich in neun Untersuchungen, wobei das Ergebnis jeder Untersuchung mit 1, 1,5, 2 und 3 codiert wurde. Die Zahl „1“ stand immer für „ohne besonderen Befund“, physiologisch unauffällig. Die Codierung wurde mit Filzstift in eine Tabelle eingetragen. Erfasst wurden das Verhalten (1= aufmerksam, 2= matt, festliegend), die Körpertemperatur rektal gemessen in °Celsius (1= 38,5° bis 39,5°, 2> 39,5°), der Saugreflex (1= gut, 2= mäßig, 3= fehlt), die Atemfrequenz (1= 30 bis 45 Atemzüge pro Minute, 2> 45 Atemzüge pro Minute), der Hautturgor (1= erhalten, 1,5= ggr. reduziert, 2= reduziert), die Bulbi (1=

ohne besonderen Befund/obB., 1,5= ggr. eingesunken, 2= eingesunken), die Konsistenz (1= mittlereig, 2= Abweichungen) und der Nabel (1= kein Bruch, bleistiftstark, weich, schmerzfrei, 1,5= ggr. Abweichung, 2= Abweichungen). War ein Wert bei einer der aufgeführten Untersuchungen nicht physiologisch, wurde zusätzlich noch die Herzfrequenz gemessen und eine Schwing- und Perkussionsauskultation durchgeführt. Eine tierärztliche Behandlung fand statt, wenn bei einem Tier die Temperatur länger als ein Tag über 39,5° Celsius war, es festlag, abgemagert war, bei Dehydratation keine Flüssigkeit mehr aufgenommen wurde, in Zusammenhang mit Durchfall das Allgemeinbefinden schlecht war, der Durchfall blutig war, ein Tier neurologische Auffälligkeiten zeigte oder das Allgemeinbefinden länger als einen Tag reduziert war.

4.3. Erfassung des Liegeverhaltens

Das Liegeverhalten der Versuchstiere wurde mit Pedometer Loggern der Fa. INGENIEURBÜRO ROLAND HOLZ (Falkenhagen, Deutschland) aufgezeichnet.



Abbildung 7: Unterpolstern des Pedometers mit Watte

Bei männlichen Tieren wurde über acht Wochen, bei weiblichen über einen Zeitraum von vier Monaten das Verhalten erfasst. Es kamen 30 Geräte zum Einsatz, wobei nicht alle Kälber mit einem Sensor versehen werden konnten, da es nach den ersten 30 Tieren noch dauerte, bis wieder Pedometer frei wurden, um mit der Messung an weiteren Tieren fortzufahren.

Die Geräte wurden am Mittelfußknochen eines der beiden Vorderbeine des Kalbes angebracht (Abb. 7). Zur Befestigung diente ein Band aus Kunststoffgewebe mit Metallschnalle. Um das Röhrein zu schützen wurde mit Watte unterpolstert. Da es für die Sensoren des Pedometers wichtig war entweder in lateraler oder medialer

Lage am Bein befestigt zu sein, kamen CoFlex Binden von ANOVER HEALTHCARE (Salisbury, MA, USA) zum Einsatz, die das Messinstrument zusätzlich fixierten und außerdem vor Verschmutzung schützten.

In einem Pedometer befanden sich vier Sensoren. Einer zur Aktivitätsmessung, einer zur Erkennung der Bauchlage, einer für Seitenlage und ein Sensor zur Temperaturmessung. Letzterer diente zur Kontrolle, ob sich das Pedometer am Bein des Tieres befand oder im Verlaufe des Versuchs abgefallen war. Sobald der Temperatursensor niedrigere Werte aufzeichnete war daraus zu folgern, dass er sich nicht mehr am Bein des Tieres befunden hatte. Während des Versuches hatte sich kein Pedometer ungewollt gelöst. Die Sensoren im Gerät maßen alle 15 Sekunden. Für den Zeitraum von zehn Minuten wurden die Daten aufsummiert und gespeichert. Einmal am Tag wurde der Datenspeicher über ein Modem mit Antenne ausgelesen und die Daten an den angeschlossenen Computer übertragen. Nach Transformierung der Daten mit Hilfe einer Software, wurden sie in einer Microsoft Excel Tabelle der Fa. MICROSOFT CORPORATION (Redmond, WA, USA) gespeichert.

Das Liegeverhalten wurde von 69 Kälbern (n ADL=35; n RES=34) ab dem dritten Lebenstag bis zum Ende des Versuchs (männl. bis Tag 56; weibl. bis Tag 112) erfasst.

4.4. Milch- und Kraftfutteraufnahme

Während der ersten 14 Lebenstage wurde die Milchmenge mittels Rückwiegung der Tränkeeimer festgestellt. In der Gruppenhaltung zeichnete der Tränkeautomat die abgeholten Milchmengen auf.

4.4.1. Eimertränke in der Einzelhaltung

Bei den ad libitum getränkten Kälbern wurde der Tränkeeimer nach dem Reinigen am Morgen mit drei bis zehn Litern Milch befüllt, je nachdem wie stark das Trinkverhalten jeweils ausgeprägt war. Abends wurde nach Bedarf Milch nachgefüllt, wobei die Menge schriftlich festgehalten wurde. Am darauffolgenden Morgen wurde die Restmilchmenge des vergangenen Tages eines jeden Eimers gewogen und von der Summe der eingefüllten Menge abgezogen und notiert, so dass für jeden Tag die aufgenommene Milchmenge feststand. Mit der Elektrolyttränke verfuhr man gleichermaßen.

Die restriktiv gehaltenen Tiere wurden nach Tränkeplan, abgesehen von der allerersten Mahlzeit, in den ersten fünf Lebenstagen morgens und abends je 2,5 Liter, also 5 Liter am Tag, getränkt. In der zweiten Lebenswoche erhöhte sich die Menge auf zweimal 3 Liter, also 6 Liter pro Tag. Wenn ein Kalb die angebotene Menge nicht zu sich nahm, wurde die Restmenge nach ca. drei Stunden gewogen und die daraus resultierende aufgenommene Menge auf dem Notizblatt festgehalten.

4.4.2. Tränke- und Kraftfutterautomatenfütterung in der Gruppe

Die Milch- und Kraftfuttermengen, die die Tiere an den Automaten aufnahmen, wurde mit Hilfe der Software „Kalb Manager“ der Fa. FÖRSTER TECHNIK GmbH (Engen, Deutschland) erfasst. Gemessen wurden die Tränkemengen pro Tier und Tag in Kilogramm auf hundert Gramm genau. Des Weiteren zeichnete das Programm die ausgegebenen Kraftfuttermengen pro Tier und Tag, auf fünf Gramm genau, auf. Zusätzlich wurden Besuche mit Tränke und Besuche ohne Tränke kalkuliert. Verfügbar waren die Daten in Microsoft Excel Tabellen.

4.5. Erfassung von Parametern des Trinkverhaltens

Ziel dieser Untersuchung war es festzustellen, ob sich das Trinkverhalten eines ad libitum getränkten Kalbes während der Milchaufnahme von dem eines restriktiv getränkten Kalbes unterschied. Dazu wurden die tägliche Milchaufnahme in Litern, die Häufigkeit der Mahlzeiten pro Tag, die Dauer der Mahlzeiten in Minuten (min), die Gesamttrinkdauer je Tag in min und die Intensität (Geschwindigkeit) des Trinkens in Litern pro min erfasst. Für die Werte der täglichen Milchaufnahme wurden die Mengen aller Mahlzeiten je Tag addiert. Genauso wurden zur Berechnung der Gesamttrinkdauer die Zeiten der einzelnen Mahlzeiten addiert. Der Mittelwert wurde hierbei aus den Tageswerten eines jeden Kalbes berechnet. Im Gegensatz dazu wurden die mittlere Dauer einer Mahlzeit und die Intensität des Trinkens nicht aus Tageswerten berechnet, sondern aus den einzelnen Mahlzeiten aller Tiere einer Gruppe. Um Aussagen über die Häufigkeit der Mahlzeit treffen zu können wurde eine Mahlzeitenlänge mit 14,3 min, nach dem Mahlzeitenkriterium von Miller-Cushon et al. (2013) definiert. Die Untersuchungen zum Trinkverhalten wurden mit 22 Tieren durchgeführt.

Dazu wurden spezielle Wägesysteme eingesetzt (Abb. 2), die im Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft in Weihenstephan

entwickelt und in der betriebseigenen Werkstatt gebaut worden waren. Ein Wägesystem bestand aus einem ca. einem Kubikmeter großen verzinktem Stahlrahmen, in den Wägeeinheiten für zwei Kälberindividualboxen eingebaut waren. Eine Wägeeinheit setzte sich aus zwei Wägezellen zusammen, die jede über ein Datenkabel das gemessene Gewicht dreimal pro Sekunde an einen angeschlossenen Rechner sandte. An der einen Wägezelle hing ein Edelstahlkontainer mit 13 Litern Fassungsvermögen zur Aufbewahrung der Milch. Dieser war über einen Kunststoffschlauch mit einem an der Kälberbox befestigten Nuckel verbunden. Die andere Wägezelle wog einen mit Wasser befüllten Edelstahlbehälter, der ebenfalls über einen Kunststoffschlauch mit dem Tränkebecken, welches an der Boxentür angebracht war, in Verbindung stand. Auf der linken Seite des Nuckels, sowie seitlich links des Tränkebeckens befand sich, an der Boxentür befestigt, je ein in Holz gefasster Sensor, der den Ohrchip des Kalbes erfasste, sobald dieser sich dort befand. Ein Wägesystem war mit vier Wägeeinheiten ausgestattet, wodurch das Trinkverhalten von je zwei Kälbern, deren Einzelboxen links und rechts des Wägesystems standen, aufgezeichnet wurde. Sechs solcher Systeme waren über acht Wochen im Einsatz (Schmidt, 2014).

Mit einer institutseigenen Software wurden sämtliche Daten, bei denen keine Gewichtsänderungen des Milchbehälters auftraten herausgefiltert, so dass nur Zeiträume, in denen Milch am Nuckel getrunken wurde, dargestellt wurden. Diese Daten wurden mit Microsoft Excel ausgewertet.

4.6. Erfassung des gegenseitigen Besaugens

Ziel dieser Untersuchung war es festzustellen ob sich das gegenseitige Besaugen bei Tieren, die ad libitum getränkt waren, unterscheidet von dem Verhalten restriktiv getränkter Kälber. Dazu wurden Videoaufzeichnungen von sieben der insgesamt acht Gruppen angefertigt. Die Kameras waren in ca. vier Meter Höhe, in einer südlichen Ecke, in vier Gruppenboxen installiert, damit die Sonne aus derselben Richtung die Buchten beleuchtete, aus der die Aufzeichnungen gemacht wurden. Die Sicht, aus der der Betrachter das Verhalten beurteilt, ist somit von schräg oben.

Zum Einsatz kamen vier Digitalkameras der Fa. MOBOTIX AG (Langmeil, Deutschland). Die Daten wurden doppelt (Sicherungskopie) auf einem Network attached storage (NAS) gespeichert. Es kamen somit zehn Festplatten à 4 Terabyte Speicherkapazität zum Einsatz. Jede Box wurde ab einer Belegungsdichte von acht

Tieren bis zum Ende des Versuches rund um die Uhr gefilmt.

Der von der Fa. Motix verwendete Codec zur Speicherung der Daten wurde abschnittsweise in den Codec MPEG4 mit AVI Container exportiert. Zur Codierung des Verhaltens der Tiere kam die Software Interact der Fa. MANGOLD INTERNATIONAL GmbH (Arnstorf, Deutschland) zum Einsatz.

Um sich einen Überblick zu verschaffen, wie die Besaugenhäufigkeit (absolut) über den Tag verteilt war, sah man sich elf Tage das Verhalten der Kälber in den Gruppen über 24 Stunden an (Abb. 8). Diese Beobachtungen wurden im November 2014 durchgeführt.

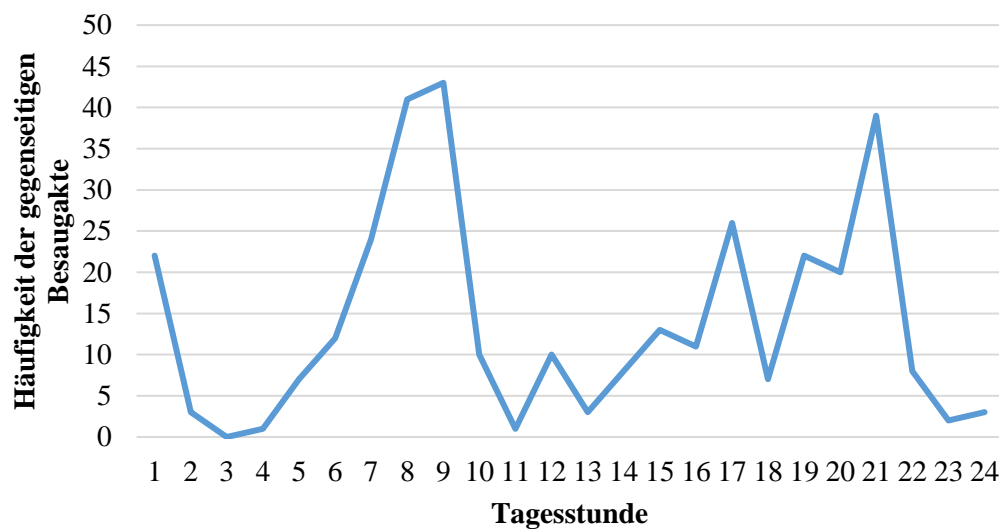


Abbildung 8: Häufigkeit des gegenseitigen Besaugens in den Gruppen über 24 Stunden (4 ADL Gruppen, 7 RES Gruppen je 24 Std.)

Aufgrund der Häufungen des Besaugens um den Sonnenaufgang wie um den Sonnenuntergang, entschied man sich die Beobachtungen von 6 Uhr bis 9 Uhr und von 18 Uhr bis 21 Uhr zu machen. Da um den 21. Dezember während beider Zeiträume der Sonnenauf- wie Sonnenuntergang so verschoben war, dass die Aufnahmen komplett im Dunkeln erfolgten, wurden die Zeiten angepasst und für die erste und zweite Kälbergruppe die Zeiträume zwischen 7 Uhr und 10 Uhr und zwischen 16 Uhr und 19 Uhr exportiert. Pro Woche wurden zwei Tage beobachtet. Außer sonntags fanden täglich Aktionen in den Tiergruppen statt, wie Wiegen oder Blutnehmen. Aus diesem Grund wurden immer Freitage und Sonntage ausgewertet, um ein Gleichgewicht dieser Einflussgrößen hinsichtlich des Verhaltens der Tiere zu haben. Bei Untersuchung des gegenseitigen Besaugens gab es zwei Herangehensweisen:

a) Individuelle Verteilung des Besaugens innerhalb der Gruppe

Es wurden zwei ad libitum und zwei restriktiv getränkte Gruppen über drei Wochen beobachtet, wobei immer eine Woche zwischen zwei Beobachtungswochen lag, in der nicht beobachtet wurde. Insgesamt wurde somit über fünf Wochen sechs Tage à sechs Stunden beobachtet. Erfasst wurden Dauer und Häufigkeit des Besaugens.

b) Vergleich der Besaugehäufigkeit zwischen der ad libitum und der restriktiv getränkten Gruppe

Es wurden sechs Gruppen je zwei Tage à sechs Stunden in der Woche über vier Wochen beobachtet. So wurde jede Gruppe an acht Tagen beobachtet. Es wurden nur Häufigkeiten je Gruppe erfasst.

Es wurde untersucht welches Kalb ein anderes, wie oft und über welche Zeit, besaugte. Als eine Besaugaktion wurde gezählt, sobald das Flotzmaul des Tieres Kontakt zu Ohr, Ellbogen Unterbauch oder Genitalregion eines Artgenossen hatte und zugleich einen Kopfstoß machte und/oder dabei den Hals überstreckte. Dabei musste der Saugkontakt mindestens fünf Sekunden bestehen. Während des Besaugens wurden Pausen gemacht. Wenn diese Pausen kleiner als zehn Sekunden waren und danach weiter besaugt wurde, wurde dieses Verhalten als ein Besaugakt gezählt. Erst wenn eine Pause während des gegenseitigen Besaugens länger als zehn Sekunden dauerte, endete der Besaugakt. Verhalten, das nicht in die Untersuchung zählte war: gegenseitiges Belecken, Belecken von Gegenständen, Maul- und Zungenspiel alleine und mit Artgenossen und Kopfstöße mit gesenktem Kopf.

4.7. Stallklima

Die Temperatur und die Luftfeuchtigkeit wurden stündlich gemessen und über den Versuchszeitraum mit vier Geräten Testostor 171 der Fa. TESTO SE & Co. KGaA (Lenzkirch, Deutschland) erfasst. Drei dieser Sensoren hingen in einer Höhe von drei Metern über drei der Gruppenboxen. Ein Gerät war an der Rückwand des Einzelboxenstalls in einem Meter Höhe angebracht. Nach einem Jahr wurden die Daten ausgelesen und in Microsoft Excel Tabellen ausgegeben.

5. Statistik

Bei der Berechnung der statistischen Signifikanz, wurde davon ausgegangen, dass es sich um unabhängige Variablen handelt, da die Daten der ad libitum und der

restriktiven Gruppen von unterschiedlichen Tieren stammten. Als p-Wert wurden 5% festgelegt, das heißt, wenn dieser kleiner 0,05 ist, kann die Annahme der Nullhypothese verworfen werden und das Ergebnis wird als statistisch signifikant erachtet. Daten die nicht normal verteilt waren wurden mit dem Mann-Whitney-U Test berechnet (Dauer je Mahlzeit, Trinkintensität). Sofern es longitudinale Daten (Zeitreihen) waren, wurden für die drei Tränkephasen des Tränkeplans, die Flächen unter der Kurve über die Zeit berechnet (Area under the curve) und anschließend mit dem Mann-Whitney-U Test die Wahrscheinlichkeit des Unterschiedes zwischen den Gruppen berechnet. Waren Datenlücken in den Zeitreihen, wurden diese am Anfang oder am Ende durch die benachbarten Daten ersetzt. Wenn die Lücken mittig in der Zeitreihe waren wurde der Mittelwert aus den beiden darüber und den beiden darunterliegenden Werten gebildet und damit die Lücke gefüllt (Gewichtszunahmen je Tag, Milchaufnahmen je Tag, Häufigkeit der Mahlzeiten je Tag, Gesamttrinkdauer je Tag). Die Daten des Liegeverhaltens wurden mit der Analyse von gemischten Modellen, Test auf feste Effekte Typ III berechnet. Um Aussagen über die Effektstärke zu treffen wurde r nach Cohen berechnet ($r=Z/n^{0,5}$). Ein Wert unter 0,3 gilt als kleiner Effekt, einer zwischen 0,3 und 0,5 als mittlerer und ein Wert größer als 0,5 ist als starker Effekt anzusehen. Zur Berechnung der Daten wurden die Softwareprogramme IBM SPSS Statistics 20 Fa. IBM DEUTSCHLAND GmbH (Ehningen, Deutschland) sowie MedCalc Software Fa. MEDCALC (Ostend, Belgien).

IV. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse wurden im Folgenden in drei Phasen getrennt dargestellt. Die erste Phase (Tag 1-28) ist die Zeit, in der die ADL Gruppe unbegrenzt Milch aufnehmen konnte. Die RES Kälber bekamen erst sechs und dann acht Liter Milch. In der zweiten Phase (Tag 29-42) wurde in der ADL Gruppe von der theoretischen maximal abholbaren Milchmenge von 25 Litern je Tag auf 8 Liter je Tag abgetränkt, wobei die Mengenreduzierung bei den meisten Kälbern der ADL Gruppe zwischen dem 30. und dem 33. Tag bemerkbar wurde. Die täglich abholbare Milchmenge blieb in der RES Gruppe bis zum Ende der zweiten Phase auf acht Litern. Zu Beginn der dritten Phase (Tag 43-70) bekamen die ADL Kälber nur noch acht Liter täglich, genauso wie die Tiere der RES Gruppe. Vom 43. Tag an wurden beide Gruppen gleich abgetränkt bis zum 70. Tag (siehe Kap. 3.2.2.). Daten die von Tieren zwischen dem 57. und dem 112. Lebenstag dargestellt werden, stammen ausschließlich von weiblichen Tieren (n= 47).

1. Tränke- und Kraftfutteraufnahmen

Im Folgenden werden Daten von 89 Kälbern vorgestellt. Bei Einzelbeispielen werden Tiere entweder durch die letzten drei oder die letzten fünf Stellen ihrer Ohrmarke bezeichnet (komplette Liste im Anhang). Während der ersten 14 Tage wurden die getrunkenen Milchmengen durch Rückwiegen der Tánkeeimer registriert. Ab dem 15. Lebenstag wurden die täglich aufgenommenen Milchmengen über die Software des Tránkeautomaten erfasst. Die täglich aufgenommenen Milchmengen waren tierindividuell in beiden Gruppen unterschiedlich. Beim Vergleich der Standardabweichungen je Woche fällt zwischen den Gruppen auf, dass diese bei den ADL getránkten Kälbern größer waren als bei den RES getránkten Tieren (Abb. 9).

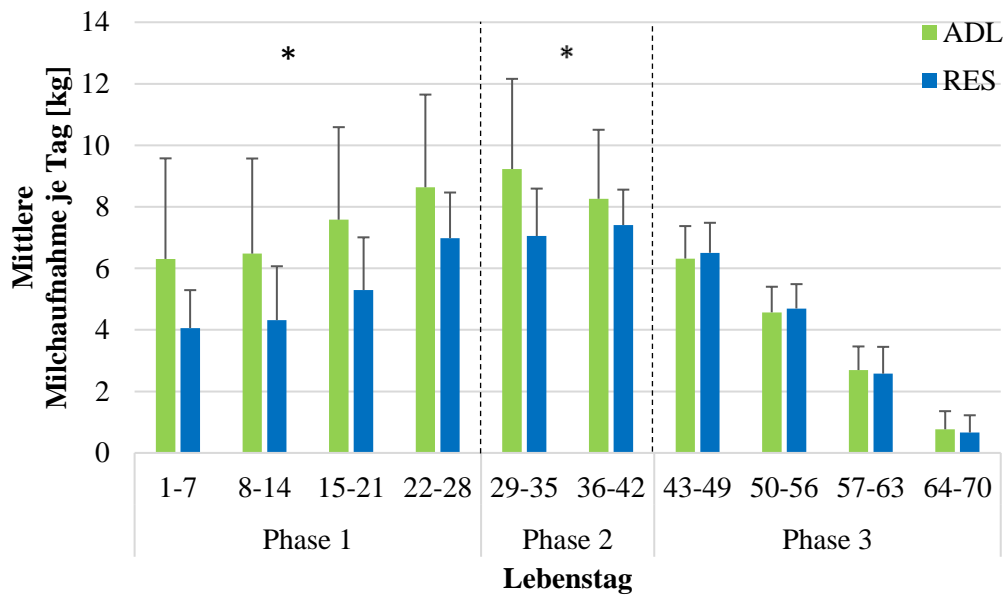


Abbildung 9: Mittlere Milchaufnahme ($\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern in den ersten 70 Lebenstagen ($n = 89$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv; * $p < 0,001$)

Besonders in der ersten und sechsten Woche ist dies zu erkennen. In der ersten Tränkephase (Tab. 3) lag die Standardabweichung der täglichen Milchaufnahme bei den ADL Tieren im Mittel um 3,2 l und bei den RES Kälbern um 1,9 l. Ähnlich verhielt es sich in der zweiten Phase (SD ADL: 2,7 l; SD RES: 1,4 l). In der dritten Phase glich sich die Standardabweichung beider Gruppen an (SD ADL: 2,2 l; SD RES: 2,3 l). Die zugehörigen mittleren täglichen Milchaufnahmen je Tier unterschieden sich zwischen den Gruppen in der ersten Phase um 2,1 l (ADL: 7,3 l; RES: 5,2 l). In der zweiten Phase sank die Differenz zwischen den Gruppen auf 1,5 l (ADL: 8,7 l; RES: 7,2 l). In der dritten Phase gab es bei der täglichen Milchaufnahme keine Unterschiede mehr (ADL: 4,2 l; RES: 4,2 l).

Tabelle 3: Mittlere Milchaufnahme je Tier und Tag ($\bar{x} \pm SD$) je Phase in Kilogramm, Tag 1-70; ($n = 89$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Lebenstag	ADL \pm SD	RES \pm SD	p- Wert	Cohen r
1 - 28 (Phase 1)	7,3 \pm 3,2	5,2 \pm 1,9	<0,001	0,69
29 - 42 (Phase 2)	8,7 \pm 2,7	7,2 \pm 1,4	<0,001	0,60
43 - 112 (Phase 3)	4,2 \pm 2,2	4,2 \pm 2,3	0,344	-

Abb. 10 zeigt den Unterschied der Milchaufnahmen zwischen den Gruppen je Woche bis zum 42. Tag. Die aufgenommenen Mengen der ADL Kälber lagen in dieser Zeit deutlich über den Mengen der RES Kälber (im Mittel je Tier und Tag bis Tag 42: ADL: 7,7 l; RES: 5,8 l). Insgesamt trank ein Kalb der ADL Gruppe im Mittel bis zum 42. Tag 322,8 l Vollmilch und ein RES getränktes Kalb 244,9 l. Somit trank ein ADL Kalb 77,9 l mehr. Ab dem 43. Lebenstag wurden die Tiere beider Gruppen gleich getränkt, was sich in den Ergebnissen erkennen lässt, da es bei der Milchaufnahme keine Unterschiede gab.

Die größte Mahlzeit eines Kalbes war 7,2 Liter Milch (Tier: 80907 am 14. Lebenstag). Die maximale Milchmenge, die ein Kalb während des Versuchszeitraumes an einem Tag aufnahm waren 19,6 Liter (Tier: 868 am 27. Lebenstag). Dieses Tier war eine Ausnahme. Es war ein männliches Kalb, das mit einem Geburtsgewicht von 60 kg auf die Welt kam und ad libitum getränkt wurde. Bis zum Ende der Phase 2 (Tag 42) hatte es insgesamt 460,5 l Milch getrunken, bei einem Lebendgewicht von 109 kg.

Die Anzahl der Besuche eines Kalbes am Automaten während der Gruppenphase (Tag 15– Tag 70), wurde über den Ohrchip registriert. Es wurde unterschieden zwischen einem Besuch im Automaten mit Milchaufnahme und einem Besuch ohne Milchaufnahme. Bei Besuchen mit Tränke wurde Milch aufgenommen und bei Besuchen ohne Tränke nicht, weil die Tiere nicht tranken oder aufgrund der Einstellungen kein Anrecht auf Milch hatten (Kap. 3.2.2.).

Tabelle 4: Mittlere Häufigkeit der Besuche am Tränkeautomaten je Tier und Tag, während der Gruppenhaltung (Tag 15 - Tag 70) mit Milchaufnahme und ohne Milchaufnahme (n= 89; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Besuche	ADL	RES	p-Wert	Cohen r
mit Tränke	5,81	3,18	<0,001	0,22
ohne Tränke	5,47	9,74	<0,001	0,27
Summe	11,28	12,92	<0,001	0,07

Aus Tabelle 4 ist ersichtlich, dass ADL Tiere im Mittel 11,28 mal täglich in den Tränkeautomaten gingen und bei etwa der Hälfte dieser Besuche (5,81 Liter) Milch tranken. Die RES Kälber gingen öfter (12,92 mal) in den Automaten, tranken aber aufgrund der Anrechtseinstellungen nur 3,18 mal im Mittel am Tag Milch. Somit

ergeben sich bei den RES Tieren 9,74 Besuche, an denen sie im Automaten waren, allerdings ohne Milch aufzunehmen.

Den Kälbern wurde zwar ab dem ersten Tag Kraftfutter angeboten, allerdings wurde es in den ersten vier bis sechs Wochen mehr zum Spielen und Beschäftigen verwendet als zum Fressen. Zwischen dem 14. und dem 28. Lebenstag wurden zwischen zwei und 50 g Kraftfutter gefressen. Vom 29. bis zum 42. Tag lagen die Mengen zwischen 30 g und 150 g in beiden Gruppen. Nennenswerte Kraftfutteraufnahmen begannen ab dem 43. Tag mit dem Abtränken. In Abb. 2 ist zu erkennen, wie ab der dritten Tränkephase (ab Tag 43) die Kraftfutteraufnahmen in beiden Gruppen gleich anstiegen. Es war allerdings nicht so, dass die Kälber das Kraftfutterangebot anfangs voll ausschöpften. Nach dem Fütterungsplan (Kap. 3.2.1.) hatten sie die Möglichkeit am Ende der vierten Woche 1,5 kg Kraftfutter zu fressen, was kein Tier machte. Am Lebenstag 67 hätte jedes Kalb 3,5 kg Kraftfutter abholen können, was ebenfalls nicht gemacht wurde. Erst um den 93. Tag wurde schließlich die volle Ration von 3,5 kg täglich abgeholt. Bis zum Ende des Versuches fraßen im Mittel alle Tiere täglich die ihnen zur Verfügung stehenden 3,5 kg Kraftfutter. Zwischen Tag 14 und 42 wurde Kraftfutter kaum gefressen, dafür aber maximal Milch getrunken (Abb. 10). Als die Milchtränke im Zuge des Abtränkens reduziert wurde, stieg die Kraftfutteraufnahme. Zwischen der ADL und der RES Gruppe gab es hinsichtlich der Kraftfutteraufnahme keine signifikanten Unterschiede.

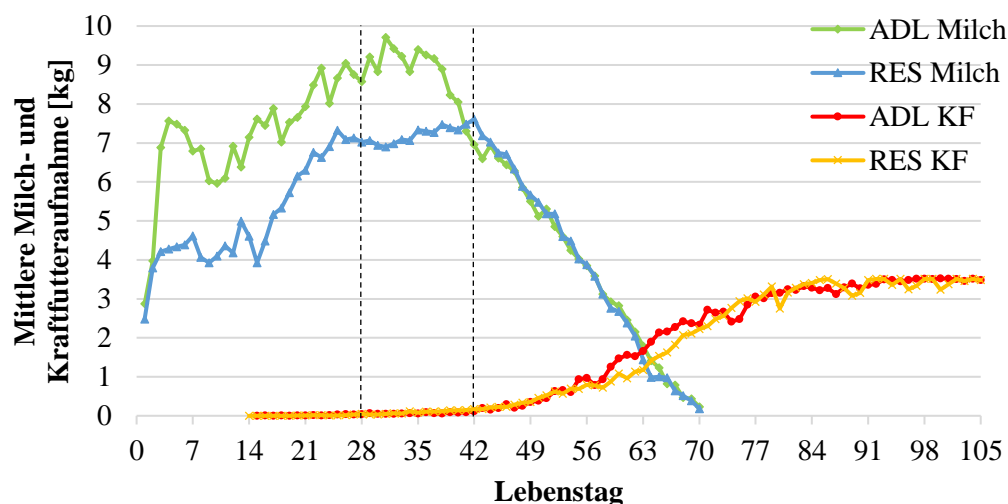


Abbildung 10: Mittlere Milch- und Kraftfutteraufnahme je Tier und Tag in den einzelnen Phasen; n= 87; ADL Milch: Milchaufnahme der ad libitum Gruppe; RES Milch: Milchaufnahme der restriktiven Gruppe; ADL KF: Kraftfutteraufnahme der ad libitum Gruppe; RES KF: Kraftfutteraufnahme der restriktiven Gruppe

2. Gewichte und Zunahmen

Die Geburtswichte der Kälber lagen zwischen 30 kg und 60 kg. Das Geburtsgewicht spielt in der Mast eine wesentliche Rolle, da Tiere mit geringerem Geburtsgewicht länger gemästet werden müssen als solche, die mit höheren Geburtsgewichten auf die Welt kommen. Im Mittel lag das Geburtsgewicht bei den Kälbern ($n=92$) bei 43,8 kg. Die männlichen Kälber waren im Mittel 3,56 kg schwerer als die weiblichen. Zwischen den Tränkegruppen lag eine Differenz von 0,86 kg.

Durch die größeren Milchaufnahmen in der ad libitum Gruppe waren die Zunahmen bei diesen Tieren auch entsprechend höher. In der ersten Woche war der Unterschied der Zunahmen am größten. Die ADL Kälber nahmen in der ersten Woche

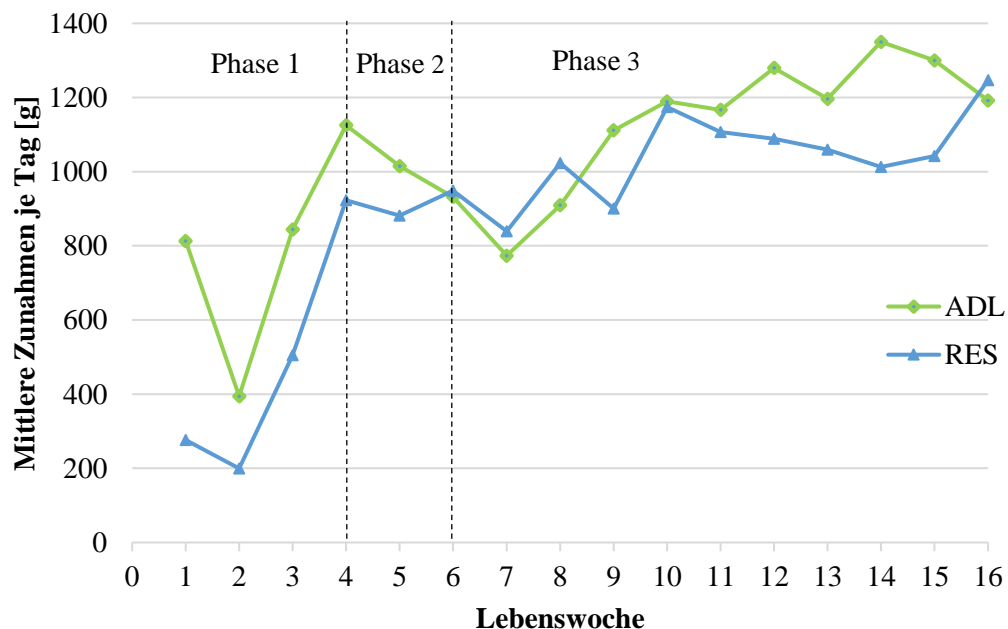


Abbildung 11: Mittlere Zunahmen von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern je Tier und Tag in den ersten 16 Lebenswochen ($n=89$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

im Mittel 681 g je Tag und Tier zu, dagegen die RES Tiere nur 228 g (Abb. 11). In der zweiten Woche gingen die Zunahmen in beiden Gruppen zurück. Dieser Rückgang ist mit großer Wahrscheinlichkeit dem Durchfallgeschehen geschuldet, das beim Großteil der Tiere um den achten Lebenstag herum auftrat und etwa eine Woche anhielt. Bis zum 28. Tag stiegen die Gewichtszunahmen bei den ADL Tieren wieder stetig auf 1113 g je Tier und Tag und auf 919 g bei den RES getränkten Kälbern. Am 35. Lebenstag machte sich das Abtränken in der ADL Gruppe bemerkbar. Die täglichen Zunahmen fielen. In der siebten und achten Woche sind sie

niedriger als die Zunahmen der RES Gruppe. Das Abtränken ist bei den ADL Tieren deutlicher in den Gewichtsverläufen zu erkennen als in der RES Gruppe. Während die Zunahmen der Kälber die restriktiv getränkt wurden ab dem 42. Lebenstag schwankten, aber insgesamt eine steigende Tendenz vorhanden war, fielen die Zunahmen bei den ad libitum getränkten Kälbern in der fünften, sechsten und siebten Woche, bevor sie dann stetig wieder anstiegen, so dass von der neunten bis zur 16. Woche die Zunahmen in der ADL Gruppe wieder über denen der RES Gruppe lagen (Abb.11).

Bei der Betrachtung der Zunahmen in den jeweiligen Phasen (Tab. 5), ist deutlich zu erkennen, dass in der Phase 1 die ADL Tiere mit 796 g täglich über 300 g mehr Gewicht zunahmten als ihre Artgenossen der RES Gruppe, die in der ersten Phase 481 g zunahmten ($p < 0,001$). In diesen ersten vier Wochen wird der Unterschied der ADL Tränke und der RES Tränke anhand der Gewichtsentwicklung deutlich, da in dieser Zeit auch der größte Unterschied in den aufgenommenen Milchmengen war.

*Tabelle 5: Mittlere Zunahmen je Tier und Tag in Gramm ($\bar{x} \pm SD$), p-Wert und Effektstärke Cohen r; n= 89 (ADL: ad libitum; RES: restriktiv getränkte Kälber), *nur weibliche Tiere n= 47*

Lebenstag	ADL \pm SD	RES \pm SD	p - Wert	Cohen r
1 - 28 (Phase 1)	796,1 \pm 584,9	481,5 \pm 464,5	<0,001	0,53
29 - 42 (Phase 2)	972,8 \pm 386,4	915,1 \pm 303,8	0,106	-
43 - 112 (Phase 3)*	1150 \pm 410,3	1039,9 \pm 451,7	0,022	0,33

In Phase 2, in der für die ADL bereits das Abtränken begann, während die RES Tiere unverändert Milch aufnehmen konnten, lagen die Zunahmen in der ADL Gruppe nur mehr bei 973 g. Die der RES Tiere bei 915 g ($p=0,106$). Der Unterschied zwischen den Zunahmen beider Gruppen machte nur noch 58 g je Tier und Tag aus. Er stieg in Phase 3 auf 110 g an (ADL: 1150 g je Tier und Tag; RES: 1040 g je Tier und Tag), obwohl beide Gruppen gleich gefüttert wurden. Die Standardabweichung bei der täglichen Milchaufnahme je Tier war bei der ADL Gruppe in Phase 1 mit 584,9 g am größten. Im Übrigen bewegte sie sich zwischen 300 g und 465 g.

Den Zunahmen entsprechend entwickelten sich die Gewichte (Tab. 6). Nach einer Woche lagen die Lebendgewichte der ADL Kälber im Mittel bei 46,6 kg und die

der RES Tiere bei 44,2 kg. Der Unterschied der Lebendgewichte stieg bis zum Ende der fünften Woche auf zehn Kilogramm an (Körpergewicht ADL: 72,2 kg; RES: 62,2 kg). Während des gesamten Versuchszeitraumes stiegen die Körpergewichte beider Gruppen stetig an. Mit sechs Wochen lagen die ADL Tiere mit 78,8 kg Lebendgewicht knapp 10 kg über dem Lebendgewicht der RES Gruppe (68,9 kg).

Tabelle 6: Mittleres Lebendgewicht je Tier und Wägetag und Differenz zwischen den Gruppen in kg (n= 89; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

	Lebenstag	ADL	RES	Differenz
männlich + weiblich	1	44,2	43,3	0,9
	7	46,6	44,2	2,4
	14	51,8	46,2	5,6
	21	57,5	49,6	7,9
	28	65,3	56,0	9,3
	35	72,2	62,2	10,0
	42	78,8	68,9	9,9
	49	84,2	74,8	9,4
	56	90,4	82,0	8,5
weiblich	63	95,2	85,2	10,1
	70	103,6	93,4	10,2
	77	111,7	101,1	10,6
	84	120,7	108,7	11,9
	91	129,1	116,2	12,9
	98	138,5	123,2	15,3
	105	147,6	130,5	17,1
112	156,0	139,3	16,7	

3. Trinkverhalten

Während des Versuchs wurden 22 der Kälber in den ersten 14 Lebenstagen (Tag 3-14) in speziellen Einzelboxen gehalten, die mit einer Technik ausgestattet waren,

	Woche 1		Woche 2		Woche 1		Woche 2	
	ADL	RES	ADL	RES	p-Wert	Cohen r	p-Wert	Cohen r
Milchaufnahme je Tag [l]	6,9 ^a ± 3,2	4,3 ^b ± 2,3	7,0 ^a ± 3,4	4,0 ^b ± 1,9	<0,001	0,64	<0,001	0,76
Häufigkeiten der Mahlzeiten je Tag [n]	6,2 ^a ± 3,7	2,1 ^b ± 0,8	6,8 ^a ± 3,5	3,2 ^b ± 1,9	<0,001	0,78	<0,001	0,75
Dauer der Mahlzeiten je Mahlzeit [min]	4,6 ^b ± 4,4	7,4 ^a ± 4,2	3,7 ^b ± 3,1	5,0 ^a ± 3,9	<0,001	0,29	0,003	0,13
Gesamtrinkdauer je d [min]	28,6 ^a ± 22,4	15,2 ^b ± 7,4	25,3 ^a ± 13,9	15,8 ^b ± 10,2	0,004	0,61	0,017	0,51
Intensität des Trinkens je Mahlzeit [l/min]	0,22 ^b ± 0,17	0,31 ^a ± 0,24	0,24 ^a ± 0,19	0,27 ^a ± 0,29	<0,001	0,18	n.s.	-
mittlere Menge je Mahlzeit [l]	1,11 ^b ± 1,36	2,09 ^a ± 1,54	1,03 ^a ± 1,34	1,25 ^a ± 1,3	<0,001	0,24	n.s.	-

Tabelle 7: Trinkverhalten (Milchaufnahme, Häufigkeit der Mahlzeiten, Dauer der Mahlzeiten, Gesamtrinkdauer, Intensität des Trinkens; $\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag in der ersten und zweiten Lebenswoche von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern im Mittel (n=22; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

die es ermöglichte das Trinkverhalten der Tiere genau zu untersuchen (siehe Kap. 4.5). An Lebenstag eins und zwei gab es noch keine Daten, da es zwei Tage dauerte bis die Kälber selbstständig am Nuckel, der an der Boxentüre angebracht war, tranken. Ziel dieser Untersuchungen war es herauszufinden wie oft die Kälber der zwei unterschiedlichen Gruppen zum Trinken gingen, wie lange sie mit dem Trinken verbrachten, wieviel sie insgesamt über den Tag aufnahmen und wie schnell die Milch getrunken wurde. Zu beachten ist, dass fast alle der 22 Kälber um den 8. Tag an Durchfall erkrankten, der individuell mehr oder weniger stark ausgeprägt war. Dies hatte zur Folge, dass es für die erkrankten Tiere während des Tages zusätzliche Elektrolyttränken gab, die die Versuchsergebnisse beeinflussten.

In der ersten und zweiten Woche lag die Milchaufnahme je Tag bei den ad libitum getränkten Kälbern zwischen 6,9 l und 7,0 l. Die Tiere der RES Gruppe konnten nach Tränkeplan in der ersten Woche 5 l und in der zweiten Woche 6 l trinken. In der ersten Woche tranken RES Kälber 4,3 l und in der zweiten Woche 4,0 l. Die Standardabweichung in der ADL Gruppe lag über 3 l und in der RES Gruppe etwa bei 2 l. Der Unterschied der Milchaufnahme zwischen den Gruppen war hoch signifikant ($p=0,003$ erste Woche; $p<0,001$ zweite Woche) jeweils mit großer Effektstärke.

Ebenso bei den Häufigkeiten der Mahlzeiten über den Tag traten signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen auf (erste Woche: $p<0,001$; zweite Woche: $p<0,001$). Die ADL Tiere konnten so oft sie wollten und zu jeder Zeit Milch aufnehmen. Ein ad libitum getränktes Kalb trank im Mittel je Tag in der ersten Woche $6,2 \pm 3,7$ mal und in der zweiten Woche $6,8 \pm 3,5$ mal Milch aus dem Eimer. Im Gegensatz dazu holte ein Kalb der RES Gruppe, das planmäßig zweimal am Tag getränkt wurde, in der ersten Woche $2,1 \pm 0,8$ mal Milch ab. In der zweiten Woche stieg die Tränkehäufigkeit auf $3,2 \pm 1,9$ mal, da auf Grund der Durchfallerkrankungen Zwischentränken verabreicht wurden (Tab. 7). Der Maximalwert der Häufigkeit der Mahlzeit bei den ADL Kälbern lag bei 16 Mahlzeiten während eines Tages. Auffällig waren die hohen Standardabweichungen der ADL Tiere, im Gegensatz zu denen der RES Tiere, die gar nicht die Möglichkeit dazu hatten (Abb. 12). Dies spiegelt die Unterschiede im Verhalten der einzelnen Kälber wieder. Es gab Tiere, die nur einmal am Tag zum Trinken den Nuckel aufsuchten und andere, die bis zu 16 mal am Tag Milch tranken. Wobei diese Ergebnisse nach dem Mahlzeitenkriterium von Miller-Cushon et al. (2013) berechnet wurden. Ohne Berücksichtigung

dieses Mahlzeitenkriteriums, das eine Mahlzeit aus Trinkakten und Pausen zusammenfasst, solange die Pausenlänge 14,3 min nicht übersteigt, gab es Kälber die sogar bis zu 113 mal (Tier 80899 am 20.4.2015, in Summe 9,8 Liter Milch) am Tag sich am Nuckel aufhielten, tranken, mit diesem spielten oder während des Spielens Milch verspritzten ohne dabei welche aufzunehmen.

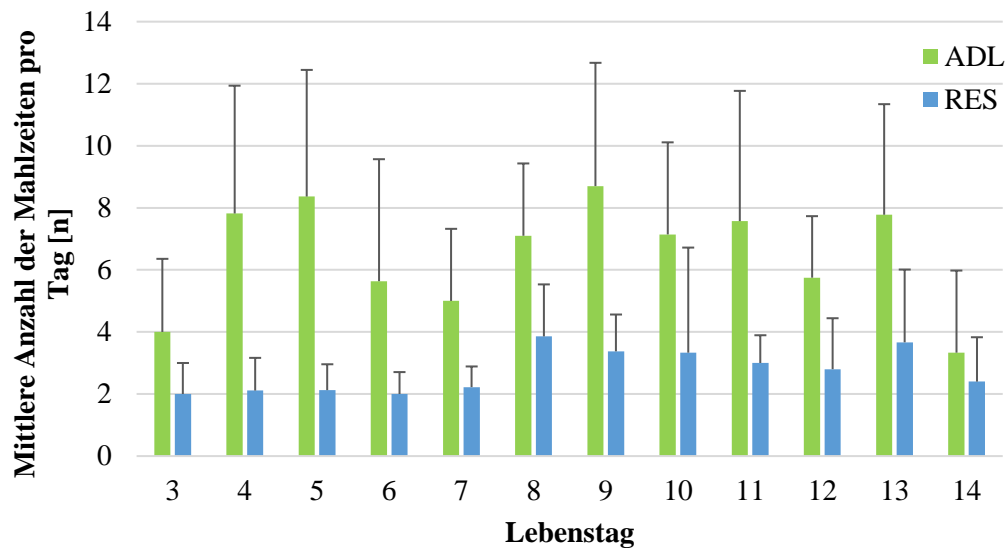


Abbildung 12: Mittlere Mahlzeitenhäufigkeit ($\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag ($n = 22$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Betrachtet man die Dauer der Mahlzeiten je Mahlzeit fällt auf, dass diese bei den RES Kälbern höher ist, als bei den ADL Tieren. Ein RES Kalb verbrachte im Mittel mit einer Mahlzeit $7,4 \pm 4,2$ min in der ersten Woche. Im Gegensatz dazu dauerte die Milchaufnahme bei einem ADL Tier im Mittel mit $4,6 \pm 4,4$ min etwa nur halb so lange. In der zweiten Woche sank die Dauer einer Mahlzeit in der RES Gruppe auf $5,0 \pm 3,9$ min (Tab. 7). Es sei angemerkt, dass in der zweiten Woche meistens drei Mahlzeiten pro Tier, wegen des Durchfalls sattgefunden hatten. Bei den ADL Tieren ging die Mahlzeitendauer ebenso zurück auf $3,7 \pm 3,1$ min. In beiden Wochen kann die Nullhypothese zwischen den Gruppen hinsichtlich der Mahlzeitendauer ausgeschlossen werden (erste Woche: $p < 0,001$; zweite Woche: $p = 0,002$).

Die Gesamttrinkdauer je Tag ist die Summe aller Mahlzeitendauer. Diese liegt in der ADL Gruppe in der ersten Woche bei fast einer halben Stunde ($28,6 \pm 22,4$ min), während RES Tiere nur $15,2 \pm 7,4$ min am Tag mit Trinken verbrachten. Das bedeutet unter Berücksichtigung der bisherigen Ergebnisse, dass die ADL Kälber, zwar je Mahlzeit kürzer getrunken hatten als die RES Kälber, aber

durch die höhere Häufigkeit auf höhere Gesamttrinkzeiten je Tag kamen. Die Gesamttrinkdauer der Gruppen in der zweiten Woche war trotz des Durchfallgeschehens der Gesamttrinkdauer der ersten Woche sehr ähnlich (zweite Woche ADL: $25,3 \pm 13,9$ min; RES: $15,8 \pm 10,2$ min). Der Unterschied zwischen den Gruppen war in beiden Wochen signifikant (erste Woche: $p=0,004$; zweite Woche: $p=0,017$). Die hohe Standardabweichung der ADL Tiere in der ersten Woche sticht heraus.

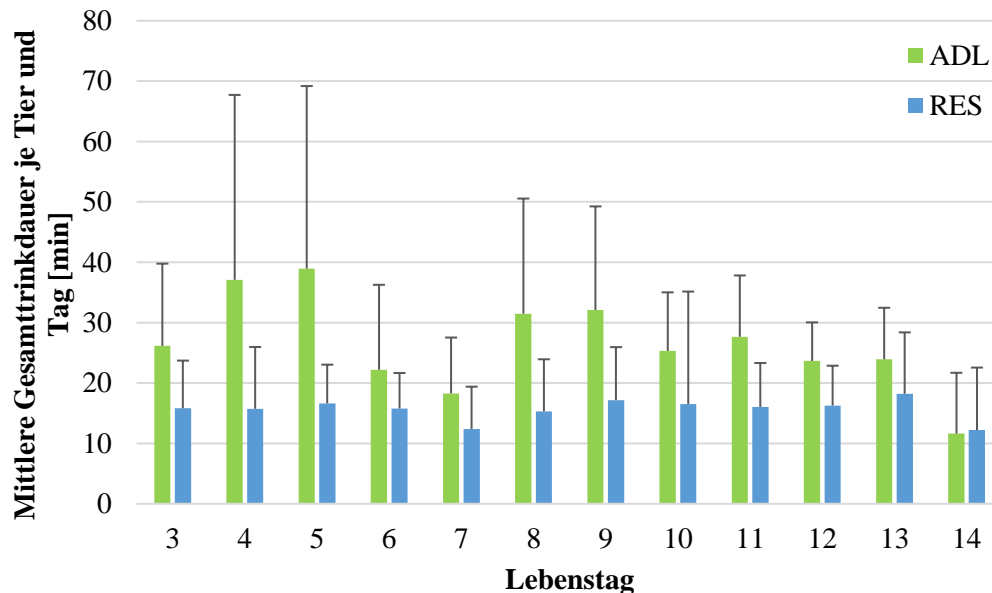


Abbildung 13: Mittlere Gesamttrinkdauer ($\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag in Minuten ($n=22$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Sie weist wiederum auf die großen individuellen Unterschiede im Verhalten der Kälber hin. In Abb.13 wird deutlich, dass die Werte der Gesamttrinkdauer an den Tagen fünf und sechs der ADL Tiere (im Mittel 38 min je Tier und Tag) im Vergleich zu dem Wert an Tag sieben (18 min) nur halb so lang war.

Die Intensität des Trinkens beschreibt die Geschwindigkeit, mit der die Kälber die Milch aus dem Nuckel saugen und aufnehmen. In beiden Wochen erzielten die RES Kälber höhere Werte. Das bedeutet, sie tranken schneller. Der Unterschied zwischen den Trinkgeschwindigkeiten beider Gruppen (ADL: 0,22 l/min; RES: 0,31 l/min) war in der ersten Woche signifikant ($p<0,001$). In der zweiten Woche war die Trinkgeschwindigkeit der RES Kälber immer noch höher (ADL: 0,24 l/min; RES: 0,27 l/min) allerdings konnte statistisch nicht ausgeschlossen werden, dass das Ergebnis zufällig zustande kam (Tab. 7). Ein ADL Kalb trank im Mittel etwa ein Liter Milch je Mahlzeit, während ein RES Kalb in der ersten Woche im Mittel zwei Liter Milch je Mahlzeit trank und in der zweiten Woche 1,25 Liter.

4. Gegenseitiges Besaugen

Bevor mit den Beobachtungen zum gegenseitigen Besaugen begonnen wurde, wurde ein Vorversuch gemacht, um herauszufinden zu welcher Tageszeit sich die Kälber in den Gruppen am häufigsten besaugten (s. Kap. 4.6.).

Bei dieser Untersuchung wurden die Besaugakte je Kälbergruppe gezählt und aufaddiert unabhängig des Tränkeplans. Es wurden vier ADL Gruppen und sieben RES Gruppen beobachtet. Das meiste gegenseitige Besaugen trat zwischen sechs und zehn Uhr morgens und zwischen sieben und zehn Uhr abends auf. Im selben Vorversuch wurde zusätzlich zum Zeitpunkt des Besaugens, die Stelle an der das besaugte Tier besaugt wurde, festgehalten. Es wurde bei insgesamt 336 Saugakten zu 88 % die Genitalregion, zu 0,03 % ein Ohr, zu 0,03 % ein Ellbogen und zu 0,06 % am Hals besaugt. Da die überwiegend bevorzugte Körperregion der Genitalbereich war, und da es in diesen Untersuchungen darum ging, ob das gegenseitige Besaugen generell mit einem ad libitum Tränkeverfahren zu reduzieren sei, wurden in den folgenden Beobachtungen die Besaugstellen nicht mehr unterschieden.

4.1. Individuelle Unterschiede beim gegenseitigen Besaugen

Während den Untersuchungen zum gegenseitigen Besaugen wurden 42 Kälber individuell beobachtet, um sich einen Überblick zu machen, wie sich das Verhalten des gegenseitigen Besaugens im Einzelnen zeigen würde. Zum einen gab es Tiere,

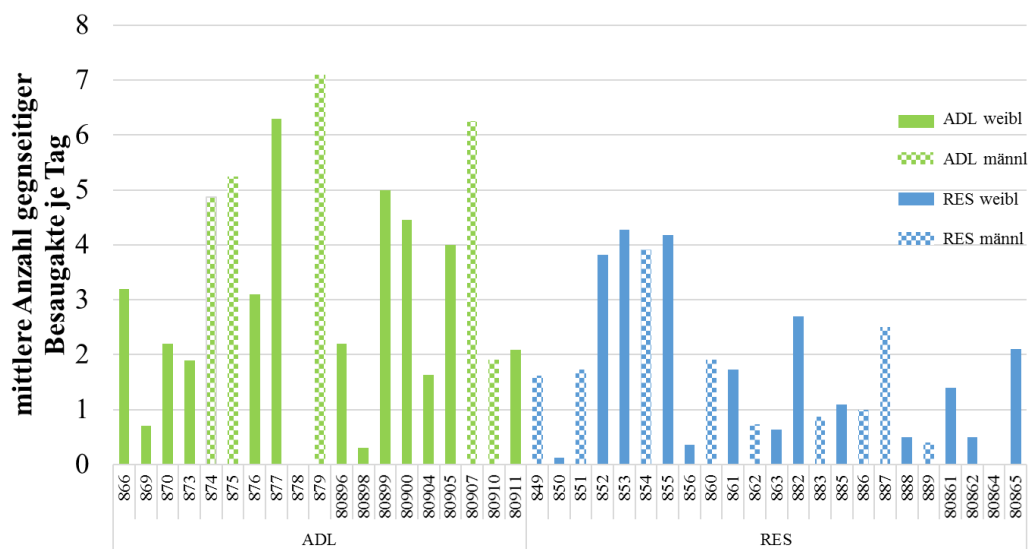


Abbildung 14: Mittlere Häufigkeit des individuellen gegenseitigen Besaugens je Tier und Beobachtungszeitraum (4 Gruppen, jede zweite Woche über 5 Wochen 2 Tage je 6 Std.; ADL: ad libitum; RES: restriktiv; Nummer: letzte Ziffern der Ohrmarke des jeweiligen Kalbes)

die besonders häufig Artgenossen aufsuchten um diese zu besaugen, während es auf der anderen Seite Tiere gab, die wenig bis gar nicht besaugten (Abb. 14).

Spitzenreiter während der Beobachtungen war das Kalb 879 mit im Mittel 7,1 Besaugakten je Tag. Im Gegensatz dazu gab es Kälber die kein einziges Mal besaugten (878; 80864). Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigte, dass das abnormale Verhalten des gegenseitigen Besaugens nicht gleichmäßig in einer Kälberguppe verteilt war, sondern individuell sehr verschieden auftrat. Obwohl während dieser Analyse nicht auf die Unterschiede zwischen ADL und RES getränkten Kälbern eingegangen werden sollte, lies sich in der Darstellung (Abb. 14) bereits eine Häufung der Besaugakte bei den ADL Tieren gegenüber den RES Tieren erkennen. Ebenso wurde die Verteilung zwischen den Geschlechtern nicht genauer untersucht. Bei Betrachtung der Abbildung 8 war das Tier mit den häufigsten Besaugakten (879) männlich, während das Tier 878, das im Untersuchungszeitraum gar nicht besaugte, ebenfalls männlich war. Das Tier das am zweithäufigsten besaugte war weiblich (877). Das zweite Tier, welches kein einzigesmal beim Besaugen beobachtet wurde war ein weibliches Kalb mit der Nummer 80864.

4.2. Unterschiede zwischen ADL und RES getränkten Kälbern

Da die Besaugakte der Kälber je Gruppenbox gezählt wurden, sich aber die Tieranzahl je Box von Tag zu Tag ändern konnte, wurde an jedem Tag die Anzahl der Besaugakte je Gruppe durch die Anzahl der Tiere in der Gruppe geteilt. Somit ergab sich für jeden Tag die mittlere Häufigkeit des Besaugens je Tier und Tag. In der Auswertung wurden die gezählten Besaugehäufigkeiten der drei ADL Gruppenboxen zusammengefasst, sowie die der drei RES Gruppenboxen.

Im Mittel besaugte ein ad libitum getränktes Kalb 2,62 mal einen Artgenossen je Tag. Im Vergleich dazu besaugte ein restriktiv getränktes Kalb nur 1,14 mal je Tag seine Buchtengenossen. Das heißt, dass ein ADL getränktes Kalb im Mittel mehr als zweimal so oft Artgenossen besaugte als ein RES getränktes Kalb. Da diese Verhaltensdaten nicht normal verteilt waren, wurden sie in Abb. 15 als Boxplot dargestellt.

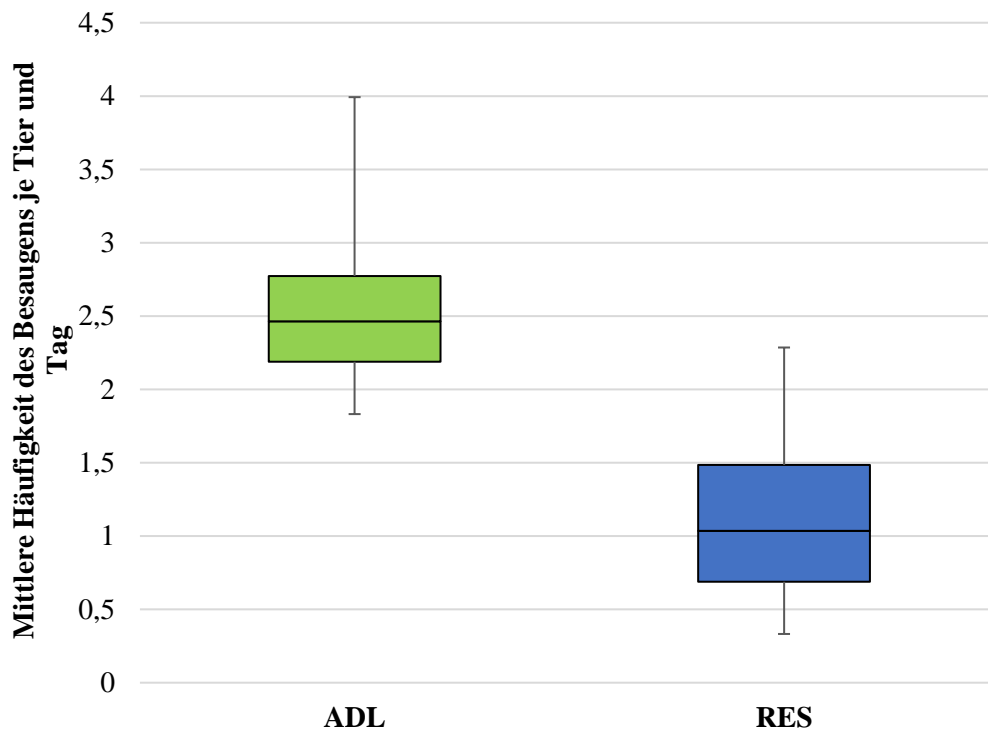


Abbildung 15: Mittlere Häufigkeit des Besaugens je Tier und den Beobachtungszeiträumen innerhalb der Gruppen ($n= 69$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv; $p=0,008$)

Der ADL Median lag bei 2,46 und ist auch hier mehr als doppelt so groß wie der RES Median (1,04). Die Bereiche des zweiten und dritten Quartils waren bei den ADL Kälbern etwas kleiner als die des zweiten und dritten der RES Tiere. Das bedeutet, dass hier die Daten öfter einen größeren Abstand zum Median hatten als bei den ADL Tieren. Die Maxima und Minima der ADL Kälber (ADL Max: 3,99; ADL Min: 1,83) liegen deutlich über denen der RES Tiere (RES Max: 2,29; RES Min: 0,33). Optisch ist der Unterschied der Gruppen in der Abbildung 15 klar zu erkennen. Die Berechnung der Fehlerwahrscheinlichkeit für den Unterschied der Ergebnisse zwischen den Gruppen mit Analyse von gemischten Modellen ergab für $p= 0,008$. Somit ist der Unterschied zwischen der ADL und RES Gruppe signifikant. Die Effektstärke nach Cohens r ergab 1,41, was als starker Effekt zu bewerten ist. Nach den Ergebnissen dieser Untersuchung besaugten sich ad libitum getränkte Kälber signifikant häufiger als Kälber, die nur morgens und abends mit Milch versorgt wurden.

5. Liegeverhalten

Das Verhältnis Stehen zu Liegen, Bewegen zu Ruhen kann eine Aussage zur Gesundheit, zur Entwicklung und zum Wohlbefinden der Tiere liefern. Während des

Versuchs wurde die Liegezeit von 69 Kälbern (n ADL= 35; n RES= 34) aufgezeichnet. Das Liegeverhalten wurde von Tag drei bis 56 bei den männlichen und von Tag drei bis 112 bei den weiblichen Tieren erfasst. Bei der Betrachtung des Liegeverhaltens über den Tagesverlauf zeigte sich, dass die Kälber in den frühen Morgenstunden am längsten lagen. Um drei und um vier Uhr erreichten die Werte annähernd 55 min je Stunde. Zwischen acht und neun, sowie zwischen 17 und 18 Uhr fallen die Liegeminuten im Mittel je Tier auf 24 – 29 min je Stunde. Dies waren die Zeiträume, in der die größte Aktivität in der Gruppe stattfand. Von 11 bis 14 Uhr waren die Liegewerte wieder etwas höher (um 43 min je Stunde), was auf eine Mittagruhe der Tiere hindeutet (Abb. 16). Die beiden Kurven lassen erkennen, da sie

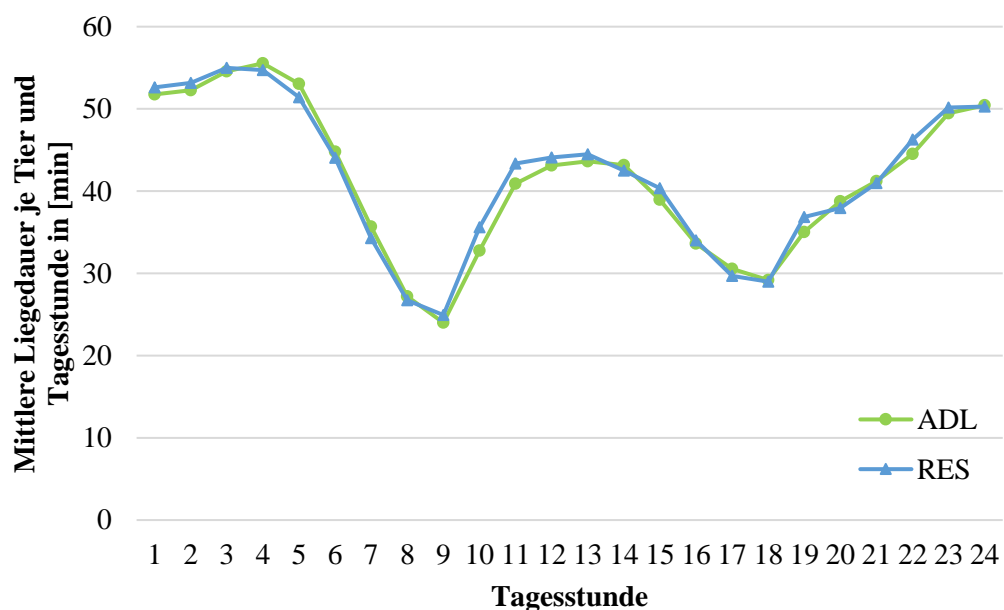


Abbildung 16: Mittlere Liegedauer je Tier und Tagesstunde in Minuten (n= 69; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

fast deckungsgleich sind, dass kein Unterschied im Liegeverhalten über 24 Stunden der Kälber bei ADL und RES Fütterung vorhanden war.

In den ersten 14 Tagen Einzelboxenhaltung lagen die ADL Tiere im Mittel 1114 min (18 Std, 34 min) je Tag und die RES Tiere 1141 min (19 Std, 1 min). Im Verhältnis zur Gruppenhaltungsphase waren hier die Liegedauern ausgeprägter. In der zweiten und dritten Woche lagen die Liegezeiten bei ADL Tieren bei 1020 min (17 Std) und bei RES Tieren bei 1012 min (16 Std, 52 min). Bis zum Versuchende nahmen die Liegedauern stetig ab auf 890 min (14 Std, 50 min) je Tier und Tag bei den ADL Kälbern und auf 883 min (14 Std, 43 min) je Tier und Tag bei den RES Kälbern (Abb. 17). Bei der Analyse von gemischten Modellen über die gesamte

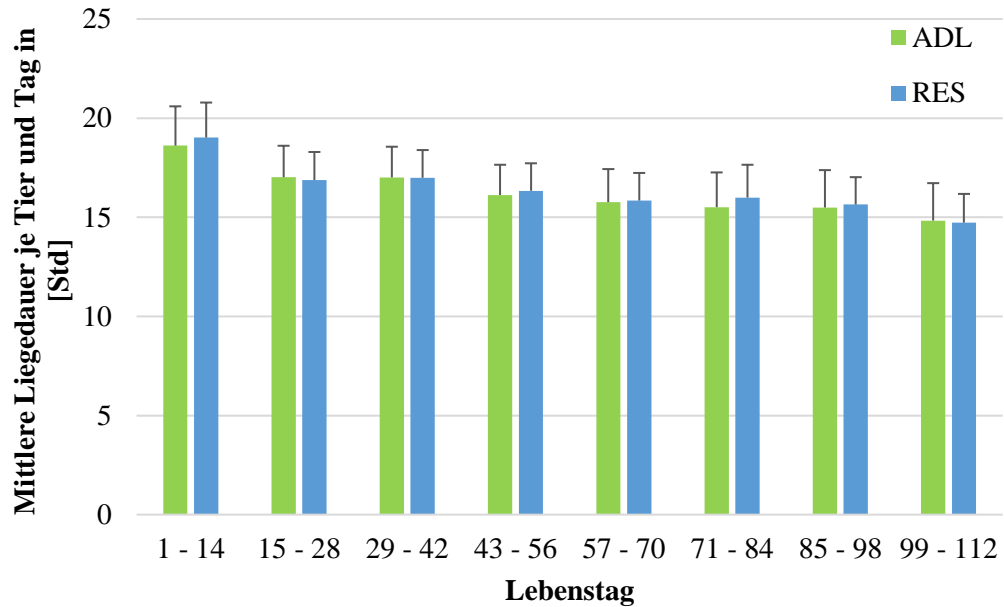


Abbildung 17: Mittlere Liegedauer je Tier und Tag in Stunden ($\bar{x} \pm SD$; $n = 69$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Versuchszeit hinsichtlich eines Unterschiedes zwischen der ADL Gruppe und der RES Gruppe lag die Fehlerwahrscheinlichkeit $p=0,27$ deutlich über dem statistischen Signifikanzniveau von 5 %. Daher gab es keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen der ad libitum Tränke und der restriktiven Tränke bezüglich der Liegezeit.

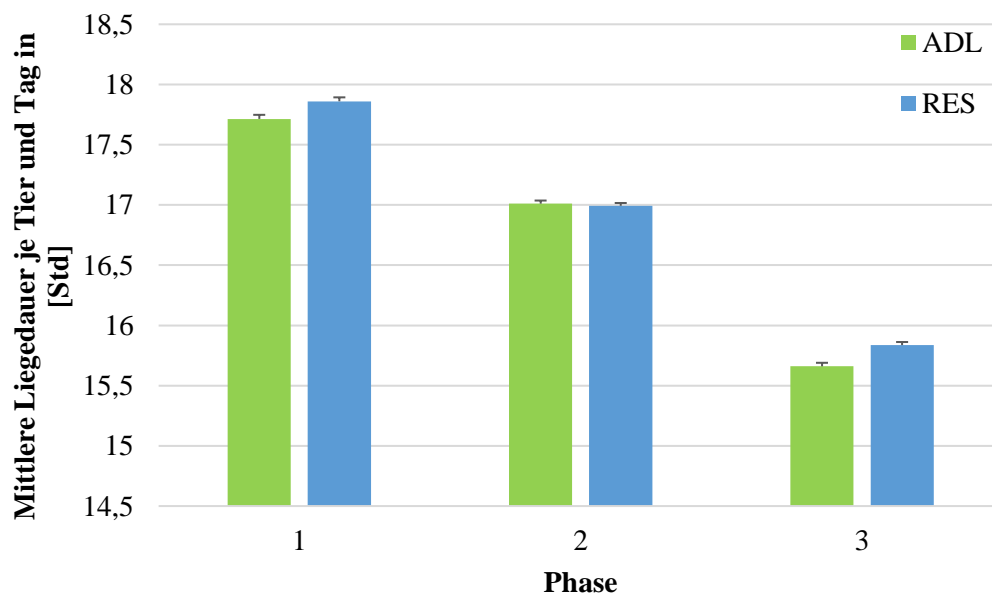


Abbildung 17: Mittlere Liegedauer je Tier und Tag in den Phasen in Stunden ($\bar{x} \pm SD$; Phase 1: Tag 1-28; Phase 2: Tag 29-42; Phase 3: Tag 43-112; $n = 69$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv)

Bei der Auswertung der Liegezeit in den drei Tränkephasen (Abb. 18), zeigte sich eine stetige Abnahme der Liegezeit. In der ersten Phase, in der der Unterschied in der Tränke zwischen den Gruppen am größten war, lag die mittlere Liegezeit der ADL Tiere bei 1063 min (17 Std, 43 min) und die der RES Kälber bei 1072 min (17 Std, 52 min). Auch in der zweiten Phase in der für die ADL Kälber das Abtränken begann, lagen die Liegeminuten im Mittel bei 1021 min (17 Std, 1 min) am Tag und die der RES Tiere bei 1020 min (17 Std). In der dritten Phase in der die Milch abgesetzt wurde und die Kraftfutteraufnahme begann war zwischen den Gruppen kaum ein Unterschied (ADL: 940 min (15 Std, 40 min), RES: 950 min (15 Std, 50 min)). Allein die Liegezeiten nahmen bei beiden Gruppen von Tränkephase zu Tränkephase stetig ab. Ob dieser Rückgang der Liegezeit der Tiere mit dem Tränkemanagement der Phasen zusammenhing oder eher mit dem fortschreitenden Alter der Kälber zu tun hatte, lässt sich aus diesen Ergebnissen nicht ableiten. Die Streuung der Daten ist hinsichtlich dieses Parameters gering, das zeigt, dass sich die Tiere bei den Dauern des Liegens gleich verhalten.

V. DISKUSSION

1. Milch- und Kraftfutteraufnahme

Die ad libitum getränkten Kälber nahmen signifikant mehr Milch auf, als die Kälber der restriktiv getränkten Gruppen. Die mittlere tägliche Milchaufnahme in den ersten vier Wochen (Phase 1) lag bei 7,3 Liter, es gab einzelne Kälber, die an einem Tag deutlich mehr Milch abholten (Maximum: 19,6 l am 27. Lebenstag). Somit bestätigen sich die Ergebnisse von Jasper und Weary (2002). Sie fanden heraus, dass eine tägliche Milchaufnahme von 8,8 l Milch (20 % des Körpergewichts) bei Kälbern durchaus umsetzbar ist. Bei Jasper und Weary (2002) kamen weibliche Holstein Kälber zum Einsatz. Da Fleckviehkälber höhere Geburtsgewichte haben als Holsteinkälber, und beim aktuellen Versuch männliche und weibliche Tiere untersucht wurden, hätte damit gerechnet werden können, dass Fleckviehkälber, auch wegen der höheren Geburtsgewichte, mindestens oder mehr als 8,8 l im Mittel trinken würden. Die verhältnismäßig niedrigen Milchaufnahmen bei den Fleckviehkälbern könnten dem Durchfall zugeschrieben werden, da bei Jasper und Weary (2002) wenig Durchfall auftrat. Dass Kälber in der Lage sind während einer Mahlzeit große Mengen Milch aufzunehmen zeigten bereits Ellingsen et al. (2016), in deren Versuch das Fassungsvermögen des Labmagens eines Kalbes bei 6,8 Litern lag. Im vorliegenden Versuch bestätigte sich dieses Ergebnis, da manche Kälber noch mehr Milch während einer Mahlzeit aufnahmen (Tier: 80907 am 14. Lebenstag 7,2 l).

Der Ansatz einer restriktiven Milchtränke ist die Rau- und Kraftfutteraufnahme frühzeitig dadurch zu forcieren, dass Kälber nach der rationierten Milchtränke noch eine verbleibende Motivation zur Festfutteraufnahme haben. In den ersten Wochen nahmen, wie auch bei Appleby et al. (2001) und Jasper und Weary (2002), die Kälber kein Kraftfutter auf. Es zeigte sich, dass die Kraftfutteraufnahme bei beiden Gruppen erst in der siebten Woche begann, etwa zeitgleich mit dem Einsetzen des Abtränkens. Obwohl den restriktiv getränkten Kälbern weniger Milch zur Verfügung stand, begannen sie nicht früher mit der Kraftfutteraufnahme als die ad libitum getränkten Tiere. Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den Untersuchungen von Jasper und Weary (2002), die herausfanden, dass zwischen der zweiten und fünften Woche die restriktiv getränkten Kälber doppelt so viel Kraftfutter abholten als ihre ad libitum getränkten Artgenossen. Allerdings handelte es sich hierbei um

sehr kleine Futtermengen (während drei Wochen, 14 RES Tiere: 6,11 kg; 14 ADL Tiere: 2,99 kg) (Jasper und Weary, 2002).

2. Gewichtsentwicklung

Während der Phase 1 (Tag 1- 28) nahmen die ad libitum getränkten Kälber mit 796,1 g/d signifikant mehr Gewicht zu als die restriktiv getränkten Kälber mit 481,5 g/d (Tab. 5). Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchungen von Jasper und Weary (2002), deren ad libitum getränkte Kälber in der ersten Lebenswoche 0,8 kg/d zunahmen, während die restriktiv getränkten Tiere nur 0,2 kg/d an Körpermasse zulegten. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen De Paula Vieira et al. (2008), in deren Versuch die ad libitum getränkten Kälber in der zweiten Woche Zunahmen von 0,53 kg/d hatten, während die Kontrollgruppe 0,11 kg/d zunahm.

In Phase 2 (Tag 29- 42) sanken die Zunahmen der ADL Kälber, was offensichtlich dem einsetzenden Abtränken geschuldet war, während in der RES Gruppe kaum Änderungen festzustellen waren (Abb. 12). In der Phase 3 stiegen in der siebten Woche die Zunahmen der ADL Gruppe wieder an. Dies ist damit zu erklären, dass die stetig geringer werdende Milchrations in beiden Gruppen mit Kraftfutter kompensiert wurde (Abb. 10). Der Einbruch bei den Zunahmen in der ad libitum getränkten Gruppe zwischen der vierten und neunten Woche trat bei den restriktiv getränkten Tieren nicht in diesem Ausmaß auf. Die Zunahmen der RES Gruppe waren stetig ansteigend. Auffällig war, dass die Gewichtszunahmen der ADL Tiere zwischen der zehnten und 15. Woche über die Zunahmen der RES Tiere stiegen, obwohl die Fütterung beider Gruppen hinsichtlich Milch und Kraftfutter identisch war. Dieses Ergebnis ist entweder auf eine höhere Heuaufnahme der ADL Tiere zurückzuführen (Heuverbrauch wurde nicht erfasst), oder auf eine unterschiedliche Verwertung des Futters. Nach Kaske et al. (2010) beeinflusst sowohl die Fütterung eines Neugeborenen seine spätere Nahrungsaufnahme, als auch die Art und Weise wie die Nahrung verwertet wird. Ebenso beeinflusst in der pränatalen Phase die Ernährung des Muttertieres die Organbildung des Fetus. Ob und inwieweit eine ad libitum Milchtränke bei Kälbern in den ersten Lebenswochen die spätere Futtermittelnutzung beeinflusst bleibt zu klären. Die ad libitum Milchtränke führte zu einem Gewichtsvorsprung von 9,9 kg in der sechsten Lebenswoche, bei einem Körpergewicht von 78,8 kg bei den ADL Tieren im Vergleich zu einem Körpergewicht von 68,9 kg bei den RES Tieren (Tab. 6). Somit erreichten ADL Kälber mit

sechs Wochen annähernd das momentan zum Ziel gesteckte Gewicht von 80 kg, um als Fresser verkauft zu werden. Unter Berücksichtigung der Untersuchungsergebnisse von Soberon et al. (2011) und Wiedemann et al. (2015) ist zu erwarten, dass die Milchleistungen der Kühe, die als Kalb ad libitum getränkt worden sind, höher sind, als die Milchleistungen von Kühen die postnatal restriktiv getränkt worden sind.

3. Trinkverhalten

Die Ergebnisse des Versuchs zeigten, wenn Kälber ad libitum getränkt werden, erhöht sich die Mahlzeitenhäufigkeit (Tab. 7). Im Gegensatz zu den restriktiv getränkten Kälbern nahmen die ad libitum getränkten Tiere im Mittel 6,2 Mahlzeiten in der ersten Woche und 6,8 Mahlzeiten in der zweiten Lebenswoche auf. Ähnlich Ergebnisse fanden sich bei De Paula Vieira et al. (2008), die Mahlzeitenhäufigkeiten von 5,3 in der ersten Lebenswoche feststellten. Bei Miller-Cushon et al. (2013) lagen die Mahlzeitenhäufigkeit bei ADL Tieren in der dritten Woche bei 7,2 Mahlzeiten und in der sechsten bei 7,1 Mahlzeiten. Das entspricht nicht der Mahlzeitenhäufigkeit von neun bis zehn Mal (Winckler, 2009), die ein Kalb bei der Mutter zeigt, allerdings wird deutlich, dass Kälber bei der Möglichkeit zur freien Milchaufnahme mehr als nur zwei Mahlzeiten zu sich nehmen. Während der späteren Gruppenhaltung stiegen die Automatenbesuche der ADL Tiere auf 11,28 je Tag und die der RES Tiere auf 12,92 je Tag. Die Automatenbesuche ohne Milchanrecht der RES Tiere lagen mit 9,74 Besuchen signifikant höher als die Automatenbesuche ohne Milchanrecht der ADL Tiere mit 5,47 (Tab. 4). Daraus lässt sich folgern, dass die restriktiv getränkten Kälber eine höhere Motivation hatten den Tränkeautomaten zu besuchen als ihre ad libitum getränkten Artgenossen, deren Motivation Milch zu trinken durch den „unbegrenzten“ Zugang offensichtlich stärker gestillt war. Die Untersuchungen zur Trinkintensität/Trinkgeschwindigkeit lassen ebenso auf eine stärkere Motivation zur Milchaufnahme bei den RES Tieren schließen. Mit 0,31 l/min tranken die RES Kälber in der ersten Woche signifikant schneller als die ADL Tiere mit 0,22 l/min. Ebenso stellten Miller-Cushon et al. (2013) bei restriktiv getränkten Kälbern in der dritten Lebenswoche eine höhere Trinkgeschwindigkeit von 0,41 l/min als bei den ad libitum getränkten Kälbern mit 0,35 l/min fest. Da bei der restriktiven Tränke nur zweimal täglich getränkt wurde, scheint die Motivation zur Milchaufnahme bei den Mahlzeiten so groß gewesen zu sein, dass es zu höheren Trinkgeschwindigkeiten kam. Die häufigeren Besuche im Tränkeautomaten sowie

die höheren Trinkgeschwindigkeiten der restriktiv getränkten Kälber sind Verhaltensweisen, die auf das ungestillte Bedürfnis der Tiere nach Milchaufnahme hinweisen.

Des Weiteren verbrachten Kälber der ad libitum Tränke mit 28,6 min in der ersten Woche und 25,3 min in der zweiten Woche täglich mehr Zeit mit der Milchaufnahme als restriktiv getränkte Kälber, deren Tränkedauer aufgrund der Rationierung täglich nur etwa 15 min in den ersten beiden Lebenswochen betrug. An der Mutter tranken Kälber im Mittel 46 min je Tag (Odde et al., 1985). Anscheinend gibt es bei Kälbern eine endogene Motivation eine definierte Dauer am Tag mit Milchsaugen zu verbringen. Der Versuch zeigte, dass die ad libitum Milchtränke nicht das Euter der Mutter in einer Mutterkuhhaltung ersetzt. Allerdings ergaben die Untersuchungen, dass bei einer ad libitum Tränke über den Tag signifikant länger gesaugt wurde als bei einer rationierten Tränke. Zusammenfassend trinken ad libitum getränkte Kälber über den Tag mehrere kleine Mahlzeiten (Tab. 7) und nehmen so eine größere Menge Milch auf im Vergleich zu den restriktiv getränkten Kälbern. Dazu verbringen die ADL Kälber etwa zweimal so viel Zeit mit Trinken je Tag als RES Kälber.

4. Gegenseitiges Besaugen

Gegenseitiges Besaugen ist ein verbreitetes Problem in der mutterlosen Kälberaufzucht (Lidfors und Isberg, 2003), das einerseits zu gesundheitlichen Problemen führen kann und andererseits zum Milchsaugen an laktierenden Kühen im späteren Kalbinnenalter (Keil und Audigé, 1999; Lidfors und Isberg, 2003). Das Milchsaugen an laktierenden Kühen kann zu Mastitiden führen (De Vliegher et al., 2012; Krömker et al., 2012). Das kann sowohl Probleme in der Tiergesundheit, als auch einen höheren Medikamenteneinsatz und höhere Kosten für den Tierhalter hervorrufen. Im Gegensatz dazu tritt gegenseitiges Besaugen in einer muttergebundenen Aufzucht praktisch nicht auf (Froberg und Lidfors, 2009). In einem Versuch, bei dem Kälber die ersten vier Lebenstage bei der Mutter verblieben, trat gegenseitiges Besaugen in der späteren Gruppenhaltung nur in sehr geringem Maße auf (Krohn et al., 1999). Demzufolge ist das gegenseitige Besaugen insbesondere ein Haltnungsproblem. Allgemein ist dabei zu beachten, dass die individuellen Unterschiede bei den Kälbern hinsichtlich des gegenseitigen Besaugens sehr groß sind (Abb. 14).

Die Verhaltensstörung trat in allen Abstufungen auf, bis im Schnitt 7,1-mal im Beobachtungszeitraum bei einem Kalb. Bei Lidfors (1993) trat gegenseitiges Besaugen zwischen zwei und 34 mal in den Beobachtungsphasen auf. Diese großen Unterschiede im Verhalten erschweren die Ursachenfindung, da nicht pauschal geschlossen werden kann, dass es eine Ursache gibt, die allein für das Problem verantwortlich ist. Sonst müsste sich das Verhalten bei allen Tieren gleich äußern, da sie, was die Haltung betrifft, in diesem Versuch gleich behandelt wurden. Um die Verhaltensstörung des gegenseitigen Besaugens in der modernen Kälberaufzucht in den Griff zu bekommen ist es wichtig das natürliche Verhalten der Tiere genau zu betrachten, um zu erkennen wo die Haltungsumgebung dementsprechend in der mutterlosen Aufzucht angepasst werden sollte. Winckler (2009) beschreibt, dass in den ersten Stunden nach der Geburt die Prägung der Mutter-Kind-Bindung beginnt. Typische Verhaltensweisen sind das Ablecken des Kalbes durch die Mutter, welches einen taktilen Reiz darstellt. Zusätzlich spielen olfaktorische als auch akustische Reize eine wichtige Rolle. Etwa 30 Minuten nach der Geburt beginnt das Kalb mit Stehversuchen und der Eutersuche. Durch Unterstützung der Mutter wird nach etwa 1,5 bis 3 Stunden in verkehrt-paralleler Stellung Milch aufgenommen. Dieses Verhalten ist angeboren. Ein Kalb trinkt zwischen acht bis zehnmal je Tag am Euter der Mutter Milch (Winckler, 2009). Im Vergleich dazu, wird in der mutterlosen Aufzucht das Kalb kurz nach der Geburt von der Mutter getrennt und in eine Einzelbox verbracht und zweimal am Tag über einen künstlichen Nuckel getränkt. Die Verhaltensweisen, die bei der natürlichen Aufzucht zwischen Kalb und Mutter ablaufen, können in der mutterlosen Haltung nicht stattfinden.

In dem hier beschriebenen Versuch sollte untersucht werden, ob bei einer Angleichung der Mahlzeitenhäufigkeit, an die, wie sie bei der muttergebundenen Haltung stattfindet, eine Verringerung des gegenseitigen Besaugens zu beobachten ist. Ein Kalb, das in der mutterlosen Aufzucht die uneingeschränkte Möglichkeit zur Milchaufnahme hat und somit jederzeit seinen Hunger stillen kann, habe kein Bedürfnis andere Kälber zu besaugen. Diese These wurde nicht bestätigt. Das Gegenteil trat ein. Ad libitum getränkte Kälber besaugten sich mehr als doppelt so häufig wie ihre Artgenossen (Abb. 15), die nur zweimal täglich getränkt wurden. Somit scheint die Nahrungsaufnahme hinsichtlich Häufigkeit, Menge und Aufnahmedauer alleine nicht entscheidend zu sein. Die Ursache des gegenseitigen Besaugens liegt dem-

nach woanders oder wird multifaktoriell durch noch weitere Mechanismen motiviert bzw. gestillt.

Nachdem sich allerdings in dieser Untersuchung die ad libitum getränkten Kälber signifikant mehr als die restriktiv getränkten Tiere besaugten (Besaugakt im Mittel je Tier und Tag ADL: 2,62; RES: 1,14), ist zu diskutieren, warum die uneingeschränkte Milchaufnahme das gegenseitige Besaugen sogar förderte. Obwohl das Ergebnis statistisch signifikant ist, könnte es sein, dass die Ergebnisse zufällig zustande gekommen sind, da letztendlich in der vorliegenden Studie nur drei ADL und drei RES Gruppen untersucht wurden (Gruppeneffekte).

4.1. Entstehung des gegenseitigen Besaugens

Sobald das Kalb geboren wurde, beginnt es zu lernen, bzw. prägen sich Verhaltensweisen dem Kalb ein. Um überleben zu können ist es essentiell, dass der erste Ablauf der Nahrungsaufnahme vom Aufstehen über die Suche des mütterlichen Euters bis zum Milchsaugen angeboren ist. Allerdings ist dieses Verhalten durch Lernen anpassbar. Könnte das Kalb die angeborenen Fähigkeiten im Laufe seines Lebens nicht den Umweltbedingungen anpassen, wären seine Überlebenschancen unheimlich schlechter. Wenn ein Kalb die erste Milchmahlzeit bei der Mutter aufnimmt, ist es stark auf das Euter der Mutter geprägt. Danach ist es schwieriger dem Kalb das Trinken aus einem Nuckeleimer beizubringen, als wenn das Tier seine allererste Mahlzeit bereits aus dem Nuckeleimer aufnimmt. Außer in den ersten Stunden nach der Geburt, in denen der Großteil der Verhaltensweisen, die ein Kalb zeigt angeboren sind, steht vor dem Saugen die Motivation zur Nahrungsaufnahme. Diese endogene Motivation lässt mit dem Beginn der Milchaufnahme nach, da über Sensoren in der Magenwand eine Rückkopplung zum Gehirn stattfindet, was als Sättigung bezeichnet wird. Innerhalb dieses Ablaufs sind zwei weitere nervöse Kreisläufe integriert. Das ist erstens der Reflexbogen des Saugreflexes. Hierbei wird durch einen mechanischen Reiz im Maul, wie Zitze, Finger, Nuckel oder andere Gegenstände oder Körperteile der Saugreflex stimuliert, sobald der Gaumen und die Zunge des Kalbes berührt werden. Die Reflexantwort ist die Muskeltätigkeit der Zunge, das Saugen. Die zweite Reiz– Reizantwortverbindung ist Milchingestion und Saugen. Sobald Milch in die Maulhöhle des Kalbes gelangt beginnt das Kalb mit dem Saugen (Rushen und De Passillé, 1995; De Passillé und Rushen, 1997). Hierbei liegt die Vermutung nahe, dass dieser Stimulus nicht durch Sättigung beantwortet wird, sondern über einen gewissen Zeitraum besteht, in dem das Kalb ein

Saugbedürfnis hat und ausübt. Ist die Zeit verstrichen, endet das Saugen. Bei De Passillé et al. (1992) wurden Kälber künstlich getränkt. Die Dauer der Milchaufnahme über den Nuckeleimer war kürzer als bei Kälbern, die am Euter der Mutter Milch saugten. Sie saugten aber im Anschluss an die Eimertränke noch 10 min an einem trockenen Nuckel weiter. Dieser letzte Kreislauf zwischen Milchingestion als Reiz und Saugen als Reizantwort scheint an eine feste Zeitspanne gekoppelt zu sein, die unabhängig der bisher aufgenommenen Milchmenge, also auch der Sättigung, ist. Die Länge dieser Zeitspanne liegt zwischen 10 und 15 min. Auch bei Miller-Cushon et al. (2013) ergab sich eine mittlere Mahlzeitendauer von 14,3 min und bei Sambraus (1984) ließ die Saugmotivation nach, wenn die Kälber nach der Milchaufnahme noch 10 min im Stand eingeschlossen blieben. Die Saugdauer änderte sich nicht, egal ob vorher viel oder wenig Milch aufgenommen wurde (Rushen und De Passillé, 1995). Zusammenfassend gesagt, führt die Milch in der Maulhöhle als Auslöser (Trigger) zu einer vom Sättigungsgrad unabhängigen Saugmotivation, die zwischen 10 und 15 min anhält und nach diesem Zeitraum erlischt.

Als zusätzlich erlernter Auslösemechanismus, gibt es eine Motivation zum Saugen, die entsteht, sobald ein Kalb das Milchsauen eines Artgenossen sinnlich wahrnimmt. Dieses Phänomen tritt unabhängig vom Tränkestandsbesuch auf, in Form von gegenseitigem Besaugen, wenn andere Kälber Milch aufnehmen (Brummer, 2004).

4.2. Einfluss der ad libitum Tränke auf das gegenseitige Besaugen

Im Versuch sollte eine Tränke eingesetzt werden, die dem mutterlos aufgezogenen Kalb die Möglichkeit gibt, zu jeder Tages- und Nachtzeit Milch aufzunehmen, so wie es in der muttergebundenen Haltung möglich ist. Auf diese Weise würde sich beim Kalb nie ein länger andauerndes Hungergefühl entwickeln, da, sobald Hunger auftritt, dieser sofort gestillt werden könnte. Sollte nun der Hunger, die auslösende Motivation für das gegenseitige Besaugen sein, dürfte dieser vermindert bis gar nicht mehr auftreten. Hingegen dieser Ausgangsthese, dass eine ad libitum Milchtränke bei Kälbern das gegenseitige Besaugen reduzieren würde, erhöhte sich die Häufigkeit des gegenseitigen Besaugens im vorliegenden Versuch um das doppelte im Vergleich zur restriktiv getränkten Gruppe (Abb. 15). Dieses Ergebnis bestätigt die Untersuchungen von Mees und Metz (1983), die zeigen konnten, dass Kälber bei sechsmaliger Tränke über den Tag öfter leersaugten am trockenen Nuckel, als Kälber, die nur zweimal am Tag Milch bekamen. Im Hinblick auf unseren Versuch

holten die ad libitum getränkten Kälber während der Gruppenphase 5,81 mal Milch je Tier und Tag am Automaten ab, während die restriktiv getränkten Tiere das nur 3,81 mal taten. Bei dem Versuch zum Trinkverhalten über die ersten 14 Lebenstage lag die Mahlzeitenhäufigkeit bei den ADL Kälbern in der ersten Woche bei 6,2 Mahlzeiten und bei den RES Tieren bei 2,1. Zusammenfassend kann man sagen, dass die ADL Kälber etwa dreimal häufiger Milch aufnahmen als ihre Artgenossen der RES Gruppe. Dies trifft allerdings nur auf die Besuche zu, bei denen die Tiere ein Anrecht auf Milch hatten und folglich beim Besuch des Nuckels Milch aufnahmen. Bei der Betrachtung der Besuche ohne Milchaufnahme im Automaten während der Gruppenphase wird klar, dass die RES Tiere öfter (9,74 Besuche ohne Milchabruf je Tier und Tag) in den Automaten gingen mit der Motivation Milch aufzunehmen, aber keine abholen konnten, als die ADL Kälber (5,47 Besuche ohne Milchabruf je Tier und Tag). Wenn die Häufigkeit der Milchaufnahme mit der Häufigkeit des gegenseitigen Besaugens zusammenhängt, unter Berücksichtigung, dass Saugen durch Milchgeschmack hervorgerufen wird (De Passillé und Rushen, 1997), dann induziert die häufigere Milchaufnahme der ADL Tiere das häufigere Auftreten des gegenseitigen Besaugens.

5. Liegeverhalten

Die Behauptung von Jensen et al. (2015), dass Kälber mit höheren Milchaufnahmen sich mehr bewegen würden als andere konnte nicht bestätigt werden. Die Liegedauern der Kälber im hier vorgestellten Versuch unterschieden sich zu keiner Zeit während des Versuches hinsichtlich ihrer Milchaufnahmen. Mit zunehmendem Alter wurden die Liegedauern der Kälber beider Gruppen gleichmäßig kürzer. Das bestätigt das Ergebnis der Untersuchungen von Steinhöfel und Diener (2015). Miguel-Pacheco et al. (2015) vermuten, dass die Abnahme der Liegedauern mit dem Abtränken in Zusammenhang steht. Da die Abnahme der Liegedauern in unserem Versuch nicht im Zusammenhang mit dem Abtränken untersucht wurde, kann dazu keine Aussage getroffen werden.

6. Schlussfolgerung

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine ad libitum Milchtränke bei Fleckviehkälbern zu höheren Gewichtszunahmen und einem früheren Erreichen des Mastgewichtes bei männlichen Tieren führte. Die bisherige Annahme, dass eine

restriktive Milchtränke zu einer früheren Festfutteraufnahme führe, hat sich nicht bestätigt. Die ad libitum Tränke während der ersten Lebenswochen führt eventuell zu einer höheren Futteraufnahme und höheren Milchleistungen beim späteren Milchrind. Diese These müsste bei der Rasse Fleckvieh noch geprüft werden. Die ad libitum getränkten Kälber zeigten auch in der Phase 3, in der RES und ADL Tiere gleich gefüttert wurden, höhere Gewichtszunahmen. Dies war entweder der nicht erfassten Heuaufnahme geschuldet oder auf die ad libitum Fütterung der ersten Wochen zurückzuführen. Somit wäre es nötig zu erforschen, in wieweit die These der „metabolischen Programmierung“ (Kaske et al., 2010) in diesem Fall bei Fleckviehkälbern eine Rolle spielte. Des Weiteren ist die ad libitum Tränke, tiergerechter, da die Kälber das Trinkverhalten öfter und länger über den Tag verteilt ausführen können, keine Hungerzeiten entstehen und diese Haltungsform somit dem natürlichen Verhalten näher kommt. Das Kalb wird nicht gezwungen auf die nächste Mahlzeit zu warten und solange Hunger zu haben, sondern es kann, wie in der Mutterkuhhaltung, jederzeit nach eigener Motivation Milch aufnehmen.

Das gegenseitige Besaugen ist eine abnormale Verhaltensweise, die bei Kälbern in Gruppenhaltung auftritt und durch mehrere Motivationen ausgelöst wird. Es zeigte sich, dass gegenseitiges Besaugen weniger durch Hunger motiviert ist, als durch einen mechanischen Reiz in der Maulhöhle sowie durch Milchingestion in die Maulhöhle. Des Weiteren erfolgt das Stillen der Motivation weniger durch eine Sättigung über Futteraufnahme, sondern stärker durch die Tätigkeit des Saugens über 10 bis 15 Minuten. Dabei ist es nicht relevant, ob während des Saugens Milch aufgenommen wird oder ob ein trockener Nuckel besaugt wird. Eine weitere Methode die Saugmotivation zu stillen ist das Fixieren des Kalbes über den Zeitraum (10-15 min) in dem die Saugmotivation besteht (Sambraus, 1984).

Dadurch, dass bei einer ad libitum Milchtränke die Häufigkeit der Milchaufnahme über den Tag erhöht ist, und die Saugmotivation somit häufiger ausgelöst wird, fördert die ad libitum Milchtränke das gegenseitige Besaugen in der Gruppenhaltung von Kälbern. Es bleibt zu erforschen, ob eine ad libitum Milchtränke hinsichtlich des gegenseitigen Besaugens sinnvoll ist, wenn haltungsbedingt Maßnahmen ergriffen werden, die die Saugmotivation im Anschluss an die Milchmahlzeit stillen könnten.

Kälber, die muttergebunden aufwuchsen, zeigten fast kein gegenseitiges Besaugen

(Brummer, 2004; Froberg und Lidfors, 2009). Demnach wäre es erfolgversprechend, den Ansatz von Krohn et al. (1999) umfassend mit Fleckviekälbern zu untersuchen. Hierbei führten allein die Anwesenheit der Mutterkuh bei künstlicher Nuckeltränke dazu, dass kein gegenseitiges Besaugen auftrat. Dieses Verfahren sollte auf praktische Umsetzbarkeit für landwirtschaftliche Betriebe in Bayern geprüft werden.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

EINFLUSS EINER AD LIBITUM MILCHTRÄNKE AUF DIE GEWICHTSENTWICKLUNG UND DAS VERHALTEN VON FLECKVIEHKÄLBERN

Untersuchungen zur ad libitum Tränke in den letzten Jahren ergaben positive Ergebnisse in der Kälberaufzucht. Die Tränkeempfehlungen in den ersten Lebenswochen basieren auf einer restriktiven Milchaufnahme. In diesem Versuch wurde bei Fleckviehkälbern untersucht, wie sich eine ad libitum Vollmilchtränke auf die Gewichtsentwicklung, das Trinkverhalten, sowie auf das gegenseitige Besaugen auswirken. 97 Kälber wurden nach der Geburt in die Versuchsgruppe, der Milch ad libitum zur Verfügung stand (ADL) und die Kontrollgruppe, die zweimal täglich getränkt wurde (RES), eingeteilt. Die Tiere wurden in mit Stroh eingestreuten Einzelboxen gehalten und mit Kolostralmilch und später mit angesäuerter Vollmilch getränkt. Die Kontrollkälber erhielten 2 Mal täglich 2,5 Liter Milch in der ersten Woche und 2 Mal 3 Liter ab der zweiten Lebenswoche. Die Versuchskälber konnten Milch kontinuierlich ad libitum aufnehmen. 22 Kälber wurden, während der ersten zwei Lebenswochen, in speziellen Einzelboxen gehalten, bei denen die Milchaufnahme über eine Waage, sowie die Anwesenheit des Kalbes am Nuckel über einen Sensor rechnergestützt kontinuierlich erfasst wurde, um das Trinkverhalten zu untersuchen. Nach zwei Wochen Einzelhaltung wurden die Tiere in Gruppenbuchten umgestellt. Es wurde die individuelle Milch- und Kraftfutteraufnahme erfasst. Das Körpergewicht wurde wöchentlich mit einer elektronischen Tierwaage erfasst. Das gegenseitige Besaugen der Kälber untereinander wurde während der Gruppelhaltung mittels Videotechnik festgehalten. Die Lokomotion der Tiere wurde mit Pedometern vom dritten Lebenstag bis zum Versuchsende erfasst. Der Versuch endete für Bullen mit einem Alter von acht Wochen und für Kuhkälber mit einem Alter von vier Monaten.

Während der ad libitum Tränkephase nahmen die ADL Tiere je Tag (7,3 l) signifikant mehr Milch auf, als die RES Tiere (5,2 l). Obwohl die restriktiv getränkten Kälber rationiert und weniger Milch bekamen, begannen sie nicht eher mit der Kraftfutteraufnahme als die ad libitum getränkten Kälber. Die Kraftfutteraufnahme begann in beiden Versuchsgruppen mit dem Einsetzen des Abtränkens.

In den ersten vier Wochen, in denen die Tiere der ADL Gruppe Milch zur freien

Verfügung hatten und im Mittel 7,3 l Milch je Tag aufnahmen, lagen die täglichen Zunahmen bei 796,1 g je Tag. Im Gegensatz zu den restriktiv getränkten Kälbern, die in den ersten vier Wochen 481,5 g je Tag zunahmen. In der Phase nach dem Abtränken (Phase 3) wurden beide Versuchsgruppen gleich gefüttert. Allerdings nahmen die ADL Kälber signifikant mehr Gewicht zu (ADL: 1150 g je Tier und Tag; RES: 1040 g je Tier und Tag). Entweder haben die ADL Kälber mehr Heu aufgenommen (wurde nicht erfasst), oder die postnatale ad libitum Fütterung führte durch metabolische Programmierung (Kaske et al., 2010), zur besseren Futtermittelverwertung der Nahrung.

Im Trinkverhalten unterschieden sich die beiden Gruppen voneinander. Ad libitum getränkte Kälber, tranken langsamer. Sie tranken öfter über den Tag verteilt, kleinere Mahlzeiten als Kälber, die nur zweimal täglich Zugang zu Milch hatten. Somit führte die ad libitum Tränke auch dazu, dass diese Tiere signifikant mehr Zeit am Tag mit Milchsaugen verbrachten und auf diese Weise auch höhere Milchaufnahmen hatten.

Eine Milchmahlzeit, die ein Kalb zu sich nimmt, löst jedesmal eine Motivation zum Saugen aus, die über eine gewisse Zeitspanne anhält. Da die Milch über einen Nuckel allerdings schneller aufgenommen wird, als über das Euter der Mutter, bleibt eine Restmotivation, die oft in Form von gegenseitigem Besaugen gestillt wird. Im vorgestellten Versuch besaugten sich die ad libitum getränkten Kälber über doppelt so häufig wie ihre restriktiv getränkten Artgenossen.

VII. SUMMARY

EFFECT OF AD LIBITUM MILK INTAKE ON WEIGHT GAIN AND BEHAVIOUR OF SIMMENTAL DAIRY CALVES

The last years' investigations of ad libitum milk intake with dairy calves showed positive results. The recommendations of milk feeding in dairy calves are more restrictive for the first weeks of life. This investigation was made with Simmental calves. It focused how ad libitum milk intake affects weight gain, drinking behavior and cross-sucking. 97 calves were splitted into two groups, right after birth. Calves of the test-group (ADL) could drink milk ad libitum, while animals of the control-group (RES) were fed only twice a day. The calves were kept in straw bedded single boxes. At the beginning they were fed colostrum and later acidified milk. The control-group has got two and a half liters twice a day in the first week of life and from the second week they have got three liters twice a day. The animals of the test-group had free choice in drinking milk. 22 calves were kept in special single boxes for the first two weeks of life. Their milk intake was registrated with an electronic scale. The calves' ear tag was also registrated by a sensor which was connected to a computer, when they were next to the teat. So it was possible to examine their drinking behavior. After two weeks of single housing the calves were changed to group boxes. The individual milk and starter intake was gathered. Also the bodyweight was recorded every week with an electronic weight scale. Cross-sucking was recorded by video. Bull calves left the trial at the age of eight weeks and female calves at the age of 16 weeks.

During the ad libitum milk feeding the ADL calves (7,3 l) drank significantly more milk than the RES calves (5,2 l). Though the RES calves became less and restricted amounts of milk, they didn't start eating starter earlier than the ADL calves. In both groups the starter intake began with the weaning.

For the first four weeks, when the ADL calves were able to gather milk ad libitum (average milk intake per day 7,3 l) they gained almost 800 g per day in contrast to the RES calves which gained on average 500 g a day. The time after weaning both groups were fed the same. Though the ADL calves gained more weight (ADL: 1150 g per day and calf; RES: 1040 g per day and calf). Either the ADL calves ate more hay (which was not acquired) or the ad libitum feeding right after birth caused

a metabolic programming (Kaske et al., 2010), which let them metabolize the nutrition better.

Ad libitum fed calves drank more slowly. They had more, but smaller meals all over the day in comparison to the restrictive fed calves, which had only two milk meals a day. Furthermore, the ADL calves spent significantly more time sucking milk all over the day, that led to higher milk intake.

As soon as a calf starts a milk meal it always triggers the motivation to suck. That motivation keeps on going for a certain amount of time. Sucking milk through a teat goes faster than sucking milk out of the udder. Hence it leaves a rest motivation to suck that calves satisfy by cross sucking. In this study the ad libitum fed calves cross sucked each other more than twice as often as their restrictively fed fellows.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

APPLEBY, M. C., WEARY, D. M., CHUA, B. (2001): *Performance and feeding behaviour of calves on ad libitum milk from artificial teats*. Applied Animal Behaviour Science 74, 3, S. 191-201.

AURICH, K., WEBER, R. (1993): *Einfluss eines erhöhten Saugwiderstandes auf das Saugverhalten einer Kälbergruppe*. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung. KTBL-Schrift 361, Darmstadt, S. 154-166.

BACH, A. (2012): *Ruminant Nutrition Symposium: Optimizing Performance of the Offspring: Nourishing and managing the dam and postnatal calf for optimal lactation, reproduction, and immunity*. Journal of Animal Science 90, 6, S. 1835-1845.

BONK, S., BURFEIND, O., SUTHAR, V. S., HEUWIESER, W. (2013): *Technical note: Evaluation of data loggers for measuring lying behavior in dairy calves*. Journal of Dairy Science 96, 5, S. 3265-3271.

BREVES, G., LEONHARD-MAREK, S., MARTENS, H. (2015): *Magen- Darm-Trakt*. In W. v. Engelhardt, G. Breves, M. Diener & G. Gäbel (Hrsg.): Physiologie der Haustiere, 5.Aufl. Stuttgart: Verlag Enke Verlag.

BRUMMER, S. (2004): *Untersuchungen zur Reduzierung des gegenseitigen Besaugens bei Kälbern in der Gruppenhaltung mit Tränkeabruftautomaten*. Dissertation, Technische Universität München.

DE PASSILLÉ, A. M. (2001): *Sucking motivation and related problems in calves*. Applied Animal Behaviour Science 72, 3, S. 175-187.

DE PASSILLÉ, A. M., METZ, J., MEKKING, P., WIEPKEMA, P. (1992): *Does drinking milk stimulate sucking in young calves?* Applied Animal Behaviour Science 34, 1, S. 23-36.

DE PASSILLÉ, A. M., RUSHEN, J. (1997): *Motivational and physiological analysis of the causes and consequences of non-nutritive sucking by calves*. Applied Animal Behaviour Science 53, 1-2, S. 15-31.

DE PASSILLÉ, A. M., SWEENEY, B., RUSHEN, J. (2010): *Cross-sucking and gradual weaning of dairy calves*. Applied Animal Behaviour Science 124, 1-2, S. 11-15.

DE PASSILLÉ, A. M. B., RUSHEN, J. (2006): *Calves' behaviour during nursing is affected by feeding motivation and milk availability*. Applied Animal Behaviour Science 101, 3-4, S. 264-275.

DE PAULA VIEIRA, A., GUESDON, V., DE PASSILLÉ, A. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G., WEARY, D. M. (2008): *Behavioural indicators of hunger in dairy calves*. Applied Animal Behaviour Science 109, 2-4, S. 180-189.

DE VliegHER, S., FOX, L. K., PIEPERS, S., MCDougALL, S., BARKEMA, H. W. (2012): *Invited review: Mastitis in dairy heifers: Nature of the disease, potential impact, prevention, and control*. Journal of Dairy Science 95, 3, S. 1025-1040.

ELLINGSEN, K., MEJDELL, C. M., OTTESEN, N., LARSEN, S., GRONDAHL, A. M. (2016): *The effect of large milk meals on digestive physiology and behaviour in dairy calves*. Physiology & Behavior 154, S. 169-174.

FROBERG, 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 a group pen*. Applied Animal Behaviour Science 117, 3-4, S. 150-158.

GAUDE, I. (2014): *Besaugen bei Kälbern der Rasse Deutsches Fleckvieh: Risikofaktoren und Bedeutung der individuellen Stressreaktion*. Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.

HALEY, D. B., RUSHEN, J., DUNCAN, I. J. H., WIDOWSKI, T. M., DE PASSILLE, A. M. (1998): *Butting by calves, Bos taurus, and rate of milk flow*. *Animal Behaviour* 56, S. 1545-1551.

HANNINEN, L., DE PASSILLE, A. M., RUSHEN, J. (2005): *The effect of flooring type and social grouping on the rest and growth of dairy calves*. *Applied Animal Behaviour Science* 91, 3-4, S. 193-204.

HEPOLA, H. (2003): *Milk feeding systems for dairy calves in groups: effects on feed intake, growth and health*. *Applied Animal Behaviour Science* 80, 3, S. 233-243.

HOLLWICH, W. (1970): *Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Aufstallungsformen und Fütterungsmethoden auf die Mastleistung beim Kalb*. Dissertation, Ludwig-Maximilians-Universität München.

HÖLSCHER, J. (2016). *Ökobarometer 2016*. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft: Online im Internet unter: http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Oekobarometer2016.pdf?__blob=publicationFile (15.12.2016).

JASPER, J., WEARY, D. M. (2002): *Effects of ad libitum milk intake on dairy calves*. *Journal of Dairy Science* 85, 11, S. 3054-3058.

JENSEN, M. B. (2003): *The effects of feeding method, milk allowance and social factors on milk feeding behaviour and cross-sucking in group housed dairy calves*. *Applied Animal Behaviour Science* 80, 3, S. 191-206.

JENSEN, M. B., DUVE, L. R., WEARY, D. M. (2015): *Pair housing and enhanced milk allowance increase play behavior and improve performance in dairy calves*. *Journal of Dairy Science* 98, 4, S. 2568-2575.

JUNG, J., LIDFORS, L. (2001): *Effects of amount of milk, milk flow and access to a rubber teat on cross-sucking and non-nutritive sucking in dairy calves*. Applied Animal Behaviour Science 72, 3, S. 201-213.

KASKE, M., WIEDEMANN, S., KUNZ, H. (2010): *Metabolic programming: Background and potential impact for dairy cattle*. Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift 79, Review 445.

KEHOE, S. I., DECHOW, C. D., HEINRICHS, A. J. (2007): *Effects of weaning age and milk feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters*. Livestock Science 110, 3, S. 267-272.

KEIL, N. M., AUDIGÉ, L. (1999): *Prävention von Euterbesaugen von Aufzuchtrindern und Kühen*. Agrar Forschung 6, 11, S. 421-424.

KEIL, N. M., AUDIGE, L., LANGHANS, W. (2000): *Factors associated with intersucking in Swiss dairy heifers*. Preventive Veterinary Medicine 45, 3-4, S. 305-323.

KEIL, N. M., LANGHANS, W. (2001): *The development of intersucking in dairy calves around weaning*. Applied Animal Behaviour Science 72, 4, S. 295-308.

KHAN, M. A., WEARY, D. M., VON KEYSERLINGK, M. A. G. (2011): *Effects of milk ration on solid feed intake, weaning, and performance in dairy heifers*. Journal of Dairy Science 94, 3, S. 1071-1081.

KROHN, C. C., FOLDAGER, J., MOGENSEN, L. (1999): *Long-term effect of colostrum feeding methods on behaviour in female dairy calves*. Acta Agriculturae Scandinavica Section a-Animal Science 49, 1, S. 57-64.

KRÖMKER, V., PFANNENSCHMIDT, F., HELMKE, K., ANDERSSON, R., GRABOWSKI, N. T. (2012): *Risk factors for intramammary infections and subclinical mastitis in post-partum dairy heifers*. Journal of Dairy Research 79, 3,

S. 304-309.

LIDFORS, L., ISBERG, L. (2003): *Intersucking in dairy cattle - review and questionnaire*. Applied Animal Behaviour Science 80, 3, S. 207-231.

LIDFORS, L. M. (1993): *Cross-sucking in group-housed dairy calves before and after weaning off milk*. Applied Animal Behaviour Science 38, 1, S. 15-24.

LIDFORS, L. M., JUNG, J., DE PASSILLE, A. M. (2010): *Changes in suckling behavior of dairy calves nursed by their dam during the first month post partum*. Applied Animal Behaviour Science 128, 1-4, S. 23-29.

MEES, A. M. F., METZ, J. H. M. (1983): *Saugverhalten von Kälbern - Bedürfnis und Befriedigung bei verschiedenen Tränkesystemen*. In: Internationale Arbeitstagung angewandte Ethologie bei Nutztieren der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft e. V. KTBL-Schrift 299, Darmstadt, S. 82-93.

MIGUEL-PACHECO, G. G., VAUGHAN, A., DE PASSILLE, A. M., RUSHEN, J. (2015): *Relationship between locomotor play of dairy calves and their weight gains and energy intakes around weaning*. Animal 9, 6, S. 1038-1044.

MILLER-CUSHON, E. K., BERGERON, R., LESLIE, K. E., DEVRIES, T. J. (2013): *Effect of milk feeding level on development of feeding behavior in dairy calves*. Journal of Dairy Science 96, 1, S. 551-564.

MOALLEM, U., WERNER, D., LEHRER, H., ZACHUT, M., LIVSHITZ, L., YAKOBY, S., SHAMAY, A. (2010): *Long-term effects of ad libitum whole milk prior to weaning and prepubertal protein supplementation on skeletal growth rate and first-lactation milk production*. Journal of Dairy Science 93, 6, S. 2639-2650.

ODDE, K. G., KIRACOFE, G. H., SCHALLES, R. R. (1985): *Suckling behaviour in range beef-calves*. Journal of Animal Science 61, 2, S. 307-309.

RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A. M. (1995): *The motivation of non-nutritive sucking in calves, Bos taurus*. *Animal Behaviour* 49, 6, S. 1503-1510.

SAMBRAUS, H. H. (1984): *Gegenseitiges Besaugen von Kälbern bei künstlicher Aufzucht*. *Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift* 97, S. 119-123.

SCHMIDT, T. (2014): *Entwicklung einer Methodik zur Erfassung der Milch- und Wasseraufnahme von Kälbern in der Iglu-Phase*. Bachelorarbeit, Technische Universität München.

SOBERON, F., RAFFRENATO, E., EVERETT, R. W., VAN AMBURGH, M. E. (2011): *Early life management and long term productivity of dairy calves*. In: *Proceedings 2011 Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*. East Syracuse, New York, S. 217-218.

STEINHÖFEL, I., DIENER, K. (2015). *Ad-libitum-Tränkeverfahren für einzeln gehaltene Kälber*. Sächsischen Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie: Online im Internet: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/24881/documents/34380> (15.12.2016).

VAUGHAN, A., MIGUEL-PACHECO, G. G., DE PASSILLE, A. M., RUSHEN, J. (2016): *Reciprocated cross sucking between dairy calves after weaning off milk does not appear to negatively affect udder health or production*. *Journal of Dairy Science* 99, 7, S. 5596-5603.

WENDL, G., SCHUCH, S., WENDLING, F. (1997): *Ein geschlossener Tränkestand zur Verringerung des gegenseitigen Besaugens in der Kälberaufzucht mit rechnergesteuerten Tränkeautomaten*. In: *Landtechnisch bauliche Jahrestagung*. *Landtechnik* Nr. 7. Albertshofen. S. 81-90.

WIEDEMANN, S., HOLZ, P., KUNZ, H., STAMER, E., 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. Züchtungskunde 87, 6, S. 413-422.

WINCKLER, C. (2009): *Verhalten der Rinder*. In S. Hoy (Hrsg.): *Nutztierethologie*, S. 78-103. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer KG.

IX. ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<i>Abbildung 1: Außenklimastall mit den Gruppenbuchten der Kälber (Versuchsstation Grub).....</i>	18
<i>Abbildung 2: Zwei Einzelboxen mit mittig angebrachten Wägeeinheiten zur Erfassung der Trinkparameter.....</i>	19
<i>Abbildung 3: Gruppenbucht mit Fressgitter und Futterautomaten.....</i>	20
<i>Abbildung 4: Ansäuern der Vollmilch auf einen pH-Wert von 5,5.....</i>	21
<i>Abbildung 5: Verschlüsselter Automatentränkestand mit Kalb bei der Milchaufnahme.....</i>	23
<i>Abbildung 6: Tränkeplan mit Phasen und jeweiligen Milchmengen (ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	25
<i>Abbildung 7: Unterpolstern des Pedometers mit Watte.....</i>	27
<i>Abbildung 8: Häufigkeit des gegenseitigen Besaugens in den Gruppen über 24 Stunden (4 ADL Gruppen, 7 RES Gruppen je 24 Std.).....</i>	31
<i>Abbildung 9: Mittlere Milchaufnahme ($\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern in den ersten 70 Lebenstagen ($n = 89$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv; * $p < 0,001$).....</i>	35
<i>Abbildung 10: Mittlere Milch- und Kraftfutteraufnahme je Tier und Tag in den einzelnen Phasen; $n = 87$; ADL Milch: Milchaufnahme der ad libitum Gruppe; RES Milch: Milchaufnahme der restriktiven Gruppe; ADL KF: Kraftfutteraufnahme der ad libitum Gruppe; RES KF: Kraftfutteraufnahme der restriktiven Gruppe.....</i>	37
<i>Abbildung 11: Mittlere Zunahmen von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern je Tier und Tag in den ersten 16 Lebenswochen ($n = 89$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	38
<i>Abbildung 12: Mittlere Mahlzeitenhäufigkeit ($\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag ($n = 22$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	43
<i>Abbildung 13: Mittlere Gesamttrinkdauer ($\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag in Minuten ($n = 22$; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	44
<i>Abbildung 14: Mittlere Häufigkeit des individuellen gegenseitigen Besaugens je Tier und Beobachtungszeitraum (4 Gruppen, jede zweite Woche über 5 Wochen 2 Tage je 6 Std.; ADL: ad libitum; RES: restriktiv; Nummer: letzte Ziffern der Ohrmarke des jeweiligen Kalbes).....</i>	45

<i>Abbildung 15: Mittlere Häufigkeit des Besaugens je Tier und den Beobachtungszeiträumen innerhalb der Gruppen (n= 69; ADL: ad libitum; RES: restriktiv; p=0,008).....</i>	<i>47</i>
<i>Abbildung 16: Mittlere Liegedauer je Tier und Tagesstunde in Minuten (n= 69; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	<i>48</i>
<i>Abbildung 17: Mittlere Liegedauer je Tier und Tag in den Phasen in Stunden ($\bar{x} \pm SD$; Phase 1: Tag 1-28; Phase 2: Tag 29-42; Phase 3: Tag 43-112; n= 69; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	<i>49</i>

X. TABELLENVERZEICHNIS

<i>Tabelle 1: Ad libitum Tränkeplan</i>	<i>24</i>
<i>Tabelle 2: Tränkeplan der restriktiv getränkten Kälber.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabelle 3: Mittlere Milchaufnahme je Tier und Tag ($\bar{x} \pm SD$) je Phase in Kilogramm, Tag 1-70; (n= 89; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	<i>35</i>
<i>Tabelle 4: Mittlere Häufigkeit der Besuche am Tränkeautomaten je Tier und Tag, während der Gruppenhaltung (Tag 15 - Tag 70) mit Milchaufnahme und ohne Milchaufnahme (n= 89; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	<i>36</i>
<i>Tabelle 5: Mittlere Zunahmen je Tier und Tag in Gramm ($\bar{x} \pm SD$), p-Wert und Effektstärke Cohen r; n= 89 (ADL: ad libitum; RES: restriktiv getränkte Kälber), *nur weibliche Tiere n= 47.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabelle 6: Mittleres Lebendgewicht je Tier und Wägetag und Differenz zwischen den Gruppen in kg (n= 89; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	<i>40</i>
<i>Tabelle 7: Trinkverhalten (Milchaufnahme, Häufigkeit der Mahlzeiten, Dauer der Mahlzeiten, Gesamttrinkdauer, Intensität des Trinkens; $\bar{x} \pm SD$) je Tier und Tag in der ersten und zweiten Lebenswoche von ad libitum und restriktiv getränkten Kälbern im Mittel (n= 22; ADL: ad libitum; RES: restriktiv).....</i>	<i>41</i>

XI. ANHANG



Landeskuratorium der Erzeugerringe
für tierische Veredlung in Bayern e.V.



Bayerische Landesanstalt für
Landwirtschaft

Ergebnisse zur Futteruntersuchung - Arbeitsausdruck Online erstellt-

Kennwerte (je 1000g Trockenmasse)	Einheit	Heu
Futterart:		3025 - Heu Wiese, 2.Schnitt
Besitzer:		I.T.E.-Pseudobetrieb I.T.E., Poing
Etikettnr./Herkunft:		10612984 / H1502885
Ernte/Probenahme:		17.12.2015 / 17.12.2015
Bemerkung Anmelder:		2408
Rohnährstoffe		
Trockenmasse	g	1000
TM /kgFM	g	945
Rohasche	g	80
Rohprotein	g	59
Rohfaser	g	503
Rohfett	g	14
Stärke	g	
Zucker	g	91
NDFom	g	625
ADFom	g	377
GB	ml	43
Proteinwerte		
nXP	g	99
RNB	g	-6
Energiewerte		
ME Wiederkäuer	MJ	8.21
NEL	MJ	4.70
ME Schwein	MJ	6.70
Energiewerte Hausproben		
ME Schwein mit VQ	MJ	6.70
NE Schwein	MJ	2.74
Mineralstoffe		
Kalzium	g	7.5
Phosphor	g	2.2
Natrium	g	0.1

Anhang 1: Heuanalyse



ZIFOwin Zielwert-Futteroptimierung

Betrieb: LfL - AVB Grub
LfL-AVB Grub
Prof. Zorn Str. 19
85586 Poing
Tel: 089 99141 223
Balis-Nr.: 09175135000 2

Berater:
Prof. Zorn, Str.19
85586 Poing
Tel: 089 99141223



LKV-Nr. 175135201

Mischung Nr.10

Berechnung vom 17.11.2015

Krafft. Aufzuchtkälber RP 200 g ; 10,8 MJ ME
Krafft. Kälber

Num.	Futtermittel	FM kg	FM	Euro FM
		Mischung	Prozent	je dt
4026	Gerste (4-zeilig)	0.149	15.00	13.50
4145	Weizen	0.199	20.00	14.50
4205	Körnermais	0.248	25.00	13.00
4925	Kohlensaurer Kalk	0.015	1.50	3.00
6425	Rapsextraktionsschrot	0.099	10.00	26.50
6433	Sojaextraktionsschrot (40 RP)	0.258	26.00	31.00
»8185	Mifu Salwana Hefe Kuh	0.025	2.50	60.00
	Gesamt:	0.994	100.00	20.43

Futtermittel mit dem Änderungskennzeichen » wurden in Inhaltswerten verändert.

Bearbeitet mit ZIFOwin 1.5

Inhaltsstoff	Einh.	Zielwert	Gehalt	Gehalt
		je kg FM	Mischung	je kg FM
Trockenmasse	g	880.0	880.0	885.5
Frischmasse	g	1000.0	993.8	1000.0
Rohprotein	g	200.0	201.2	202.5
ME Rind	MJ	10.8	11.1	11.1
Rohfaser	g	90.0	54.3	54.7
Stärke	g	400.0	363.0	365.3
Zucker	g	44.0	42.2	42.5
Stärke+Zucker	g	444.0	405.3	407.8
Pansenabbare KH	g	380.0	318.9	320.9
Pansenstabile Stärke	g	60.0	86.4	86.9
Rohfett	g	40.0	23.8	24.0
»Kalzium (Ca)	g	10.0	12.0	12.1
»Phosphor (P)	g	6.0	6.1	6.1
Natrium (Na)	g	1.0	2.7	2.8

Inhaltsstoffe mit » wurden verändert, mit » wird Folgeberechnung angezeigt.

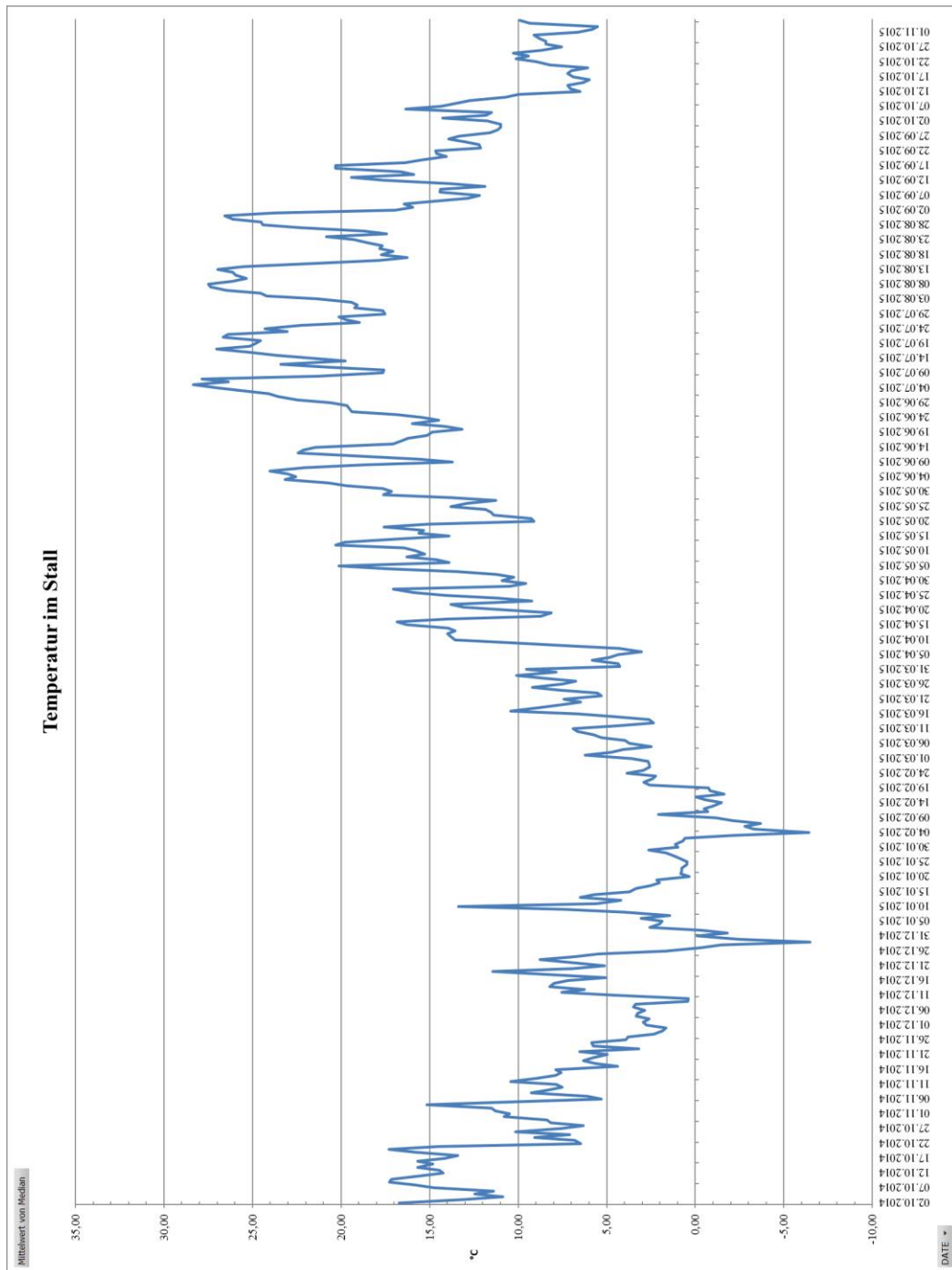
Bearbeitet mit ZIFOwin 1.5

Ohrmarke	Geb. Datum	letzter Versuchstag	Ohrmarke Mutter	Rasse	Geschlecht	Gruppe
DE 09 456 20830	05.10.2014	24.01.2015	DE 09 171 92415	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20831	05.10.2014	29.11.2014	DE 09 456 20479	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20832	05.10.2014	29.11.2014	DE 09 456 20483	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20834	24.10.2014	18.12.2014	DE 09 455 90410	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20838	26.10.2014	20.12.2014	DE 09 171 92491	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20839	29.10.2014	17.12.2014	DE 09 171 92522	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20840	30.10.2014	23.12.2014	DE 09 456 20498	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20841	30.10.2014	24.12.2014	DE 09 456 20491	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20842	31.10.2014	11.02.2015	DE 09 458 84643	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20843	31.10.2014	25.12.2014	DE 09 456 20495	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20844	31.10.2014	19.02.2015	DE 09 364 73324	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20846	03.11.2014	23.02.2015	DE 09 465 31994	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20849	09.11.2014	03.01.2015	DE 09 468 84969	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20850	09.11.2014	28.02.2015	DE 09 458 84640	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20851	11.11.2014	05.01.2015	DE 09 171 92538	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20852	12.11.2014	03.03.2015	DE 09 458 84647	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20853	12.11.2014	03.03.2015	DE 09 469 21578	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20854	12.11.2014	06.01.2015	DE 09 456 20505	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20855	13.11.2014	04.03.2015	DE 09 477 57097	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20856	19.11.2014	10.03.2015	DE 09 171 92291	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20860	21.11.2014	15.01.2015	DE 09 181 98248	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20861	25.11.2014	16.03.2015	DE 09 171 92489	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20862	27.11.2014	21.01.2015	DE 09 458 84608	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20863	28.11.2014	19.03.2015	DE 09 456 20497	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20866	04.12.2014	25.03.2015	DE 09 458 84633	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20867	04.12.2014	28.01.2015	DE 09 456 20490	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20868	04.12.2014	28.01.2015	DE 09 171 92239	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20869	05.12.2014	26.03.2015	DE 09 171 92073	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20870	27.12.2014	17.04.2015	DE 09 473 13899	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20871	01.01.2015	19.01.2015	DE 09 456 20506	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20873	12.01.2015	04.05.2015	DE 09 171 92103	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20874	13.01.2015	09.03.2015	DE 09 456 20533	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20875	14.01.2015	10.03.2015	DE 09 456 20541	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20876	17.01.2015	08.05.2015	DE 09 171 92550	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20877	18.01.2015	09.05.2015	DE 09 456 20542	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 456 20878	19.01.2015	16.03.2015	DE 09 456 20521	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20879	21.01.2015	26.02.2015	DE 09 453 92220	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 456 20882	23.01.2015	14.05.2015	DE 09 181 98199	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20883	25.01.2015	21.03.2015	DE 09 456 20494	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20885	27.01.2015	18.05.2015	DE 09 456 20492	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20886	27.01.2015	23.03.2015	DE 09 454 56721	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20887	28.01.2015	24.03.2015	DE 09 456 20554	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 456 20888	29.01.2015	19.05.2015	DE 09 456 20519	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 456 20889	02.02.2015	30.03.2015	DE 09 458 84650	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80861	04.02.2015	26.05.2015	DE 09 471 62207	11(FL)	2(W)	RES

DE 09 505 80862	05.02.2015	27.05.2015	DE 09 456 20520	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80863	05.02.2015	24.02.2015	DE 09 456 20339	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80864	06.02.2015	28.05.2015	DE 09 456 20380	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80865	06.02.2015	28.05.2015	DE 09 456 20514	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80866	08.02.2015	30.05.2015	DE 09 456 20512	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80869	19.02.2015	10.06.2015	DE 09 171 92021	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80870	21.02.2015	17.04.2015	DE 09 456 20366	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80871	25.02.2015	21.04.2015	DE 09 171 92516	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80872	25.02.2015	16.03.2015	DE 09 456 20402	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80873	26.02.2015	07.06.2015	DE 09 456 20535	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80874	26.02.2015	22.04.2015	DE 09 171 92070	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80875	26.02.2015	17.06.2015	DE 09 455 90372	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80878	05.03.2015	30.04.2015	DE 09 456 20508	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80879	07.03.2015	01.05.2015	DE 09 477 57147	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80880	07.03.2015	26.06.2015	DE 09 171 92332	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80881	09.03.2015	29.06.2015	DE 09 171 92321	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80882	13.03.2015	07.05.2015	DE 09 474 87128	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80883	15.03.2015	04.04.2015	DE 09 456 20510	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80884	17.03.2015	06.07.2015	DE 09 171 92077	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80885	18.03.2015	12.05.2015	DE 09 456 20409	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80886	21.03.2015	10.07.2015	DE 09 171 92525	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80887	22.03.2015	16.05.2015	DE 09 477 57146	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80888	22.03.2015	16.05.2015	DE 09 456 20547	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80889	27.03.2015	01.04.2015	DE 09 456 20422	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80892	29.03.2015	18.07.2015	DE 09 458 84657	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80893	31.03.2015	28.04.2015	DE 09 181 98216	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80894	03.04.2015	29.05.2015	DE 09 171 92125	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80895	06.04.2015	27.07.2015	DE 09 477 57143	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80896	14.04.2015	03.08.2015	DE 09 456 20355	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80897	16.04.2015	10.06.2015	DE 09 474 06321	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80898	16.04.2015	05.08.2015	DE 09 461 06398	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80899	16.04.2015	05.08.2015	DE 09 456 20517	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80900	25.04.2015	14.08.2015	DE 09 456 20372	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80902	30.04.2015	24.06.2015	DE 09 456 20371	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80903	04.05.2015	27.06.2015	DE 09 171 92558	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80904	17.05.2015	05.09.2015	DE 09 456 20525	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80905	18.05.2015	07.09.2015	DE 09 171 92439	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80907	26.05.2015	20.07.2015	DE 09 458 84655	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80910	01.06.2015	27.07.2015	DE 09 171 92001	11(FL)	1(M)	ADL
DE 09 505 80911	01.06.2015	21.09.2015	DE 09 456 20449	11(FL)	2(W)	ADL
DE 09 505 80916	05.06.2015	24.09.2015	DE 09 171 92381	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80917	06.06.2015	31.07.2015	DE 09 171 92380	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80918	09.06.2015	28.09.2015	DE 09 456 20518	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80920	13.06.2015	07.08.2015	DE 09 465 31998	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80922	19.06.2015	13.08.2015	DE 09 171 92503	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80925	25.06.2015	14.10.2015	DE 09 455 90404	11(FL)	2(W)	RES

DE 09 505 80926	27.06.2015	21.08.2015	DE 09 456 20555	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80927	28.06.2015	17.10.2015	DE 09 456 20411	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80928	29.06.2015	24.08.2015	DE 09 456 20453	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80931	02.07.2015	21.10.2015	DE 09 171 92412	11(FL)	2(W)	RES
DE 09 505 80932	04.07.2015	07.08.2015	DE 09 456 20591	11(FL)	1(M)	RES
DE 09 505 80933	04.07.2015	29.08.2015	DE 09 456 20574	11(FL)	1(M)	RES

Anhang 3: Versuchtierliste mit Gruppenzuteilung (ADL: ad libitum; Res: restriktiv)



Anhang 4: Lufttemperatur im Stall während des Versuchszeitraumes

XII. DANKSAGUNG

Danken möchte ich den Mitarbeitern der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft an der Versuchsstation in Grub, mit deren Hilfe der Versuch durchgeführt wurde. Ganz besonders sei hier Herrn Stefan Rimili gedankt, der uns mit seinem Wissen und seiner Erfahrung stets unterstützte.

Gedankt sei meinen Kollegen am Institut für Landtechnik und Tierhaltung, die durch Diskussion und mit Ratschlägen zum Gelingen des Projekts beitrugen. Besonderer Dank gilt:

- Hannes Zahner und Rudi Peis, die mir bei den vielen technischen Problemen mit Videoaufzeichnungen und mit Rechnern immer halfen und viel Arbeitszeit investierten, dass mein Projekt lief.
- Jan Harms, der mir jederzeit in Softwarefragen mit Rat und Tat zur Seite stand.
- Andrea Kossmann für die Betreuung und Unterstützung beim Erfassen und Auswerten der Pedometerdaten.
- Maike Müller, für die Rundumversorgung meiner Arbeit, Vorträgen, Daten, Reisen und für den Einsatz zum harmonischen Auskommen unter den Kollegen.

Meine Betreuerin Dr. Elke Rauch gab mir stets das Gefühl immer, telefonisch, per E-Mail oder persönlich für mich und meine Arbeit da zu sein. Wann immer Fragen oder Probleme auftauchten, konnte ich mir ihrer Unterstützung sicher sein. Dafür bin ich ihr sehr dankbar.

Meinem Doktorvater Herrn Prof. Erhard möchte ich danken für die Überlassung der Arbeit. Er unterstütze mich jederzeit mit Rat und Tat. Auch bei unangemeldeten Besuchen im Institut nahm er sich immer selbstverständlich Zeit, sich nach dem Projekt zu erkundigen und mir bei meinen Anliegen zu helfen. In dem familiären Umfeld, das auf Tagungen, beruflichen und privaten Veranstaltungen herrschte, fühlte ich mich immer außerordentlich wohl.

Danken möchte ich meiner Kollegin Kristin Bernhart, für ihren Einsatz und die Energie, die sie in das Projekt steckte, für die Diskussionen und Lösungen, für die

enge Zusammenarbeit. Durch ihre Art und Weise zu arbeiten hat sie mich dort ergänzt, wo ich Lücken und Schwächen hatte. Vielen Dank.

Mein Dank und meine höchste Anerkennung gelten meinem Chef und direkten Betreuer in Grub, Herrn Prof. Klaus Reiter. Er hat uns stets unterstützt, bei fachlichen Problemen, bei der Durchführung, bei Vorträgen und Veröffentlichungen. Er ließ mir, wenn ich es brauchte, jeden Freiraum, verstand es aber auch durch Termine und Besprechungen mir den nötigen Druck zu geben, die Ziele zu erreichen. Durch seine weitgefächerten Interessen und sein Wissen, auch außerhalb unseres beruflichen Fachgebiets, kam es zu zahlreichen angeregten Diskussionen, die mir die Möglichkeit gaben neue Sichtweisen kennenzulernen, Meinungen zu vergleichen und neue Ideen zu entwickeln. Solch eine Möglichkeit der „universitären Bildung“ wünsche ich jedem Hochschulabsolventen. Am meisten bewunderte ich, was in unserer Leistungsgesellschaft viel zu oft in den Hintergrund tritt, seine Menschlichkeit und das Einfühlungsvermögen, dass er uns täglich entgegenbrachte. Mögen Sie vielen Chefs ein Vorbild sein!